

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

***«Питання біоіндикації та екології»
«Problems of bioindications and ecology»***

Випуск 23, № 1

Періодичне наукове видання

Запоріжжя, 2018

ББК 28. 081

УДК 504. 064. 36: 54В74

В 74

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Омельянчик Л.О.**, д.фарм.н., професор Запорізького національного університету.

Відповідальний редактор – **Бессонова В.П.**, д.б.н., професор Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Члени редколегії: **Бовт В.Д.**, д.б.н., професор Запорізького національного університету; **Бражко О.А.**, д.б.н., професор Запорізького національного університету; **Гнатів П.С.**, д.б.н., професор Львівського національного аграрного університету; **Грицан Ю.І.**, д.б.н., професор Дніпровського державного аграрно-економічного університету; **Домніч В.І.**, д.б.н., професор Запорізького національного університету; **Кавеленова Л.М.**, д.б.н., професор Самарського державного університету (Росія); **Левон Ф.М.**, д.с.-г.н., професор, провідний науковий співробітник Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України; **Лихолат Ю.В.**, д.б.н., професор Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара; **Лях В.О.**, д.б.н., професор Запорізького національного університету; **Marco Landi**, доктор філософії, університет Фізіології та біохімії рослин, м. Піза (Італія); **Рильський О.Ф.**, д.б.н., професор Запорізького національного університету; **Сапаров А.С.**, д.с.-г.н., професор, генеральний директор Казахського НДІ ґрунтознавства та агрохімії ім. У.У. Успанова, академік Академії сільськогосподарських наук Республіки Казахстан; **Сарабєєв В.Л.**, к.б.н., доцент Запорізького національного університету; **Сергійчик С.О.**, д.б.н., професор Білоруського державного економічного університету (Білорусія); **Фролов О.К.**, д.б.н., професор Запорізького національного університету; **Іванченко О.Є.**, технічний редактор, к.б.н., доцент Дніпровського державного аграрно-економічного університету; **Яковлєва-Носарь С.О.**, відповідальний секретар, к.б.н., доцент Запорізького національного університету.

В 74 *Питання біоіндикації та екології*: Періодичне наукове видання. Запоріжжя : ЗНУ, 2018. Вип. 23, № 1. 216 с.

До наукового видання включено наукові статті з проблем індикації забруднення навколишнього середовища, антропогенного впливу на рослинний і тваринний світ, медико-екологічних проблем, охорони природи та раціонального природокористування.

Може бути корисним екологам, ґрунтознавцям, ботанікам, зоологам, спеціалістам у галузі охорони довкілля.

Випускається за рішенням Вченої ради ЗНУ з 1995 року

Журнал включений до переліку наукових фахових видань, у яких можуть публікуватися результати наукових досліджень в галузі «Біологічні науки» (постанова президії ВАК України від 13.07.2015 р. № 747).

Свідцтво про державну реєстрацію КВ № 15440-4012 Р, видане Міністерством юстиції України 19.06.2009 р.

– Розділ 1 Природні і техногенні екосистеми –

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-01>

УДК 502.172:581.9(477.64-23п)

**БАЙРАК ГЕНЕРАЛКА В РЕКРЕАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ
м. ЗАПОРІЖЖЯ**

Яковлева-Носарь С. О.

Запорізький національний університет

krokus17.zp@gmail.com

Представлені результати комплексної функціональної оцінки рекреаційних властивостей території байраку Генералка, що включає естетичну складову, оцінку природної комфортності та вплив на оздоровлення атмосферного повітря. Нині інтегральні величини цих параметрів є доволі високими і становлять, відповідно, 2,57; 3,89 та 2 бали. На тлі високого рекреаційного навантаження відзначається активне впровадження під намет насадження та на остепнених ділянках бур'янистих трав'яних видів, а також чужорідних (*Cotynus coggigia*, *Gleditsia triacanthos*) й інвазійних деревних рослин (*Acer negundo*, *Amorpha fruticosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Parthenocissus quinquefolia*). Розрахований рівень допустимого рекреаційного навантаження (1,7 люд./га) та визначена його фактична величина (3,4 люд./га). Рекреаційна дигресія біогеоценозу балки Генералка супроводжується зниженням вмісту гумусу в 5-см шарі ґрунту та характеризується тенденцією до підлуження. У тальвегу чіткої картини змін хімічних показників не спостерігається у зв'язку з перенесенням і накопиченням у ньому органо-мінерального матеріалу зі схилів балки.

Дендрофлора, комплексна оцінка фітоценозу, рекреаційна смість екосистеми, хімічні властивості ґрунту

Нині зелену систему м. Запоріжжя формують 22 парки та 75 скверів [14], які в центральних, найбільш старих районах міста (Олександрівський, Дніпровський, Вознесенівський), виконують, в першу чергу, декоративну функцію. У спальних, відносно нових (Шевченківський, Комунарський, Хортицький), паркові зони входять до архітектурно-планувальної структури цих житлових масивів, а у Заводському – додатково забезпечують санітарно-гігієнічний ефект [20]. Також до рекреаційної сфери міста

Запоріжжя входить острів Хортиця, який є всесвітньо відомим не тільки завдяки козацькій звитязі, але й унікальному поєднанню різних типів фітоценозів (степових, лучних, лісових, водно-болотних, псамофітних, петрофітних) на його відносно невеликій площі. Хортицькі балки вкриті лісами, які називаються байрачними. Як зазначав О. Л. Бельгард [2], ліси Запорізького регіону належать до особливого географічного варіанта – байрачних лісів порожистої частини Дніпра. Вже власне їх існування для Степової зони є явищем унікальним.

Згідно з класифікацією Л. П. Рисіна [15], байрачні ліси належать до категорії захисних лісів, які частково виконують рекреаційні функції.

Високі естетичні властивості таких лісових ландшафтів створюють сприятливі умови для їх рекреаційного використання, що є особливо важливим для густонаселених урбанізованих районів. При цьому ефективне використання рекреаційних ландшафтів має базуватися не тільки на їх збереженні та відновленні, а й бути науково обґрунтованим щодо створення додаткового рекреаційного потенціалу за рахунок більш оптимального використання цих територій [3]. Тобто необхідна розробка проектів рекреаційного районування території Запорізького регіону та її невиснажливої експлуатації.

Для формування бази даних рекреаційних територій необхідно розрахувати конкретні величини їх рекреаційної ємності, а також проводити моніторингову оцінку реального рекреаційного навантаження на такі екосистеми. У зв'язку з цим, мета нашої роботи – здійснити комплексну оцінку властивостей території та дослідити показники рекреаційного навантаження на екосистему байрачного лісу балки Генералка.

Матеріали та методи досліджень

Дослідження проводили у байрачному лісі балки Генералка, що знаходиться на острові Хортиця, який входить до рекреаційної сфери мешканців міста та туристів (рис. 1). Острів розташований у підзоні різнотравно-типчаково-квилевого Степу.

Естетичну складову фітоценозу визначали за [12]. Функціональну оцінку рекреаційних властивостей насаджень здійснювали згідно з рекомендаціями Г. К. Солнцева зі співавт. [16]. Дослідження ступеня рекреаційної дигресії байрачного лісу проводили за [10] та з урахуванням рекомендацій В. М. Івоніна і М. С. Чирієва [9]. Нормативи рекреаційної ємності лісових насаджень та коефіцієнти кореляції визначали за ДБН 360-92**, таблиця 5.4 [6]. При визначенні форм рекреаційної діяльності користувалися рекомендаціями О. І. Тарасова [17]. Хімічні властивості ґрунту досліджували за [8]. Одержані експериментальні дані опрацьовані методами математичної статистики [13].



Рисунок 1 – Картосхема дослідної території (<https://www.google.com.ua/maps/>) (координати вказаних точок 47°83'06,1" N 35°06'73,5 E; 47°82'67,9 N 35°06'57,8 E)

Figure 1 – Map of studied territory (<https://www.google.com.ua/maps/>)

Результати та їх обговорення

Дослідженнями встановлено, що до складу дендрофлори байрачного лісу балки Генералка входять 39 видів з 30-ти родів і 17-ти родин. Насадження зазнають істотного рекреаційного навантаження. Зокрема, це такі форми рекреаційної діяльності, як: транзитна, кошова, здобувальна, а також позашляхова.

Подібна картина пояснюється високою рекреаційною привабливістю об'єкта, оскільки балка розташована на відстані 10–15-хвилинної пішохідної доступності від центральної дороги, що пов'язує Лівобережну та Правобережну частини м. Запоріжжя, а також від залізничної станції «Запорізька Січ». У гирлі балки утворився піщаний пляж, поблизу якого (у тальвегу) у літній період туристи розміщують кошову стоянку (1–3 намети). Неподалік улаштоване місце забору питної джерельної води зі струмка, що протікає у тріщинах гранітних відслонень.

Аналіз комплексу рекреаційного впливу на біоценоз байраку, що базується на класифікації І. Л. Трапідо [18], дозволяє констатувати наявність винесення речовини та енергії за його межі (збирання весняних гарноквітух ефемероїдів, видів степової та гранітнопетрофітної флороценотичних груп; плодів шипшини, глоду та терену; лікарської сировини), механічний вплив (витоптування, розкладання багаття, механічні травми деревно-чагарникової рослинності, відлякування представників фауни), занесення органічного та неорганічного матеріалів (насіння, продукти, папір, метал, пластик тощо).

Зважаючи на наявність на рекреаційній території байрачного фітоценозу рідкісних трав'яних рослин (*Pulsatilla nigricans*, *Gagea minima*, *Tulipa graniticola*, *Hyacinthella leucophaea*, *Iris pumila* та ін.), репрезентативність природної дендрофлори, а також істотну популярність цієї балки для відпочиваючих і туристів, необхідно ґрунтовно дослідити її характеристики та оцінити потенційні можливості рекреаційної ємності.

Комплексна функціональна оцінка рекреаційних лісових ландшафтів включає естетичну складову, оцінку природної

комфортності та впливу насаджень на оздоровлення повітряного басейну, технологічну оцінку, а також визначення рівня стійкості до антропогенного навантаження. У нашому випадку технологічною складовою можна знехтувати, оскільки вона необхідна для визначення придатності лісової площі для технологічної експлуатації лісогосподарськими підприємствами – організаторами відпочинку.

Слід зазначити, що естетичну оцінку фітоценозу проводили за класифікацією В. П. Кучерявого [12], а не за шкалою Г. К. Солнцева зі співавт. [16], оскільки остання розроблена для насаджень з переважанням *Quercus robur*. На сучасному ж етапі існування байрачного лісу балки Генералка у складі деревостану переважають *Acer campestre*, *A. tataricum*, *Quercus robur*, *Ulmus carpinifolia*, *U. laevis*, *Fraxinus excelsior*. Одержані дані щодо естетичної оцінки наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Естетична оцінка фітоценозу балки Генералка

Table 1 – Aesthetic assessment of the phytocenosis of the ravine Generalka

№ з/п	Таксаційно-фітоценотичні ознаки	Група в межах ознаки	Кількість балів
1	Бонітет	II–III	2
2	Вологість ґрунту	свіжі	3
3	Характер рельєфу	горбистий	3
4	Ярусність головної синузії	триярусна	3
5	Підріст	задовільний	2
6	Підлісок	середньої густоти	3
7	Трав'яний покрив	багатий (понад 50 видів)	3
8	Густота трав'яного покриву	густий (проективне покриття 75 %)	3
9	Вік деревостану	стигле насадження	3
10	Повнота деревостану	0,6–0,8	2
11	Захарашченість ділянки	незначна	3
12	Ознаки ґрунтової ерозії	присутні	2
13	Ознаки ущільнення ґрунту	присутні	2
14	Ознаки ентомо-, фіто- та інших захворювань	присутні	2
Разом			36
Інтегральна оцінка			2,57

Проведена нами функціональна оцінка рекреаційних властивостей території байрачного лісу балки Генералка включає також інтегральну оцінку ступеня природної комфортності і являє собою середню арифметичну оцінок показників, представлених у таблиці 2.

Таблиця 2 – Оцінка природної комфортності байрачного лісу балки Генералка

Table 2 – Estimation of the natural comfort of the ravine forest in the ravine Generalka

№ з/п	Показник природної комфортності	Оцінка, бал
1	Крутизна схилу	1
2	Густота підросту і підліску, тис. шт./га	4
3	Природна захаращеність, кількість повалених дерев на 1 га	4
4	Зрізаність рельєфу	3
5	Протяжність стежкової сітки, що стихійно виникла, км/га	5
6	Відстань від місця мешкання рекреантів, км	4
7	Відстань від внутрішніх доріг, хв. ходьби	4
8	Наявність джерел питної води	5
9	Обводнення території (річки, озера, струмки)	5
Разом		35
Інтегральна оцінка		3,89

Згідно з 5-бальною шкалою непрямої оцінки впливу різних типів насаджень на оздоровлення атмосферного повітря [16], фітоценоз балки Генералка отримав 2 бали (категорія «листяні насадження середньої продуктивності повнотою не нижче 0,6»).

Отже, території байраку Генералка наразі притаманні доволі високі естетичні якості, характеристики природної комфортності, а також санітарно-гігієнічні властивості.

Оскільки існуюче рекреаційне навантаження не супроводжується значним знищенням дерев, тому не спостерігається істотного збільшення освітлення нижніх ярусів та зняття ценотичного впливу едіфікаторів на трав'яний покрив. Проте внаслідок кумулятивного впливу рекреації (механічні пошкодження, хвороби деревно-

чагарникової рослинності) на тлі витоптування ґрунту зменшується частка лісових видів та впроваджуються бур'янисті рослини (*Cannabis ruderalis*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Lepidium perforatum*, *Geum urbanum* та ін.).

Крім інвазійних змін трав'яного покриву відбувається впровадження під намет насадження неаборигенних видів з оточуючих протиерозійних насаджень. Так, у деревостан балки на південно-східному схилі з оточуючого захисного насадження активно впроваджується *Cotynus coggigria*, утворюючи скупчення підросту і самосіву дифузного характеру. На остепнених ділянках північно-західного схилу зареєстровано екземпляри підросту *Gleditsia triacanthos* заввишки від 1,5 до 2,1 м. Також у складі насаджень балки зростають чужорідні види, занесені до «чорного списку» Європи, що характеризуються високою інвазійною здатністю (*Acer negundo*, *Amorpha fruticosa*, *Robinia pseudoacacia*), а також признаний інвазійним вид (*Parthenocissus quinquefolia*).

Варто зазначити, що наявність інтродукованих видів у складі природних екосистем вважають фактором потенційної біологічної небезпеки. Україна є країною-підписантом міжнародних природоохоронних законодавчих актів, спрямованих на обмеження поширення інтродукованих видів і боротьбу з інвазійними видами [5, 11].

Для адекватної оцінки шкоди, яку завдають рекреанти байрачному біогеоценозу, необхідно розрахувати його рекреаційну ємність та величину рекреаційного навантаження.

Рекреаційна стійкість – здатність біогеоценозів зберігати функції та життєздатність за умов рекреаційного впливу. Основними її показниками є величина допустимого рекреаційного навантаження, максимального, за якого біогеоценоз зберігає свою стійкість, та рекреаційна ємність території, тобто це найбільша кількість рекреантів на даній території, котра не призводить до деградації біогеоценозу та не викликає психологічний дискомфорт [7].

Згідно з [6], рекреаційні навантаження на широколистяні ліси зеленої зони міста становлять 2,3 люд./га

при I класі бонітету. Для лісів II класу бонітету показники навантаження мають бути зменшеними на 10–15 %. Крім того, норми навантажень допускається знижувати при стрімкості рельєфу, застосовуючи знижувальні коефіцієнти. Зокрема, за наявності схилів стрімкістю 10–20 % коефіцієнт складатиме 0,8.

Як встановлено нами раніше та підтверджено дослідженнями 2018 р., байрачний ліс балки Генералка знаходиться на II стадії рекреаційної дигресії.

Наші спостереження свідчать, що максимальна кількість рекреантів, котрі перебували на території балки у святкові дні в теплу пору року, становила від 20 до 50 люд./га, при цьому за 2 год. (з 11.00 до 13.00) – складала 10–12 люд./га. Отже, кількість відпочиваючих за рік складає понад 5800 осіб, а середня їх кількість становить 24,6 люд.-діб/га.

При порівнянні теоретично розрахованої (1,7 люд./га) і фактичної (3,4 люд./га) величин рекреаційної ємності байрачного лісу стає зрозумілим суттєве (дворазово перевищене) рекреаційне навантаження на лісову екосистему даної території.

Слід зазначити, що рекреанти у балці концентруються на стику різних типів ландшафтів: лісового (закритого і напівзакритого) та відкритого, а також суходолу та водойми (гирло балки). У цьому проявляється їх прагнення до різноманіття вражень від контрастних природних форм. При цьому місця для сидіння обираються з орієнтацією на відкриті простори (галявини, річка Дніпро).

У тальвегу балки зареєстровано 14 кострищ, переважна більшість яких приурочена до південно-східної його сторони (7) та гирла (5) (рис. 2). У гирлі балки мають місце сліди кошової стоянки (повалені сухостійні дерева, розташовані поперек гирла (рис. 3); кострища, що обкладені камінням). Деревна рослинність має сліди від механічного впливу (стовбури *Ulmus laevis*, *Crataegus monogyna*).

Інтенсивне тривале антропогенне навантаження зумовлює зміни усіх компонентів біогеоценозу. Так, відбувається ущільнення, подрібнення і винесення лісової підстилки за межі витоптаних ділянок. Особливо страждає її верхній пухкий шар. У нашій статті висвітлені результати

дослідження стану та властивості лісової підстилки байраку Генералка [19]. На стежках підстилка відсутня, лише зареєстрована наявність свіжого цьогорічного опаду.



Рисунок 2 – Кострище у гирлі балки Генералка (листопад 2018 р.)

Figure 2 – Fireplace at the mouth of the ravine Generalka (November 2018)

Рекреаційна дигресія біогеоценозу байраку також супроводжується змінами хімічних показників ґрунту (табл. 3). Вміст гумусу і вуглецю у верхньому 5-см шарі ґрунту на лісових стежках зменшується відносно умовного контролю (південно-східний схил), де рівень рекреаційного навантаження нижчий порівняно з іншими елементами балки у зв'язку з істотною стрімкістю рельєфу та зростанням терновнику. Зміни цих показників дещо менше виражені й у тальвегу, що можна пояснити змивними процесами.

Існує думка щодо вираженої тенденції підлуження ґрунтів при підвищенні рекреаційних навантажень [1]. Зміни реакції ґрунтового середовища верхнього шару ґрунту від слабко кислої до нейтральної або ж від нейтральної до слабко лужної зафіксовані авторами зі збільшенням рекреаційного навантаження на лісопаркові та паркові насадження урбанізованих екосистем Заходу України [4].



Рисунок 3 – Сліди рекреаційної діяльності у тальвегу балки біля її гирла (листопад 2018 р.)

Figure 3 – Traces of Recreational Activities in the valley bottom of the ravine near its mouth (November 2018)

Подібна картина відзначена нами при порівнянні величин гідролітичної кислотності ґрунтів схилів різної експозиції балки Генералка. Так, величина рН ґрунтового розчину північно-західного схилу дещо зрушена у лужний бік порівняно з південно-східним схилом. Але подібна закономірність не фіксується у тальвегу, хоча саме цей елемент балки зазнає найбільшого рекреаційного навантаження. На нашу думку, це можна пояснити змивними процесами і нагромадженням речовин у цьому морфологічному елементі балки.

Таблиця 3 – Хімічні властивості верхнього 5-см шару ґрунту

Table 3 – Chemical properties of the upper 5 cm layer of soil

Показники	Варіанти		
	південно-східний схил (контроль)	тальвег	північно-західний схил
Вміст гумусу, %	15,2±0,12	8,8±0,06***	7,7±0,29***
t _d	–	49,2	24,2
Вміст вуглецю, %	4,4±0,35	2,5±0,02***	2,2±0,09***
t _d	–	5,43	6,1
Гідролітична кислотність, ммоль екв./100 г	0,69±0,003	1,56±0,008***	0,42±0,003***
t _d	–	102,4	6,42
pH (H ₂ O)	7,49±0,014	7,11±0,011	7,73±0,012

Примітка. *** – відмінності між варіантами суттєві при P < 0,001

Отже, зі збільшенням рекреаційного навантаження на біогеоценоз байраку Генералка відзначаються зміни хімічних властивостей верхнього 5-см шару ґрунту та деяка тенденція до зрушення реакції ґрунтового розчину у лужний бік.

У подальших дослідженнях доцільно вивчити вплив рекреаційної діяльності на природне поновлення представників дендрофлори байраку Генералка.

Висновки

1. Проведена комплексна функціональна оцінка рекреаційних властивостей території байраку Генералка, що включає естетичну складову, оцінку природної комфортності та вплив на оздоровлення атмосферного повітря. Наразі інтегральні величини цих параметрів є доволі високими і становлять, відповідно, 2,57; 3,89 та 2 бали.

2. На тлі високого рекреаційного навантаження відзначається активне впровадження під намет насадження та на остепнених ділянках бур'янистих трав'яних видів (*Cannabis ruderalis*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Lepidium perforatum*, *Geum urbanum* та ін.), а також

чужорідних (*Cotynus coggigia*, *Gleditsia triacanthos*) й інвазійних деревних рослин (*Acer negundo*, *Amorpha fruticosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Parthenocissus quinquefolia*).

3. Розрахований рівень допустимого рекреаційного навантаження (1,7 люд./га) та визначена його фактична величина (3,4 люд./га).

4. Рекреаційна дигресія біогеоценозу балки Генералка супроводжується зниженням вмісту гумусу в 5-см шарі ґрунту та характеризується тенденцією до підлуження. У тальвегу чіткої картини змін хімічних показників не спостерігається у зв'язку з перенесенням і накопиченням у ньому органо-мінерального матеріалу зі схилів балки.

Література:

1. Бганцева В. А., Бганцев В. Н., Соколов Л. А. Влияние рекреационного лесопользования на почву. Природные аспекты рекреационного использования леса. М. : Наука, 1987. С. 70–95.

2. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР. Киев : Изд-во КГУ, 1950. 263 с.

3. Бондарець Д. С. Розрахунок рекреаційної ємності лісових насаджень на прикладі Запорізької області. *Географія та туризм*. 2012. Вип. 23. С. 327–335.

4. Геник Я. В., Дудин Р. Б., Дида А. П., Марутяк С. Б., Каспрук О. І. Трансформаційні процеси в лісопаркових і паркових насадженнях урбанізованих екосистем Заходу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Т. 27, № 10. С. 9–15. (<https://doi.org/10.15421/40271001>).

5. Данчук О. Т., Данчук-Дворецька Т. І. Інтродуковані деревні породи в умовах природоохоронних територій: ризики та проблеми. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.7. С. 49–56. (<https://doi.org/10.15421/40260707>).

6. Державні будівельні норми України ДБН 360-92**. Містобудування. Планування і забудова міських та сільських поселень. К. : Держбуд України, 2002. 136 с. (зі змінами від 1 січня 2014 р.).

7. Добрынин А. П. Рекреационный потенциал стационарных объектов отдыха. *Лесное хозяйство*. 1991. № 7. С. 18–19.

8. Дубова О. В., Пересипкіна Т. М., Полякова І. О., Приступа І. В. Ґрунтознавство: практикум для студентів біологічного факультету спеціальності «Садово-паркове господарство». Запоріжжя : ЗНУ, 2008. 48 с.

9. Ивонин В. М., Чырыев Н. С. Противозерозийные свойства нарушенных рекреацией дерновых почв балок степной зоны. Лесоведение. 2002. № 1. С. 45–51.

10. Карписонова Р. А. Дубравы лесопарковой зоны г. Москвы. М. : Наука, 1967. 103 с.

11. Конвенція про біологічне різноманіття. К. : «Вид-во «Мін. охорони навколишнього середовища». 2005. 76 с.

12. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць. Львів : Світ, 2005. 455 с.

13. Лакин Г. Ф. Биометрия. М. : Высшая школа, 1992. 256 с.

14. Програма комплексного озеленення м. Запоріжжя на 2019–2029 роки «Зелене місто» (проект). Електронний ресурс. Режим доступу:

<https://drive.google.com/file/d/0ByDUSCNJpWiDck1iYlRGc0Fka mx5SkVvZGF1MEdWR0xEaEQw/view>.

15. Рысин Л. П. Рекреационные леса и проблема оптимизации рекреационного лесопользования. Рекреационное лесопользование. М.: Наука. 1983. С. 5–20.

16. Солнцев Г. К., Король Л. Г., Маргашов А. С. Функциональная оценка рекреационных свойств лесных территорий. Лесное хозяйство. 1995. № 3. С. 19–21.

17. Тарасов А. И. Социально-экономические аспекты рекреационного лесопользования. Оптимизация рекреационного лесопользования. М.: Наука, 1990. С. 83–86.

18. Трапидо И. Л. Направление сукцессий некоторых лесных биогеоценозов под влиянием рекреационной деятельности. Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1977. 26 с.

19. Яковлева-Носарь С. О. Морфолого-фракційна характеристика підстилки байраку Генералка. Вісник Запорізького національного університету. Серія Біологічні науки. Запоріжжя : ЗНУ. 2008. № 2. С. 189–194.

20. Яловенко А. С., Бессонова В. П. Характеристика паркових зон міста Запоріжжя. Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя : ЗНУ, 2010. Вип. 15, № 2. С. 71–79.

RAVINE GENERALKA IN THE RECREATION SYSTEM OF ZAPORIZHZHIA

Yakovlieva-Nosar' S. O.

Zaporizhzhia National University

krokus17.zp@gmail.com

The recreational system of Zaporozhzhia is formed by 22 parks and 75 squares. In the central areas of the city they are playing a decorative function. In dormitory areas, they are included in the architectural and planning structure, and in an industrial area, they perform a sanitary-hygienic role. The island Khortytsia also belongs to the city's recreational system, famous not only for its rich history, but also for concentrating on a relatively small area a unique combination of phytocenosis (steppe, meadow, forest, petrophytic, psammophytic and wetland).

Forests inside small ravines of the island, growing on the slopes of a ravine-gully network, confined to the banks of the River Dnipro, perform a variety of ecosystem functions and belong to a particular geographical option –the forests of the rapid branches of the Dnipro. They act as an arena of diverse recreational activities of tourists and city residents. Efficient and rational use of the territory of the ravine forests, included in the recreational system of megacities, should be based on a modern monitoring system.

In this regard, the aim of our work is to carry out a comprehensive assessment of the properties and explore the indicators of the recreational load on the ecosystem of the ravine forest of ravine Generalka.

Our research has established that 39 species from 30 genera and 17 families are part of the dendroflora of the ravine forest. Plantings are subject to significant recreational load (transit, collective and off-road forms). This fact may be explained by the convenient location for the holidaymakers relative to the traffic arteries and the presence of a sandy beach.

Our comprehensive assessment of the ravine phytocenoses included a number of integral indicators, namely: aesthetic (2.57 points), natural comfort (3.89 points), sanitary and hygienic

aspect (2 points). At this moment, the studied parameters have a high score. This is facilitated by a diverse breed composition of plantings and specific saturation of herbaceous plants, among them, there are some rare species. Also, this effect caused by the presence in the study area the sources of fresh water, and by the alternation of open, semi-closed and open landscapes.

The area of the ravine is marked presence of adventitious plants and weeds (*Cannabis ruderalis*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Lepidium perforatum*, *Geum urbanum* et al.), as well as alien (*Cotynus coggigria*, *Gleditsia triacanthos*) and invasive arborescence plants (*Acer negundo*, *Amorpha fruticosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Parthenocissus quinquefolia*).

We have determined the theoretical (1.7 people/ha) and actual (3.4 people/ha) values of the recreational capacity of the ecosystem of the ravine forest.

Active recreational activity leads to changes in the characteristics of the upper 5-cm layer of soil. At the same time, the humus content decreases and there is a tendency towards alkalizing the soil on the northwestern slope compared to the samples taken on the southeastern slope (conditional control). Less attendance on the slope of this exposure is associated with a greater steepness and growth of blackthorn. In the valley bottom, a clear picture of changes in chemical indicators is not observed due to the predominance of flushing processes from the slopes and the accumulation of organo-mineral material.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-02>

УДК 581.92.581.6:630*8

**ТАКСОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРЕВНИХ
НАСАДЖЕНЬ ТА ДЕНДРОРЕСУРСИ БАЛКИ
ЛЮБИМІВСЬКОЇ**

Бессонова В. П., Пономарьова О. А.

**Дніпровський державний аграрно-економічний
університет
lronomareva@i.ua**

Проведено аналіз біорізноманіття дендрофлори балки Любимівської і прибалкових насаджень Дніпропетровського лісгоспу. Встановлено, що дендрофлора представлена 32-ма видами. Найбільш цінні види – дуб звичайний, сосна

Палласова. Встановлені основні таксаційні показники насадження: середній діаметр, висота, запас, бонітет. Наведені рекреаційні характеристики виділів, на яких розташована балка, а саме: клас пішоїдної доступності, ступінь регресії, естетична и рекреаційна оцінки.

Протиерозійні насадження, дендрофлора, таксаційні показники, рекреаційна характеристика

У стратегії лісового господарства ЄС (Брюссель, 16 грудня 1998 р. (12.01), 14244/98) виділяється така важлива проблема для України в області розвитку лісового господарства як охорона природорегулюючих і природоохоронних функцій лісів (захист ґрунтів, контроль ерозії, гідрологічне регулювання, запобігання кліматичним змінам, захист довкілля та біологічного різноманіття, підтримка рекреаційних функцій лісів тощо). Актуальним є відновлення ушкоджених лісів.

Лісова меліорація – це не універсальний засіб у вирішенні багаторічних екологічних проблем. Проте вона має такі переваги як відносно малу капіталоемність, довговічність, простоту створення, можливість корегувати зміни захисної дії з урахуванням стану довкілля та унікальний спектр багатофункційного захисного меліоративного впливу тощо [19].

Вирішення задач степового лісорозведення, особливо питань протиерозійного захисту, можливе тільки при врахуванні біоекологічних властивостей деревних видів, а також особливостей конкретних лісорослинних умов [3, 16]. Прийняття відповідних рішень з охорони, догляду і реконструкції протиерозійних насаджень необхідно тільки при аналізі біології деревних видів, їх життєвого стану, різноманіття в конкретних умовах.

У ряді робіт висвітлені питання біорізноманіття природної рослинності деяких байрачних лісів Степу України [4, 5, 20]. Є також роботи стосовно різноманіття дендрофлори штучних яружно-балкових насаджень цієї кліматичної зони [9, 10]. Але такі дослідження, з огляду на їх актуальність, необхідно продовжувати.

Мета даної роботи – вивчити біорізноманіття дендрофлори балки Любимівська, встановити головні

таксаційні показники деревостану та визначити рекреаційний та ресурсний потенціал даної території.

Матеріали та методи досліджень

Дослідження проводили в балці Любимівська, яка розташована на землях лісового фонду Дніпропетровського лісгоспу Любимівського лісництва. Балка знаходиться біля с. Любимівка. В усті вона має один вихід, але через 800 м, починаючи від р. Дніпро, розгалужується на три приярки, умови зростання дерев в яких майже однакові. Середня глибина яру 7 м, його довжина 1,8 км. Рельєф балки обривистий – кут нахилу схилів до 40°. Днище балки (тальвег) – вузьке. В усті (гирлі), що виходить до р. Дніпро, воно більш широке – до 7–10 м, а далі звужується у напрямку до вершини балки – ширина варіює від 2-х до 4-х м. Як протиерозійний захист біля південного схилу висаджені лісові культури *Pinus nigra ssp. pallasiana* та *Quercus robur* L., біля верхів'я яру створені насадження *Robinia pseudoacacia* L. й *Gleditsia triacanthos* L. На верхніх частинах схилів і поряд з ними породи дерев висаджували саджанцями. З часом завдяки розповсюдженню насіння вітром і птахами відбулося повне заростання яру деревними рослинами, які добре виконують протиерозійну функцію, утримуючи ґрунт і перешкоджаючи його зсувам.

Дослідження в протиерозійних насадженнях здійснювали маршрутним методом. Ідентифікацію таксонів деревних рослин проводили за визначником рослин [14]. Діаметр дерев вимірювали за допомогою мірної вилки, висоту (на прибалковій території) – оптичним висотоміром SUUNTOPM-5/1520, на схилах балки – за [18]. Розраховували середню висоту та середній діаметр дерев на виділах за загальноприйнятими методиками [2]. Бонітет визначали за таблицями М. М. Орлова, запас – методом облікових дерев.

Результати та їх обговорення

Дендрофлора балки достатньо різноманітна – представлена 32-ма видами (табл. 1). Один з них відноситься до відділу *Pinophyta*, інші – до *Magnoliophyta*. По 4 види

входять до родин *Aceraceae* та *Rosaceae* і по 3 види – до родин *Ulmaceae* та *Fabaceae*. Одним видом представлені родини *Pinaceae*, *Simaroubaceae*, *Rhamnaceae*, *Juglandaceae*, *Cornaceae*, *Moraceae*, *Solanaceae*, *Adoxaceae*, *Cannabaceae*.

Таблиця 1 – Таксономічний список дендрофлори урочища балки Любимівка

Table 1 – Taxonomic list of dendroflora tracts of the ravine Lyubymivska

Родина	Назва рослини	Походження
<i>Pinaceae</i> Lindl.	<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>Pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe	Середземноморські хвойні ліси
<i>Aceraceae</i> Lindl.	<i>Acer negundo</i> L. <i>Acer campestre</i> L. <i>Acer platanoides</i> L. <i>Acer tataricum</i> L.	Північна Америка Абориген Абориген Абориген
<i>Sambucaceae</i> Lindl.	<i>Sambucus nigra</i> L.	Абориген
<i>Cornaceae</i> Lindl.	<i>Cornus alba</i> L.	Сибір
<i>Elaeagnaceae</i> Lindl.	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L. <i>Elaeagnus argentea</i> Pursh.	Середземномор'я, Азія Північна Америка
<i>Fabaceae</i> Lindl.	<i>Gleditsia triacanthos</i> L. <i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Amorpha fruticosa</i> L.	Північна Америка Північна Америка Європа, Азія, Північна Америка
<i>Fagaceae</i> Dumort.	<i>Quercus robur</i> L.	Абориген
<i>Sapindaceae</i> Juss.	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Горні ліси Балканського півострова (Македонія)
<i>Juglandaceae</i> Lindl.	<i>Juglans regia</i> L.	Центральна Азія
<i>Moraceae</i> Lindl.	<i>Morus alba</i> L.	Східний Китай
<i>Oleraceae</i> Lindl.	<i>Fraxinus excelsior</i> L. <i>Ligustrum vulgare</i> L.	Абориген Абориген
<i>Rhamnaceae</i> R.Br.	<i>Rhamnus cathartica</i> L.	Абориген
<i>Rosaceae</i> Juss.	<i>Armeniaca vulgaris</i> L. <i>Crataegus monogyna</i> Jacq. <i>Pyrus communis</i> L. <i>Rosa canina</i> L. <i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	Горні ліси Тянь-Шаню Абориген Абориген Абориген Туреччина
<i>Salicaceae</i> Lindl.	<i>Populus nigra</i> L.	Абориген
<i>Betulaceae</i> Gray	<i>Betula pendula</i> Roth.	Абориген
<i>Simarubaceae</i> Lindl.	<i>Ailanthus altissima</i> SWINGLE	Північний Китай
<i>Ulmaceae</i> Mirb.	<i>Ulmus glabra</i> Huds. <i>Ulmus laevis</i> Pall. <i>Ulmus pumila</i> L.	Абориген Абориген Горні ліси Тянь-Шаню
<i>Cannabaceae</i> Martynov	<i>Celtis occidentalis</i> L.	Північна Америка
<i>Solanaceae</i> JUSS.	<i>Licium barbatum</i> L.	Центральний Китай

Кількісно дещо переважають інтродуковані види – 53,13 %. П'ять з них походять з Північної Америки. Є види, батьківщиною яких є Середземномор'я, Центральна Азія, Китай тощо. На частку автохтонних припадає 46,87 %. Таке співвідношення аборигенних та інтродукованих порід є доцільним. У степовому лісорозведенні досить широко рекомендують використовувати інтродуценти, які давно культивуються в степовій зоні України (*Robinia pseudoacacia*, *Gleditsia triacanthos*, *Acer negundo*, *Morus alba*, *Ulmus pumila*, *Juglans regia*, *Pinus nigra* тощо). Деякі з них навіть перевищують за стійкістю у степу місцеві деревні породи [3, 16], такі як *Quercus robur*, *Acer platanoides* та *Tilia cordata*.

В.П. Бессонова та О.А. Пономарьова [6] вказують, що більшість інтродуцентів, уведених у захисні придорожні лісосмуги, у степовій зоні України не поступаються аборигенним рослинам за життєвим станом та за часткою екземплярів з високим рівнем стійкості.

По тальвегу балки зростають дерева віком близько 60-ти років таких порід як *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Ulmus laevis*, *Fraxinus excelsior*. Слід відмітити наявність дуже великих дерев груші звичайної 12–15 м заввишки і до 36–52 см у діаметрі (15 шт.). Клен ясенелистий – найчисельніша порода в тальвегу. Його дерева у більшості відхилені від вертикальної осі, корені часто підмиті, на стовбурах великі капи. Життєвий стан рослин цього виду оцінено за В. А. Алексєєвим в 3 бали [1], незважаючи на достатню кількість вологи, можливо, через значний вік. Як відомо, клен ясенелистий відносно недовговічна порода (термін життя 60–80 років) [13].

Тальвег заріс чагарниками *Sambucus nigra*, *Acer campestre*, рідше зустрічається *Cornus alba*, *Ligustrum vulgare*. Висока щільність підросту, який представлений *Morus alba*, *Celtis occidentalis*, *Fraxinus excelsior*, *Robinia pseudoacacia*, *Gleditsia triacanthos*, *Acer negundo*. Окремі групи підросту того чи іншого виду локалізовані в різних місцях днища балки і розподілені досить нерівномірно. Це, можливо, пояснюється відстанню від дерев, які є джерелами

насіння, і особливостями рельєфу балки. Зустрічаються окремі екземпляри підросту горіха грецького.

Найбільш різноманітна дендрофлора у верхній третині схилу північної експозиції. Тут зростають дерева *Quercus robur*, *Acer negundo*, *Ulmus laevis*, *Morus alba*, *Robinia pseudoacacia*. Зустрічаються *Armeniaca vulgaris*, *Pyrus communis*, *Celtis occidentalis*, *Ulmus glabra*, зрідка *Ailanthus altissima*, *Prunus divaricata*. Дуже рясний підлісок з *Crataegus monogyna*, *Acer tataricum*, *Sambucus nigra*, *Elaeagnus angustifolia* та *argentea*. Зрідка зустрічається жостір проносний. Підріст представлений переважно *Pyrus communis*, *Acer negundo*, *Celtis occidentalis*. Підріст *Quercus robur* зустрічається дуже рідко. Нижче по схилу північної експозиції, не зважаючи на його велику крутизну (до 40°), зростають такі дерева як *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, зрідка *Ulmus glabra*, *Morus alba*, *Fraxinus excelsior*, *Pyrus communis*, *Acer negundo*, у невеликій кількості *Ailanthus altissima* (рис. 1, 2).



Рисунок 1 – Насадження *Quercus robur* біля схилу південної експозиції

Figure 1 – Planting of *Quercus robur* at the southern slope of exposure

Найчисленнішим є підріст груші звичайної, робінії звичайної, шовковиці білої, клена ясенелистого. Підлісок складається переважно з клена татарського, глоду одноматочкового.



Рисунок 2 – *Ailanthus altissima* та його поновлення
Figure 2 – *Ailanthus altissima* and his renewal

На схилі південної експозиції яру зростають робінія звичайна, клен ясенелистий, в'яз гладкий, груша звичайна, шовковиця біла. Дуже численний каркас західний. Рідко зустрічається абрикос звичайний. Підріст представлений переважно робінією звичайною, каркасом західним, в'язом гладким, кленом ясенелистим, шовковицею білою. Підлісок презентований кленами польовим і татарським, свидиною білою, бузиною чорною, глодом одноматочковим.

На північній та, особливо, на південній експозиції яру зустрічається айлант найвищий та його підріст. Він утворює густий самосів. Деревя цього виду без пошкоджень та ознак відмирання (рис. 2). Підкроновий простір цього виду практично весь зайнятий його порослюю. В подальшому ця порода буде розростатись та охоплювати більшу територію.

Завдяки своїй невибагливості, відсутності природних ворогів через специфічний запах, здатності до активного насінневого відновлення і утворення кореневих відсадків, формує густі зарості й витісняє інші види. Тому айлант перетворився на агресора й був включений в список інвазійних видів [17].

Клен ясенелистий є одним з найбільш шкодочинних видів, і являє екологічну загрозу [7, 8]. Він є сильним конкурентом для інших порід дерев. Проте, клен ясенелистий здавна рекомендується для створення штучних лісових насаджень у жорстких умовах Степу [3, 13], хоча, як вже відмічалось, він дуже недовговічний.

Враховуючи тенденцію до активного розширення ареалу цими видами та їх здатність витіснити інші види, треба вести контроль за їх розповсюдженням, запобігати їх домінуванню у насадженнях балки й втіленню їх у прибалкові насадження.

Обидва схили балки відносяться до 4-го виділу 11 кварталу. Площа виділу 7,5 га. Формула деревостану 5Кля2Вг1Дз2Рзв. Таксаційна характеристика представлена в таблиці 2. Як вказано вище, зустрічаються й інші види, але їх частка від загальної кількості дерев відносно мала. Вік насаджень 60 років. Найбільшу середню висоту і діаметр визначено у клена ясенелистого – 20 м і 28 см відповідно (табл. 2). Близькі значення за висотою мають в'яз гладкий, дуб звичайний і робінія звичайна, але за діаметром більші показники виявлені у дуба звичайного.

Загальний запас на виділі складає 980 м³, найбільший запас має клен ясенелистий. На другому місці в'яз гладкий, запас інших головних видів деревостану майже однаковий (100 м³). Таке ж співвідношення спостерігається й у перерахунку на 1 га. Повнота насадження 0,6, клас бонітету – другий.

Рекреаційна характеристика ділянки: закриті простори – деревостани горизонтальної зімкнутості, 2-й клас естетичної оцінки. Клас пішоїдної доступності – 3-й, рекреаційна оцінка – середня, клас стійкості – 3-й. Насадження перебуває на першій стадії дигресії. Деякі дерева насаджень мають ослаблений стан, спостерігається зниження густоти крони, листя ушкоджене (об'їдання, хлороз, опіки). Зустрічаються відмираючі дерева в'яза гладкого та клена ясенелистого.

Таблиця 2 – Таксаційні характеристики деревних порід 11-го кварталу, 4 виділ

Table 2 – Taxation characteristics of tree species of the 11th quarter, the 4th forest stand

Порода	Вік, років	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Повнота	Клас бонітету	Запас, м ³	
						на виділ	на 1 га
Клен ясенелистий	60	20	28	0,60	2	480	60
В'яз гладкий	60	17	22			200	27
Дуб звичайний	60	16	24			100	13
Робінія звичайна	60	16	20			100	13
Усього						980	113

Прибалкові і прияружні насадження виконують важливу гідрологічну роль, водорегулюючу і водопоглинальну функції, впливають на снігозатримання, зменшують його накопичення по дну балки [10, 13]. До таких насаджень відносяться 5-ий і 7-ий виділи.

Виділ 5 розташований зі східного боку яру близько його вершини. Має площу 1,3 га. Формула деревостану 7Глз3Рзв (табл. 3). Вік насаджень 72 роки. Найбільшу середню висоту має робінія звичайна (24 м), середній діаметр складає 30 см.

Менші показники у гледичії колючої, відповідно 22 і 26 см. Загалом запас на виділі становить 250 м³, в перерахунку на гектар – 190 м³/га. Клас бонітету – перший. На цьому виділі підріст складається з робінії звичайної, гледичії колючої, клена ясенелистого та в'яза шорсткого, але переважає підріст робінії звичайної. Рекреаційна характеристика: закриті простори – деревостани горизонтальної зімкнутості, 2-й клас естетичної оцінки, четвертий клас пішохідної доступності, рекреаційна оцінка – середня, 2-й клас стійкості, перша стадія дигресії.

Таблиця 3 – Таксаційні характеристики деревних порід 11-го кварталу, 5 виділ

Table 3 – Taxation characteristics of tree species of the 11th quarter, the 5th forest stand

Порода	Вік, років	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Повнота	Клас бонітету	Запас, м ³	
						на виділ	на 1 га
Гледичія звичайна	72	22	26	0,7	1	170	130
Робінія звичайна	72	24	30			80	60
Усього						250	190

Виділ 6 розташований біля схилу південної експозиції балки (табл. 4). Насадження слугує для закріплення пагорбкового рельєфу і представлено дубом звичайним (10Дз). Площа виділу – 0,7 га. Вік насадження 95 років. Висота дерев складає 12 м, діаметр – 30 см. Загальний запас на виділі – 60 м³, у перерахунку на га – 85,7 м³. Клас бонітету – V. У переважній більшості дерев дуба звичайного (близько 95 % екземплярів) крони пошкоджені (об’їдання, скручування листків). Значний відсоток листків у другій половині вегетації уражений борошнистою россою. Рекреаційна характеристика: напіввідкриті простори з рівномірним розміщенням дерев. Другий клас естетичної оцінки, третій клас пішохідної доступності, рекреаційна оцінка – середня, 2-й клас стійкості, перша стадія дигресії.

Таблиця 4 – Таксаційна характеристика деревних порід 11-го кварталу, 6-го виділу

Table 4 – Taxation characteristics of tree species of the 11th quarter, the 6th forest stand

Порода	Вік, років	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Повнота	Клас бонітету	Запас, м ³	
						на виділ	на 1 га
Дуб звичайний	95	12	30	0,5	5	60	85,7

Виділ 7 також розташований біля схилу південної експозиції. Видовий склад – сосна Палласова (10Сп). Всього на виділі зростає 324 шт. дерев (табл. 5). Вік насадження 82 роки. Середня висота дерев 14 м, середній діаметр – 24 см. Загальний запас на виділі складає 160 м³.

Таблиця 5 – Таксаційна характеристика деревних порід 11-го кварталу, 7-го виділу

Table 5 – Taxation characteristics of tree species of the 11th quarter, the 7th forest stand

Порода	Вік, років	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Повнота	Клас бонітету	Запас, м ³	
						на виділ	на 1 га
Сосна Палласова	82	14	24	0,6	5	160	160

Рекреаційна характеристика: закриті простори – деревостани горизонтальної зімкнутості. Другий клас естетичної оцінки, другий клас пішохідної доступності. Рекреаційна оцінка – середня, 2-ий клас стійкості, перша стадія дигресії. Серед насаджень сосни Палласової є сухостійні дерева, також присутні екземпляри, пошкоджені вітроломом.

Загальна площа всіх виділів протиерозійних насаджень урочища становить 10,5 га, але ділових дерев всього 50 шт. Ресурсний потенціал насаджень становить інтерес з точки зору нектаропродуктивності угідь. Медоносні ресурси мають насадження робінії звичайної та гледичії колючої у прибалковому насадженні. Щодо деревної рослинності балки, то вона включає такі медоносні рослини як робінія звичайна, клен гостролистий, маслинка вузьколиста та ін. Відомо, що під час квітання з клену гостролистого можна отримати 200 кг/га меду, медопродуктивність робінії звичайної досягає 300–400, за сприятливих умов до 1000 кг/га, гледичії колючої – 250 кг/га, айланту найвищого – 300 кг/га [15]. До медоносних рослин урочища відносяться також груша звичайна, абрикос звичайний, бирючина звичайна.

Вітамінні рослини (шипшина звичайна) зростають у невеликій кількості. Ціняться як лікарські рослини гледичія колюча та робінія звичайна. Молоді оплодні бобів гледичії колючої містять, крім флавоноїдних сполук, сапоніни, антроглікозиди, нафтохінон, дубильні речовини, вітамін С (278 мг/%). Вони багаті також на цукор, інозитактивні протисклеротичні речовини. Через високий вміст цукру гледичію колючу називають «медова акація» [11, 12].

У науковій медицині використовуються квітки робінії звичайної для лікування хвороб нирок, особливо нирково-кам'яної хвороби, а також як протизапальний та жарознижуючий засіб. Квіти містять глікозиди (робінін, акаціатін, апігенін та ін.), ефірні олії [11].

У балці зростають також такі деревні лікарські рослини: бузина чорна, дуб звичайний, маслинка вузьколиста, береза повисла, жостір проносний та ін.

Штучні балкові і прибалкові насадження виконують велику гідрологічну і протиерозійну роль. Створені лісові масиви, крім того, розширюють зону рекреації для жителів с. Любимівка та м. Дніпро, виконують важливу роль у покращенні атмосферного повітря приміської зони м. Дніпро.

У подальшому доцільно провести фітоценологічні дослідження в інших балках Любимівського лісництва.

Висновки

1. Дендрофлора балки Любимівська і прибалкових насаджень представлена 32-ма видами. Вона має велике протиерозійне та середовищевірне значення.

2. Найбільш цінними з рекреаційної та естетичної точки зору є насадження дуба звичайного та сосни Палласова.

3. Загальна площа всіх виділів протиерозійних насаджень становить 10,5 га, але ділових дерев всього 50 шт.

4. Деревна рослинність досліджуваних насаджень має ресурсний потенціал у вигляді нектаропродуцентів та лікарських рослин.

Література:

1. Алексеев В. А. Типы насаждений и их отношение к бонитетам и хозяйственным классам при лесоустройстве. *Лесной журнал*. 2015. Вып. 1–2. С. 6–20.
2. Анучин Н. П. *Лесная таксация*. Учебник для вузов. 5-е издание. М.: Лесная промышленность, 1982. 552 с.
3. Бельгард А. Л. *Степное лесоведение*. М.: Лесная промышленность, 1971. 336 с.
4. Бессонова В. П., Зайцева И. А., Яковлева-Носарь С. О. Вплив рекреації на стан степових ділянок балки Широкої острова Хортиця. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Т. 24.9. С. 109–114.
5. Бессонова В. П., Зайцева И. А., Немченко М. В. Дендрофлора урочища «Войсковая балка» (Днепропетровская область). *Фиторазнообразие Восточной Европы*. 2017. XI :2. С. 70–77.
6. Бессонова В. П., Пономарьова О. А. Порівняльна оцінка життєвого стану інтродукованих та аборигенних деревних рослин примігстральної лісосмуги траси Дніпропетровськ–Донецьк. *Інтродукція рослин*. 2016. № 4. С. 65–71.
7. Виноградова Ю. К., Куклина А. Г. *Ресурсный потенциал инвазионных видов растений. Возможности использования чужеродных видов*. М.: ГЕОС, 2012. 186 с.
8. Гниненко Ю. И. *Инвазия чуждых видов. Экологическая безопасность и инвазия чужеродных организмов. Материалы круглого стола Всероссийской конференции по экологической безопасности России*. – М. ИПЭЭ им. А.Н. Северцева. 94 СИ (МСОП). 2002. С. 65–79.
9. Горейко В. А. *Лесная растительность овражно-балочных систем среднего Приднепровья. Биомониторинг лесных экосистем степной зоны*. Днепропетровск : Издательство ДНУ, 1992. С.109–116.
10. Горейко В. А. *Теория и практика защитного лесоразведения в условиях степного Приднепровья*. Днепропетровск : Пороги, 1996. 228 с.
11. Грисюк Ю. И., Царенко О. Н. *Бобовые растения в защитном лесоразведении*. К.: Урожай, 1991. 168 с.

12. Деревянюк В. М., Левон Ф. М. Гледичія на півдні України : монографія. К. : ННЦ «Ін-т аграр. економіки», 2007. 145 с.

13. Защитное лесорозведение в СССР. Под. ред. Е. С. Павловского / Абакумов Б. А., Бабенко Л. К., Баретнев А. А. и др. М. : Агропромиздат, 1986. 263 с.

14. Определитель высших растений. Доброчаева Д. Н., Котов М. И., Прокудин Ю. Н и др. Киев : Наукова думка, 1987. 548 с.

15. Полищук В. П., Пилипенко В. П. Пчеловодство. Справочное пособие. Київ : Вища школа, 1990. 312 с.

16. Сидельник Н. А. Некоторые вопросы массивного лесоразведения в степи и перспективные типы культур для степной зоны Украины. Искусственные леса степной зоны Украины. Х. : ХГУ, 1960. С. 86–113.

17. Соколенко О. А., Гунина Т. Н. Инвазивные виды древесных растений в озеленении г. Майкопа. Наука: комплексные проблемы. 2016. №2(8). С.13–18.

18. Судьев Н. Г., Новиков Б. Н. Лесохозяйственный справочник для лесозаготовителя. Москва : Лесная промышленность, 1976. 224 с.

19. Фурдичко О. І., Гладун Г. Б., Лавров В. В. Ліс у Степу: основи сталого розвитку. К. : Основа, 2006. 496 с.

20. Яковлева-Носарь С. О., Бессонова В. П. Дендрофлора балки Широка (острів Хортиця). Науковий вісник НЛТУ України. 2018. Т. 28, № 2. С. 26–30.

TAXONOMIC CHARACTERISTIC AND DENDRORESOURCES OF TREE PLANTATIONS OF THE LYUBYMIVSKA RAVINE

Bessonova V. P., Ponomaryova E. A.

Dnipro State Agrarian and Economic University

lponomareva@i.ua

The tree planting of ravines plays an important role in the termination of soil erosion processes, and also has a great environmental and recreational value.

The dendroflora of the Lyubymivska ravine and the ravine forest belt is represented by 32 species. One of them belongs to the phylum of *Pinophyta* (Pallasov's pine), others belong to

Magnoliophyta (the most numerous families of *Aceraceae*, *Rosaceae*, *Ulmaceae*, *Fabaceae*). Introduced species dominate – 53.13 %.

In the thalweg of the ravine grow trees of the age of about 60 years of such species as *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus laevis*, *Fraxinus excelsior*. *Acer negundo* prevails, the vital state of it is estimated to be weakened. The underbrush of thalweg is represented by *Sambucus nigra*, *Acer campestre*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus alba*. The undergrowth is very dense and it is represented by *Morus alba*, *Celtis occidentalis*, *Fraxinus excelsior*, *Robinia pseudoacacia*, *Gleditsia triacanthos*, *Acer negundo*.

The most diverse dendroflora is in the upper third of the slope of the northern exposition. Following species grow there: *Quercus robur*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Morus alba*, *Ulmus laevis*, *Armeniaca vulgaris*, *Celtis occidentalis*, *Pyrus communis*. The underbrush consists of *Crataegus monogyna*, *Sambucus nigra*, *Acer tataricum*, *Elaeagnus angustifolia*, *Elaeagnus argentea*. The undergrowth is represented by *Celtis occidentalis*, *Acer negundo*, *Pyrus communis*. The slope has a great angle of bank (up to 40°).

Celtis occidentalis, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus laevis*, *Pyrus communis*, *Morus alba* grow on the slope of the southern exposition. The undergrowth is represented by *Acer campestre* and *A. tataricum*, *Cornus alba*, *Sambucus nigra*, *Crataegus monogyna*. On both slopes there is *Ailanthus altissima*, which is characterized by good recovery and a high vitality index.

The total area of all species of erosion plantations of the ravine is 10.5 hectares, but timber trees are only 50 units. The total area size is 1450 m³. The age of trees of the plantation varies from 60 to 95 years. The highest average height is of *Robinia pseudoacacia* (24 m). Near the slope of the southern exposition of the ravine there are pure plantations of *Quercus robur* and *Pinus nigra subsp. Pallasiana*.

The woody vegetation of the ravine includes such honey plants as *Robinia pseudoacacia*, *Acer campestre*, *Elaeagnus angustifolia*, *Pyrus communis*, *Armeniaca vulgaris*, *Ligustrum vulgare*.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-03>

УДК 631.174:632.51:504.75.06

**КРИТЕРІЙ ВИБОРУ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ
ЗАСОБІВ ЗНИЩЕННЯ АМБРОЗІЇ ПОЛІНОЛИСТОЇ У
СЕЛІТЕБНИХ ЗОНАХ**

*Бондаренко А. М., Долина О. О., Гацький А. К.
ДВНЗ «Криворізький національний університет»
dolinaalexandr@gmail.com*

З урахуванням чинної нормативно-правової бази країни були розроблені основні критерії відбору та режими застосування засобів і способів хімічної боротьби з амброзією полинолистою в селітебних зонах. В результаті експерименту досліджено ефективність гербіцидів клопіраліду і римсульфурону, а також вітчизняного препарату «Агростоп», створеного на базі природного мінералу бішофіту. За отриманими результатами найбільшу ефективність має гербіцид клопіралід, який призводить до загибелі особин амброзії полинолистої майже у 95 % випадків. Найменша кінцева активність щодо загибелі дослідних рослин встановлена у гербіциду римсульфурон, що склала лише 55 %. Препарат «Агростоп», який виявляє в перші години і доби після обробки рослин високоефективну і високоселективну гальмівну дію на особини амброзії полинолистої, мав кінцеву ефективність близько 70 % за рахунок активної регенерації оброблених препаратом рослин.

Амброзія полинолиста, карантинні рослини, методи боротьби

Амброзія полинолиста, окрім того, що є небезпечним карантинним бур'яном, часто викликає у людини тяжкі алергічні хвороби. Незважаючи на те, що згідно Наказу Міністерства аграрної політики України від 29.11.2006 року № 716 «Про затвердження Переліку регульованих шкідливих організмів» [1] вона все ще вважається на території України обмежено поширеною, ареал її розповсюдження неухильно збільшується з кожним роком. Як інтродукований вид, амброзія полинолиста є більш агресивною в нових умовах проживання, ніж на батьківщині, де її поширення обмежується хворобами, шкідниками та іншими біологічними факторами. Ця рослина суттєво поширена у бур'янових фітоценозах на землях різного цільового призначення. Не є винятком і селітебні зони, де знищення амброзії найбільш ускладнене відповідно до вимог чинного

наказу МОЗ України № 1 від 03.08.1998 «Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві. Державні санітарні правила ДСП 8.8.1. 2.001-98» [2], щозначно обмежують застосування практично будь-яких гербіцидів, які на сьогодні є основними засобами боротьби з амброзією.

Інформаційний та патентний пошук щодо існуючих ефективних та достатньо безпечних способів та засобів знищення амброзії дозволяє констатувати, що на сьогодні найбільш прийнятними з огляду на кінцеву ефективність є хімічні способи боротьби, розроблені для захисту посівів сільськогосподарських культур (соя, виноград, овочеві культури) [3–11]. В останній час перевагу надають комплексним методам боротьби з амброзією, які базуються на періодичному її скошуванні [12, 13] та травозаміщенні корінними злаковими видами [14] з нерідким наступним застосуванням хімічних засобів [14–19]. У якості альтернативних методів пропонується застосування природних шкідників амброзії полинолістої [20–23], спосіб її знищення за допомогою безпосередньої подачі на рослини високовольтного електричного струму [21], а також шляхом локального знищення та заміщення амброзії з використанням аборигенних видів степових рослин [22–24]. Однак слід особливо зазначити їх недостатню ефективність та суттєву екологічну небезпечність у разі використання гербіцидів.

На сьогодні в Україні було проведено випробування та застосування для знищення амброзії нового препарату на основі бішофіту «Агростоп» (та його аналогів), який позиціонується розробниками, як екологічно безпечний ґрунтопокрощуючий засіб, селективний у відношенні до знищення амброзії, ще й з ефективністю, наближеною майже до 100 %. Застосування препарату здійснено у Харкові у 2016 р. [23], Запоріжжі та Горішніх Плавнях у 2015–2016 рр. [24]. З огляду на це було вирішено провести порівняльний аналіз дії даного засобу «Агростоп» з ефективними у відношенні знищення амброзії гербіцидами, які були б максимально екологічно безпечними.

Матеріали та методи досліджень

При виборі препаратів гербіцидів керувались наступними вимогами:

1. Використання тільки пестицидів (гербіцидів), які зареєстровані у Державному реєстрі («Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» (доповнення з 01.01.2017 згідно вимог постанови Кабінету Міністрів України від 21.11.2007 № 1328) [25].

2. Використання пестицидів, які є дозволеними для роздрібного продажу населенню, дозволеного тим же «Державним реєстром...».

3. Використання пестицидів, які є малотоксичними – мають клас небезпечності не вище за 3–4 клас у відповідності з «Гігієнічною класифікацією пестицидів за ступенем небезпечності», ДСанПіН 8.8.1.002-98 [2].

4. Використання лише пестицидів, які мають найменший період напіврозпаду та є нестійкими у навколишньому середовищі.

5. Використання лише пестицидів, які мають низьку міграційну спроможність у оточуючому середовищі.

З офіційно зареєстрованих в Україні гербіцидів, таким вимогам відповідали препарати: «Мастак» (клопіралід, 300 г/л) № реєстрації – 8073, дата реєстрації – 03.04.14 (до 31.12.2023), реєстраційне посвідчення (серія, номер) – А 04165, клас препарату (група токсичності) – 3 та «Рамзес» (римсульфурон, 250 г/кг). № реєстрації – 10116, дата реєстрації – 02.02.17 (до 31.12.2023), реєстраційне посвідчення (серія, номер) – А 05700, клас препарату (група токсичності) – 3.

Третій препарат – «Агростоп». Йогоголова діюча речовина – екологічно безпечний природний мінерал – бішофіт, основою якого є добре розчинний у воді хлорид магнію, який використовується у будівництві та медицині [26, 27]. Препарат рекомендований для дослідження через те, що використовувані та зареєстровані у державному реєстрі гербіциди мають суттєві обмеження для використання у селітебних зонах, а препарат «Агростоп» визначається виробником, як екологічно чистий ґрунтопокрощуючий засіб, який не є гербіцидом, та за даними виробника має

високу ефективність і селективність при знищенні амброзії [26, 27].

Слід також зазначити, що відповідно до діючої нормативної бази [2] щодо використання пестицидів, ділянки, що планували обробляти пестицидами, повинні знаходитись на дистанції не менше 200 м від будівель та споруд, які використовуються як житло, будівель та споруд лікувально-профілактичних і дитячих установ, спортивних установ, спортивних майданчиків, підприємств харчової промисловості, а також будівель та місць (ділянок) загального використання у селітебній зоні, які використовуються значною кількістю населення [2]. Тому були обрані дослідні ділянки у межах м. Кривий Ріг, які достатньо віддалені від місць проживання населення й інших будівель та мають достатній рівень проективного покриття амброзії полинолістої.

Для опису проективного покриття амброзії полинолістої на дослідних ділянках була використана методика окомірного визначення за А. Г. Вороновим [28–31]. Для оцінки біологічної ефективності застосованих методів використана методика оцінки кількісного обліку бур'янистих рослин [28–31]. Біологічну ефективність гербіцидів оцінювали за зниженням чисельності бур'янів у результаті застосування гербіцидів (у відсотках до вихідної засміченості або до контролю). Слід особливо зазначити, що на сьогодні відсутній регламент відносно термінів обліку ефективності дії гербіцидів після обробки рослин. При аналізі інформаційних джерел [28–33] було підбрано та адаптовано оптимальну систему спостережень за контрольними ділянками. Обліки проводили перед застосуванням гербіциду, через два тижні та через один місяць після обробки. Додатково були введені пункти обліку, а саме – облік відразу після обробки гербіцидом та через три дні. Враховували чисельність особин амброзії у перерахунку на обліковий майданчик та їх характеристики (маса, число листків, розмірі наземної частини та коренів тощо). Розмір облікового майданчика залежав від рівня засмічення амброзією. При чисельності до 100–150 бур'янистих рослин на 1 м² обліковий майданчик визначали

розміром 1 м². Площа дослідних і контрольних ділянок становила не менше 100 м². Біологічну ефективність гербіцидів у відношенні знищення амброзії полинолістої розраховували за модифікованою формулою Аббота [29, 31].

Відповідно до кількості досліджуваних препаратів було обрано три дослідних земельних ділянки № 1–3. Дослідницька ділянка № 1 мала рівний рельєф, знаходилась на пустирі, який займав площу декілька гектарів. Розміри ділянки склали 8,1 м на 13,3 м (площа 107,9 м²). На цій ділянці в якості засобу боротьби з амброзією застосували препарат «Агростоп». На повноцінну обробку ділянки було витрачено 18 л препарату (витрати склали 0,169 л/м²), що не відповідало заявленому виробником проектному об'єму витрат – 5 л на 100 м² (0,05 л/м²) [26].

Місцевість, на якій була розміщена ділянка № 2, була рівнинною, з переважанням степової рослинності та амброзії. Розміри ділянки склали 11,7 м на 14,2 м (площа 166,1 м²). На ній був застосований гербіцид «Мастак». На ділянку було нанесено 23 л розчину препарату (0,138 л/м²), попередньо розведеного відповідно до інструкції.

Ділянка № 3 знаходилась на пустирі поблизу ділянки № 1, на достатній відстані для запобігання впливу препаратів на сусідню дослідну ділянку. Її розміри становили 20 м на 10 м (площа 200 м²). Відмінністю ділянки № 3 від ділянки № 1 було те, що її поверхня нещодавно піддавалась механічній обробці ґрунту (приблизно 1–3 роки тому), що є провідним сприятливим фактором для заселення амброзії. Загальні витрати гербіциду склали 24 л (0,12 л/м²). На даній ділянці проводили обробку гербіцидом «Рамзес». Для застосування було обрано проектну концентрацію препарату (20 г на 12 л води), що перевищує заявлену в інструкції концентрацію втричі. Підвищення концентрації було здійснено авторами свідомо, враховуючи заявлену в описі препарату його посередню дію саме на амброзію полинолісту.

У якості контрольної була обрана ділянка, розташована поблизу ділянки № 1 з ідентичними вихідними умовами, та на достатній відстані від неї, для виключення можливого впливу застосованих препаратів.

Результати та їх обговорення

Засіб «Агростоп» був застосований в умовах бур'янового фітоценозу. Після першої обробки препаратом 6 липня 2017 р. було відмічено вибірккову селективну дію препарату лише на два види амброзії – амброзію полинолисту та амброзію широколисту. При його застосуванні спостерігалось активне в'янення та висихання листя амброзії впродовж перших годин після обробки, однак препарат діяв лише на дорослі особини заввишки понад 15 см. На рослини меншої висоти він практично не впливав. Дія препарату спостерігалась впродовж кількох годин після обробки ділянки, але у подальшому була нівельована. Ймовірно, що кінцевий результат щодо повного знищення амброзії полинолистої був негативним за рахунок несприятливих погодних умов. Так, обробка була завершена близько 10:30, а о 18:00–19:00 годині був дощ середньої сили, який змив частину препарату з поверхні рослин, а також вимив його з поверхневих шарів ґрунту у нижні горизонти. Через неефективність першого застосування препарату за ініціативи виробника згідно гарантійним домовленостям було вирішено провести повторну обробку на тій самій дослідній ділянці. Після повторної обробки 10 серпня 2017 р. було підтверджено вибіркковість його дії. Так, при ефективному знищенні саме двох зазначених вище видів амброзії, препарат не вплинув на інших представників фітоценозу. При оцінці кінцевих результатів необхідно акцентувати увагу та врахувати той факт, що зазначена ділянка, на відміну від інших, була оброблена двічі, а отже мав місце накопичувальний ефект від препарату. У день повторної обробки, впродовж 30 хв. після нанесення засобу на рослини спостерігалось інтенсивне в'янення листків амброзії полинолистої, їх висихання та почорніння. На третій день після обробки констатоване повне висихання листя амброзії у близько 99 % особин, але видимої дії на стебло та корені рослин не відмічалось. Також у 10 % рослин збереглись квітконоси. На 10–14-й день після повторної обробки близько у 30 % особин амброзії полинолистої, що підпала під дію засобу, спостерігалось відновлення (відростання з листових вузлів) молодого листя, що на 10-й

день досягло розміру у середньому 3 см, а на 14-й день – 4–4,5 см. Дослідження проєктивного покриття показали, що при вихідних показниках ефективності знищення рослин амброзії у 60 % після обробки воно скоротилось до 20 %.

Аналіз дії препарату «Мастак» на фітоценози з амброзією показав, що цей гербіцид характеризується малою специфічністю та вибірковістю дії. Так, окрім інтенсивного пригнічення життєдіяльності амброзії полинолистої препарат спричиняв в'янення та пожовтіння листків грінделії розчепіреної (*Grindelia squarrosa*, (Pursh) Dunal.), яка також відноситься до родини Айстрові (*Asteraceae*), що поодинокі зустрічалась на обраній дослідній території. При цьому також спостерігався вплив препарату на представників і інших родин, наприклад Тонконогові (*Poaceae*) або Злакові (*Gramineae*). В той же час життєздатність та габітус пирію повзучого (*Elymus repens* L. Gould) не зазнали суттєвих змін, але було відмічено незначне пожовтіння та висихання його листя. У амброзії після нанесення гербіциду впродовж 7–10 днів спостерігалось інтенсивне в'янення та пожовтіння листків, що повністю відповідало зазначеним у інструкції до препарату строкам його дії. Надалі на дослідній ділянці було констатовано повну зупинку росту та розвитку карантинного бур'яну та суттєве зменшення його проєктивного покриття за рахунок повної загибелі особин амброзії полинолистої. Довжина її коріння після обробки складала у середньому 5–7 см, що свідчить про суттєву призупинку розвитку. Також слід зазначити, що на даній ділянці амброзія полинолиста не досягла стадії цвітіння, а відповідно відбулося попередження алергенної дії її пилку. Таким чином, ефективність препарату № 1 склала більше 95 %. Вихідне проєктивне покриття амброзії полинолистої на ділянці складало близько 40 %, а після обробки воно скоротилось до 1–2 %.

Препарат «Рамзес» був застосований на ділянці з бур'яною рослинністю, представленою переважно амброзією полинолистою, грінделією розчепіреною, лутигою татарською та ін. Засіб мав невисоку ефективність у знищенні амброзії полинолистої, а також суттєво не впливав на стан інших рослин у фітоценозі. Спостерігалось помірне пригнічення розвитку рослин амброзії полинолистої,

відмирання нижніх листків, в'янення, подекуди пожовтіння листків та стебла, припинення розвитку квітконосів та квітів. Але таке пригнічення росту було вибіркоvim та відзначалось лише у 55–60 % особин, окремі особини характеризувались максимальною життєвістю та стандартним розвитком квітконосів. Проективне покриття до обробки становило близько 50 %, а після – зменшувалось до 20–25 %.

Для оцінки вірогідності отриманих даних було проведено статистичну обробку отриманих даних за критерієм Стьюдента. Дослідження проводились методом ключових квадратів. На кожній дослідній ділянці було обрано по десять квадратів площею 1 м² з найбільшою кількістю рослин амброзії. Далі було визначено середні відносні показники кількості особин амброзії, які склали для ділянки, яку планувалось обробляти препаратом «Мастак» – 99,5±1,25 %; для ділянки з препаратом «Агростоп» – 98,3±2,15 %; для ділянки з препаратом «Рамзес» – 98,7±1,94 % (враховувались лише живі особини, відсутність показника 100 % пояснюється смертністю рослин через природні причини). За результатами розрахунку, після попарного порівняння ділянок, не виявлено достовірну відмінність між ділянками – коефіцієнт Стьюдента не перевищував 0,15, що відповідає імовірності менше 50 % (табл. 1).

Таблиця 1 – Рівень критерія Стьюдента для комбінацій дослідних ділянок за проективним покриттям

Table 1 – Level of Student's criteria for combinations of research sites by projective cover

Назва препарату	Критерій Стьюдента, t	P
Мастак + Агростоп	0,133	>0,3
Агростоп + Рамзес	0,048	>0,3
Рамзес + Мастак	0,117	>0,3

Через місяць після проведення обробки на ключових квадратах було проведено повторний облік живих особин та отримані наступні результати: «Мастак» – 4,6±0,56 %; «Агростоп» – 29,1±1,25 %; «Рамзес» – 44,8±1,8 %. При

порівнянні цих показників з вихідними даними для кожного з препаратів ймовірність різниці за критерієм Стьюдента відповідала надвисокій вірогідності відмінності та дорівнювала більше 99 %. Результати розрахунку коефіцієнту Стьюдента та ймовірність різниці між порівнюваними поканиками наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Показники ефективності препаратів до та після обробки

Table 2 – Performance indicators before and after treatment

Назва препарату	Відсоток живих особин до обробки, M±S	Відсоток живих особин після обробки, M±S	Критерій Стьюдента	P
Мастак	99,5±5,34	4,6±2,56	16,025	<0,01
Агростоп	98,3±7,21	29,1±3,72	8,529	<0,01
Рамзес	98,7±4,24	44,8±4,98	8,24	<0,01

З наведених даних стає очевидним, що найбільшу інтенсивність знищення рослин амброзії полинолистої має препарат «Мастак», що свідчить про його високу ефективність. В одночас препарат «Агростоп», незважаючи на його заявлену виробником високу ефективність, суттєво програє в ефективності гербіциду «Мастак», а відновлення рослин, навіть після його повторного застосування на рівні майже тритини особин, не може рекомендувати його як ефективний засіб боротьби з амброзією полинолистою. Найменшу ж ефективність в даному дослідженні виявив препарат «Рамзес», рівень якої трохи перевищив 50 %.

Слід також особливо відмітити, що при проведенні обробки ділянок обраними препаратами значна їх частина потрапляє у ґрунт, що може бути причиною зміни його фізико-хімічних характеристик, та навіть призводити до деградації і зменшення родючості. Одним з основних динамічних параметрів при цьому є ґрунтова кислотність (рН). Цей показник є одним з важливих чинників, які визначають видовий спектр рослинності для даної території, а також стан та динаміку ґрунтової біоти. Визначення рН є актуальним при впливі на ґрунти хімічних сполук, зокрема, гербіцидів. Тому додатково були проведені дослідження рН

грунтів до та після проведення заходів зі знищення амброзії. Для визначення показника рН були використані стандартні загальноприйняті методики [34], а результати досліджень наведені у таблиці 3.

Таблиця 3 – рН ґрунтів дослідних ділянок до та після обробки препаратами

Table 3 – рН of soils of experimental sites before and after treatment

Експериментальні ділянки	Середній показник рН ґрунту ділянки (M±S)	Критерій Стьюдента для показників до та після обробки
«Агростоп» до обробки	8,32±0,45	2,01 (p < 0,05)
«Агростоп» після обробки	7,1±0,41	
«Рамзес» до обробки	8,25±0,81	0,05 (p > 0,3)
«Рамзес» після обробки	8,20±0,76	
«Мастак» до обробки	7,50±0,75	0,29 (p > 0,3)
«Мастак» після обробки	7,22±0,57	

Для визначення статистичної достовірності відмінності одержаних результатів використовували розрахунок середніх показників рН (M±S) та показники критерію Стьюдента. За результатами проведених параметричних статистичних досліджень визначено, що до обробки препаратами показники рН ґрунтів контрольної та експериментальних ділянок фактично не відрізнялись. Однак після обробки препаратом «Агростоп» початкова рН ґрунту помітно зменшилась (більш ніж на одиницю) та достовірно стала відрізнятись від початкового рівня у бік підкислення ґрунту, що може призводити до пригнічення життєдіяльності рослинності, а при кількарразовій обробці ділянки – до значної зміни рН, погіршення ґрунтових умов та якості ґрунтових вод. В той же час, при обробці ділянок гербіцидами «Мастак» та «Рамзес» рН ґрунту ділянок достовірно не змінювалась.

Перспективні дослідження доцільно спрямувати на пошук екологічно чистих, нешкідливих для навколишнього середовища речовин, або їх сумішей, які б забезпечували

повне знищення рослин амброзії без можливості її повторного розповсюдження. Актуальним залишається питання розробки і впровадження регіональних та державних програм щодо боротьби з амброзією полинолистою.

Висновки

1. Найбільшу ефективність при знищенні амброзії полинолистої зафіксовано для препарату «Мастак» (клопіралід), виявлено відмирання близько 95 % рослин при незначному впливі на інші компоненти фітоценозу у вигляді пожовтіння листя та в'янення окремих рослин. Перевагами препарату є також третій клас (група) небезпечності, короткий період повного розкладання в оточуючому середовищі (близько 7 днів), за рахунок цього його ймовірна низька міграційна здатність, а також відсутність впливу на рН ґрунтів.

2. Найбільша селективність щодо знищення амброзії полинолистої відмічена у препараті «Агростоп», який не є гербіцидом та не пригнічує життєдіяльність інших представників фітоценозів, однак препарат при знищенні амброзії полинолистої мав недостатню кінцеву ефективність, яка досягала лише 70 %.

3. Аналіз показників рН ґрунтів на дослідних ділянках проілюстрував, що кислотність змінювалась лише на ділянці, обробленій препаратом «Агростоп» з 8,32 до 7,1, а гербіциди «Мастак» (клопіралід) та «Рамзес» (римсульфурон) на рН ґрунтів не впливали.

Література:

1. *Наказ Міністерства аграрної політики України № 716 від 29.11.2006 «Про затвердження Переліку регульованих шкідливих організмів» зі змінами і доповненнями, внесеними Наказом Міністерства аграрної політики України № 467 від 4.08.2010.*

2. *Наказ МОЗ України № 1 від 03.08.1998 «Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві Державні санітарні правила ДСП 8.8.1.2.001-98».*

3. Патент України на корисну модель № 51860 кл. A01N25/02 Спосіб контролю амброзії полинолистої у посівах сої / Петриченко В. Ф., Борона В. П., Задорожний В. С., Карасевич В. В., Островський С. В. Патент опубл. 10.08.2010, бюл. № 15/2010. 3 с.

4. Патент України на корисну модель № 51860 кл. A01N 25/02 Спосіб захисту виноградників від амброзії полинолистої / Кличковський Ю. Е., Чебановська Г. Ф. Патент опубл. 10.01.2013, бюл. № 1/2010. 6 с.

5. United States Patent US 9788542 B2 A01N 25/32,43/40 Safened herbicidal compositions including 4-amino-3-chloro-5-fluoro-6-(4-chloro-2-fluoro-3-methoxyphenyl) pyridine-2-carbox) acid or a derivative thereof for use in corn (maize) / Satchivi N.M., Eelen H.J.A., Weimer M. R., Schmitzer P. R. Date of patent 17.10.2017. 14 p.

6. United States Patent US 9775354B2 A01N 41/06,43/42,43/56,43/80, 43/653 Herbicidal composition having improved plant safety / Yamada R., Satake Y. Date of patent 3.10.2017. 11 p.

7. United States Patent US 9775354B2 A01N 43/84,33/18,33/22,41/02, 41/06,43/32,43/54,43/56,43/653 Method of controlling pest / Sada Y. Date of patent 3.10.2017. 8 p.

8. United States Patent US 9763445 B2 A01N 43/40,43/54,43/78 Safened herbicidal compositions comprising a pyridine carboxylic acid herbicide / Satchivi N. M., Bangel B. L., Schmitzer P. R. Date of patent 17.09.2017. 54 p.

9. United States Patent US 9737073 B2 A01N 43/40,43/90 Herbicidal weed control from combinations of fluroxypyr and ALS inhibitors / Gifford J. M., Mann R. K., McVeigh-Nelson A. C., Ouse D. G., Voglewede C. J. Date of patent 22.08.2017. 17 p.

10. United States Patent US 9693559 B2 A01N 47/36,37/34,37/40,41/10, 43/40 Herbicidal composition / Yamada R., Okamoto H., Terada T. Date of patent 7.07.2017. 10 p.

11. United States Patent US 9781934 B2 A01N 47/34,47/36 Methods and compositions for controlling weed infestation and improving grass quality / Spesard B., Myers D., Mudge L.,

Bradley M. Date of patent 10/10/2017. 9 p.

12. Заповольський С. А., Плотницька Н. М. Ефективність механічних заходів знищення амброзії полинолістої. Вісник ЖНАЕУ. 2015. № 1 (Вип. 47), Т.1. С. 82–88

13. Чемерис І. А., Конякін С. М. Аналіз стану амброзії полинолістої в урбоєкосистемі м. Черкаси. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту, Сер. Біол. 2013. №1 (Вип. 54). С. 21–29.

14. Богословська М. С. Особливості конкурентних взаємовідносин багаторічних злакових трав з рослинами амброзії полинолістої. Ін-т агроєкології та природокористування НААН України. 2011. № 3. С. 90–94.

15. Івченко В. М. Обмеження чисельності амброзії полинолістої на землях несільськогосподарського призначення. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: Зб. наук. праць. К.: ФОП Корзун Д. Ю., 2013. Вип. 18. 122 с.

16. Ярошенко Л. М. Резистентність інвазійної рослинності до гербіцидів. Таврійський науковий вісник. 2013. № 84. С. 160–164.

17. Control of Glyphosate-Resistant Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Glufosinate-Resistant Soybean [*Glycine max* (L.) Merr] / Barnes E. R., Knezevic S. Z., Sikkema P. H., Lindquist J. L., Jhala A. J. *Frontiers in Plant Science*. 2017. V. 8. Article 1455. 10 p., <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.01455/full>, 26.04.2018.

18. Buttenschon R. M., Waldspühl S., Bohren C. Guidelines for Management of Common Ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*. University of Copenhagen. 2010. 53 p., http://ign.ku.dk/english/employees/forest-nature-biomass/?pure=files%2F32962432%2Fambrosia_rapport_uk.pdf, 26.04.2018.

19. Karrer G. Complex research on methods to halt the *Ambrosia* invasion in Europe HALT *Ambrosia*. Research report, 2013. 9 p., <https://circabc.europa.eu/sd/a/d50b8080-6629-4ef5-9f3c-468b81a927b7/B%20Biogas%20fuel%20of%20ragweed%20seed%20contaminated%20material.pdf>, 26.04.2018.

20. Борзих О. І. Спеціалізовані фітофаги амброзії

полинолистої на території України / О. І. Борзих, В. М. Стефківський, В. Я. Мар'юшкіна, Л. М. Ярошенко та ін. Карантин і захист рослин. 2013. № 5. С. 23–25.

21. Stankovic M., Cvijanovic M., Dukic V. Ecological importance of electrical devices innovative in the process of anti *Ambrosia artemisiifolia* L. Economics of Agriculture. 2016. № 3. P. 861–870.

22. Патент України на корисну модель № 6031 кл. А01В 79/00, А01G 7/00 Спосіб локального знищення карантинного виду амброзії полинолистої в умовах міста з використанням аборигенних видів степових рослин / Глухов О. З., Хархота Г. І., Прохорова С. І., Агурова І. В., Дерев'янська Г. Г. Патент опубл. 27.12.2010, бюл. № 24/2010. 7 с.

23. «Пицца богів» ядовита для людей. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://timeua.info/post/kharkov/pishabogov-yadovita-dlya-lyudej-05160.html>, 26.04.2018.

24. Продовжується випробування ґрунтопокращувального засобу «Агростоп». Головне управління Держпродспоживслужби в Полтавській області. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://polvet.gov.ua/uk/news/prodovzhuyetsya-vyprobuvannya-gruntopok-rashhivalnogo-zasobu-agrostop/>, 26.04.2018.

25. «Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» (доповнення з 01.01.2017 згідно вимог постанови Кабінету Міністрів України від 21.11.2007 № 1328).

26. «Аллерго STOP амброзия» – биопрепарат («Green Technology Ltd»). Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.ambrosia.biz.ua/biopreparat>, 26.04.2018.

27. Ахметов начал борьбу с амброзией в Запорожье. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.ipnews.in.ua/news/zp/147520-akhmetov-nachal-borbu-s-ambroziej-v-zaporozhe>, 26.04.2018.

28. Воронов А. Г. Геоботаника. М.: Высшая школа, 1973. 384 с.

29. Бегляров Г.А. Химическая и биологическая защита растений / Г. А. Бегляров, А. А. Смирнова, Т. С. Баталова и др.; под ред. Г. А. Беглярова. М.: Колос, 1983. 351 с.

30. Попов С. Я., Дорожкина Л. А., Калинин В. А. Основы

химической защиты растений / Под ред. С. Я. Попова. М.: Арт-Лион, 2003. 208 с.

31. *Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.*

32. *Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике. Л. : Наука, 1969. 232 с.*

33. *Раменский Л. Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л. : Наука, 1971. 334 с.*

**CHOICE CRITERIA AND EVALUATION OF
EFFECTIVENESS OF HERBICIDES FOR AMBROSIA
ARTEMISIIFOLIA CONTROL
IN RESIDENTIAL AREAS**

Bondarenko A. N. , Dolina A. A., Gackiy A. K.

Kryvoy Rog's National University

dolinaalexandr@gmail.com

The main choice criteria and modes of application of the means and methods for chemical control of *Ambrosia artemisiifolia* in residential areas have been developed with the use of a current country legal framework. Experimental studies of the efficacy of herbicides clopyralid and rimsulfuron, as well as the Ukrainian product «Agrostop», created on the basis of the natural bischofite mineral, are carried out.

The main criteria for selecting pesticides are official registration, the third or the fourth toxicity class, instability in the external environment, short half-life and low migration capacity.

The obtained data showed that the herbicide clopyralid, which caused the death of *Ambrosia* plants in almost 95 % of cases, is the most effective. Advantages of this product are the third toxicity class, a short period of complete decay in the environment (only about 7 days) and due to this – low migration capacity, as well as the absence of influence on soil pH.

The least resultant activity with regard to the death of *Ambrosia* plants, which was only 55 %, was noted in herbicide rimsulfuron. The «Agrostop» preparation, that had a significant and highly selective inhibitory effect on the *Ambrosia artemisiifolia* plants during the first hours and days after the treatment, ended up with the resultant efficacy of about 70 %,

due to the active regeneration of the plants treated with the product.

It was also shown that the preparation «Agrostop» affected the pH of the soil it was applied in. The drug significantly reduces the pH of the soil in the direction of increasing its acidity, which can significantly affect the established microbiocenosis of the soil. Unlike «Agrostop», clopyralid and rimsulfuron herbicides did not influence the soil pH.

Thus, the conducted experimental studies have shown that the most effective means for *Ambrosia artemisiifolia* control is clopyralid («Mastak» preparation), which can be used (with certain limitations) in residential areas, as in addition to high efficiency this drug causes minimal harm to the environment.

– Розділ 2 Фітоєкологія та озеленення міських територій –

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-04>

УДК 582.475.091:712.254

**ДЕНДРОФЛОРА СОСНОВОГО СКВЕРУ м. ДНІПРО:
ВИДОВИЙ АСОРТИМЕНТ Й ТАКСАЦІЙНІ
ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Іванченко О. Є.

*Дніпровський державний аграрно-економічний
університет*

ivanchenko_78@ukr.net

Вивчено видовий склад насаджень Соснового скверу, розташованого в житловому масиві Придніпровськ м. Дніпро. Встановлено, що в сквері зростає 2259 екз. дерев, які відносяться до 14 видів і 9 родин з переважанням хвойних деревних порід. До домінуючих порід відносяться сосна Палласова і звичайна, а також вільха чорна. Щодо діаметра штамба у більшому ступені репрезентовані групи, в яких цей показник коливається від 29 до 32,9 та від 33 до 36,9 см (17,8 і 17,7 %, відповідно). 46,9 % насаджень мають висоту в межах 17–20,9 м. Середній діаметр стовбура становить 37 см, висота – 18 м.

Дніпро, Сосновий сквер, деревні насадження, видовий склад, таксаційні характеристики

Характерною рисою сучасного розвитку людства є урбанізація. Місто є складною багатофункціональною системою, що поєднує в собі розвинуту транспортну та комунальну інфраструктуру, промислові підприємства. Все це супроводжується викидами у оточуюче середовище великої кількості шкідливих речовин (оксиди сірки, азоту, важкі метали, феноли, фториди, сірководень тощо), а також іншими видами забруднень (теплове, електромагнітне, шумове та ін.), що негативно відображується на здоров'ї населення не тільки міст з розвинутою промисловістю, але й прилеглих територій [1, 5]. За таких умов стає особливо актуальним питання поліпшення середовища проживання людини, тому роль деревних рослин, які використовуються для озеленення великих промислових центрів, виключно

велика [13]. Вони регулюють тепловий і радіаційний режими, формують комфортний мікроклімат, захищають від газоподібних викидів, пилю, вітру і шуму, виділяють у повітря фітонциди, іонізують його.

Проте, виконуючи ці та багато інших функцій, рослини зазнають суттєвого негативного впливу через забруднення довкілля викидами промисловості та автотранспорту [10], неконтрольоване рекреаційне навантаження на зелені насадження загального користування (парки, сквери, міські сади та ін.), відсутність догляду. Це неминуче відбивається на їх життєвому стані та виконанні ними притаманних санітарно-гігієнічних функцій [9]. Тому, асортимент деревних рослин повинен бути досить різноманітним і стійким до несприятливих впливів зовнішнього середовища [7].

Мета даної роботи – охарактеризувати видове різноманіття дендрофлори Соснового скверу, що розташований у житловому масиві Придніпровськ, оцінити окремі таксаційні характеристики деревних насаджень.

Матеріали та методи досліджень

Сосновий сквер (у минулому – сквер ім. 80-річчя Дніпропетровської області) розташований у Самарському районі Дніпра, а саме на території жилого масиву Придніпровськ (рис. 1, 2) і є рекреаційною зоною для його мешканців. Із південного боку скверу знаходиться автомобільна дорога, зупинка міського транспорту та Самарська районна рада, із північного та північно-західного – дитячий санаторій та навчально-реабілітаційний центр. На північ від території скверу розташована промислова зона, яка включає такі підприємства як Придніпровська ТЕС, ЗАО Ista-Центр, ООО «Антал-Индустрия» та інші.

Рельєф місцевості, на якій розташовано сквер, хвилястий, подекуди зустрічаються ухили до 10–15°. Територія скверу має велику кількість галявин. За ствердженням Є. М. Андрєєва зі співавт. [2] така структура насаджень надає ділянкам освітленості і простору. Зі західного боку скверу є неглибока улоговина видовженої форми, що візуально відділяє його західну частину.



Рисунок 1 – Загальний вигляд насаджень Соснового скверу (вид зі входу)

Figure 1 – The general view of the Sosnovy Square plantations (view from the entrance)

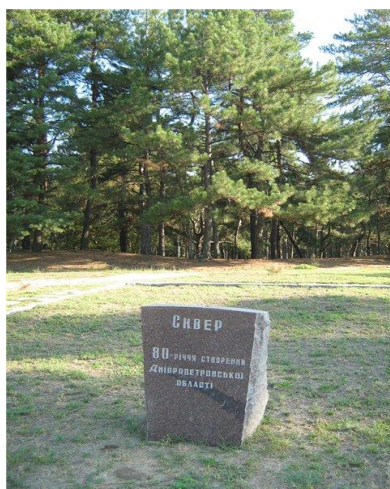


Рисунок 2 – Гранітна брила із колишньою назвою скверу

Figure 2 – Granite block with the former name of the square

Дорожньо-стежкова мережа розвинена слабо, ґрунтова, утворена переважно транзитними відвідувачами, комфортний доступ є тільки до головної ґрунтової дороги. Територія скверу подекуди засмічена побутовим сміттям, є згарища від багаття, оскільки парк часто використовується мешканцями району для відпочинку.

Інвентаризацію зелених насаджень здійснювалася у серпня 2017 р. згідно документа [11]. Для визначення видової приналежності рослин, користувались [6] з використанням довідкових видань [8, 12]. У роботі прийнято номенклатуру таксонів та їх систематичне положення за С. К. Черепановим [16]. Вік рослин встановлювали окомірно, виходячи із загального стану рослин, таксаційних показників, умов місцезростання тощо. Діаметр стовбура вимірювався мірною вилкою на висоті 1,3 м, висота рослини – за допомогою висотоміру фінської фірми SUUNTO РМ–5/1520. Середню висоту і діаметр розраховували за загальноприйнятими методиками [4]. Ландшафтно-архітектурна оцінка проводилася за показником декоративності (естетики). Для цього була використана шкала В. А. Фролової [15].

Результати та їх обговорення

Видове різноманіття Соснового скверу представлено 14-ма видами деревних порід, як хвойних, так і листопадних. За систематичною приналежністю вони відносяться до 9 родин. Всього на дослідній ділянці нараховано 2259 екземплярів дерев (табл. 1). Слід зазначити, що у насадженнях переважають хвойні деревні породи, частка яких складає 73,3 %. Вони представлені усього двома видами: сосною Палласова та звичайною, частка яких у насадженні становить 59,4 та 13,9 %, відповідно. Серед листопадних рослин найчастіше зустрічається вільха чорна (11,6 %), береза пухнаста та дуб звичайний (3,6 і 3,2 % щодо усіх насаджень скверу) (рис. 3). Репрезентативність інших видів складає від 0,2 % для глоду одноматочкового до 1,5 % для робінії звичайної.

Таблиця 1 – Видовий склад деревних насаджень Соснового скверу м. Дніпро

Table 1 – Composition of tree plantations of the Sosnovy Square in the city of Dnipro

Вид (українською мовою)	Вид (латинською мовою)	Загальна кількість, шт.	% від загальної кількості екземплярів
Голонасінні			
Родина Соснові (<i>Pinaceae</i>)			
Сосна Палласова*	<i>Pinus pallasiana</i> L.	1341	59,4
Сосна звичайна	<i>Pinus sylvestris</i> L.	315	13,9
	Всього	1656	73,3
Покритонасінні			
Родина Березові (<i>Betulaceae</i>)			
Вільха чорна	<i>Alnus glutinosa</i> Gaerth.	261	11,6
Береза пухнаста	<i>Betula pubescens</i> Roth.	81	3,6
Родина Букові (<i>Fagaceae</i>)			
Дуб звичайний	<i>Quercus robur</i> L.	72	3,2
Родина Вербові (<i>Salicaceae</i>)			
Тополя біла	<i>Populus alba</i> L.	42	1,9
Верба біла	<i>Salix alba</i> L.	18	0,8
Тополя чорна	<i>Populus nigra</i> L.	17	0,7
Родина Бобові (<i>Fabaceae</i>)			
Робінія звичайна*	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	33	1,5
Родина В'язові (<i>Ulmaceae</i>)			
В'яз низький*	<i>Ulmus pumila</i> L.	27	1,2
В'яз граболистий	<i>Ulmus carpiniifolia</i> Rupp.	15	0,7
Родина Кленові (<i>Aceraceae</i>)			
Клен ясенелистий*	<i>Acer negundo</i> L.	23	1,0
Родина Шовковицеві (<i>Moraceae</i>)			
Шовковиця біла*	<i>Morus alba</i> L.	9	0,3
Родина Розові (<i>Rosaceae</i>)			
Глід одноматочковий	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	5	0,2
	Всього	603	26,7
	Всього	2 259	100

Примітка: * – інтродукована деревна рослина

Родини головним чином представлені 1–2-ма видами, за виключенням родини Вербові, яка включає 3 види: тополю

білу і чорну та вербу білу. З родини В'язові у сквері зростають в'яз низький і граболистий. За зменшенням кількості екземплярів дерев у родинях останні можна ранжувати наступним чином: Соснові > Березові > Вербові > Букові > В'язові > Бобові > Кленові > Шовковицеві > Розові.

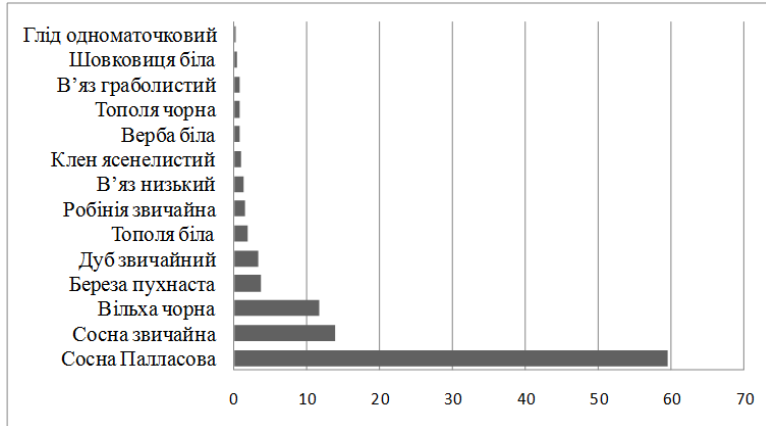


Рисунок 3 – Представленість видів деревних рослин у насадженнях Соснового скверу, % до загальної кількості рослин

Figure 3 – Representativeness of species of woody plants in Sosnovy Square, % of total plants

Такі листяні деревні породи як вільха чорна, береза пухнаста, дуб звичайний, тополі біла та чорна зростають виключно в улоговинах рельєфу, які мають більш сприятливий водний режим та ґрунти багатші на поживні елементи за рахунок розкладання листового опаду. На ділянці, де у насадженнях переважає робінія звичайна, встановлено занадто сильне вегетативне і насіннєве відновлення, що робить неможливим пересування по даній території, через що ця частина скверу є недоступною для відвідувачів. На ділянці повністю відсутній чагарниковий ярус. Виявлено незначну кількість підросту клена ясенелистого, тополі чорної, в'яза граболистого, переважно насіннєвого поновлення.

За твердженням А. К. Полякова [14], у Степу України аборигенні деревні породи представлені у невеликій кількості. У міських насадженнях культивується не більше 50 аборигенних видів. На дослідженій нами дослідній ділянці зростає 9 автохтонних видів, 63,4 % деревних насаджень скверу є інтродуцентами, серед яких найчисельнішою деревною породою є сосна Палласова, природний ареал якої є гірський Крим, тому саме для Степу України вона є інтродуцентом. Її частка від усіх інтродуцентів складає 93,6 %. До інтродукованих рослин також відносяться робінія звичайна та клен ясенелистий, природним ареалом яких є Північна Америка, шовковиця біла – Китай, в'яз низький – Забайкалля та Далекий Схід.

Окрім видової структури деревних насаджень Соснового скверу проаналізовано окремі таксаційні показники рослин, а саме висоту і діаметр штамбу. Аналіз розподілу деревних рослин дослідної ділянки за висотою представлено у таблиці 2. Середня висота рослин складає близько 18 м.

Найчисленнішу групу за висотою утворюють рослини, у яких цей показник коливається від 17 до 21 м. Їх кількість нараховує 1061 шт., що дорівнює 46,9 % відносно усіх насаджень Соснового скверу м. Дніпро. Серед них близько половини екземплярів сосни Палласова (48,02 %), 43,80 % – сосни звичайної, 85,40 % – вільхи чорної, 47,22 % – дубу звичайного та усі рослини тополі чорної. Друга за кількістю група включає дерева з показниками висоти від 13 до 17 м. Їх близько 30,0 % від усіх насаджень. Численними у цій групі є сосна Палласова і звичайна, які є домінуючими деревними породами на території скверу.

Дерева, висота яких коливається від 21 до 25 м, складають незначну частку насаджень, порівняно з попередніми групами – 317 екземплярів, що становить 14,03 % від загального числа дерев дослідної ділянки. Ця група представлена лише трьома видами: сосною Палласова і звичайною та дубом звичайним, частка яких складає 16,70; 18,09 і 50,00 % у цій групі, відповідно. Майже у двічі меншою є група дерев з висотою від 9 до 13 м. На дослідній ділянці шляхом інвентаризації виявлено 140 дерев з вищезазначеними показниками (6,2 % щодо усіх насаджень).

Серед них 76,54 % рослин берези пухнастої, 60,6 % робінії звичайної, 62,96 % в'яза низького. Інші деревні породи у цій групі представлені у меншій кількості (табл. 2).

Таблиця 2 – Розподіл деревних рослин Соснового скверу за висотою

Table 2 – Distribution of woody plants of Sosnovy Square by height

Вид	Висота, м					Всього
	5– 8,9	9– 12,9	13– 16,9	17– 20,9	21– 25	
Сосна Палласова	–	17	456	644	224	1 341
Сосна звичайна	1	–	119	138	57	315
Вільха чорна	8	–	30	223	–	261
Береза пухнаста	19	62	–	–	–	81
Дуб звичайний	–	–	2	34	36	72
Тополя біла	–	–	37	5	–	42
Верба біла	5	4	9	–	–	18
Тополя чорна	–	–	–	17	–	17
Робінія звичайна	–	20	13	–	–	33
В'яз низький	2	17	8	–	–	27
В'яз граболистий	4	3	8	–	–	15
Клен ясенелистий	–	8	15	–	–	23
Шовковиця біла	–	9	–	–	–	9
Глід одноматочковий	5	–	–	–	–	5
Всього	44	140	697	1 061	317	2 259
% до загальної кількості	1,9	6,2	30,9	46,9	14,1	100

Найменше репрезентовані рослини з висотою від 5 до 9 м. Їх нараховано всього 44 екз., що складає 1,94 % стосовно загальної кількості насаджень. Серед них 23,45 % усіх дерев берези пухнастої, поодинокі дерева сосни звичайної, в'язу низького і граболистого, вільхи чорної, верби білої, усі рослини глоду одноматочкового.

На рисунку 4 представлено розподіл деревних насаджень Соснового скверу за розмірами діаметру штамбу. Найчисленнішими виявилися групи з діаметром стовбура від 29 до 32,9 та від 33 до 36,9 см. Їх кількість дорівнює 17,75 і 17,66 %, відповідно, стосовно всіх насаджень дослідної

ділянки. У першій з них багато сосни Палассова, як домінуючої породи, та вільхи чорної, у другій переважає сосна Палассова, а також 21,50 % усіх особин вільхи чорної, 26,20 % тополі білої та інші. Дещо меншою, але вагомою, є частка дерев з діаметром стовбура 37–40,9 см. Видовий склад цієї групи дещо менший, ніж у попередніх, та окрім порід, що переважають у насадженнях, зустрічаються дуб звичайний, тополя біла, нечисленні екземпляри верби білої, тополі чорної, в'яза низького та шовковиці білої.

Групи дерев, у яких діаметр більший за 41 см, у своєму складі мають менше 10 % насаджень. Так, наприклад, цей показник у рослин з діаметром 41–44,9 см складає 5,44 %, а в інших групах (за збільшенням діаметру) – 7,13; 6,33; 2,43; 1,73; 1,86 і 4,56 %, відповідно. Найменшою виявилась група з розмірами штамбу від 57 до 60,9 см, яка містить 1,7 % насаджень (рис. 4).

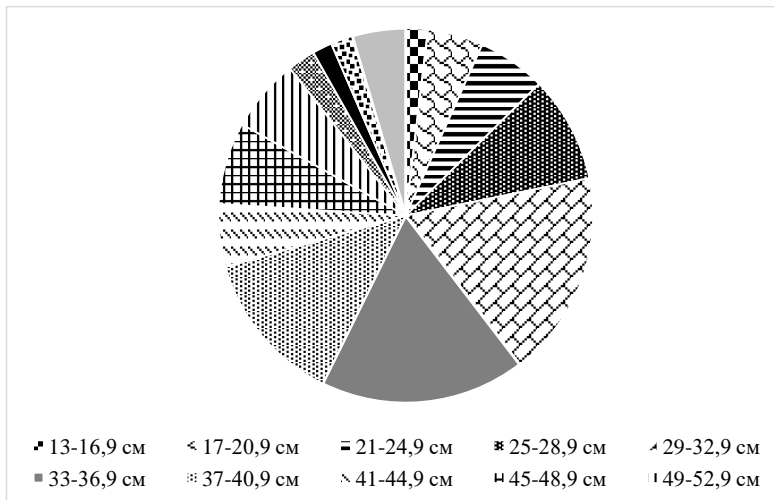


Рисунок 4 – Розподіл деревних насаджень Соснового скверу за діаметром штамбу, % до загальної кількості насаджень

Figure 4 – Distribution of tree plantations of Sosnovy Square by the diameter of the trunk, % of total plants

Отже, за збільшенням діаметру штамба деревних насаджень Соснового скверу групи можна ранжувати наступним чином: $29-32,9 = 33-36,9 > 37-40,9 > 25-28,9 > 45-48,9 > 49-52,9 > 21-24,9 > 17-20,9 \geq 65-69 > 53-56,9 > 57-60,9 > 61-64,9 = 13-16,9$. Середній діаметр стовбура складає 37 см, що вказує на достатньо поважний вік дерев, які з часом вимагатимуть, принаймні, часткової реконструкцій.

У подальших дослідженнях доцільно вивчити життєвий стан деревних насаджень та їх відношення до чинників навколишнього середовища, а саме до антропогенного забруднення, оскільки сквер розташований в сфері дії викидів Придніпровської ТЕС та інших підприємств.

Висновки

1. Дендрофлора Соснового скверу складається з 2259 екз. дерев, які відносяться до 14 видів і 9 родин. Родини представлені переважно 1–2 видами. Домінуючими деревними породами є сосна Паласова і звичайна, кількість яких складає 59,4 і 13,9 %, відповідно. Інші дерева зростають у значно меншій кількості. 36,6 % усіх насаджень є аборигенами. Ареалом природного походження інтродуцентів є, переважно, гірський Крим і Північна Америка.

2. За висотою у сквері переважають рослини від 17 до 21 м. Їх налічується 46,9 % стосовно усіх насаджень скверу. Серед них багато екземплярів сосни Паласова і звичайної, вільхи чорної, усі рослини тополі чорної. Меншою кількістю представлені дерева від 13 до 17 м (30,9 %). Це також сосна Паласова і звичайна. Середня висота деревних насаджень становить 18 м.

3. Найчисельнішими є рослини з показниками діаметру штамбу від 29 до 32,9 та від 33 до 36,9 см. Їх кількість складає 17,8 і 17,7 % відносно числа усіх дерев у насадженні. Ці групи є найбільшими за видовою репрезентативністю. Найменшою за кількістю є група рослин з діаметром від 57 до 60,9 см, яка представлена сосною звичайною і Паласова, дубом звичайним, тополею чорною та кленом ясенелистим.

Найбільший діаметр (від 65 до 69 см) мають лише 4,6 % насаджень.

Література:

1. Александровская З. И., Медведев Я. В., Богачев А. Г. *Чтобы город был чистым*. М., 1989. С. 3–39.
2. Андреева Е. Н., Баккал И. Ю., Горшкова В. В. *Методы изучения лесных сообществ*. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. С. 155–164.
3. Антипов В.Г. *Декоративная дендрология*. Минск : Дизайн ПРО, 2000. 280 с.
4. Анучин Н. П. *Лесная таксация*. Учебник для вузов. 5-е изд. М. : Лесная промышленность, 1982. 552 с.
5. Белкин А. Н. *Городской ландшафт*. М. : Высшая школа, 1987. 178 с.
6. Доброчаева Д. Н., Котов М. И., Прокудин Ю. Н. *Определитель высших растений Украины*. Киев : Наукова думка, 1987. 548 с.
7. Дубовицкая О. Ю., Масалова Л. И. *Перспективы расширения устойчивого ассортимента древесных растений для ландшафтного строительства с использованием Североамериканских интродуцентов*. Современное садоводство. 2013. № 4. С. 1–12.
8. Заячук В. Я. *Дендрология*. Львів : Апріорі, 2008. 65 с.
9. Іванченко О. Є. *Інвентаризація та оцінка стану деревних насаджень парку ім. М. І. Калініна м. Дніпропетровськ*. Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя, 2013. Вип. 18, № 2. С. 211–226.
10. Іванченко О. Є., Бессонова В. П. *Індикація стану деревних рослин парків м. Дніпропетровськ за морфологічними показниками*. Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. 2016. 24 (1). С. 109–118.
11. *Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у містах і селищах міського типу України: Затверджена Державним комітетом будівництва архітектури та житлової політики № 226 від 24.12.2001 р.* 27 с.

12. Кохно М. А., Пархоменко Л. І., Зарубенко А. У. Дендрофлора України. Дикорослі й культурні дерева і кущі. Покритонасінні. Частина І. За ред. М. А. Кохно. К. : Фітосоціоцентр, 2002. 448 с.

13. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць. Львів : Світ, 2008. 456 с.

14. Поляков А. К. Интродукция древесных растений в условиях техногенной среды. Донецк : Ноулидж, 2009. 268 с.

15. Фролова В. А. Оценка эстетических достоинств природных ландшафтов. Вестник МГУ. Сер. География. 1994. № 2. С. 27–33.

16. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб : Мир и семья, 1995. 992 с.

DENDROFLORA OF SOSNOVY SQUARE OF DNIPRO CITY: SPECIES RANGE AND TAXATION CHARACTERISTICS

Ivanchenko O. E.

Dnipro State Agrarian and Economic University

ivanchenko_78@ukr.net

Sosnovy Square (in the past – Square named after the 80th anniversary of the Dnipropetrovsk region) is located in the Samara district of Dnipro, namely in the Pridneprovsk residential area. The relief of the area where the square is located is undulating, in some places there are significant inclines up to 10–15°.

Species diversity of Sosnovy Square is represented by 14 species of woody plants, both coniferous and deciduous. By systematic affiliation, they belong to 9 families. In total, 2259 tree species grow on the experimental site. Coniferous woody species prevail in plantations, their share is 73.3 %. They are represented only by two types: *Pinus pallasiana* L. and *Pinus sylvestris* L., whose participation in the stand is 59.4 and 13.9 %, respectively. Among deciduous plants the most common are *Alnus glutinosa* Gaerth., *Betula pubescens* Roth. and *Quercus robur* L. Families are mainly represented by 1–2 species. It should be noted that 63.4 % of the tree plantations in the public garden are introduced species.

The most numerous group in height are plants, the height of which varies from 17 to 21 m. Their number is 1061 pcs., which is 46.9 % of the all plantations of Sosnovy Square, Dnipro. The smallest number of specimens are plants with a height of 5 to 9 m. There are only 44 specimens in the public garden, which is 1.94 % of the total number of plantations. The height of plants is about 18 m.

Regarding the diameter of the trunk, the groups in which this indicator ranges from 29 to 32.9 and from 33 to 36.9 cm (17.8 and 17.7 %, respectively) predominate. The average diameter of the trunk is 37 cm.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-05>

УДК 581.1

РЕПРОДУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ *GLEDITSIA TRIACANTHOS* L. ТА *FRAXINUS EXCELSIOR* L. ЗА УМОВ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Легостаєва Т. В., Берхмілер О. О.

Дніпровський національний університет

імені Олеся Гончара

tanyaleg1975@gmail.com

Встановлено, що в умовах хронічного впливу на фітоценоз викидів автотранспорту у деяких деревних порід (*Gleditsia triacanthos* L. і *Fraxinus excelsior* L.) спостерігається зниження морфобіометричних показників генеративних органів. Найбільш чутливим видом до впливу техногенних емісій за такими показниками як маса насіння, плодів і життєздатність репродуктивних органів є *Gleditsia triacanthos* L., який може використовуватися в якості тест-об'єкта у фітомоніторингових дослідженнях з метою отримання інформації про адаптивні можливості рослин, що сприяють їх виживанню в несприятливих умовах урбоєкосистеми.

Gleditsia triacanthos L., *Fraxinus excelsior* L., насіння, адаптація, урбоєкосистема

Екологічна ситуація, що складається на даний час у степовому Придніпров'ї, вимагає глибокого комплексного вивчення фізіолого-біохімічних основ адаптації рослин до антропогенних та абіотичних впливів. Однак, техногенне забруднення в локальних масштабах сягає рівня екологічно

вагомого фактору, що лімітує виживання багатьох видів рослин. Різні за хімічним складом емісії промислових виробництв та вихлопні гази автотранспорту викликають подібні симптоми пошкодження рослин.

Рослинним організмам належить важлива роль в оптимізації оточуючого середовища промислових регіонів. Окремі аспекти процесів росту та розвитку деревних рослин в умовах урбанізованого середовища, дослідження проблем адаптації рослин до різних видів стресорів, які викликають структурні та метаболічні зміни на різних рівнях фізіологічних процесів у рослинних організмах висвітлено у великій кількості робіт [1–4, 9]. Але з'ясування їх механізмів у деревних порід, особливості функціонального стану репродуктивних органів, потребує подальшого поглибленого вивчення. Саме ці рослини формують зелений покрив промислових міст і їм належить значна частка у складі урбоєкосистем. Одними із складових деревних насаджень у містах та селищах є представники родів *Gleditsia* та *Fraxinus*.

Метою наших досліджень було оцінити зміни якісних показників насіння *Gleditsia triacanthos* L. та *Fraxinus excelsior* L. за умов техногенного забруднення м. Дніпро.

Матеріали та методи досліджень

Об'єктами досліджень обрано гледичію колючу (*Gleditsia triacanthos* L.) і ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.). Відбір матеріалу проводили на п'ятьох моніторингових точках: на основних автомагістралях міста Дніпро з інтенсивним автомобільним рухом – проспектах імені Юрія Гагаріна, Олександра Поля, Дмитра Яворницького, Богдана Хмельницького, де серед полютантів превалюють важкі метали (свинець, кадмій, мідь, цинк) і чистій контрольній зоні (с. Першотравенка, близько 70 км від міста Дніпро), де концентрації забруднюючих речовин не перевищують гранично допустимі концентрації. Для дослідження відбирали насіння з нижньої частини крони дерев віком 20–30 років у жовтні, листопаді, грудні 2017 р. На всіх дослідних ділянках для кожного виду проби плодів і насіння відбирали з декількох модельних дерев згідно ДСТУ [7]. Дослідження

морфобіометричних показників плодів і насіння (визначення маси 1000 насінин, життєздатності насіння) проводили за методиками М. С. Зоріної [5] та Н. Д. Нестеровича [8]. Результати дослідів оброблено статистично [9].

Результати та їх обговорення

Серед екологічних проблем сьогодення особливо важливими є дослідження реакції рослинних організмів на токсичну дію органічних сполук, джерелом яких є промислові підприємства і особливо автотраси. Оскільки вони в більшості розташовані, переважно, в межах міст й не мають санітарно-захисних зон і умов, потрібних для переробки, утилізації відходів чи їх знешкодження, то особливо актуальною є наукова оцінка теперішнього стану рослинності в сфері впливу промислових підприємств різних профілів, а також розробка заходів з оптимізації складних екологічних техногенних територій за допомогою формування стійких зелених насаджень з високою здатністю до поглинання і перетворення поллютантів.

Для широкого відтворення інтродуцентів необхідно мати високоякісне насіння місцевої репродукції. Тому при дослідженні акліматизації деревних рослин та їх адаптації до несприятливих умов середовища значну увагу слід приділяти вивченню насіння – основної ланки у зміні поколінь рослин інтродуцентів. Формування доброякісного насіння є важливим показником життєздатності інтродукованих рослин. Для розуміння ступеню техногенного впливу на репродуктивні органи необхідно вивчати їх морфо-фізіологічні характеристики у процесі дозрівання.

Згідно меті дослідження було виявлено спрямованість змін морфо-фізіологічних показників і життєздатності насіння гледичії колючої та ясена звичайного за умов техногенного забруднення середовища. Для характеристики якості репродуктивних органів визначали масу 1000 шт. плодів та насіння, його схожість та енергію проростання.

Встановлено, що в умовах хронічного впливу на фітоценоз викидів автотранспорту у деревних порід спостерігається зниження морфобіометричних показників

генеративних органів, а саме значною мірою знижуються маса насіння і плодів та життєздатність насіння.

Аналіз експериментальних даних показав широке варіювання маси плодів і насіння досліджуваних деревних порід. Найбільшу масу мали стиглі репродуктивні органи виду *Gleditsia triacanthos* L. на контрольній ділянці (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив техногенного забруднення на якість насіння *Gleditsia triacanthos* L.

Table 1 – The influence of technogenic pollution on the quality of seeds of *Gleditsia triacanthos* L.

Моніторингові точки	Маса 1000 плодів, г	<i>t</i>	% до контролю	Маса 1000 насінин, г	<i>t</i>	% до контролю	Життєздатність, % до контролю
с. Першотравенка	310,6±0,3	–	–	175,2±0,3	–	–	100
Пр-т ім. Ю. Гагаріна	284,5±0,2	72,30	91,4	158,2±0,5	29,16	90,1	70,4
Пр-т ім. О. Поля	240,8±0,5	119,73	77,5	137,2±0,4	76,00	78,31	63,3
Пр-т ім. Б. Хмельницького	211,4±0,4	198,4	68,1	122,2±0,2	147,22	69,7	54,2
Пр-т ім. Д. Яворницького	287,8±0,3	53,77	92,6	161,2±0,5	24,01	92,0	81,7

Дослідження змін маси плодів та насіння виду *Gleditsia triacanthos* L. в процесі їх формування свідчить про зниження цих показників у жовтні в дослідних зразках у середньому до 1,5 разів. Встановлено, що насіння *Gleditsia triacanthos* L. із дослідних техногенно забруднених ділянок мало знижену схожість (54,2–81,7 %) і енергію проростання порівняно з контролем, особливо з моніторингової точки проспекту ім. Б. Хмельницького. Найбільші значення цих показників, порівняно з іншими моніторинговими точками, відмічені на проспекті ім. Д. Яворницького.

Основним механізмом, що забезпечує реалізацію адаптивних реакцій клітини, є зміна активності генетичного апарату, яка супроводжується відповідними корективами в біосинтезі білків. Припускається, що фізіологічний сенс блокування біосинтезу білка полягає в зменшенні енергетичного навантаження на клітину, оскільки біосинтез білка – це один із найбільш енергоємних метаболічних процесів і в несприятливих умовах може призвести до незворотного перевитрачання енергетичних ресурсів клітини, а також у результаті метаболічного самопошкодження клітин [6].

Аналогічну залежність змін маси насіння і плодів за впливу полютантів спостерігали і для репродуктивних органів *Fraxinus excelsior* L. (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив техногенного забруднення на якість насіння *Fraxinus excelsior* L.

Table 2 – The influence of technogenic pollution on the quality of seeds of *Fraxinus excelsior* L.

Моніторингові точки	Маса 1000 плодів, г	<i>t</i>	% до контролю	Маса 1000 насінин, г	<i>t</i>	% до контролю	Життєздатність, % до контролю
с. Першотравенка	141,5±0,3	–	–	74,6±0,2	–	–	100
Пр-т ім. Ю. Гагаріна	135,2±0,4	12,6	95,1	69,6±0,3	13,85	91,8	95,4
Пр-т ім. О. Поля	126,5±0,5	25,73	88,4	63,4±0,4	25,06	82,4	90,6
Пр-т ім. Б. Хмельницького	105,7±0,2	99,12	72,6	52,2±0,1	100,00	66,3	89,9
Пр-т ім. Д.Яворницького	139,6±0,3	4,48	98,6	70,4±0,4	9,40	94,4	97,1

При цьому маса насіння в жовтні була незначно меншою порівняно з контролем, окрім зразків з проспекту ім. Б. Хмельницького – в 1,5 рази, а схожість дослідних зразків становила 89,9–97,1 %, що значно вище, ніж у *Gleditsia triacanthos* L.

Аналіз експериментальних даних показав, що найбільші значення показників якості стиглих репродуктивних органів зафіксовані для *Fraxinus excelsior* L. з с. Першотравенка (табл. 2). Маса плодів із дерев забруднених ділянок була незначно менша, ніж у контролі. Мінімальні значення маси плодів, маси та життєздатності насіння відзначені у зразках з дерев на проспекті ім. Б. Хмельницького.

Таким чином, за дії на насадження викидів автотранспорту, у досліджених видів дерев встановлено зниження морфобіометричних показників, що у подальшому може негативно позначитись на репродуктивній спроможності дерев.

Дослідження змін маси насіння і плодів та показників життєздатності деревних рослин доводить, що несприятливі умови впливають на метаболізм репродуктивних органів. Найбільш чутливим до дії токсикантів видом за морфобіометричними показниками і життєздатністю насіння є *Gleditsia triacanthos* L., який може використовуватись як тест-об'єкт в моніторингових дослідженнях.

Отже, хронічне забруднення атмосфери й ґрунту емісіями автотранспорту призводить до змін стану насіння досліджених деревних рослин, що потребує подальшого вивчення з метою отримання достатньої інформації про адаптивні можливості рослин, які сприяють їх виживанню в несприятливих умовах урбоекосистеми.

Висновки

1. Аеротехногенне забруднення середовища, викликає зміни морфобіометричних показників у репродуктивних органах гледичії колючої та ясена звичайного, а саме – зниження маси насіння, плодів та життєздатності репродуктивних органів.

2. Найбільш чутливим за такими показниками як маса насіння, плодів та життєздатність репродуктивних органів до дії токсикантів видом є *Gleditsia triacanthos* L., який може використовуватись як тест-об'єкт у моніторингових дослідженнях.

Література:

1. Бессонова В. П., Лыженко И. И. Способность к репродукции древесных и кустарниковых растений в условиях металлургических предприятий. Вопросы лесной биогеоценологии, экологии и охраны природы в степной зоне. Куйбышев: 1990. С. 116–123.
2. Бессонова В. П., Юсыпова Т. И. Семенное возобновление древесных растений и промышленные загрязнители (SO_2 и NO_2). Запорожье: Запорожский государственный университет, 2001. 193 с.
3. Грицай З. В., Денисенко О. Г. Насіннева продуктивність деревних рослин в умовах забруднення довкілля викидами металургійного підприємства. Вісник Дніпропетровського університету. Серія біолог. Екологія. 2011. Вип. 19, Т. 2. С. 40–44.
4. Долгова Л. Г., Чернодуб Л. В. Вплив промислового забруднення на систему аскорбінова кислота–глутатіон в листках деревних рослин. Питання біоіндикації та екології. 2002. Т. 7, №. 1. С. 32–39.
5. Зорина М. С., Кабанова С. П. Определение семенной продуктивности и качества семян интродуцентов. Методы интродукц. исслед. Алма-Ата: Наука Казахской ССР, 1987. С. 75–85.
6. Колупаєв Ю. Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень: монографія. Харків: Харк. держ-й. ун-т, 2001. 173 с.
7. Насіння дерев та кущів. Методи відбирання проб, визначення чистоти, маси 1000 насінин та вологості: ДСТУ 5036:2008. Введ. 01.01.2009. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 50 с.
8. Нестерович Н. Д. Плодоношение интродуцированных древесных растений в БССР. Минск: Изд-во АН БССР, 1958. С. 116–118.
9. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів. Донецьк: Юго-Восток. 1999. 210 с.
10. Шупранова Л. В. Оценка состояния семенного потомства древесных растений в условиях города. Рослини

та урбанізація: Матер. I міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2007. С. 163–164.

REPRODUCTIVE FEATURES OF *GLEDITSIA TRIACANTHOS* L. AND *FRAXINUS EXCELSIOR* L. IN TERMS OF TECHNOGENIC POLLUTION

Legostaeva T. V., Berkhmiller O. O.

Oles Honchar Dnipro National University

tanyaleg1975@gmail.com

Among the ecological problems of present time especially important are researches of reaction of vegetable organisms on the toxic action of organic compounds, the source of which are industrial enterprises and especially motorways. It is necessary to have high-quality seeds of local reproduction for the restoration of introducents. Therefore while researching acclimatization of arboreal plants and their adaptation to the unfavorable conditions of environment it is necessary to pay considerable attention to the study of seeds – basic link in the change of generations of introduced plants.

It was found out that under the conditions of chronic influence of car emission on phytocenosis tree species (*Gleditsia triacanthos* L. and *Fraxinus excelsior* L.) have a decline of morphobiometric indexes of reproductive organs. The analysis of experimental data showed the varying of mass of fruits and seeds of the investigated tree species. The ripe reproductive organs of *Gleditsia triacanthos* L. had larger mass on a control area. The research of changes of mass of fruits and seeds of *Gleditsia triacanthos* L. in the process of their forming testifies the decline of these indexes in October among study samples on the average of 1.1–1.5 times. It was discovered that seeds of *Gleditsia triacanthos* L. from the studied technogenically polluted areas showed lower germinating capacity (54.2–81.7 %) as compared to control group, especially from the monitoring point of B. Khmelnytskyi Avenue. The highest values of these indexes in comparison with other monitoring points are marked on D. Yavornitskyi Avenue.

Similar interdependence between changes in seeds and fruits mass and influence of pollutants was observed for the reproductive organs of *Fraxinus excelsior* L. Thus mass of seeds

in October was diminished in relation to control group insignificantly, except samples from B. Khmelnytskyi Avenue – in 1.5 times, and the germinating capacity of study samples was 89.9–97.1 %, that is considerably higher than for *Gleditsia triacanthos* L.

It is found out that the highest values of indexes of quality of ripe reproductive organs are observed for *Fraxinus excelsior* L. from the village Pershotravenka. Mass of fruits from the trees of polluted areas was insignificantly less than in control. The minimum values of mass of fruits, mass and viability of seed are marked for samples from trees on B. Khmelnytskyi Avenue.

Thus, the influence of car emissions on the researched plantations results in the decline of their morphobiometric indexes, which can negatively affect on the reproductive capability of trees. The most sensitive to the influence of toxicants is *Gleditsia triacanthos* L., it can be used as a test-object in monitoring researches.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-06>

УДК 581.2

ДИНАМІКА КАРОТИНОЇДІВ У ЛИСТКАХ САМОСІВУ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ЗА ДІЇ ПРОМИСЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Юсупіва Т. І.

Дніпровський національний університет

ім. Олеса Гончара

JusyriwaTatjana@i.ua

Вивчено вплив токсичних газів SO₂ і NO₂ (м. Дніпро) на динаміку вмісту каротиноїдів у листках самосіву *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L. і *Quercus robur* L. Виявлена однакова спрямованість накопичення жовтих пігментів в асиміляційних органах рослин контрольної і забрудненої території протягом періоду вегетації. Показано, що концентрація каротиноїдів у листках самосіву підвищується у всіх видів в зоні із середнім рівнем забруднення середовища фітотоксикантами, а у *Q. robur* – і в зоні з високими дозами SO₂ і NO₂ в атмосферному повітрі. При хронічній дії газоподібних аерополлютантів кількість жовтих пігментів у листках *A. negundo* істотно падає. У порядку зниження стійкості самосіву до промислових емісій діоксиду

сірки та азоту за показником вмісту каротиноїдів досліджувани види можна розташувати так:
 $Q. robur > R. pseudoacacia > A. negundo$.

Промислове забруднення, *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Quercus robur* L., каротиноїди, листя

Техногенне навантаження на навколишнє середовище призводить до появи деструктивних змін та наступної деградації як природних, так і штучних екосистем. Лісові фітоценози у Степовому Придніпров'ї зростають у сфері дії антропогенних чинників довкілля та в умовах невідповідності лісорослинним умовам існування [7]. Обидва фактори утруднюють природне насінневе відновлення рослин, про що свідчать дослідження кількісного складу та розподілу за віковими групами самосіву і підросту деревних едифікаторів, а також його якісних характеристик [3].

В основі адаптаційної здатності рослин за дії екстремальних факторів зовнішнього середовища лежить зміна морфофізіологічних характеристик асиміляційного апарату [9]. До них належать біометричні показники (кількість і площа листків, площа асиміляційної поверхні пагона, флуктуаційна асиметрія листків тощо) [3, 14] і біохімічні (вміст пігментів, вуглеводів, білків, компонентів антиоксидантного захисту та ін.) [1, 4, 12–14]. Останні виявляються раніше, ніж з'являться видимі ознаки пошкодження вегетативних органів або пригнічення їх росту, тому можуть діагностувати ранні стадії негативного впливу факторів довкілля на рослинний організм.

Найважливішою біохімічною характеристикою листка є вміст і якісний склад фотосинтетичних пігментів. Каротиноїди – обов'язкові компоненти світлозбирального комплексу фотосинтетичного апарату [11]. Структура їх молекул дозволяє здійснювати поглинання та міграцію сонячної енергії в ланцюгу фотосинтетичних пігментів для забезпечення ефективної роботи реакційних центрів фотосистем, а також захист молекул хлорофілу від фотоокиснення (у разі надходження надлишкових квантів світла) та руйнування в умовах активації вільнорадикальних

процесів, які зростають за дії на клітину токсичних сполук [1, 10].

Слід зазначити, що стан антиоксидантної системи, і в тому числі концентрації жовтих пігментів, в асиміляційних органах ювенільної та віргінільних стадій деревних рослин в умовах степової зони України не вивчений. Зважаючи на це, мета роботи – дослідити вплив промислового забруднення середовища (пріоритетні забруднювачі SO₂ та NO₂) на динаміку вмісту каротиноїдів у листках самосіву *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L. та *Quercus robur* L. в умовах м. Дніпро.

Матеріали та методи досліджень

Об'єктами дослідження були листки самосіву трьох деревних порід: аборигенного виду *Quercus robur* L. (родина *Fagaceae* A. Br.) та інтродуцентів *Acer negundo* L. (*Aceraceae* Juss.) і *Robinia pseudoacacia* L. (*Fabaceae* Lindl.). Збирання матеріалу проводили на трьох пробних ділянках: двох дослідних і в контрольній зоні – на території Ботанічного саду Дніпровського національного університету ім. Олеся Гончара, де концентрації забруднювачів не перевищували ГДК. Моніторингова точка I (зона сильного забруднення) розташована на відстані 2 км від ПРАТ «Дніпропрес», джерела забруднення SO₂ та NO₂ (5,8 та 6,0 ГДК відповідно для SO₂ та NO₂), а точка II (зона середнього забруднення) – на відстані 3 км (концентрації обох газів перевищували ГДК у 3 рази) [6].

Проби листя однорічного самосіву відбирали у червні, липні й вересні 2009 р. Концентрацію каротиноїдів визначали в ацетоновій витяжці із непошкоджених ділянок листків на спектрофотометрі СФ-2000 за довжини хвилі 440,5 нм. Розрахунки проводили за формулою Ветштейна [2]. Повторність досліду була трикратною. Результати експерименту оброблені статистично за допомогою програми Microsoft Office Excel 2010. Розраховували середню арифметичну похибку, для порівняння вибірок використовували t-критерій Стьюдента ($p < 0,05$, $p < 0,01$).

Результати та їх обговорення

Як видно з таблиці 1, в умовах чистої зони динаміка вмісту каротиноїдів у листках самосіву *A. negundo* та *Q. robur* протягом вегетаційного періоду була однаковою: кількість жовтих пігментів зменшувалась протягом червня – липня (під час сильних посух), а максимальне значення показника спостерігалось у вересні. В асиміляційних органах *R. pseudoacacia* концентрація допоміжних пігментів фотосинтезу зростає на зразок експоненціальної кривої.

Наші дослідження показали, що забруднення середовища токсичними газами SO₂ та NO₂ не впливає на спрямованість змін вмісту каротинів і ксантофілів у листках самосіву: у всіх досліджених видів крива динаміки кількості каротиноїдів в обох моніторингових точках має практично такий же характер, як і у рослин Ботанічного саду ДНУ (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив промислового забруднення на динаміку вмісту каротиноїдів у листкахсамосіву деревних рослин, % абсолютно сирої ваги

Table 1 – The influence of industrial pollution on carotenoid content dynamics in the leaves of self-sown of woody plants, % total green weight

Місяць	Контроль (n=3)	Моніторингова точка I (n=3)	<i>t</i>	Моніторингова точка II (n=3)	<i>t</i>
<i>Acer negundo</i>					
Червень	0,41±0,01	0,22±0,02***	8,49	0,52±0,01***	7,78
Липень	0,31±0,00	0,15±0,01***	16,00	0,34±0,01	3,00
Вересень	0,41±0,04	0,45±0,04	0,71	0,59±0,03*	3,60
<i>Quercus robur</i>					
Червень	0,26±0,05	0,36±0,03	1,72	0,48±0,01*	4,31
Липень	0,21±0,01	0,31±0,02*	4,47	0,32±0,01***	7,78
Вересень	0,37±0,02	0,56±0,04*	4,25	0,62±0,04*	5,59
<i>Robinia pseudoacacia</i>					
Червень	0,43±0,03	0,41±0,01	0,63	0,61±0,04*	3,60
Липень	0,44±0,02	0,31±0,02	0,65	0,57±0,03*	3,61
Вересень	0,74±0,05	0,41±0,04	0,52	0,87±0,10	1,16

Примітка: * – дані достовірні при $p < 0,05$, ** – при $p < 0,01$

Виявлено, що в умовах чистої зони серед вивчених видів деревних найвищий вміст допоміжних пігментів фотосинтезу в листках протягом вегетаційного періоду властивий самосіву *R. pseudoacacia* (0,43–0,74 мг/г сирі ваги). У *A. negundo* ці показники варіюють у межах 0,31–0,41, а у *Q. robur* – 0,21–0,37 мг/г відповідно.

Токсичні гази суттєво впливають на вміст каротиноїдів у листках усіх об'єктів дослідження, але характер цих змін має свої особливості для кожного виду (рис. 1). Так, цей показник у *A. negundo* в зоні сильного забруднення середовища SO₂ та NO₂ протягом червня – липня суттєво падає порівняно з відповідними величинами рослин Ботанічного саду ДНУ (на 46,3 та 51,6 % у червні та липні відповідно). Наприкінці вегетації кількість жовтих пігментів у листках самосіву дослідних і контрольних рослин практично не відрізняється (відмінності недостовірні при $p < 0,05$).

В асиміляційних органах *A. negundo*, що зростає в зоні середнього забруднення середовища, вміст каротиноїдів у червні й вересні значно перевищує відповідні показники рослин чистої зони, а в липні достовірні відмінності між контрольним і дослідним значеннями не виявлені (рис. 1).

Вміст каротиноїдів у листках *R. pseudoacacia* за дії антропогенних факторів довкілля теж залежить від рівня забруднення: в зоні високих концентрацій SO₂ та NO₂ цей показник не відрізняється від контрольних величин протягом всього періоду вегетації. За дії середніх доз діоксидів сульфуру та нітрогену в атмосферному повітрі в червні й липні він зростає порівняно з контролем, а у вересні залишається незмінним (відмінності між контрольним і дослідним значеннями недостовірні при $p < 0,05$).

Концентрація жовтих пігментів у листках самосіву *Q. robur* в обох моніторингових точках протягом всього періоду досліджень суттєво перевищує контрольні значення показника: на 47,6–51,4 та 52,4–84,6 % в зонах середнього та сильного забруднення відповідно. Таку реакцію пігментного комплексу самосіву *Q. robur* ми вважаємо адаптивною відповіддю на техногенний стрес, оскільки каротиноїди є

важливими антиоксидантами, а за дії фітотоксикантів вільнорадикальні процеси в клітинах підсилюються [4].

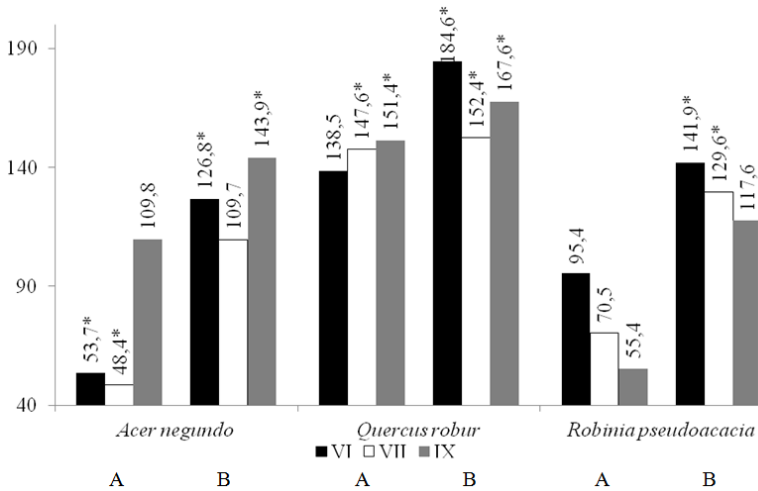


Рисунок 1 – Вплив промислового забруднення на динаміку вмісту каротиноїдів у листках самосіву деревних рослин, % від контролю. А – моніторингова точка I, В – моніторингова точка II

Figure 1 – The influence of industrial pollution on carotenoid content dynamics in the leaves of self-sown of woody plants, % for reference area. A – Monitoring point 1, B – Monitoring point 2

У попередніх дослідженнях нами показано, що в зоні сильного забруднення середовища інгредієнтами промислових викидів SO₂ та NO₂ у самосіву *A. negundo* і *R. pseudoacacia* спостерігається тенденція до підвищення протягом вегетації вмісту суми хлорофілів (*a+b*) у листках [12]. У самосіву *Q. robur* концентрація зелених пігментів практично не змінюється. Отже, адаптація комплексу фотосинтетичних пігментів у досліджених деревних порід досягається різними шляхами: у самосіву *Q. robur* – за рахунок збільшення у листках концентрації каротиноїдів, а у

A. negundo і *R. pseudoacacia* – внаслідок підвищення вмісту хлорофілів.

У літературі наявні суперечливі дані щодо впливу техногенних умов зростання на кількість каротиноїдів у асиміляційних органах деревних рослин. Так, за даними І. Л. Бухаріної зі співавт. [5] в умовах антропогенного забруднення концентрація каротинів і ксантофілів у листках *Tilia cordata* Mill. суттєво знижувалась. В. І. Парпан і М. М. Миленька [9] встановили зменшення вмісту жовтих пігментів у асиміляційних органах *Populus pyramidalis* Roz. в сфері дії викидів Бурштинської теплоелектростанції, що автори вважають ознакою низької толерантності виду до впливу урботехногенних поллютантів. О. А. Маракаєв зі співавт. [8] зафіксували збільшення накопичення каротиноїдів у листках *Betula pendula* Roth. та *Populus nigra* L. і віднесли його до пристосувальних реакцій пігментних систем досліджених видів до промислових викидів.

Таким чином, вивчення динаміки жовтих пігментів фотосинтезу в асиміляційних органах самосіву різних видів деревних протягом вегетаційного періоду свідчить про високу чутливість цього показника до промислового забруднення середовища токсичними газами SO₂ та NO₂.

Висновки

1. Техногенне забруднення навколишнього середовища токсичними газами не впливає на спрямованість динаміки концентрації каротиноїдів у асиміляційних органах самосіву *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L. та *Quercus robur* L. Виявлено підвищення кількості допоміжних пігментів фотосинтезу в листках самосіву всіх видів у зоні середнього, а у *Q. robur* – і в зоні сильного забруднення середовища.

2. У порядку зменшення стійкості самосіву до токсичних газів за показником вмісту каротиноїдів досліджені види можна розмістити таким чином: *Q. robur* > *R. pseudoacacia* > *A. negundo*.

3. У подальших дослідженнях буде вивчено динаміку залежності фотосинтетичної активності листків самосіву

деревних рослин від концентрації фотосинтетичних пігментів за дії токсичних газів.

Література:

1. Бессонова В. П., Яковлева С. О. Влияние надлишка хлорофилла на содержание каротиноидов в листьях растений. *Укр. бот. журн.* 2000. Т. 57, № 3. С. 306–310.
2. Бессонова В. П. Практикум з фізіології рослин. Д. : Свідлер, 2006. 318 с.
3. Бессонова В. П., Юсыпова Т. И. Семенное возобновление древесных растений и промышленные загрязнители (SO_2 и NO_2). Запорожье: ЗДУ, 2001. 193 с.
4. Бессонова В. П., Яковлева С. О. Активность хлорофиллазы и перекисного окисления липидов в листьях некоторых декоративных растений в условиях избытка хлорофилла в среде выращивания. *Физиология и биохимия культ. растений.* 1999. Т. 31, № 5 (181). С. 387–391.
5. Бухарина И. Л., Кузьмин П. А., Шарифуллина А. М. Анализ физиолого-биохимических особенностей липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в условиях техногенно загрязненной (на примере г. Набережные Челны). *Электронный ресурс.* Режим доступа: Available at <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/march-2013>.
6. Екологічний паспорт Дніпропетровської області (2011 р.). *Електронний ресурс.* Режим доступа: Available at <http://www.menr.gov.ua>.
7. Зайцева И. О., Долгова Л. Г. Физиолого-биохимические основы интродукции древесных растений у степовому Придніпров'ї. Д.: Вид-во ДНУ, 2010. 388 с.
8. Маракаев О. А., Смирнова Н. С., Загоскина Н. В. Техногенный стресс и его влияние на листовые древесные растения (на примере парков г. Ярославля). *Экология.* 2006. № 6. С. 410–414.
9. Парпан В. І., Миленка М. М. Морфофізіологічні особливості *Populus pyramidalis* Roz. в умовах урботехногенного забруднення середовища. *Екологія та ноосферологія.* 2009. 20(3–4). С. 84–90.

10. Сімонова М. Каротиноїди: будова, властивості та біологічна дія. Біологічні студії / *Studia Biologica*. 2010. 4(2). С. 159–170.

11. Фотосинтез: В 2-х т. / Под ред. Говинджи. М.: Мир, 1987. Т. 1. 728 с.

12. Юсупіва Т. І., Самко О. В. Вплив SO_2 та NO_2 на динаміку хлорофілу в листках самосіву деревних рослин. Вісн. Миколаїв. ун-ту. Сер. біол. науки. 2009. Вип. 24. № 4 (1). С. 282–287.

13. Pant P. P., Tripathi A. K. Impact of heavy metals on morphological and biochemical parameters of *Shorea robusta* plant *Ekológia (Bratislava)*. 2014. Vol. 33, No 2. P. 116–126.

14. Uhrin P., Supuka J. Quality assessment of urban trees using growth visual and chlorophyll fluorescence indicators. *Ekológia (Bratislava)*. 2016. Vol. 35, No 2. P. 160–172.

CAROTENOID CONTENT DYNAMICS IN THE SELF-SOWN LEAVES OF WOODY PLANTS UNDER INDUSTRIAL POLLUTION

Yusypiva T. I.

Oles Honchar Dnipro National University

JusyypivaTatjana@i.ua

The paper studies the influence of industrial pollution on carotenoid content dynamics in the self-sown leaves of woody plants in the conditions of the Dnipro City. The research objects were three species, among them one local flora representatives (*Quercus robur* L.) and two introduced species (*Acer negundo* L. and *Robinia pseudoacacia* L.).

The research material was collected in 2009 in the three sample areas: two test areas, which are located near the CJSC «Plant Dnipropres», and the reference area. Monitoring point 1 is characterized by the highest pollution rate and is located as far as 2000 m to the southwest of the source of industrial emission. It features average concentrations of toxic gases as indicated below: SO_2 – 5.8, NO_2 – 6.0 GDC accordingly. An average pollution rate is found at monitoring point 2 as far as 3000 m to the south of the plant, where the concentrations of SO_2 and NO_2 are 3 GDC. The relatively clean reference area is located in the Botanical garden of Oles Honchar Dnipro National University.

Study of the dynamics of auxiliary pigments of photosynthesis in assimilation organs of self-grown plants of investigated tree species shows the high sensitivity of this indicator to industrial pollution of sulfur (IV) and nitrogen (IV) oxides during the growing season. The study revealed that experimental and control plants have the same tendency of accumulation of yellow pigments in the leaves during the vegetation period. There is an increase of concentration of carotenoids in self-seeding leaves of all species in the zone of moderate pollution, and in *Q. robur* in the zone of strong. Due to the chronic effects of high doses of SO₂ and NO₂, the amount of yellow pigments in *A. negundo* leaves significantly reduces. In the order of stability reduction of plant resistance to toxic gases by the index of carotenoid content, the investigated species can be placed as follows: *Q. robur* > *R. pseudoacacia* > *A. negundo*.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-07>

UDK: 635.054:712.41(477.64 – 2)

**TREE SPECIES DIVERSITY IN THE SANITARY
PROTECTION ZONE OF THE «BIOSPHERE
CORPORATION» IN THE CITY OF DNIPRO, UKRAINE**

Bessonova V. P., Dzhygan O. P.

Dnipro State Agrarian and Economic University

elenapriymak@ua.fm

This article analyzes species diversity in experimental plot which located on special health protection zones of industrial company in the city of Dnipro. The aim of this research was to investigate the influence of anthropogenic emissions on plant distributing by their height, diameter of the bole and phytosanitary condition. The woody plantation requires reconstruction

Sanitary protection zone, plantation, species diversity, phytosanitary condition

During recent decades, the problem of contamination of the environment with antropogenic pollutants became more and more actual in modern megalopolises all over the world. Due to increase in output production the level of air pollution in technologically transformed areas with industrial emissions is

constantly rising [2, 21, 22]. The city of Dnipro is one of the most heavily industrialized regional centers exposed to high anthropogenic loads attributable to the facilities of the metallurgical, machinebuilding, chemical and other branches of industries. In such conditions there is a high rate of emissions per unit of the urban area [16]. In consequence of industrial activity of factories considerable quantity of harmful substances was founded in atmosphere. Fluorides, chlorides, gaseous sulfur compounds and nitrogen oxides are the most dangerous emission components [19, 23].

Greenery has a significant role to offset negative influence of industrial estates or affect the environment [3,5]. Thus special health protection zones are established. They provide plots with the specific regime of using and the amount of which makes it possible to reduce negative influence to environment to levels which are accepted by international standards [11].

Each industrial company should be surrounded by health protection zones, which have been established according to the standards [18].

They decrease the level of atmospheric air pollution, noise levels, and ensure the comfort of the climate [7, 17]. Green plants in the territories of industrial sites and sanitary protection zones improve the esthetic view of the space and serve a decorative function [9]. To effectively implement the sanitary protection zone of these functions, sufficient diversity of the tree species of plantations and its ecological compliance with the conditions of growth, stability to the airport of a particular manufacturing plant is necessary.

Under the influence of components of industrial emissions, accelerated aging of individual systems of the plant organism occurs [8], which is accompanied by changes in the activity of enzymes, damage to cells and organs [24], which reduces the for environment [4, 6, 13, 14]. Periodic monitoring of the species composition and life status of the plantings of the sanitary protection zone of the sanitary protection plantings is necessary for the development of recommendations for the reconstruction of the plantings.

The purpose of the present study was to determine the species composition and the vital condition of the tree planting of the sanitary protection zone of «Biosphere Corporation».

Materials and Methods

The investigations have been carried out in woody planting of the sanitary protection zone of «Biosphere Corporation» which was located in the city of Dnipro. Total area of the health protection zones according to the standards is 5.35 ha. The site where the facilities of «Biosphere Corporation» are located, borders with Prydniprovsk Repair and Mechanical Plant which has a section of open-hearth plant and workshop assembly.

Prydniprovsk TES is located in the remote area, about 3 km away from the «Biosphere Corporation». The area of sanitary protection zone of the above-mentioned industrial facility has a length of 240 m from the north and 223 m from the east, width is about 250 m.

Throughout the area of the sanitary protection zone there are tree stands. The study area of the sanitary protection zone was nominally divided into two sites. The first one is directly adjacent to the buildings of the enterprise, the second one is located across the road.

On the first site trees were planted by single plantations at a distance of 4–5 m from each other.

In the rows of the Chinese poplar (17 sp.) which grows along the alley to the main entrance, large gaps between the trees (9–14 m) are noted due to the dead trees. Further in the alley there are ordinary plantings of horse-chestnut (13 sp.) – 100 m and large-leaved linden (25 sp.) – 100 m. At the end of the main avenue there is a gap (65 m) in front of the administrative entrance. Further – ordinary plantings of Chinese poplar – 78 m (15 sp.) and white poplar – 60 m (12 sp.).

The second site is a small forest area with a dense stand and a large number of poles. The main emissions of the plant are sulfuric anhydride (SO₂) and nitrogen oxides (NO and NO₂). These substances are spread by air and negatively affect the state of plants.

The research was carried out in accordance with generally accepted methods on the basis of research and requirements for

the registration of plantings. The inventory was carried out in accordance with the requirements of the «Instructions for the technical inventory of green plantations in cities and towns of the urban type of Ukraine» [15]. The species composition of the dendroflora was determined by backgrounders [10, 12]. The diameter of the trunk was determined in centimeters at a height of 1.3 m from the root neck with a fork (measurement accuracy \pm 1 cm). The height was measured with the altimeter «Suunto». The degree of damage and damage to leaves on the scale is visually determined [20].

Results and discussion

In total, 1103 woody species were recorded in sanitary protection zone. Deciduous trees were dominants and comprised 56.21 % of all numbers of trees whereas coniferous plants were 43.79 % respectively. The species composition of trees included 11 family (*Betulaceae*, *Aceraceae*, *Bignoniaceae*, *Fabaceae*, *Fagaceae*, *Juglandaceae*, *Hippocastanaceae*, *Pinaceae*, *Salicaceae*, *Tiliaceae*, *Ulmaceae*) and 15 woody species: European white birch (*Betula pendula* Roth.), white willow (*Salix alba* L.), Chinese elm (*Ulmus parvifolia* Rupp.), Persian walnut (*Juglans regia* L.), petiolate oak (*Quercus robur* L.), smoking bean (*Catalpa bignonioides* Walter.), Norway maple (*Acer platanoides* L.), horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.), large-leaved linden (*Tilia platyphyllos* Scop.), black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), blackpine (*Pinus nigra* ssp. *Pallasiana*), white poplar (*Populus alba* Torr.), Chinese poplar (*Populus simonii* Carriere), black poplar (*Populus nigra* L.), white spruce (*Picea glauca* (Engelm) (Tab. 1).

We found out that large number of species belong to the family *Salicaceae* (four species) and to the family *Pinaceae* (two species). It must be noted that another families are represented only by one species.

According to the data obtained, it was reasonable to rank the families in following order of decreasing of specimens number: *Pinaceae* > *Salicaceae* > *Betulaceae* > *Fagaceae* > *Tiliaceae* > *Hippocastanaceae* > *Fabaceae* > *Aceraceae* > *Juglandaceae* > *Ulmaceae* = *Bignoniaceae*. Our data suggest that *Pinus nigra*

ssp. *Pallasiana* is represented by the largest number of specimens (476 spc.) and was 43.15 % of the total specimens number.

Table 1 – Species composition of planting in a sanitaryprotection zone of the «Biosphere Corporation»

Species	Total number, spc.	% of the total specimens number	Nat./in.
1	2	3	4
<i>Division Gymnospermae</i>			
<i>Family Pinaceae</i>			
<i>Pinus nigra</i> ssp. <i>Pallasiana</i>	476	43.15	in.
<i>Picea glauca</i> (Engelm)	7	0.64	in.
<i>Division Magnoliophyta</i>			
<i>Family Betulaceae</i> Gray.			
<i>Betula pendula</i> Roth.	40	3.63	nat.
<i>Family Bignoniaceae</i> Juss.			
<i>Catalpa bignonioides</i> Walter	1	0.09	in.
<i>Family Fabaceae</i> Lindl.			
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	19	1.72	in.
<i>Family Fagaceae</i> A.B.R.			
<i>Quercus robur</i> L.	30	2.72	nat.
<i>Family Salicaceae</i> Lindl.			
<i>Salix alba</i> L.	15	1.36	nat.
<i>Populus alba</i> Torr.	291	26.38	in.
<i>Populus nigra</i> L.	50	4.53	nat.
<i>Populus simonii</i> Carriere	94	8.52	in.
<i>Family Ulmaceae</i> Mirb.			
<i>Ulmus parvifolia</i> Rupp.	1	0.09	in.
<i>Family Hippocastanaceae</i> Torr.et Grey			
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	20	1.81	in.

Continuation of Table

1	2	3	4
Family <i>Juglandaceae</i> Lindl.			
<i>Juglans regia</i> L.	7	0.64	in.
Family <i>Aceraceae</i> Lindl.			
<i>Acer platanoides</i> L.	27	2.45	nat.
Family <i>Tiliaceae</i> Juss.			
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	25	2.27	nat.
Total:	1103	100	

Note: in. – introduced species, nat. – native species

Second highest in terms of quantity was *Populus alba* which comprised 26.38 % (291 spc.) of the total number of specimens. *Populus simonii* was quite widespread species in the study area and the amount of trees equals 8.52 % (94 spc.). The amount of other species is less than fifty pieces. In the sanitary protection zone only five species were native – *Betula pendula*, *Acer platanoides*, *Quercus robur*, *Populus nigra*, *Salix alba*. Their amount was 14.68 % of the total amount of trees. The number of introduced species (*Pinus nigra* ssp. *Pallasiana*, *Aesculus hippocastanum*, *Juglans regia*, *Ulmus parvifolia*, *Tilia platyphyllos*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus alba*, *Populus simonii*, *Picea glauca*) was 85.31 % the total amount of trees.

We investigated distribution of plants by their height and found out that the highest number of specimens was 42.17 % (275 spc.) (category of trees 4–5.9 m). Species of this category were ranked in decreasing order of the number of specimens: *Pinus nigra* (148 spc. – 53.81 %), *Populus alba* (84 spc. – 30.54 %), *Tilia platyphyllos* (17 spc. – 6.18 %), *Salix alba* (8 spc. – 2.90 %), *Populus simonii* (8 spc. – 2.90 %), *Populus nigra* (4 spc. – 1.48 %), *Aesculus hippocastanum* (3 spc. – 1.11 %), *Picea glauca* (1 spc. – 0.37 %) (Fig. 1).

Our results show that the least number of specimens was made up 0.31 % (2 spc.) (category of trees 18–19.9 m). Only one species in this category has been found (*Pinus nigra*). The highest

trees in sanitary protection zone were *Pinus nigra* in category 20–21.9 m (3 spc.).

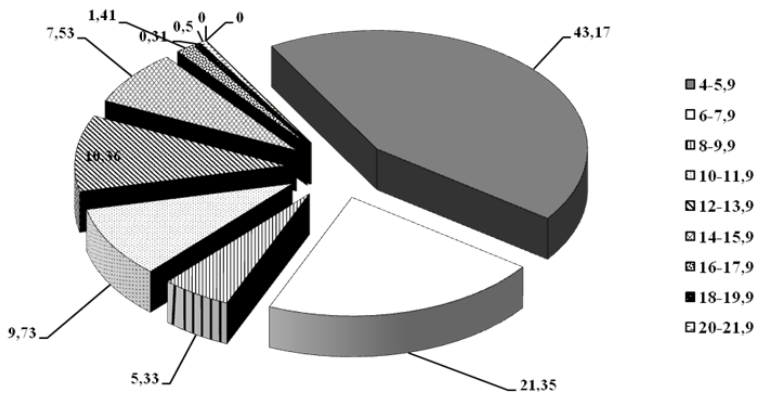


Figure 1 – Distribution of trees by their height in a sanitary protection zone of the «Biosphere Corporation», %

The analysis of plants by the diameter of the bole indicated that the largest group were trees of category from 6 cm to 9.9 cm (Tab.2). Their number was 35.95 % of the total amount of trees and equaled 229 spc. This category was represented by *Pinus nigra* (140 spc. – 61.13 %), *Populus alba* (64 spc. – 27.94 %), *Populus simonii* (3 spc. – 1.31 %), *Populus nigra* (6 spc. – 2.62 %), *Picea glauca* (4 spc. – 1.74 %). According to the data obtained the least number of specimens were in category from 70 cm to 73.9 cm (2 spc. of *Populus alba*) and in category from 78 cm to 81.9 cm (1 spc. of *Populus alba* and 1 spc. of *Salix alba*).

It is known that tree condition and current quality are important indicators of viability of green plantings. All woody plants were studied in accordance with the scale of phytosanitary conditions [20]. The health conditions of trees assessed the situation are the following: 0 points were given to trees without damage and perfectly healthy, 1 point was given to moderately damaged plants, 2 points were given to the trees with medium damage, 3 points were given to badly weakened plants, 4 points

were given to severely defoliated plants, 5 points were given to dead-wood of this year's and 6 points were given to dead-wood of previous years. Our data suggest that 130 specimens of *Pinus nigra* were in category with 0 points; it comprised 20.75 % of the total amount of trees on sites and 50.78 % of the numbers of this specimen (Tab. 3).

Pinus nigra is tolerant to stress climate and soil conditions. Our results show that pine needling of trees were intense green and annual increment was normal. However, others trees of this species which belonged to another group of vitality conditions were damaged by stem wood diseases, pests (carpet beetles) and high level of stem damage.

We registered ooze of gum due to damage of the bark. Vitality category I includes 203 specimens of trees (31.86 %). Among these species more than 40.0 % represent *Salix alba*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus alba*, *Populus simonii*, *Picea glauca*. Category II is composed of 164 trees (25.74 %), III – 91 spc. (14.28 %), IV – 39 spc. (6.12 %), V – 9 spc. (1.42 %), VI – 3 spc. (0.47 %). We found out that all members of these species are affected by pests. Our data suggest that brown spot, black spot and white spot damaged *Populus alba*, *Acer platanoides* and *Populus alba* respectively. *Tilia platyphyllos* was affected by linden gall midge. The worst condition is of *Aesculus hippocastanum* due to significant percentage of leaves tissue damaged by the horse-chestnut leaf miner. Apart from the diseases and pests the phytosanitary condition has been influenced by such factors as withered branches (341 trees), dry top of a tree, damaged by frost, hollow and defective trees. More withered branches had *Pinus nigra* and *Populus alba*. The dry top of the tree observed in 131 trees. These species were *Betula pendula*, *Salix alba*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus alba* and *Populus simonii*. The most affected was *Populus simonii* (90 spc. and 68.70 % of all trees in this category). Hollows had only two species: *Betula pendula* (1 specimens) and *Populus nigra* (2 specimens).

Thus, according to calculations by the formula [1], the planting in sanitary protection zone had are moderately weakened.

Table 2 – Distribution of woody plants in a sanitary protection zone of the «Biosphere Corporation» by the diameter of the bole

Species	Diameter, cm									
	2–9.9	10–17.9	18–25.9	26–33.9	34–41.9	42–49.9	50–57.9	58–65.9	66–73.9	74–81.9
<i>Betula pendula</i>	–	2/28.57	–	2/28.57	3/42.86	–	–	–	–	–
<i>Salix alba</i>	8/61.54	–	1/7.69	2/15.39	–	–	1/7.69	–	–	1/7.69
<i>Aesculus hippocastanum</i>	–	19/95.00	–	1/5.00	–	–	–	–	–	–
<i>Acer platanoides</i>	2/18.18	2/18.18	4/36.36	3/27.27	–	–	–	–	–	–
<i>Tilia platyphyllos</i>	2/8.00	17/68.00	6/24.00	–	–	–	–	–	–	–
<i>Robinia pseudoacacia</i>	–	5/33.33	3/19.99	1/6.66	6/39.99	–	–	–	–	–
<i>Pinus nigra</i>	156/60.94	63/24.60	12/4.68	15/5.86	3/1.17	–	1/0.39	6/2.34	–	–
<i>Populus alba</i>	83/48.53	27/15.79	11/5.94	12/6.53	13/7.59	11/5.46	6/2.05	2/0.68	5/1.72	1/0.34
<i>Populus simonii</i>	11/11.70	4/4.26	4/4.26	–	1/5.55	19/20.22	10/10.63	4/4.25	–	–
<i>Populus nigra</i>	7/38.88	6/33.33	2/11.11	–	1/5.55	1/5.55	1/5.55	–	–	–
<i>Picea glauca</i>	4/57.15	3/42.85	–	–	–	–	–	–	–	–
Total, (spc., %):	273/42.86	146/22.91	43/6.75	56/8.79	48/7.53	31/4.86	19/2.98	16/2.51	5/0.78	2/0.31

Note: numerator – number of trees, spc., denominator – % of the total amount of specimens

Table 3 – Distribution of woody plants by phytosanitary condition

Species	Category of conditions (point)							Total amount
	0	I	II	III	IV	V	VI	
<i>Betula pendula</i>	–	3/42.86	–	2/28.57	2/28.57	–	1/42.86	7/100
<i>Salix alba</i>	–	11/92.32	1/7.69	–	1/7.69	–	–	13/100
<i>Aesculus hippocastanum</i>	–	–	–	13/65.00	4/20.00	3/15.00	–	20/100
<i>Acer platanoides</i>	–	7/60.00	1/10.00	3/30.00	–	–	–	11/100
<i>Tilia platyphyllos</i>	–	–	23/92.00	1/4.00	1/4.00	–	–	25/100
<i>Robinia pseudoacacia</i>	–	3/20.00	1/6.67	9/20.00	2/13.33	–	–	15/100
<i>Pinus nigra</i>	135/50.78	53/20.70	45/17.57	14/5.46	9/3.51	3/1.71	–	256/100
<i>Populus alba</i>	–	71/40.93	80/46.78	10/5.84	7/4.09	3/1.57	2/0.78	171/100
<i>Populus simonii</i>	–	25/45.74	18/6.40	32/34.04	13/13.82	–	–	94/100
<i>Populus nigra</i>	–	3/16.66	8/44.44	7/38.88	–	–	–	18/100
<i>Picea glauca</i>	–	7/100	–	–	–	–	–	7/100
Total:	135/21.19	183/28.73	177/27.79	91/14.28	39/6.12	9/1.42	3/0.47	637/100

Note: numerator – number of trees, spc., denominator – % of the total amount of specimens

Conclusions:

Our research shows that:

1. The species composition of plantation in sanitary protection zone of the «Biosphere Corporation» in the city of Dnipro includes 15 species in quantity of 637 specimens among which 56.21 % were deciduous trees and 9 introduced species (85.31 % of all numbers of plants). Especially great amount is represented by the family Pinaceae (483 spc.) and the least amount belongs to the families *Bignoniaceae* and *Juglandaceae*.

2. It was found out that the main diameter of the trees bole ranged from 2 cm to 9 cm and main plant height ranged from 4 m to 6.0 m. The largest group of the trees by diameter of the bole included plants category from 6 cm to 9.9 cm (42.86 % of the total specimens). Thus, 43 % of planting had height from 4 m to 5.9 m and only 3 specimens had height of 21 m.

3. The prevailing amount of trees in sanitary protection zone were moderately weakened (28.73 % of all numbers of specimens). These group included more than a half of the specimens *Salix alba* and *Acer platanoides*. Trees without damage and perfectly healthy included 21.19 %, badly weakened plant included 14.28 % and dead-wood of last year included 1.89 % from total amount of plants.

4. The design of green plantations of the sanitary protection zone of the «Biosphere corporation» is satisfactory, but it needed reconstruction in order to increase the environmental cleaning role.

References:

1. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев. Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.

2. Аскарлов С. А., Яковлева Н. А., Ткачук О. А. Независимый мониторинг атмосферного воздуха на границе санитарно-защитных зон предприятий – важный инструмент улучшения экологической ситуации в регионе и экологического просвещения населения. Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Айхема. 2017. № 3(28). С. 9–16.

3. Белицкая М. Н., Нефедьева Е. Э., Макеев А. А., Шайхиев И. Г. Сравнительная оценка состояния зеленых

насаждений урбанизованных территорий: фоновые и санитарно-защитные зоны. Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. С. 409–411.

4. Бессонова В. П. Морфофункциональные исследования растений в условиях загрязнения среды тяжелыми металлами. Днепропетровск: ДГУ, 1991. 36 с.

5. Бессонова В. П., Зайцева І. А. Вміст важких металів у листі дереві чагарників в умовах техногенного забруднення різного походження. Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя : ЗНУ. 2008. Вип. 13, № 2. С. 62–77.

6. Бессонова В. П., Дубова О. В., Іванченко О. С. Вплив забруднення довкілля SO_2 та H_2S на вміст аскорбінової кислоти і глутатіону в корі пагонів різних за морозостійкістю троянд в осінньо-зимовий період. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2010. № 2. С. 6–10.

7. Бессонова В. П., Криворучко А. П. Показники анатомічної структури листків дуба червоного (*Quercus rubra* L.) в урботехногенних умовах. Вісник Львів. ун-ту. Сер. Біологія. 2017. В. 76. С. 29–37.

8. Гиниятуллин Р. Х. Средоочищающие функции тополя бальзамического и березы повислой в условиях промышленного загрязнения. Лесной вестник. 2010. № 5. С. 10–14.

9. Денисова Е. С. Использование ивы белой в озеленении санитарно-защитных зон Западной Сибири. Омский научный вестник. 2014. № 2 (134). С.199–203.

10. Доброчаева Д. Н., Котов М. И., Прокудин Ю. Н. Определитель высших растений Украины. Киев : Наукова думка, 1987. 548 с.

11. Железнова О. В. Санитарно-защитные зоны – поиск территориальных ресурсов. Теория и планирование. 2008. № 2. С. 62–67.

12. Заячук В. Я. Дендрологія. Львів : Априорі, 2008. 665 с.

13. Капелюш Н. В., Бессонова В. П. Зміна анатомічних показників листків *Platanus orientalis* L. під дією промислових емісій (техногенного навантаження). Інтродукція рослин. 2005. № 1. С. 81–87.

14. Павлов И. Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2005. 370 с.

15. Про затвердження Інструкції з технічної інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України за № 226 24.12.2001. Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02>.

16. Рублевська Н. І. Стан атмосферного повітря в техногенно забрудненому регіоні. Гігієна населених місць. 2007. № 50. С. 34–38.

17. Сабитова А. Г., Кулагин А. Ю., Гиниятуллин Р. Х. Эколого-экономическая эффективность проекта санитарно-защитной зоны для Улу-Телянского карьера. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т.14, №10. С. 1523–1527.

18. Семенюта А. В., Кретинин В. М., Таран С. С. Принципы формирования и размещения культуриценозов в санитарно-защитных зонах на техногенных землях. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2013. №2(30). С. 1–7.

19. Тарабрин В. П., Чернышева Л. В., Пельтихина Р. И. Использование зеленых насаждений для оптимизации среды в зоне загрязнения предприятий черной металлургии. СПб: Растения и промышленная среда, 1984. С. 101–106.

20. Якубов Х. Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений в Москве. Москва: ООО Стагирит-Н., 2005. 262 с

21. Ansari A. A., Gill S. S., Gill R., Lanza G. R., Newman L. Phytoremediation. Management of Environmental Contaminants, 2017. Springer. 514 p.

22. Iusypiva T., Miasoid G. The Impact of Industrial Pollution with Toxic Gases on Stem Histological Parameters of Woody Plant Undergrowth under Conditions of the Southern Industrial Zone of the City of Dnipro, Ukraine International Letters of Natural Sciences. 2016. Vol. 59. P. 62–71.

23. Martin A., Barber F. R. Growth response of *Ailanthus altissima* to SO₂. Environ. Pollut. Series A. 1981. P.149–153.

24. Roberts B. R. Foliar sorbtion of atmospheric sulfur dioxide by woody plants. Environ. Pollut. 1974. № 7. P. 133–140.

РІЗНОМАНІТТЯ ДЕНДРОФЛОРИ САНІТАРНО-ЗАХИСНОЇ ЗОНИ ПІДПРИЄМСТВА «БІОСФЕРА» У м. ДНІПРО, УКРАЇНА

Бессонова В. П., Джиган О. П.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

elenapriymak@ua.fm

Досліджено видовий склад та життєвий стан зелених насаджень у санітарно-захисній зоні підприємства «Біосфера» м. Дніпро. Загальна площа санітарно-захисної зони складала 5,35 га. Досліджувана територія була умовно розділена на дві ділянки. Перша безпосередньо прилягала до забудов підприємства, друга – розташована через автомобільну дорогу. На ділянці 1 дерева висаджені рядовими посадками на відстані 4–5 м одне від одного. Ділянка 2 являє собою невеликий лісовий масив. Насадження щільні, відмічається велика кількість підросту. Головними викидами даного підприємства є сірчаний ангідрид та оксиди азоту. Облік насаджень проводили за загальноприйнятими методиками.

У санітарно-захисній зоні зростає 1103 екземпляри деревних порід. З них хвойних 483 шт. (43,79 %), листяних – 620 шт. (56,21 %). Видовий склад представлений 11-ма родинами та 15-ма видами. Найбільша кількість видів належить до родини *Salicaceae* (26,7 % від загальної кількості видів). Встановлено, що найбільшу кількість екземплярів за розподілом рослин за висотою має категорія 4–5,9 м – 275 шт. (42,17 %). Найменшу кількість має категорія 18–19,9 м, що складає 0,31 % від загальної кількості дерев, і представлена лише одним видом – *Pinus nigra*.

Виявлено, що найчисленнішою є група рослин, діаметр штамбу яких коливається від 6 до 9,9 см. Їх число дорівнює 229 шт., що становить 35,95 % від загального числа. Найменшою кількістю представлені дерева зі значеннями цього показника від 74 до 81,9 см (0,31 %).

Встановлено, що переважна кількість дерев санітарно-захисної зони є помірно ослабленими – 28,73 % щодо усіх екземплярів. Понад п'ятдесят відсотків таких дерев належать до видів *Salix alba* та *Acer platanoides*. Рослини без ознак ослаблення складають 21,19 % від їх загальної кількості, сильно ослаблених – 14,28 %. До сухостою належать 1,89 % дерев.

Конструкція зелених насаджень санітарно-захисної зони корпорації «Біосфера» потребує реконструкції з метою підвищення їх середоочищаючої функції.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-08>

УДК: 551.584:712.253(1-751.3)(477.64)

МІКРОКЛІМАТИЧНА РОЛЬ ЗАПОВІДНИХ ПАРКОВИХ ДЕНДРОЦЕНОЗІВ м. ЗАПОРІЖЖЯ

Чонгова А. С.

*Дніпровський державний аграрно-економічний
університет*

a-chongova@ukr.net

Проаналізовано мікрокліматичне значення насаджень парків-пам'яток садово-паркового мистецтва. Для паркових дендроценозів властивий штучний садово-парковий фітоценоз, а для ботанічної пам'ятки природи «Старі дуби» – природно-антропогенний. Для деревних угруповань характерна наявність основних ярусів, але фітоценотична організація спрощена у зв'язку з маловираженими ярусами підросту та підліску. Під наметом деревних насаджень досліджуваних парків виявлено зниження температури повітря на 5,6–13,6 °С, підвищення вологості повітря на 6,0–15,0 %, зменшення рівня сонячної радіації на 50,2–81,7 клк. Кращий фітомеліоративний ефект мають парк «Кремлівський» та ботанічна пам'ятка природи «Старі дуби», найменший – «Парк енергетиків» та «Алея Слави».

*Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва,
фітомеліоративна функція, температура повітря, відносна
вологість, рівень освітленості*

Значення культурних ландшафтів (сади, парки, сквери) у межах міста проявляється насамперед у підтримці сприятливої екологічної обстановки для життєдіяльності населення міст. Зокрема, озеленені території позитивно

впливають і на клімат, що формується внаслідок взаємодії елементів антропогенного та природного середовищ [2, 3, 5, 8, 9].

Під час формування міського середовища виникають мікрокліматичні зони, де температура повітря більша, відносна вологість менша, швидкість вітру нижча ніж у прилеглих (сільських) територіях [2, 12]. Ефект кліматичної урбанізації має певні негативні наслідки і для здоров'я людини [10, 16, 19].

Найефективніший та найекономічніший спосіб пом'якшення негативних мікрокліматичних наслідків урбанізації є вплив рослинного покриву. Рослинний покрив може покращити мікроклімат міста, маючи великі поверхні для випаровування води, затримання і поглинання більшої частини сонячної енергії, що надходить. Це приводить до зменшення оточуючої температури повітря і збільшення його вологості внаслідок транспірації [7, 15].

Матеріали та методи досліджень

Мікрокліматичну оцінку проводили у місті Запоріжжя на території п'яти ППСІМ та однієї ботанічної пам'ятки природи. Зокрема, це «Парк ім. Т. Г. Шевченка», «Парк ЗС Запоріжжя-ІІ», «Алея Слави», «Парк енергетиків», «Кремлівській», що складають 26,3 % від загальної кількості парків. Окрім того, нами досліджено ботанічну пам'ятку природи місцевого значення «Старі дуби», яка представляє природне рослинне угруповання, на відміну від вищеперерахованих. Територія ботанічної пам'ятки входить до складу центрального парку культури та відпочинку (ЦПКіВ) м. Запоріжжя «Дубовий гай», тому формально є парковим насадженням. Загалом, ці об'єкти займають площу 47,9 га, що становить близько 9,5 % від площі усіх зелених насаджень міста.

Для оцінки середовищетвірної ролі визначали радіаційний режим за В. М. Алексеевим [1] та Ю. Л. Цельникер [17], зміни відносної вологості повітря і температурного режиму – за М. Д. Павловою [11]. Вимірювання вологості, температури повітря та освітленості проводили щомісячно, з травня до вересня включно (у період

найактивніших процесів вегетації) на початку 3-ої декади місяця за однакових умов (в одні й ті ж години доби, ясну, безвітряну погоду). За контроль обиралися території без зелених насаджень поряд з парком. Визначення вологості й температури повітря здійснювали дистанційним цифровим психрометром, величину сонячної радіації – люксометром Ю–116.

За класифікацією Н. М. Тюльпанова (1975) визначали співвідношення типів паркових ландшафтів на досліджуваних територіях [14].

Результати оброблені статистично за допомогою комп'ютерних програм Statistika 6, SPSS 13.

Результати та їх обговорення

За класифікацією дендроценозів В. П. Кучерявого [6], насадженням парків що вивчалися, зокрема «Парк ім. Т. Г. Шевченка», «Парк ЗС Запоріжжя-II», «Алея Слави», «Парк енергетиків» та «Кремлівський» властивий похідний штучний садово-парковий фітоценоз. Але основна частина насаджень на території «Парку енергетиків» та парку «Кремлівський» нині розвиваються за типом природного фітоценозу: мають зімкнутіший деревостан, активно формується природне поновлення переважаючих видів. Для ботанічної пам'ятки природи «Старі дуби» парку «Дубовий Гай» властивий похідний природно-антропогенний фітоценоз, бо пам'ятка природи створена на основі природного звичайного дубового лісу, у якому проводилася підсадка деревних рослин. Характеристика об'єктів дослідження наведена в таблиці 1.

Важливе місце у функціонуванні паркового фітоценозу та створенні сприятливого мікроклімату займає чагарникова рослинність, види якої формують підлісок. Видовий склад чагарників у деяких паркових насадженнях обмежений (табл. 1). Загалом підлісок дуже розріджений та неоднорідний.

Для оцінки впливу різних деревних видів, що відрізняються за ажурністю крони, на середовищеві функції різних парків визначали мікрокліматичні показники під наметом цих дерев. Але достовірної різниці між значеннями досліджуваних параметрів у різних

мікрогрупованнях не спостерігалось. Переважно, це пов'язано з незначними площами деревних асоціацій.

Таблиця 1 – Ландшафтна характеристика досліджуваних парків

Table 1 – Landscape characteristics of the studied parks

Назва та площа об'єкту	Деревно-чагарниковий намет	Деякі таксаційні показники	Співвідношення типів ландшафту
1	2	3	4
«Парк ім. Т. Г. Шевченка», 5,2 га	Деревний намет: <i>Robinia pseudoacacia</i> L. зі супутніми <i>Ulmus pinnato-ramosa</i> Dieck. ex Koehne, <i>Populus simonii</i> Carriere, <i>Betula pendula</i> Roth., <i>Tilia cordata</i> Mill. та <i>Acer platanoides</i> L.	p=0,6 h=10–17 м	Закритий – 20 % Напіввідкритий – 50 % Відкритий – 30 %
	Чагарниковий намет: <i>Syringa vulgaris</i> L., поодинокі ростуть <i>Ribes aureum</i> Pursh. та <i>Acer tataricum</i> L.	p=0,1 h=2 м	
«Парк ЗС Запоріжжя-П», 3,5 га	Деревний намет: панують <i>Robinia pseudoacacia</i> L. та <i>Populus bolleana</i> Louche з участю <i>Acer saccharinum</i> L., <i>Aesculus hippocastanum</i> L.	p=0,7 h=9–14 м	Закритий – 40 % Напіввідкритий – 40 % Відкритий – 20 %
	Чагарниковий намет: <i>Juniperus sabina</i> L., <i>Philadelphus coronarius</i> L., <i>Syringa vulgaris</i> L. та <i>Ligustrum vulgare</i> L., що формують низький живопліт	p=0,2 h=1,2 м	

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Парк «Алея Слави», 5,1 га	Деревний намет: <i>Quercus robur</i> L. з участю <i>Acer platanoides</i> L., <i>Aesculus</i> <i>hippocastanum</i> L. <i>Tilia</i> <i>platyphyllos</i> Scop., та <i>Betula pendula</i> Roth.	p=0,7 h=13–20 м	Закритий – 50 % Напіввідкритий – 20 % Відкритий – 30 %
	Чагарниковий намет: <i>Juniperus sabina</i> L. та <i>Swida alba</i> (L.) Opiz..	p=0,1 h=1,4 м	
«Парк енергетиків», 10,6 га	Деревний намет: панують <i>Robinia</i> <i>pseudoacacia</i> L. та <i>Ulmus</i> <i>densa</i> Mill. з домішкою <i>Ulmus pinnato-ramosa</i> Dieck. ex Koehne, <i>Aesculus hippocastanum</i> L. та <i>Acer negundo</i> L.	p=0,6 h=11–16 м	Закритий – 15 % Напіввідкритий – 40 % Відкритий – 45 %
	Чагарниковий намет: <i>Cotinus coggygria</i> Scop. та <i>Syringa vulgaris</i> L.	p=0,1 h=4,5 м	
Парк «Кремлівський», 6,5 га	Деревний намет: <i>Robinia</i> <i>pseudoacacia</i> L. з участю <i>Ulmus pinnato-ramosa</i> Dieck. ex Koehne, <i>Acer</i> <i>platanoides</i> L., <i>Sophora</i> <i>japonica</i> L., <i>Acer</i> <i>negundo</i> L., <i>Fraxinus</i> <i>lanceolata</i> Borkh.	p=0,8 h=11–17 м	Закритий – 70 % Напіввідкритий – 20 % Відкритий – 10 %
	Чагарниковий намет: <i>Swida alba</i> (L.) Opiz., <i>Sambucus nigra</i> L., <i>Syringa vulgaris</i> L., <i>Acer</i> <i>tataricum</i> L. та <i>Ligustrum</i> <i>vulgare</i> L. з <i>Spiraea</i> × <i>vanhouttei</i> (Briot) Zabel. формують живоплот	p=0,2 h=3,7 м	

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4
«Старі дуби», 5,0 га	Деревний намет: різновікові <i>Quercus robur</i> L. зі супутніми <i>Populus alba</i> L., <i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.	p=0,8 h=13–19 м	Закритий – 80 % Напіввідкритий – 15 % Відкритий – 5 %
	Чагарниковий намет: <i>Amorpha fruticosa</i> L., та <i>Swida alba</i> (L.) Opiz., <i>Acer tataricum</i> L. і <i>Lonicera tatarica</i> L., які формують узлісся	p=0,4–0,5 h=3,3 м	

Динаміка температурного режиму повітря наведена в таблиці 2. Протягом періоду вегетації денна температура повітря на територіях парків, що вивчалися, достовірно знижується.

Таблиця 2 – Середні значення денних температур за місяцями в парках (дослід) та на відкритих територіях (контроль), °С

Table 2 – Average daytime temperatures by months in parks (experiment) and in open areas (control), °С

Парки	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
«Парк ім. Т.Г. Шевченка»	<u>27,8*±0,12</u> 40,4±0,18	<u>30,3*±0,25</u> 37,3±0,16	<u>36,0*±0,10</u> 46,7±0,15	<u>24,6*±0,10</u> 33,8±0,20	<u>20,4*±0,12</u> 20,8±0,13
«Старі дуби»	<u>27,5*±0,13</u> 41,1±0,24	<u>28,5*±0,16</u> 39,1±0,43	<u>35,1*±0,10</u> 47,0±0,12	<u>22,0*±0,10</u> 32,7±0,17	<u>20,6*±0,06</u> 29,9±0,07
«Парк ЗС Запоріжжя-II»	<u>30,3*±0,14</u> 39,6±0,11	<u>29,7*±0,10</u> 38,9±0,10	<u>36,9*±0,12</u> 45,9±0,12	<u>23,5*±0,19</u> 32,7±0,12	<u>19,5*±0,11</u> 28,9±0,10
«Алея Слави»	<u>28,3*±0,09</u> 35,7±0,24	<u>31,1*±0,14</u> 38,7±0,11	<u>37,1*±0,10</u> 47,6±0,10	<u>24,7*±0,11</u> 33,5±0,13	<u>20,1*±0,16</u> 29,6±0,10
«Парк енергетиків»	<u>31,2*±0,14</u> 36,8±0,17	<u>30,0*±0,08</u> 37,1±0,11	<u>35,9*±0,09</u> 45,6±0,11	<u>24,3*±0,05</u> 32,9±0,18	<u>20,1*±0,12</u> 22,6±0,13
«Кремлівський»	<u>26,4*±0,12</u> 36,5±0,18	<u>28,4*±0,12</u> 37,6±0,14	<u>34,8*±0,08</u> 45,2±0,09	<u>23,5*±0,07</u> 33,1±0,10	<u>19,8*±0,15</u> 28,2±0,13

Примітка: у чисельнику – дослідні, у знаменнику – контрольні значення; * – достовірність відмінності порівняно з контролем $p > 0,001$

Найбільша амплітуда зменшення температури повітря порівняно з контролем відбувається під наметом дерев пам'ятки природи «Старі дуби» і варіює в різні місяці від $9,3 \pm 0,15$ до $13,6 \pm 0,26$ °С. Найменше знижується температура повітря під наметом деревних насаджень «Парку енергетиків» і коливається за місяцями від $5,6 \pm 0,11$ до $9,7 \pm 0,24$ °С. Це можна пояснити тим, що для ботанічної пам'ятки характерний високоповнотний деревостан з досить розвиненим чагарниковим ярусом та властиве переважання закритого типу простору, а для «Парку енергетиків» – середньоповнотний деревостан з переважанням відкритого ландшафту (табл. 1).

Найбільш однорідним за різницею температур є парк «Парк ЗС Запоріжжя-П», на території якого вона знижується стосовно контролю протягом вегетаційного періоду в діапазоні від $9,1 \pm 0,27$ до $9,4 \pm 0,18$ °С. Під наметом деревних насаджень інших парків температура повітря змінюється в різні місяці досліджуваного періоду в межах $7,0 \pm 0,26$ – $12,6 \pm 0,12$ °С у парку «Парк ім. Т. Г. Шевченка»; $7,4 \pm 0,21$ – $10,5 \pm 0,18$ °С у парку «Алея Слави» та $8,4 \pm 0,13$ – $10,4 \pm 0,08$ °С у парку «Кремлівський» [18].

За нашими даними, значення зменшення температури повітря під наметом паркових насаджень є досить вагомими. В той час, як за даними Р. Г. Синельщикова, на південному сході України [13] природній байрачний ліс знижує температуру повітря в середньому на $2,6$ °С, а парки – на $1,9$ °С.

Аналіз зниження температури повітря в різні місяці показав, що у травні спостерігається найширша амплітуда цього показника в парках. Це можна пояснити тим, що крона деревних рослин ще не сформувалася і значення температури повітря на територіях парків в першу чергу залежить від особливостей розташування досліджуваних об'єктів та ступенем «прогрітості» ґрунту. Наприклад, парки «Алея Слави» та «Парк енергетиків» знаходяться на відносно відкритих, добре продуваних ділянках, тому ґрунт швидко прогрівається, збільшуючи температуру повітря. І навпаки, парк «Парк ім. Т. Г. Шевченка» розташований у тіні

житлових та промислових будівель, що перешкоджає швидкому прогріванню ґрунту та розвитку листкової біомаси. Парк «Кремлівський» та ботанічна пам'ятка природи «Старі дуби» розташовані в низині біля водойм, що сприяє утворенню вологого та прохолодного мікроклімату.

Червень, липень і серпень характеризуються подібною постійністю температурного режиму під наметом зелених насаджень. Вони є найжаркішими місяцями року, тому в цей період добре прогривається ґрунт, повітря, і парковим насадженням важче підтримувати температуру на нижчому рівні.

У вересні, внаслідок несприятливих умов (антропогенних, фітосанітарних, кліматичних), починається процес дефоліації, що призводить до зменшення контрастності температур повітря під наметом паркових насаджень та на відкритих ділянках.

Водночас, усі значення (дослідні і контрольні) достовірно відрізняються в різні місяці протягом досліджуваного періоду.

У таблиці 3 наведені дані зі зміни відносної вологості повітря. На відміну від температури, вологість повітря на території парків достовірно підвищується.

Найбільше підвищення відносної вологості повітря спостерігається під наметом деревостану пам'ятки природи «Старі дуби». Порівняно з контролем, вологість збільшується на $6,0 \pm 0,13 - 15,0 \pm 0,16$ % залежно від місяця. Найменше змінюється відносна вологість на територіях парку «Алея Слави» та «Парку ЗС Запоріжжя-II» і підвищується на $4,7 \pm 0,12 - 7,2 \pm 0,17$ і $5,9 \pm 0,11 - 9,0 \pm 0,09$ % відповідно. На відміну від інших, ці парки мають найменшу площу (5,1 та 3,5 га відповідно), яка добре продувається. В них найгірше розвинений чагарниковий ярус, висота якого усього 1,4 та 1,2 м, відповідно.

Під наметом деревних рослин парків «Кремлівський» та «Парк ім. Т. Г. Шевченка» також відбувається незначне підвищення вологості повітря в період з червня до вересня: на $4,2 \pm 0,08 - 5,5 \pm 0,11$ і $5,4 \pm 0,10 - 7,9 \pm 0,16$ % відповідно, а в травні цей показник значно вищий і становить $13,8 \pm 0,21$ % для «Парку ім. Т. Г. Шевченка» і $12,2 \pm 0,22$ % для парку

«Кремлівський» (подібна ситуація властива і насадженням ботанічної пам'ятки «Старі дуби», під наметом яких у травні вологість збільшується на $15,0 \pm 0,25$ %) [18]. Можливо, як вже вказувалося раніше, це пов'язано з особливостями розташуванням цих об'єктів: «Парк ім. Т. Г. Шевченка» – в затишному місці між будівель, парк «Кремлівський» – в балці, а ботанічна пам'ятка природи «Старі дуби» – біля водойм.

Таблиця 3 – Середні значення відносної вологості повітря за місяцями в парках (дослід) та на відкритих територіях (контроль), %

Table 3 – Average values of relative air humidity for months in parks (experiment) and in open territories (control), %

Парки	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
«Парк ім. Т.Г. Шевченка»	$40,8^* \pm 0,24$ 20,5±0,23	$30,1^* \pm 0,19$ 24,6±0,12	$27,8^* \pm 0,16$ 21,2±0,22	$28,9^* \pm 0,22$ 22,7±0,19	$27,9^* \pm 0,18$ 23,7±0,19
«Старі дуби»	$41,4^* \pm 0,34$ 26,4±0,22	$32,8^* \pm 0,21$ 23,9±0,16	$30,6^* \pm 0,22$ 20,3±0,16	$31,1^* \pm 0,17$ 22,1±0,26	$27,8^* \pm 0,18$ 21,8±0,46
«Парк ЗС Запоріжжя-ІІ»	$32,8^* \pm 0,21$ 24,8±0,17	$29,4^* \pm 0,19$ 23,1±0,13	$29,7^* \pm 0,16$ 20,7±0,16	$29,1^* \pm 0,24$ 22,6±0,23	$28,3^* \pm 0,21$ 22,4±0,27
«Алея Слави»	$29,6^* \pm 0,18$ 24,3±0,13	$26,2^* \pm 0,18$ 21,5±0,23	$28,2^* \pm 0,15$ 21,0±0,15	$28,5^* \pm 0,22$ 21,8±0,17	$27,9^* \pm 0,18$ 21,5±0,21
«Парк енергетиків»	$30,8^* \pm 0,27$ 25,1±0,14	$28,8^* \pm 0,17$ 23,9±0,14	$28,8^* \pm 0,17$ 21,8±0,22	$29,7^* \pm 0,26$ 24,6±0,18	$37,7^* \pm 0,24$ 27,1±0,20
«Кремлівський»	$40,9^* \pm 0,40$ 28,7±0,25	$34,9^* \pm 0,22$ 27,6±0,17	$31,1^* \pm 0,18$ 23,1±0,15	$31,5^* \pm 0,22$ 23,7±0,19	$29,3^* \pm 0,22$ 23,3±0,27

Примітка: у чисельнику – дослідні, у знаменнику – контрольні значення; * – достовірність відмінності порівняно з контролем $p > 0,001$

Для «Парку енергетиків» характерна протилежна ситуація: з травня до серпня під наметом зелених насаджень вологість підіймається лише на $4,9 \pm 0,13$ – $7,0 \pm 0,11$ %, а у вересні – на $10,6 \pm 0,18$ %.

Загалом, на варіювання відносної вологості протягом досліджуваного періоду за місяцями впливає атмосферна вологість, зволоженість ґрунту та температура повітря, з

якою спостерігається негативна кореляційна залежність. Також впливає стан облиствленості крони дерев, особливо в травні та вересні.

Треба відзначити, що значення відносної вологості повітря під наметом насаджень парків «Кремлівський», «Алея Слави» та ботанічної пам'ятки «Старі дуби» в липні та серпні практично однакові між собою.

Деревні насадження парків майже на порядок знижують рівень освітленості в порівнянні з цим показником на контрольних ділянках [4]. Це підтверджують і наші дослідження (табл. 4).

Таблиця 4 – Середні значення рівня освітленості за місяцями в парках (дослід) та на безлісих територіях (контроль), клк

Table 4 – Average values of the illumination level for the months in the parks (experiment) and in the terrible territories (control), qlx

Парки	травень	червень	липень	серпень	вересень
«Парк ім. Т. Г. Шевченка»	$7,5^{*} \pm 1,58$ 79,2±0,49	$17,4^{*} \pm 3,79$ 79,6±0,42	$7,4^{*} \pm 1,14$ 89,0±0,58	$8,6^{*} \pm 1,58$ 71,7±0,52	$3,6^{*} \pm 0,38$ 55,9±0,49
«Старі дуби»	$5,6^{*} \pm 0,54$ 84,8±0,60	$9,7^{*} \pm 2,52$ 84,8±0,57	$8,1^{*} \pm 1,28$ 88,8±0,54	$7,1^{*} \pm 1,23$ 75,1±0,38	$4,7^{*} \pm 0,41$ 57,2±0,48
«Парк ЗС Запоріжжя-Ш»	$6,5^{*} \pm 0,52$ 73,5±4,3	$7,2^{*} \pm 0,92$ 87,5±0,59	$7,5^{*} \pm 1,25$ 87,5±0,19	$7,0^{*} \pm 0,94$ 73,6±0,37	$5,7^{*} \pm 1,10$ 55,9±0,49
«Алея Слави»	$7,6^{*} \pm 0,81$ 63,4±1,09	$5,6^{*} \pm 0,58$ 85,3±0,49	$9,2^{*} \pm 1,52$ 85,3±0,42	$10,5^{*} \pm 0,36$ 74,8±0,36	$4,4^{*} \pm 0,52$ 61,5±0,63
«Парк енергетиків»	$5,5^{*} \pm 0,57$ 70,5±0,66	$6,4^{*} \pm 1,28$ 71,9±0,69	$10,6^{*} \pm 2,10$ 88,6±0,42	$6,3^{*} \pm 2,43$ 72,8±0,48	$2,7^{*} \pm 0,75$ 62,7±0,75
«Кремлівський»	$5,5^{*} \pm 0,61$ 71,7±0,90	$4,1^{*} \pm 0,26$ 85,9±0,56	$4,5^{*} \pm 0,61$ 85,6±0,37	$6,3^{*} \pm 1,07$ 71,8±0,49	$4,4^{*} \pm 0,63$ 57,3±0,49

Примітка: у чисельнику – дослідні, у знаменнику – контрольні значення; * – достовірність відмінності порівняно з контролем $p > 0,001$

Зміни рівня сонячної радіації в різних парках протягом досліджуваного періоду близькі. Під наметом зелених насаджень пам'ятки природи «Старі дуби» рівень освітлення зменшується на $52,5 \pm 0,74$ – $80,7 \pm 1,03$ клк за місяцями, під

наметом парку «Кремлівський» – на $60,0 \pm 0,45 - 78,0 \pm 0,83$, «Парку ЗС Запоріжжя-II» – на $50,2 \pm 0,52 - 80,2 \pm 1,03$, «Парку енергетиків» – на $60,0 \pm 1,22 - 78,0 \pm 0,93$, парку «Алея Слави» – на $55,8 \pm 0,72 - 79,7 \pm 1,15$, «Парку ім. Т.Г. Шевченка» – на $50,4 \pm 0,69 - 81,7 \pm 0,84$ [18].

Незначні відмінності між парковими насадженнями в зміні рівня сонячної радіації під їхнім наметом можна пояснити різною структурою насаджень, повнотою деревостану та співвідношенням типів простору (закриті, відкриті, напіввідкриті).

Основні відмінності між змінами рівня освітленості простежується за місяцями. Починаючи з липня до вересня, зелені насадження парків менше затримують сонячну радіацію. Це пов'язане зі зменшенням кута падіння сонячних променів на земну поверхню внаслідок зміни положення Землі відносно Сонця.

Загалом, показники рівня освітленості під пологом паркових насаджень достовірно не відрізняється в період червень-липень та липень-серпень.

Таким чином, досліджувані парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва, як важливі складові системи озеленення міста, створюють сприятливіший мікроклімат для відпочиваючих, наближуючи значення температури та вологості повітря, рівня освітленості до показників мікрокліматичного комфорту для людини. При цьому вплив деревних насаджень різних парків на зміну мікрокліматичних показників протягом найактивнішого вегетаційного періоду є подібними. Водночас, кращий середовищепокращуючий ефект мають парки з вищою повнотою деревостану та більш розвиненим чагарниковим ярусом. Також має значення територіальне розташування самого парку.

Висновки

1. Деревні насадження досліджуваних парків-пам'яток та ботанічної пам'ятки м. Запоріжжя створюють більш сприятливий мікроклімат для відпочиваючих, зокрема знижують температуру повітря на $5,6 \pm 0,11 - 13,6 \pm 0,26$ °C, підвищують вологість повітря на $6,0 \pm 0,13 - 15,0 \pm 0,16$ % та

зменшують рівень сонячної радіації на $50,2 \pm 0,52 - 81,7 \pm 0,84$ клк.

2. Вищий середовищепокращуючий ефект мають парк «Кремлівський» та ботанічна пам'ятка «Старі дуби», а менший – «Парк енергетиків» та «Алея Слави», що пояснюється розташуванням парків, переважанням відкритих та напіввідкритих типів простору та спрощеною структурою дендроценозів.

Література:

1. Алексеев В. А. Световой режим леса. Москва : Наука, 1975. 228 с.

2. Гельмут Е. Л. Климат города: пер. с англ. Л. : Гидрометеоиздат, 1983. 240 с.

3. Зыков И. Г., Анопин В. Н. Мелиоративная роль пригородных лесонасаждений в аридных зонах. Лесное хозяйство. 2003. № 4. С. 41–42.

4. Іванько І. А. Особливості деструктивних змін насаджень напівосвітленого типу світлової структури у степу. Екологія та ноосферологія. 2006. № 1–2. С. 41–45.

5. Киричок Л. С., Гірс О. А. Фітоклімат захисно-декоративних насаджень на териконах вугільних шахт Донбасу. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2010. Вип. 152. Ч. 2. С. 126–132.

6. Кучерявий В. П. Сади і парки Львова. Львів : Світ, 2008. 360 с.

7. Леса и изменение климата в Восточной Европе и Центральной Азии. Украина. К. : ФАО, 2010. С. 169–192.

8. Медведева М. В., Федорец Н. Г. Оценка состояния лесных экосистем, поврежденных влиянию урбанистического пресса. Лесное хозяйство. 2004. № 5. С. 23–25.

9. Мирошниченко А. А. Аграрно-рекреационные зоны в Украине. Днепропетровск : ВЕТА-ПРИНТ, 1998. 178 с.

10. Новиков С. М., Скворцова Н. С., Кислицин В. А., Шашина Т. А. Влияние непродолжительных изменений погодных условий на риск для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха. Гигиена и санитария. 2007. № 5. С. 26–28.

11. Павлова М. Д. Практикум по агрометеорологии. Л. : Гидрометеоиздат, 1984. 184 с.

12. Подколзин М. М. Зеленые насаждения как фактор смягчения последствий явления теплового загрязнения городской среды. Промислова ботаника: стан і перспективи розвитку: матеріали VI міжнародної конференції, Донецьк, 4–7 жовтня, 2010 р. Донецьк, 2010. С. 368–374.

13. Синельников Р. Г. Древесные культууронозы в аспекте техногенной трансформации растительного покрова Донбасса. Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития: тезисы докладов республиканской научной конференции, посвященной 25-летию Донецкого ботанического сада АН УССР (Донецк, сентябрь 1990). Донецк, Наукова думка: 1990. С. 39–42.

14. Тюльпанов Н. М. Лесопарковое хозяйство: учебн. пособ., для техникумов, изд. 2-е, перераб. и доп. Л. : Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1975. 160 с.

15. Уваров Г. И. Влияние лесных полос на температуру воздуха и почвы. Лесное хозяйство. 2004. № 6. С. 37–38.

16. Умрихіна Л. М. Роль і значення забруднення атмосферного повітря, метеорологічних факторів та соціально-побутових, умов у формування показників захворюваності дитячого населення м. Києва. Гігієна населених місць. 2010. № 56. С. 61–69.

17. Цельникер Ю. Л. Радиационный режим под пологом леса. М. : Наука, 1969. 98 с.

18. Чонгова А. С. Вплив деревних насаджень парків м. Запоріжжя на рівень освітленості, температуру та вологість повітря. Рослини та урбанізація: матеріали II міжнародної науково-практичної конференції (Дніпропетровськ, 29–30 листопада 2011 р). Дніпропетровськ, 2011. С. 20–21.

19. Hall Polly. The effects of weather on human health. J. Meteorol. 2003. 28. № 283. P. 354–358.

MICROCLIMATIC ROLE OF LANDSCAPE PARK DENDROCENOSIS IN ZAPORIZHZHYA

Chongova A. S.

Dniprovsky State Agrarian and Economic University

a-chongova@ukr.net

Microclimatic assessment was carried out in the city of Zaporizhzhya in the territory of five parks-monuments of landscape gardening art («T. G. Shevchenko Park», «Park RS-Zaporizhzhya-II», «Alley of Glory», «Park of Power Engineers», Park «Kremlin»), which make up 26.3 % of the total number of parks, and one botanic natural landmark «Old Oaks».

Artificial garden-park phytocenosis peculiar for parks, and for the botanic natural landmark, «Old oaks» – natural and anthropogenic. The parkland is characterized by the presence of the main storey, however, the phytocenotic organization is simplified due to the limited storeys of undergrowth and growth.

During the study period, the daily air temperature in the territories of the studied parks significantly decreased by 5.6 ± 0.11 – 13.6 ± 0.26 °C. The greatest decrease in the air temperature compared to control occurs under the tent of the trees of the natural landmark «Old Oaks» and varies in different months from 9.3 ± 0.15 to 13.6 ± 0.26 °C. The temperature of the air from the tent of the tree plantation «Park of Power Engineers» decreases the least, and varies over the months from 5.6 ± 0.11 to 9.7 ± 0.24 °C. This can be explained by the fact that the natural landmark is characterized by a high-quality tree-farm with a sufficiently developed shrub tier and the prevalence of a closed type of space, and for the «Park of Power Engineers» – a medium-complex tree stratum with a predominance of an open landscape. All values (experimental and control) significantly differ in different months during the investigated period, primarily because of the seasonal characteristics of the vegetative period.

Humidity in the territory of parks significantly increases by 6.0 ± 0.13 – 15.0 ± 0.16 %. The greatest increase is observed under the tent of the tree stand of the natural landmark «Old oaks» (6.0 ± 0.13 – 15.0 ± 0.16 %). The least relative humidity varies in the territories of the park «Alley of Glory» and «Park RS of Zaporizhzhia-II» (by 4.7 ± 0.12 – 7.2 ± 0.17 and 5.9 ± 0.11 –

9.0±0,09 % respectively). These parks have the smallest area and the worst-developed shrub tent.

The tree plantings of parks reduce the level of solar radiation almost at the same level compared with this indicator on control sites. The significance of changes in the level of illumination in different parks are close and make up 50.2±0.52–81.7±0.84 qlx.

Thus, the explored parks, monuments of landscape gardening, as important components of the system of greening the city, create a more favorable microclimate for holidaymakers. «Kremlin Park» and the natural landmark «Old oaks» have the best environment improving effect, while the smallest one is of the «Park of Power Engineers» and the «Alley of Glory». The unequal power of influence of tree plantations of different parks on the change of microclimatic indicators depends on the completeness of the tree-stands, the correlation between the types of parkland landscape, and the development of the shrub-tier. Also important is the area and the territorial location of the park itself.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-09>

УДК 632.4:633.853.55

**ОЦІНКА ГЕНЕТИЧНО ОБУМОВЛЕНОЇ СТІЙКОСТІ
СОРТІВ РИЦИНИ ТА СТРУКТУРИ
САПРОТРОФНОГО КОМПЛЕКСУ РИЗОСФЕРИ ДО
ФУЗАРІОЗУ**

Войтович О. М., Костюченко Н. І.
Запорізький національний університет
helenVoit@gmail.com

Досліджено генетичну здатність рицини опиратися фітопатогенному впливу *Fusarium oxysporum* та змін структури сапротрофного комплексу мікроміцетів ризосфери під впливом штучного фузаріозного фону.

Популяція гібридів F₂, отриманих від схрещування контрастних за стійкістю до ураження фузаріозом сортів рицини, може змінювати свою структуру протягом вегетації залежно від генетичного донора стійкості. Вивчення морфометричних показників свідчить про те, що зміни в структурі популяцій гібридів F₂ є наслідком вибіркового виживання стійких до фузаріозної інфекції генотипів.

Показано зменшення на 10 % видового різноманіття мікроміцетів за рахунок зменшення кількості рідкісних видів, що свідчить про втрату стабільності. Суттєво збільшується кількість представників роду *Penicillium* та до 8–15 % – кількість меланінівмісних грибів, як показника загальної токсичності ґрунту.

Fusarium oxysporium, стійкі сорти, інфекційний фон, структура популяції рицини за кількісними ознаками, токсичність ґрунту, чисельність мікроміцетів

Гриби роду *Fusarium* є постійним компонентом ґрунтів агроценозів, який в залежності від екологічних умов існування в різній мірі впливає не тільки на формування грибного ценозу та асоціацій мікроорганізмів, але й вступає в досить складні взаємовідносини з вищими рослинами [2, 15, 17]. Саме з ґрунтовим *Fusarium oxysporium* пов'язано виникнення однієї з найбільш шкідливих хвороб сільськогосподарських культур – фузаріозного в'янення, яке призводить до значних втрат та навіть повної загибелі врожаю [1, 3].

Загальновідомо, що однією з передумов успішної боротьби з поширенням захворювання є селекційні програми з використанням інфекційних фонів, направлені на виведення стійких сортів. Зокрема показана ефективність подібних методів для рицини, льону та інших культур [13].

Фітопатогенна стійкість рослин – це комплексна ознака, що представляє систему заходів, перешкоджаючих спочатку проникненню, а потім поширенню інфекції в органах рослини завдяки морфолого-анатомічним бар'єрам та біохімічним особливостям метаболізму. Подібне тестування стійкості відбувається впродовж всієї вегетації, а ефективність боротьби крім генетично обумовленої здатності рослин до протидії патогену залежить, безумовно, від екологічних умов довкілля [10]. Саме ґрунтово-кліматичні умови можуть призвести до змін у складі ризосферного сапротрофного комплексу, що часто викликає підвищення загальної фітотоксичності ґрунту [8, 14].

Метою нашої роботи була оцінка генетичної стійкості популяцій рицини до фузаріозного в'янення впродовж вегетації на інфекційному фоні за деякими морфологічними

показниками та вивчення динаміки екологічних змін її ризосферного оточення.

Матеріали та методи досліджень

Як об'єкт дослідження використовували сорти рицини та гібриди, отримані від схрещування контрастних за стійкістю до фузаріозу зразків.

Інфекційний фон створювали шляхом внесення чистої культури гриба *Fusarium oxysporium* в ґрунт з розрахунку 4 г у гніздо перед висіванням насіння (по 2 шт. у гніздо, 70×70). Виділення збудника фузаріозу та приготування інокулюма здійснювали за загальноприйнятими методиками [2, 6].

Проводили оцінку загальної здатності протистояти захворюванню шляхом прямого обліку рослин, які вижили на інфекційному фоні продовж вегетації (у відсотках до загальної кількості) та оцінку змін у структурі популяції за такими морфометричними показниками як висота рослини, довжина китиці, довжина міжвузля, кількість вузлів та довжина плодоніжки.

Зразки ризосферного ґрунту для аналізу відбирали в фазу масового цвітіння рослин та восени наприкінці вегетації. Чисельність та видовий склад грибів визначали методом висіву на тверде поживне середовище Чапека [7, 8]. Облік колоній проводили на 7–14 добу. Чисельність визначали у колонієутворюючих одиницях на грам ґрунту (КУО/г).

Родовий склад та ідентифікацію виділених культур грибів проводили за макро- та мікроморфологічними культуральними ознаками за визначниками [5, 11, 12].

Угруповання мікроміцетів у ризосфері рицини були охарактеризовані за кількісними та якісними (коефіцієнт Сьоренсена) екологічними критеріями [9].

Результати та їх обговорення

Впродовж вегетаційного періоду шляхом обліку кількості рослин, що вижили на інфекційному фоні, проводили оцінку загальної здатності рослин протистояти захворюванню (табл. 1).

Таблиця 1 – Чутливість сортів ріцини до фузаріозного в'янення

Table 1 – Sensitivity of castor bean varieties to fusariosis wilting

Фаза вегетації Сорт	Частка пошкоджених рослин, %				
	4–6 справжні листки	початок цвітіння	рясне цвітіння	дозрівання	усього за вегетацію
ВНИИМК 165 улучшенный	0	0	0	0	0
Хортицька 1	2,5±2,47	2,5±2,47	0	7,5±4,16	12,5±5,20
Донская крупнокистная	0	23,5±5,91	12±4,1	14,0±4,91	50,0±7,06
Небраска	45,0±9,91	30,0±10,2	0	0	75,0±8,00
Гібрид ранній	45,8±9,17	45,8±9,17	0	8,3±5,63	100,0

Генетично обумовлена різниця між сортами щодо схильності до захворювання простежується протягом всієї вегетації та дозволяє чітко диференціювати обрані сорти за стійкістю до фітопатогенного впливу фузаріуму. Так, сорт ВНИИМК 165 улучшенный показав абсолютну стійкість протягом усього періоду розвитку на відміну від сорту Гібрид ранній, у якого чутливість до інфекції склала наприкінці вегетації 100 %. Ступінь стійкості інших сортів була проміжною, але відмінності за кількістю пошкоджених рослин від 12,5 до 75 % дозволяють визначити сорт Хортицька 1 як стійкий, а сорти Донская крупнокистная та Небраска як нестійкі.

Безумовно ступінь пошкоджуючого фітопатогенного впливу залежить від стадії розвитку рослини, бо загальний фізіологічний стан значною мірою визначає рівень захисних можливостей організму. Найбільш сприятливими для пошкодження виявились початкові онтогенетичні стадії (до цвітіння), коли захисні можливості насамперед чутливих сортів не дозволяли їм ефективно протидіяти згубному впливу грибної інфекції та призводили до ураження 23,5–45,8 % рослин нестійких сортів.

Для оцінки генетичної основи успадкування стійкості та з'ясування можливостей ефективного селекційного процесу в цьому напрямку було проведено оцінку стійкості

гібридного покоління F₂, отриманого від схрещування контрастних батьківських пар. Результати, наведені в таблиці 2, свідчать про можливість існування двох типів успадкування цієї ознаки.

Таблиця 2 – Чутливість популяції F₂ рицини до фузаріозного в'янення

Table 2 – Sensitivity of castor bean F₂ population to fusariosis wilting

Гібрид	Частка пошкоджених рослин, %			
	4–6 справжні листки	початок цвітіння	рясне цвітіння	усього за вегетацію
Хортицька 1 × Небраска	21,9±3,19	34,5±3,67	14,3±2,70	70,7±3,5
ВНИИМК 165 улучшенный × Донская я крупнокостная	3,1±1,16	5,78±1,56	2,67±1,07	11,4±2,1

Використання в обох схрещуваннях у якості материнської рослини стійкої форми призвело до отримання абсолютно різних результатів щодо успадкування цієї ознаки. Так, гібрид Хортицька 1 × Небраска впродовж вегетації втратив від захворювання на фузаріоз майже ¾ популяції, тоді як гібриди F₂ ВНИИМК 165 улучшенный × Донская крупнокостная виявились дуже стійкими до захворювання і частка загиблих рослин за всю вегетацію склала лише 11,4 %. Різний характер успадкування ознаки стійкості до фузаріозного в'янення є свідченням того, що сама здатність рослини протидіяти згубному впливу інфекції може формуватися за рахунок багатьох морфологічних особливостей та метаболічних змін, починаючи від створення механічних бар'єрів для проникнення інфекції і до змін у вуглеводному обміні з метою меланізації водопровідних тканин для зупинки розповсюдження інфекції та активації ферментних систем захисту.

Різна чутливість батьківських форм до патогенного впливу – це результат певної генетичної відмінності між ними та, враховуючи безумовно полігенний характер успадкування ознаки та складність загальної будови та експресії генетичного матеріалу, ймовірна певна ступінь зчеплення з іншими ознаками. Дослідження деяких морфометричних показників у популяціях гібридів є свідченням того, що зміни у структурі популяцій F₂отримані внаслідок вибіркового виживання стійких до фузаріозної інфекції генотипів (табл. 3).

З усіх проаналізованих нами морфометричних показників лише деякі виявили суттєву різницю між середнім значенням ознак у гібридів контрольної та дослідної популяції. Але в усіх цих випадках збільшувалась доля генотипів, які за своїми морфометричними показниками наближаються саме до стійкої батьківської форми. Враховуючи той факт, що вимірювання всіх характеристик відбувалося на стадії фізіологічної стиглості, а найбільш чутливим до інфекції є навпаки початковий етап росту, то зрозуміло, що зрушення в структурі популяції є наслідком саме виживання більш стійкої частини нащадків та загибелі чутливих до фітопатогену.

Внесення культури доволі агресивного гриба *Fusarium oxysporium* в ґрунт змінює не тільки метаболізм рослини, спричиняючи розгортання захисних програм, але й насамперед впливає на аборигенну ґрунтову мікрофлору в ризосфері рослини, змінюючи структуру біотичного оточення рицини як у відношенні якісного, так і кількісного складу компонентів.

Проведений аналіз обліку загальної чисельності грибів у ризосфері рицини показав, що кількість мікроміцетів динамічно змінюється протягом вегетації, сягаючи максимальних значень у період масового цвітіння, коли метеорологічні показники температури та вологості наближені до оптимальних, та різко зменшуючись восени як в контролі, так і в досліді (табл. 4). Одним із факторів, що сприяв такому значному падінню показників загальної чисельності видів, є безумовно різке погіршення умов зволоження, яке спостерігалось з кінця серпня майже до

Таблиця 3 – Вплив фузаріозного фону вирощування на структуру популяції F₂ рицини
Table 3 – Influence of fusariosis background of growing on the structure of castor bean F₂ population

Висота штамба, см	Висота рослини, см	Довжина китиці, см	Довжина міжвузля, см	Кількість вузлів	Довжина плодоніжки, см
Хортицька 1					
70,7±2,18	141,1±4,68	15,3±1,00	7,5±0,29	9,1±0,32	2,1±0,15
ВНИИМК 165 улучшенный					
82,5±1,66	182,0± 4,20	17,5±0,65	9,5±0,22	9,9±0,09	1,8±0,07
Донская крупнокитная					
80,3±2,34	150,8±3,69	28,8±2,00	7,9±0,18	9,9±0,21	1,3±-,10
Гібрид ранній					
43,6±2,14	123,7±7,87	17,9±3,39	6,4±0,22	6,7±0,33	2,5±0,05
Небраска					
44,2±2,00	134,5±4,61	14,9±1,16	7,0±0,26	6,4±0,09	2,1±0,08
ВНИИМК 165 улучшенный × Небраска					
73,8±2,76	184,6±3,33	18,5±0,92	9,2±0,23	8,1±0,18	2,1±0,06
77,7±2,78	185,0±2,85	21,5±0,98**	9,3±0,21	8,7±0,18*	2,3±0,06
ВНИИМК 165 улучшенный × Донская крупнокитная					
78,1±2,95	151,8±2,41	20,5±1,17	10,9±0,27	7,2±0,15	2,1±0,08
83,2±2,34	157,9±2,76	22,0±0,91	10,6±0,17	7,8±0,14	2,3±0,07*
Хортицька 1 × Гібрид ранній					
63,0±1,19	141,1±2,17	16,2±0,95	9,4±0,16	6,9±0,16	2,0±0,05
63,5±2,43	148,8±2,9*	14,1±0,97**	9,5±0,29	6,5±0,18	2,0±0,07

Примітка: курсивом позначено контрольні варіанти (без фузаріозного фону вирощування); *, ** – різниця між контрольним та дослідним варіантом суттєва при P < 0,05 та 0,01 відповідно

жовтня. Аналогічні зміни фіксуються і для інших сільськогосподарських культур [16].

Таблиця 4 – Загальна чисельність мікроміцетів у ризосфері рицини на штучному фузаріозному фоні

Table 4 – The total number of micromycetes in the castor bean rhizosphere on an artificial fusariosis background

Варіант	Кількість мікроміцетів тис. КУО/г ґрунту		
	початок вегетації	масове цвітіння	кінець вегетації
Контроль	47,77±2,28	86,33±6,35	11,71±0,54
Дослід	–	74,67±6,35	17,99±0,94***

Примітка: *** – різниця між варіантами суттєва при $P < 0,001$

Але водночас між варіантами спостерігається суттєва різниця. У порівнянні з піковою кількістю в середині вегетації восени загальна чисельність у контролі зменшилась в 7,37 разів, тоді як у досліді лише в 4,15 рази (різниця суттєва при $P < 0,001$). Така різниця між варіантами можлива як наслідок змін у якісному складі біоценозу, бо загально відомий той факт, що в штучних фітоценозах зміни спостерігаються насамперед у бік збільшення кількості фітопатогенних мікроміцетів та зменшення мікроорганізмів-антагоністів [4].

За період вегетації рослин рицини нами було виділено 48 морфолого-культуральних типів (МКТ) мікроскопічних грибів, в тому числі 37 МКТ в контролі, та 31 МКТ в дослідному варіанті. При цьому кількість загальних для обох варіантів МКТ грибів становила 23, таких, що зустрічалися лише в контролі – 14, а на фузаріозному фоні – 8.

Найбільш різноманітним в обох варіантах ценоз був у період масового цвітіння рослин – коефіцієнт подібності Сьоренсена між варіантами досліді становив 0,61, а наприкінці вегетації – 0,67.

Виділені види мікроміцетів належать до родів *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Metarrhizium*, *Mucor*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Verticillium* (рис. 1). Домінують види роду *Aspergillus*, частка яких від загальної кількості складала 25–31 % в контролі та

25–26 % у досліді в залежності від стадії розвитку рослин. Частка представників роду *Penicillium* збільшувалась в динаміці більш суттєво: у контролі з 4 до 13 %, а в досліді з 10 до 23 %, що є результатом штучних змін типового видового складу внаслідок внесення фузаріозної інфекції.

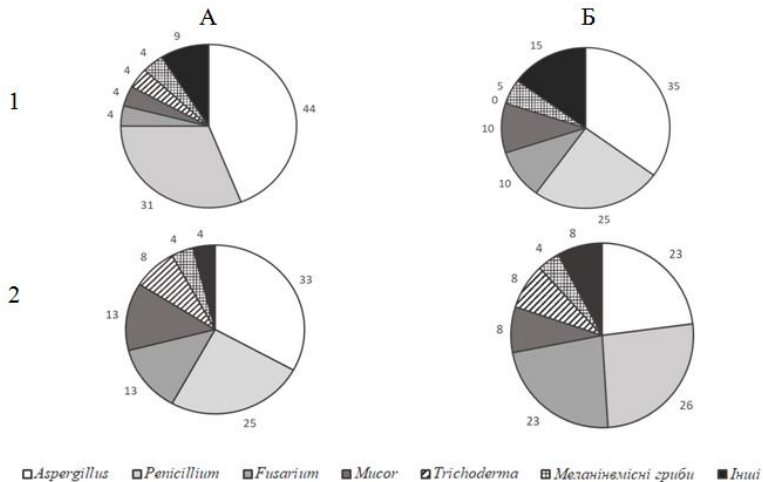


Рисунок 1 – Родовий склад мікроміцетів ризосфери рицини: 1 – фаза масового цвітіння та початку дозрівання коробочок; 2 – кінець вегетації;

А – контроль; Б – на фузаріозному фоні

Figure 1 – The generic composition of the micromycetes of the castor bean rhizosphere: 1 – the phase of mass flowering and the beginning of maturation of the boxes; 2 – the end of the vegetation; A – control; B – on the fusariosis background

Цікаво, що помітного нагромадження безпосередньо фузаріозної інфекції в ґрунті дослідних ділянок нами не встановлено, але за певними ознаками можна казати про суттєве зростання загальної токсичності ґрунту на фузаріозному фоні. Про це свідчить, по-перше, зменшення на 10 % кількості рідкісних видів, які взагалі додають ценозу стабільності та, по-друге, збільшення до 8–15 % залежно від

періоду вегетації вмісту меланінівмісних грибів як показників загальної токсичності ґрунту.

Висновки

1. Генетично обумовлена стійкість деяких сортів рицини до фузаріозного в'янення дозволяє чітко диференціювати генотипи вже на початкових етапах онтогенезу та має різний характер успадкування.

2. Різниця у стійкості до сприйняття фузаріозної інфекції на рівні гібридів, отриманих від схрещування контрастних за цією ознакою форм, призводить до певних змін у структурі популяції за деякими морфометричними характеристиками.

3. Вирощування рослин на штучному фузаріозному фоні наприкінці вегетації викликає суттєві зміни, насамперед у кількісному складі ризосферних мікроміцетів, у бік зменшення видового різноманіття та збільшення загальної токсичності ґрунту.

Література:

1. Антонова Т. С., Арасланова Н. М., Саукова С. Л. *Патологические изменения у растений подсолнечника, пораженных фузариозом. Сб. докладов 2-й международной конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур» 1–2 марта 2003. Краснодар, 2003. С. 150–155.*

2. Билай В. И. *Фузариоз. К. : Наук. думка, 1977. 442с.*

3. Дерменко О. П. *Фузаріоз насіння озимого тритикале. Мікробіол. журн. 2006. 68, № 2. С. 105–112.*

4. Курдіш І. К. *Інтродукція мікроорганізмів у агрофітоценози: монографія. К. : Наукова думка, 2010. 255 с.*

5. Литвинов М. А. *Определитель микроскопических почвенных грибов. Л. : Наука, 1967. 303 с.*

6. *Методические указания по изучению вертициллезного и фузариозного увядания однолетних сельскохозяйственных растений. Л. : Изд-во ВИЗР, 1980. 27 с.*

7. Методы почвенной микробиологии и биохимии: под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 303 с.

8. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. М.: МГУ, 1988. 220 с.

9. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и методы его измерения. М.: Мир, 1992. 181 с.

10. Никонова В. Н., Лях В. А. Оценка клещевины на устойчивость к фузариозному увяданию в условиях искусственного климата. Науч.-тех. бюллетень ИОК УААН. Запорожье. 2002. Вып. 7. С. 26–30.

11. Пидопличко Н. М. Пеницилли (ключ для определения видов). К.: Наукова думка, 1972. 149 с.

12. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / Пер. с англ. под ред. И. Р. Дорожковой. М.: Мир, 2001. 468 с.

13. Свиридов А. А. Селекция клещевины на устойчивость к фузариозному увяданию. Автореф. дис. к.с.-х наук. Краснодар, 1992. 20 с.

14. Костюченко Н. И., Лях В. А., Лабутова Н. М. Структура грибного ценоза прикорневой зоны льна масличного на искусственном фузариозном фоне. Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ, 2006. Вип. 11, № 1. С. 62–72.

15. Экологические проблемы защиты растений от болезней/ Л.Л. Великанов [та ін.]. Итоги науки и техники. Защита растений. 1988. Т.6. С. 141.

16. Kostyuchenko N. I., Lyakh V. A. Diversity of Fungi in Rhizoplan, Rhizosphere and Edaphosphere of Sunflower at Different Stages of its Development. *Helia*, 2018. V. 41. N 68. P.117–127.

17. De Cal A. [et al.]. Induced resistance by *Penicillium oxalicum* against of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*: histological studies of infected and induced tomato stems. *Phytopathology*. 2000. 90. P. 260–268.

**ESTIMATION OF GENETICALLY CONDITIONED
STABILITY OF CASTOR BEAN VARIETIES TO
FUSARIOSIS AND STRUCTURE OF SAPROTROPH
COMPLEX OF RHIZOSPHERE**

Voitovych O. M., Kostjuchenko N. I.

Zaporizhzhia National University

helenVoit@gmail.com

Influence of artificial fusariosis background on genetic ability of castorbean plants to resist phytopathogenic influence of *Fusarium oxysporum* and on the changes in the structure of saprotroph complex of rhizolithe were studied.

Castor bean varieties and hybrids obtained by crossing contrasting in resistance to fusariosis specimens were used as an object of study. Evaluation of the general ability to withstand the disease was assessed by direct accounting the number of plants, that survived against the infectious background during the growing season and an assessment of the change in the population structure by some morphometric characteristics: plant height, brush length, length of internodes, number of nodes and length of the stem. Analysis of the rhizosphere fungoid cenosis was carried out at the stage of mass flowering of plants and at the end of their growing season by estimating the number and species composition of micromycetes.

It has been shown that the population of F₂ hybrids obtained by crossing contrasting in resistance to the susceptibility of *Fusarium* castor bean varieties, changes its structure during the growing season. Depending on the genetic resistance donor, these changes can be of two types. The study of morphometric indicators suggests that changes in the structure of F₂ hybrids populations are the result of the selective survival of genotypes resistant to fusariosis infection.

Under the action of exogenous fusarium, not only the plant metabolism changes, but also the structure of its biotic environment. It has been shown a 10% reduction of the species diversity of micromycetes due to a decrease in the number of rare species, which indicates a loss of stability. Selected species of micromycetes belong to the genus *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Metarrhizium*, *Mucor*,

Fusarium, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Verticillium*, species of the genus *Aspergillus* dominate. The proportion of representatives of the genus *Penicillium* significantly increases, and the proportion of melanin-containing fungi, as indicators of the soil general toxicity, increases to 8–15 % depending on the growing season.

– Розділ 3 Водні та ґрунтові екосистеми –

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-10>

УДК 631.42

**ЕДАФОТОПИ ТЕРНИКОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ, ЩО
ФОРМУЮТЬСЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО ВАРІАНТУ
СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ ТА ЇХ ЕКОЛОГО-
МІКРОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА**

*Булейко А. А., Мітіна Н. Б. **

Університет митної справи та фінансів,

**Український державний*

хіміко-технологічний університет

Alla.A.Buleyko@gmail.com

Особлива увага базується на еколого-мікроморфологічній характеристиці едафотопів терникових фітоценозів. Велике значення приділяється мікроморфологічним, екологічним особливостям едафотопів фітоценозів терну, які сформувалися в умовах північного варіанту штучних лісів, зростаючих на колишніх землях природних байрачних лісів степової зони України.

Мікроморфологія, плазма, пористість, гумус, губчастий, агрегований матеріали, структурний стан.

В Україні особливу гостроту набувають питання екологічного стану земельного фонду. Надмірна розораність ґрунтів [1, 6, 8] призводить до деградаційних явищ ґрунтового покриву, найціннішого і невідтворюваного природного ресурсу – чорноземів.

Захист порушених земель здійснюється системою заходів з охорони чорноземних ґрунтів, у першу чергу створенням полезахисних лісових насаджень [3, 4]. Як доведено теорією і практикою, взаємодії лісових фітоценозів з чорноземними ґрунтами оптимізують навколишнє середовище, припиняють дію східних сухих вітрів, перетворюють поверхневий стік води в глибинний [2, 5, 9].

Таким чином фітоценози терну значно покращують лісорослинні умови позитивним впливом на едафотопи і виступають як попередні угруповання для подальшого заліснення.

Метою роботи є дослідження еколого-мікроморфологічних особливостей впливу фітоценозів терну на формування едафотопів за умов північного варіанту штучних лісів степової зони України, що зростають на колишніх землях природних байрачних лісів, що має значний науковий та практичний інтерес.

Матеріали та методи досліджень

Пробна площа №1 ОП.АБ-І (опушка Алла Булейко–1) розташована в заростях терну (*Prunus spinosa* L.) на узліссі байраку Глибокого, схил північної експозиції. Район досліджень приурочений до дерено-злакового різнотравного степу. Зімкнутість – 0,9, висота – 2,5–3,5 м. Тип лісорослинних умов – суглинок свіжий (СГ₂). Тип чагарникового ценозу (Fel₂) – терен зі свіжим різнотрав'ям, властивий до північних схилів. Типологічна формула: ЗЧ СГ₂/Тін(ч) – П=10Терн.

Виявлення вилугування карбонатів проводилось за шкалою В. Г. Стадніченка [10]. Розшифрування мікроморфологічної організації ґрунтових монолітів і окремих агрегатних фракцій проводилось за О. І. Парфьоновою, К. А. Яриловою [7, 10].

Результати та їх обговорення

Розглянуте узлісся терну (Fel₂), що утворює фітогенний потускул, характеризується перезволоженими ґрунтами. Ґрунтові води із глибини 18–20 м. Трав'янистий покрив фрагментарний, його представниками є такі види: *Elytrigia repens* L., *Bromopsis inermis* Leys., *Tanacetum vulgare* L., *Viola stricta* L., *Chelidonium majus* L., *Melampyrum argyrocomum* Fisch., *Festuca valesiaca* Goud., *Vinca herbacea* W.K., *Artemisia absinthium* L.

Макроморфологічна характеристика п.п. №1 ОП.АБ-І

Н1 2,5–20 см Темно-сірий, помітно лесивований, горіхувато-зернистої структури суглинок, пухкий, рясно кореневонасичений. Має місце кремнеземна присипка.

Н220–60 см Темно-сірий, середньо-лесивований, дрібної горіхувато-зернистої структури суглинок. Зустрічаються старі ходи кореневих систем, залишки деревного вугілля. Горизонт рясно кореневонасичений.

НЗ 60–90 см Темно-сірий, добре гумусований горизонт, свіжий, горіхувато-грубозернистої структури, щільний (іллювіальний). Присутні корені терну. Ґрунт слабковилугований, горизонт скипання з глибини 70 см [10].

Нр90–140 см Темно-бурий з палевим відтінком лесоподібний суглинок, вологий, безструктурний, є гумусові плями і смуги.

Еколого-мікроморфологічна характеристика п.п. № 1 ОП.АБ-І

Н1 0–10 см. Рівномірний розподіл темно-коричневого кольору свідчить про високий вміст гумусу в даному горизонті. Елементарна мікробудова плазмово-пилувата, однорідна.

Скелет представлений пилуватими частками. Найбільш великі форми зерен скелета – подовжені, їхня поверхня обкатана [7]. З мінералів переважає кварц, небагато слюди й польових шпатів.

Плазма гумусо-глиниста, однорідна, з високим вмістом бурувато-чорних гумонів. Внаслідок маскування гумусом анізотрапія глинистих мінералів слабкорозрізняється. Наявні невеликі мікрозони, що об'єднані мікрогумусом.

Горизонт рясно кореневонасичений. Серед рослинних залишків переважають малорозкладені корені терну. Тонкодисперсний гумус представлений гумонами й аморфною речовиною у вигляді згустків, плям, які розподілені рівномірно по всій площі шліфа. Гумус має форму муль.

Мікробудова в даному горизонті характеризується сполученням мікрозон губчатого та агрегованого матеріалу. Домінує матеріал губчатої мікробудови, що пояснює інтенсивність структуроутворення. Пори правильної морфології переважають у губчастому матеріалі. В агрегованих мікрозонах зустрічається розгалужена система пор та агрегатів різного розміру. Форми агрегатів близькі до ізометричних й слабо подовжені, складаються із збагаченої гумусом плазменої речовини.

Н2 20–60 см. По всій площі шліфа спостерігається неоднорідний розподіл забарвлення. Елементарна

мікробудова – плазмово-пилувата, характеризується наявністю плазми в горизонті.

Скелет представлений пилуватими частками, розподіленими по всій площі шліфа рівномірно. Плазма – гумусо-карбонатно-глиниста, неоднорідна, свідчить про наявність тонкодисперсної органічної речовини. Оптичне орієнтування плазми краплисте, її світіння стає більш насиченим, збільшується. Гумус має форму муль і перебуває в закріпленому стані [7].

Присутні одиничні рослинні залишки, які перебувають у стані сильного розкладу, вони знаходяться у каналах і порах. Пори – канали зоогенного й фітогенного походження є результатом сприятливого впливу фітоценозів терну на ґрунт (рис. 1 а).

Мікрозони складаються з агрегованого, губчатого й неагрегованого матеріалу, який займає підлегле положення, що обумовлено інтенсивністю структуроутворення ґрунтового профілю.

Процес лесиважу діагностується за утворенням кутан на стінках пор (рис. б).

Фігурні пори домінують. Спостерігаються канали нерозгалужені й розгалужені, що свідчить про діяльність ґрунтової мезофауни в профілі, присутні тріщини.

НЗ 60–90 см. Рівномірний розподіл темно-коричневого забарвлення спостерігається по всій площі шліфа, що свідчить про високий ступінь гумусованості даного горизонту.

Рослинні залишки перебувають у стані розкладу. Є вуглеподібні частки, округлі стягнення, напіврозкладені рослинні залишки. Виявлена активнадіяльність кліщів, яка спостерігається у вигляді екскрементів, великої кількості копролітів, які росташовані в біопорах та каналах.

Переважає губчастий та неагрегований матеріали. Агрегований матеріал представлений на малих ділянках, що спричиняється інтенсивністю структуроутворення. Пори здебільшого звивисті, неправильної й правильної конфігурації (зоогенного й фітогенного походження), що характеризує сильватизуючий вплив терникових біогеоценозів на ґрунт.

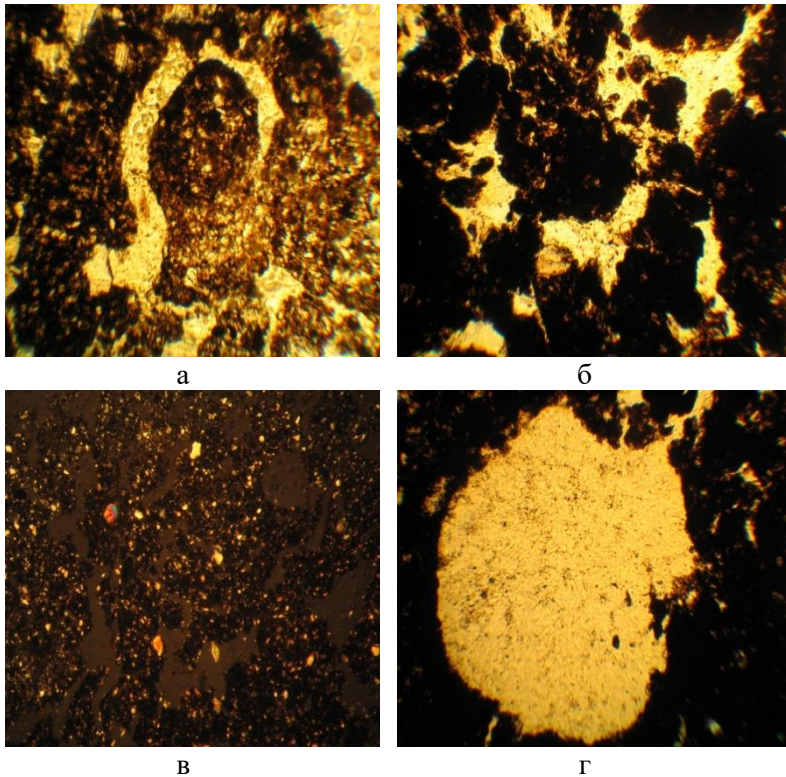


Рисунок 1 – Мікроморфологічна будова ґрунту п/п №1 ОП.АВ-I:

а – гор. 10–20 см, $\times 60$, макроканал з рослинним залишком у свіжорозкладеному стані); б – гор. 50–60 см, $\times 60$, окремі агрегати органо-мінерального походження й губчатий матеріал; в – гор. 80–90 см, $\times 60$, прямоспрямований канал з органічними викидами ґрунтової мезофауни; г – гор. 80–90 см, $\times 60$, макропора правильної морфології)

Figure 1 – Micromorphological structure of the soils/n No. 1 ОП.АВ-I:

а – horizon 10–20 cm, $\times 60$, macro-channel with plant residue in freshly decomposed state); б – horizon 50–60 cm, $\times 60$, separate units of organo-mineral origin and spongy material; в – horizon 80–90 cm, $\times 60$, head-on channel with organic emissions of soil mesofauna; г – horizon 80–90 cm, $\times 60$, macropore of correct morphology

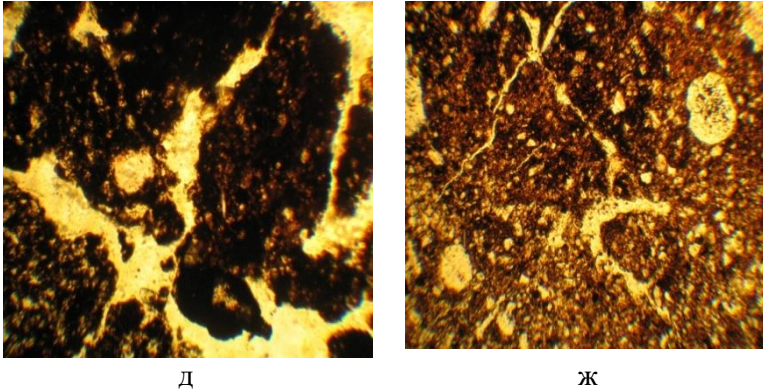


Рисунок 1 – Мікроморфологічна будова ґрунту п/п №1 ОП.АВ-І (продовження):

д – гор. 120–130 см, $\times 60$, макро-канал з розташованим усередині сильнорозкладеним рослинним залишком; ж – гор. 130–140 см, $\times 60$, пори, канали, тріщини)

Figure 1 – Micromorphological structure of the soils/n No. 1 ОП.АВ-І:

д – horizon 120–130 cm, $\times 60$, macro-channel with heavily decomposed plant residue inside; ж – horizon 130–140 cm, $\times 60$, pores, channels, cracks)

Збільшується кількість каналів нерозгалужених, розгалужених, прямоспрямованих. Це свідчить про активну діяльність ґрунтової мезофауни (рис. в).

Нр 90–140 см. Темно-коричневий колір спостерігається по всій площі шліфа. Забарвлення нерівномірне, що свідчить про різний ступінь гумусованості даного горизонту. Тонкодисперсний гумус представлений гумонами, розподілений рівномірно. Аморфний гумус розташований у ґрунті у вигляді згустків, плям, що просочує ґрунтовий матеріал. Спостерігається краплиста анізотропія, світіння плазми збільшується в порівнянні з іншими горизонтами, тому що зменшується вміст гумусу.

Рослинні залишки перебувають у біопорах і каналах, які знаходяться у стані сильного розкладу. Велика кількість вуглеподібних часток, розміщена в ґрунтовому матеріалі.

Мікробудова щільна. Неагрегований матеріал домінує, що обумовлено інтенсивністю структурування ґрунту.

Великі канали знаходяться в розгалуженому стані, вони прямо спрямовані (рис. д). Зустрічаються макроканали, у яких знаходяться рослинні залишки в сильно розкладеному стані, що свідчить про активну діяльність ґрунтової мезофауни. У каналах є мікроагрегати й неагрегований матеріали.

Пори – камери, тріщини, свідчать про активну діяльність ґрунтової мезофауни (рис. г, ж). Пори зоогенного й фітогенного походження підтверджують сприятливий вплив фітоценозів терну на ґрунт. Висока агрегованість й ущільнений матеріал свідчать про наслідки лесиважу в даному горизонті.

Ущільнюється мікробудова. Домінує неагрегований матеріал. Губчастий й агрегований матеріали займають підлегле положення в горизонті, що обумовлено інтенсивністю структурування ґрунту.

Більшість каналів із розгалуженнями спостерігається по всій площі шліфа. Багато пор зоогенного й фітогенного утворення овальних й округлих форм, які з'єднані тонкими каналами між собою, свідчать про сильватизуючий вплив фітоценозів терну на ґрунт.

В майбутньому планується більш детальне дослідження едафотопів фітоценозу терну (*Prunus spinosa* L.), розташованих в умовах північного варіанту штучних лісів степової зони України, зростаючих на колишніх землях природних байрачних лісів, що має значний науковий та практичний інтерес.

Висновки

1. Розглянутий фітоценоз терну (Fe_2) утворює фітогенний потускул, де ґрунти перезвожуються у результаті додаткового надходження води.

2. Рівномірний розподіл темно-коричневого забарвлення спостерігається по всій площі шліфа до горизонту 140 см, що свідчить про високий ступінь гумусованості даного ґрунтового профілю.

3. Для даного типу ґрунтів характерна активна діяльність ґрунтової мезофауни, про що свідчать усіякі біопори й канали. У розрізі переважає губчастий матеріал до горизонту 90–100 см, що спричиняється інтенсивністю структуроутворення.

4. Горизонт рясно насичений коріннями терну, спостерігається швидке розкладання рослинних залишків. Зустрічається велика кількість макропор, пор (зоогенного й фітогенного походження), каналів у яких розташовані екскременти кліщів, копроліти, що свідчать про активну життєдіяльність ґрунтової мезофауни і являє собою наслідок силъватизуючого впливу фітоценозів терну на ґрунт.

5. Внаслідок процесу лесиважу утворюються кутани, сформовані на поверхні агрегатів та мінералів у горизонтах едафотопів терникових біогеоценозів.

Література:

1. Балюк С. А. *ННУ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»*. Інформація про роботу V з'їзду товариства ґрунтознавців Росії імені В.В. Докучаєва. 2008. С. 76–80.

2. Бельгард А. Л. *Лесная растительность юго-востока УССР*. К. : КГУ, 1950. 260 с.

3. Белова Н. А. *Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины*. Д. : Изд-во ДГУ, 1997. 264 с.

4. Булейко А. А. *Особенности макроморфологического и микроморфологического строения эдафотопов терновников Присамарья*. *Ґрунтознавство*. 2007. Т.8, № 1–2. С. 49–58.

5. Высоцкий Г. Н. *Избранные труды*. М. : Сельхозгиз, 1962. С. 151–241.

6. Карпачевский Л. О. *Лес и лесные почвы*. М. : Лесн. пром-сть, 1981. 260 с.

7. Парфенова Е. И., Ярилова Е. А. *Руководство к микроморфологическим исследованиям в почвоведении*. М. : Наука, 1977. 185 с.

8. Сайко В. Ф. *Проблеми раціонального використання земельного фонду України*. К. : Урожай, 1996. 127 с.

9. Сидельник Н. А. *Некоторые вопросы массивного лесоразведения в степи и перспективные типы культур для степной зоны УССР. Искусственные леса степной зоны Украины. Харьков : ХГУ, 1960. С.85–133.*

10. Стадниченко В. Г. *Почвы Велико-Анадольского леса. Велико-Анадольский лес. X. : ХГУ, 1955. Т. 48. С. 55–64.*

**EDAPHOTOPES OF THORNY BIOGEOCENOSIS
FORMED UNDER THE CONDITIONS OF THE NORTH
VARIANT OF THE STEPPE ZONE OF UKRAINE AND
THEIR ECOLOGICAL-MICROMORPHOLOGICAL
CHARACTERISTICS**

*Buleyko A. A., Mitina N. B.**

University of Customs and Finance

**Ukrainian State University of Chemical Technology*

Alla.A.Buleyko@gmail.com

The eco-micromorfologic characteristics and micromorfologic peculiarities of edaphotopes of thorny phytocenosis are researched. Special attention is paid to the micromorfologic and ecologic features of blackthorns phytocenosis; more importantly, processes which happen under brushwoods biocenosis of blackthorn in the given circumstances are indicated. Much attention is allotted to micromorfologic structure of the given edaphotopes with subsequent scrutiny and description.

Protection of disturbed lands is carried out by a system of measures for the protection of chernozem soils, primarily by creation of protective afforestation. As proved by theory and practice, interaction of forest phytocenosis with chernozem soils optimizes the environment, stops the effect of dry eastern winds, transforms surface water into underflow. Thus the research of eco-micromorfologic features of the influence of thorny phytocenosis on the formation of edaphotopes under the conditions of Ukraine steppe has considerable scientific and practical interest.

Identifying the nature of interaction of thorny phytocenosis with soils allows developing scientific recommendations for their using by forestry during the creation of protective afforestation and forest areas in the steppe. The destruction of the thorny biogeocenosis, the unique historic oasis of steppe, is

unacceptable. In specific cases it is recommended to prevent the destruction of the steppes in the reserved areas, where thorn can be used for storing historical landmarks of steppe virgin soil. In this case, it should be considered that it is possible to isolate the thorny expansion solely for the purpose of the monitoring research.

Development of methods for creating sustainable and lasting forest biocenosis with positive environmental-transforming properties, their protection and rational using is the main goal for the scientists and workers in the industry of the forest ecology, biocenology and nature protection

Ecological-micromorphological researches of thorny edaphotopes and steppe biogeocenosis, formed under the conditions of south-east steppe area of Ukraine are conducted. They proved that the given soils are characterized by high structure of all soil mass. Mutual relations of components of microstructure gradually changes with the depth from the perspective of diminishing of microaggregates and increasing of spongy material; it caused intensity of structure formation. Aggregates and spongy material considerably prevail among the components of humic horizons.

High porosity of soils has been detected in humic horizons as round pores and channels, which are the results of motions of rain-worms, this testifies about salvation influence of thorny phytocenosis on soil.

As the result of the process of lessivage the cutans are formed on the surface. Grounds of comparative analysis of ecological-micromorphological descriptions of soils of thorny phytocenosis are caused by the saturated root system; rapid decomposition of vegetable tailings in a microstructure is presented.

Soil mesofauna was discovered in the sample, it is confirmed by a large number of macropores, pores-canals in which excrements of ticks, coprolites, also biopores of zoogenic and phytogenic origins were founded. This testifies favorable influence of phytocenosis of blackthorn on soil.

Thorny biogeocenosis are formed under the conditions of south-east steppe area of Ukraine. They create phytogenic potuskulas, where soils are drenched as a result of the additional

moistening. Thorny phytocenosis has specific features, but general conclusion on what differs is the positive influence on edaphotopes as compared to soils of standard steppe virgin soil.

The analysis of value and ecomorphic structures of floristic composition of thorny biogeocenosis of the south-east of Ukraine testifies the strong influence of shrub phytocenosis from *Prunus spinosa* L. on steppe grasses and its ecological value. There are changes of composition of typical steppe grasses with the tendency of increase of stake of forest margin and meadow-steppe species.

Physical and chemical descriptions of soils of thorny biogeocenosis and soils of standard steppe virgin soil have been found, they are caused by high general amount of organic matter and predominance of amount of humic and fulvic acids, specific water flow, so the level of boiling of carbonates lowers considerably.

Destruction of thorn biogeocenosis, these unique oases is unacceptable. A detailed complex research and development of methods of protection of thorn biogeocenosis, restoration and rational using is an important task of the forest biogeocenosis. The thorn biogeocenosis have to be added to the Red Book of Ukraine.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-11>

УДК 574.583+574.587:282.243.7.05

**ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПІГМЕНТИ АЛЬГОФЛОРИ ЯК
БІОМАРКЕРИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ
ОБ'ЄКТІВ**

(НА ПРИКЛАДІ ПОНИЗЗЯ ДУНАЮ)

Васенко О. Г., Верніченко Г. А.,

Верниченко-Цветков Д. Ю.

*Український науково-дослідний інститут екологічних
проблем*

vernuczenko@meta.ua

Наведено результати досліджень, які виконувалися сезонно з 2007 по 2017 рр., з вивчення вмісту фотосинтетичних пігментів у фітопланктоні і донних відкладеннях пониззя Дунаю. Було зроблено аналіз просторово-часової мінливості абсолютних і відносних пігментних характеристик функціонування альгофлори

складного і динамічного екотона «річка–море». Виявлено, що усереднена за часом концентрація хлорофілу *a* у фітопланктоні акваторії становить $8,39 \pm 0,61$ мкг/дм³, в донних відкладеннях – $8,48 \pm 1,31$ мкг/г, що дозволяє віднести досліджені води до категорії мезо-евтрофних. Усереднене значення екологічного індексу якості вод, розраховане на основі вмісту рослинних пігментів в екосистемі, становить 0,72, що свідчить про добрий екологічний стан української частини Дунаю.

Біоіндикація, фотосинтетичні пігменти, фітопланктон, донні відкладення, пониззя Дунаю

Сучасні підходи до оцінювання екологічного стану поверхневих вод базуються на використанні показників всіх основних біологічних компонентів водних екосистем, у тому числі фітопланктону та фітобентосу. Дослідження, які виконані в Україні та за кордоном, свідчать про те, що серед гідробіонтів представники альгофлори найбільш чутливо реагують на зміни умов зовнішнього середовища та, в свою чергу, суттєво впливають на якість поверхневих вод [5, 15]. Значення альгофлори для функціонування екосистем полягає перш за все в її здатності, поряд з вищою водною рослинністю, забезпечувати енергетичну базу всіх наступних ланок трофічного ланцюга.

Серед тих характеристик функціонування альгогруповань, які є достатньо інформативними та можуть бути найбільш точно визначені інструментальними методами, особливе місце належить показникам вмісту фотосинтетичних пігментів, як безпосередньо пов'язаним із інтенсивністю процесів новоутворення й деструкції органічної речовини [9, 20].

Хлорофіл *a* (Хл *a*) є головним компонентом пігментного апарату водоростей. Його концентрація відображає чисельність водоростей та їх потенційну здатність до фотосинтезу. Відносний вміст додаткових хлорофілів (*b*, *c*, *d*), феопігментів (продуктів трансформації хлорофілу) і каротиноїдів дає уявлення про таксономічний склад і фізіологічний стан альгогруповань. Аспекти використання індикаційних властивостей рослинних пігментів різноманітні, однак далеко не всі ще розкриті. Величини вмісту Хл *a* у одиниці об'єму води використовуються для визначення біомаси фітопланктону, оцінювання трофності та

екологічного статусу водних об'єктів, виявлення просторової та часової неоднорідності водних мас, аналізу змін клімату та ін. [9, 14, 20]. З огляду на високу діагностичну значущість вмісту Хл *a* фітопланктону для оцінювання «здоров'я» гідроекосистем, цей показник широко використовується у класифікаціях поверхневих вод [6, 10, 16, 21].

Слід, однак, відзначити, що запропоновані класифікації суттєво відрізняються за градаціями значень, які встановлюються для окремих класів, бо шкали оцінки розробляються на основі експериментальної бази, отриманої на водних об'єктах різних типів, розташованих у різних країнах і фізико-географічних зонах. Згідно з керівними документами ЄС, при визначенні екологічного статусу конкретного водного об'єкту доцільно коригувати системи типізації поверхневих вод з урахуванням специфіки умов функціонування досліджуваної гідроекосистеми.

Пігментний фонд донних відкладів поверхневих вод почав досліджуватися відносно недавно, тому чинники його формування та трансформації вивчені значно гірше, ніж пігментів фітопланктону. Однак, враховуючі більш високу консервативність донних відкладів, вміст у них рослинних пігментів привертає в останні роки все більшу увагу. Найчастіше пігментні показники використовують для встановлення біомаси фітобентосу, а також для оцінки рівня та темпів евтрофування водних об'єктів [12, 22]. Крім того, рослинні пігменти можуть розглядатися в якості індикаторів антропогенного забруднення поверхневих вод, а також для оцінки процесів ацидофікації вод і виявлення специфіки гідрологічних та гідродинамічних умов функціонування біоценозу [2, 12].

Осадження, накопичення та трансформація пігментів у донних відкладах визначається сукупною дією біологічних, фізичних і хімічних чинників у водному об'єкті і на водозборі. Склад і кількість фотосинтетичних пігментів у товщі донних відкладів відображає історію розвитку гідроекосистеми й тому успішно використовується у палеолімнологічних дослідженнях. За палеолімнологічними даними щодо динаміки пігментного фонду донних відкладів робляться висновки про еволюцію видового складу

альгоценозів, кліматичні зміни та інтенсивність «цвітіння» водойм у різні роки [12, 17].

Проблема типізації водних об'єктів за вмістом рослинних пігментів у донних відкладах поки що знаходиться на початковому етапі вирішення. Так, німецькими вченими запропонована класифікація трофності водойм [19], а австралійськими – водотоків та естуаріїв [23] у залежності від вмісту Хл *a* у донних відкладах. Однак вказані класифікації поки ще не апробовані в інших регіонах.

Таким чином, можна констатувати, що для використання пігментів альгофлори у цілях діагностики екологічного стану конкретного водного об'єкту потрібно виконання комплексу спеціальних досліджень щодо уточнення шкал запропонованих класифікацій.

Враховуючи особливу біосферну значущість дельти Дунаю та її статус як транскордонного водного об'єкту, можна вважати доцільним аналіз перспективності використання пігментних показників для визначення екологічного благополуччя цієї акваторії. Слід відзначити, що виконання вказаних досліджень важливе також у зв'язку з недостатньою вивченістю функціонування таких складних та динамічних гідроекосистем як екотон «ріка-море». Актуальність досліджень екологічної ситуації у пониззі Дунаю обумовлена також відновленням у 2004 р. та експлуатацією глибоководного суднового ходу (ГСХ) Дунай-Чорне море.

Матеріали та методи досліджень

Аналіз вмісту фотосинтетичних пігментів у фітопланктоні та у донних відкладах пониззя Дунаю проводився з 2007 до 2017 рр. посезонно: навесні (квітень–травень), влітку (серпень–початок вересня) та восени (жовтень–листопад). Розташування пунктів відбору проб вказано на рисунку 1 та в таблиці 1.

Відбір проб води, фітопланктону та донних відкладів здійснювався згідно з існуючими методичними документами України [7] та з урахуванням рекомендаційних матеріалів ЄС [25]. Вміст рослинних пігментів фітопланктону визначали стандартним екстрактним спектрофотометричним методом

[4], а у донних відкладах (шар 0–5 см) – за модифікованим методом Штойбінга [3]. Розрахунки вмісту пігментів у фітопланктоні і донних відкладах виконували за стандартним методом *UNESCO* [13] і за методом Лоренцена [13]. Відношення хлорофілу *a* та каротиноїдів оцінювали за індексом D_{480}/D_{665} .

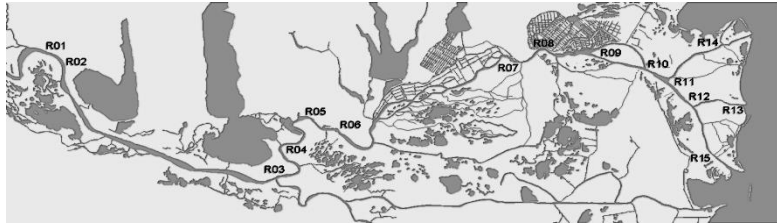


Рисунок 1 – Схема розташування пунктів відбору проб води та донних відкладів

Figure 1 – Scheme of location of the water and sediments sampling

Таблиця 1 – Пункти відбору проб води та донних відкладів

Table 1 – Sampling points for water and bottom sediments

Код	Назва, локалізація	Відстань до морського краю дельти
R01	Дунай, 2 км вище м. Рені	131-й км (71 миля)
R03	Дунай, Ізмаїльський Чатал, вище поділу на Тульчинський та Ізмаїльський рукави	116-й км
R06	Рукав Кілійський, 1 км нижче м. Ізмаїл	89-й км
R07	Рукав Кілійський, 4 км вище м. Кілія	49-й км
R09	Рукав Кілійський, 13 км нижче м. Кілія	32-й км
R10	Рукав Кілійський, 1 км вище м. Вілково	21-й км
R11	Рукав Очаківський, 2 км нижче м. Вілково	17-й км
R12	Рукав Старостамбульський, вище відгалуження рукава Бистрий	11-й км
R14	Рукав Очаківський, кінець поділу на два рукава	6-й км
R15	Рукав Старостамбульський	4-й км
R13/1	Рукав Бистрий	1-й км
R13/0	Рукав Бистрий, вихід в море	0-й км

Оцінка екологічного стану пониззя Дунаю за вмістом фотосинтетичних пігментів у фітопланктоні й донних відкладах виконувалася на основі запропонованих класифікацій [8, 23], та за коефіцієнтом екологічної якості (*EQR*) [11, 26]. Концентрації пігментів розраховувалися: для фітопланктону у мкг/дм^3 , а у донних відкладах – у мкг/г повітряно сухого ґрунту. Статистична обробка результатів досліджень проводилася за допомогою стандартних програм.

Результати та їх обговорення

Проведені дослідження показали, що концентрації фотосинтетичних пігментів як у фітопланктоні, так і в донних відкладах, коливаються у широких межах (табл. 2). Так, вміст чистого хлорофілу *a* (*Хл a*) у фітопланктоні змінювався від 0,30 до 45,61 мкг/дм^3 , складаючи у середньому в період досліджень $8,39 \pm 0,61 \text{ мкг/дм}^3$. У донних відкладах концентрація цього пігменту коливалася від 0,081 до 97,24 мкг/г , середнє значення дорівнювало $8,48 \pm 1,31 \text{ мкг/г}$ (табл. 2).

Відносно невисокі значення вмісту *Хл a* у фітопланктоні та в донних відкладах досліджених водних об'єктів обумовлені значною швидкістю течії, високою каламутністю та гідрофізичною активністю водних мас, що негативно впливає на розвиток фітопланктону й фітобентосу [5, 11].

Про несприятливі для альгофлори умови існування свідчить і значне перевищення вмісту хлорофілу (*Хл*) у сумі з феопігментами у порівнянні з вмістом *Хл a* як у фітопланктоні, так і в донних відкладах. Зокрема, у період досліджень середня концентрація *Хл* у сумі з феопігментами становила в середньому по акваторії у фітопланктоні $22,24 \pm 1,01 \text{ мкг/дм}^3$, у донних відкладах – $14,89 \pm 1,46 \text{ мкг/г}$.

Слід зазначити, що часто при відносно високих концентраціях пігментів у фітопланктоні, реєструється зниження їх вмісту у донних відкладах, тобто спостерігається зворотна залежність між цими показниками. Наприклад, при високій концентрації *Хл a* у фітопланктоні пункту R12, вміст пігментів у донних відкладах цього пункту значно менший, ніж середнє значення по акваторії. Аналогічна ситуація спостерігається і в пункті R01. У той же час, у пунктах R11 і

R14 при невисокій концентрації Хл *a* у фітопланктоні, вміст пігментів у донних відкладах суттєво перевищує їх середню концентрацію по акваторії. Однак, вказана залежність не завжди спостерігається в силу різних причин, специфічних для кожного пункту спостережень.

Таблиця 2 – Просторова мінливість вмісту хлорофілу *a* у фітопланктоні та донних відкладах пониззя Дунаю

Table 2 – Spatial variability of chlorophyll *a* content in phytoplankton and sediments of the lower reaches of the Danube

Пункт	Код	Середньобаторічні концентрації Хл <i>a</i>			
		у фітопланктоні		у донних відкладах	
		середнє, мкг/дм ³	%*	середнє, мкг/г	%*
Вище м. Рені	R01	9,71±2,18	115,8	5,16±1,65	60,9
Вище рук. Тульчинський	R03	13,04±3,50	155,4	8,97±3,38	105,8
Нижче м. Ізмаїл	R06	7,77±2,51	92,6	4,66±1,31	55,0
Вище м. Кілія	R07	8,17±1,92	97,4	6,72±1,77	79,2
Нижче м. Кілія	R09	7,33±2,25	87,3	5,19±0,87	61,2
Вище м. Вілково	R10	9,30±1,87	110,9	7,11±1,17	83,8
Нижче м. Вілково	R11	6,09±1,75	72,5	14,78±5,88	174,3
Вище рук. Бистрий	R12	9,95±2,89	118,6	4,93±0,68	58,1
Рук. Бистрий	R13/1	8,08±1,62	96,3	15,79±4,21	186,1
Рук. Бистрий	R13/0	8,02±2,54	95,6	7,37±2,25	86,9
Рук. Очаківський	R14	6,68±1,84	79,6	17,99±2,70	212,1
Рук. Старостамбульський	R15	7,61±1,77	90,7	5,22±1,29	61,6
Середнє по акваторії Хл <i>a</i>		8,39±0,61	100,0	8,48±1,31	100,0

Примітка: * – % від середнього по акваторії за період досліджень

Встановлено, що мінливість вмісту рослинних пігментів у донних відкладах вища, ніж у фітопланктоні (рис. 2). Так, сумарний коефіцієнт варіації вмісту Хл *a* у фітопланктоні становив в середньому по акваторії в період досліджень 106,1 %, а у донних відкладах 186,4 %.

Значна мінливість вмісту пігментів у донних відкладах пояснюється тим, що формування пігментного фонду на дні акваторії залежить від великої кількості чинників. Зокрема, суттєве значення мають типологічні ознаки донних відкладів: гранулометричний склад, вміст органічних речовин та ін.

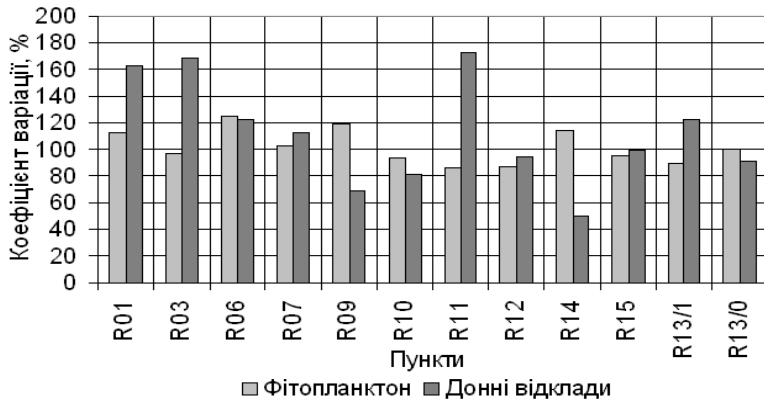


Рисунок 2 – Коефіцієнти варіації мінливості вмісту Хл *a* у фітопланктоні та донних відкладах акваторії пониззя Дунаю

Figure 2 – Variation coefficients of variability of the Chl *a* content in phytoplankton and sediments of the Danube lower reaches

Найбільші концентрації рослинних пігментів виявляються у мулах, а найменші – у промитих пісках. Так, середня концентрація Хл у сумі з феопігментами у період досліджень становила: у промитих пісках 0,76 мкг/г; у слабкозамулених пісках 3,50 мкг/г; у сильнозамулених пісках 9,18 мкг/г; у мулах піщанистих 17,00 мкг/г; у мулах глинистих 19,35 мкг/г. Навіть в одному і тому ж пункті концентрація пігментів у донних відкладах правого та лівого берегів може відрізнятися. Наприклад, у пункті R01 у листопаді 2008 р. концентрація Хл *a* у донних відкладах (мули піщанисті) правого берега складала 9,874 мкг/г, у донних відкладах на фарватері річки (слабкозамулені піски) 0,552 мкг/г; у донних відкладах лівого берега (слабкозамулені піски) 0,671 мкг/г.

Спостерігається різниця у середній концентрації пігментів у донних відкладах головного русла (Кілійський рукав) та рукавів: Старостамбульського, Бистрого й Очаківського. Так, середньобагаторічна концентрація Хл *a* у руслі становила 6,30 мкг/г, а в рукавах – 11,01 мкг/г. Це може бути пов'язано зі зниженням швидкості течії у рукавах, а також із різницею у морфометричних характеристиках дна окремих пунктів.

Встановлено, що вміст пігментів у донних відкладах мінімальний зазвичай навесні, а у фітопланктоні – восени. Так, середні концентрації Хл *a* у фітопланктоні акваторії в період досліджень становили: навесні – на початку літа (квітень-червень) $13,31 \pm 3,07$ мкг/дм³, влітку – на початку осені (серпень-вересень) $8,45 \pm 2,44$ мкг/дм³, восени (жовтень-грудень) $4,57 \pm 0,87$ мкг/дм³. У донних відкладах у ці ж сезони, відповідно, спостерігалися концентрації: $5,67 \pm 1,70$; $18,20 \pm 8,75$ і $7,55 \pm 2,99$ мкг/г.

Мінливість вмісту Хл *a* в донних відкладах у часі, як і у просторі, вища, ніж у фітопланктоні (рис. 3).

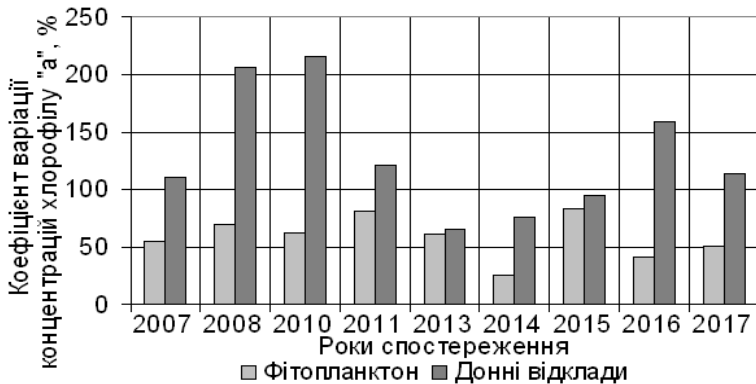


Рисунок 3 – Коефіцієнти варіації динаміки вмісту Хл *a* у фітопланктоні та донних відкладах пониззя Дунаю

Figure 3 – Variation coefficients of dynamics of the Chl *a* content in phytoplankton and sediments of the Danube lower reaches

Цю закономірність можна пояснити впливом нестабільності характеристик донних відкладів, зумовленої процесом транспорту й перевідкладення наносів, який в дельтах річок, зазвичай, є дуже інтенсивним і, до того ж, часто різноспрямованим (залежно від гідрологічного режиму). Крім того, слід відзначити високу динамічність зв'язків між фітопланктоном та фітомікробентосом цієї акваторії.

Таким чином, значні коливання пігментних характеристик як фітопланктону, так і донних відкладів, відображають характерний для екотонів пульсуючий тип стійкості екосистем.

Існують певні відмінності у ступені мінливості досліджених пігментних показників.

Найбільш динамічним виявився показник вмісту Хл *a*. Так, наприклад, у квітні 2007 р. у пункті R01 концентрація цього пігменту в донних відкладах складала 2,647 мкг/г, а в пункті R03 8,646 мкг/г. У квітні 2010 р., після високої повені, вміст Хл *a* в донних відкладах цих пунктів становив, відповідно, 0,256 та 0,953 мкг/г.

Найменш суттєво змінюються значення відносних характеристик, таких, наприклад, як відношення концентрації каротиноїдів до вмісту Хл *a* або частка феопігментів у сумі Хл + феопігменти.

Як приклад, на рисунку 4 наведено просторовий розподіл коефіцієнтів варіації окремих показників пігментного фонду донних відкладів.

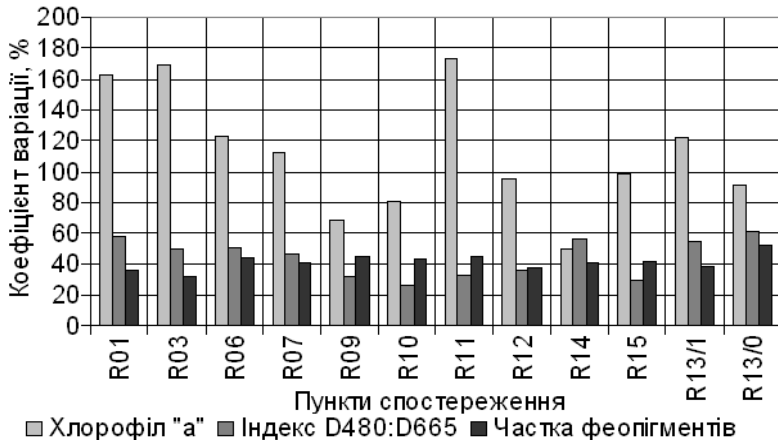


Рисунок 4 – Коефіцієнти варіації вмісту фотосинтетичних пігментів у донних відкладах

Figure 4 – Variation coefficients of the photosynthetic pigments content in the sediments

Привертає до себе увагу високий вміст у пігментному комплексі як донних відкладів, так і фітопланктону дослідженої акваторії, феопігментів та каротиноїдів (табл. 3). Це вказує на несприятливі умови для фотосинтезу альгоугруповань, занижену їх функціональну активність і більш високу швидкість деструкції хлорофілу *a* порівняно з каротиноїдами.

Дані, які наведені у таблиці 3, свідчать про те, що середньобагаторічні концентрації як феопігментів, так і каротиноїдів у різних пунктах дослідженої акваторії достатньо близькі, що вказує на відносну стабільність видового складу альгоценозів, що узгоджується з літературними даними [11, 17]. Слід відзначити, що процент вмісту феопігментів у пігментному фонді донних відкладів відносно незначний для цього компоненту екосистем, а у фітопланктоні, навпаки, високий, що може бути пов'язане зі значною інтенсивністю процесів осадження фітопланктону та надходження пігментів у водне середовище з донних відкладів у зв'язку з придонною турбулентністю.

При достатньо однорідній картині розподілу фотосинтетичних пігментів по акваторії існують деякі відмінності як в абсолютних значеннях вмісту пігментів в окремих пунктах, так і у відносних характеристиках.

Аналізуючи вміст Хл *a* у фітопланктоні пониззя Дунаю за класифікацією, що використовується у *TNMN* (міжнародна програма моніторингу Дунаю), можна вважати, що ці води належать до першого класу [24]. Однак, результати досліджень вмісту Хл *a* в водах пониззя Дунаю (в межах України) протягом майже десяти років, дозволяють стверджувати, що значення 25 мкг/дм³ Хл *a* для першого класу у цій класифікації завищено, воно не узгоджується з гідрохімічними показниками трофності вод, а також з іншими біоіндикаційними даними. Не випадково, при аналізі результатів міжнародної експедиції, яка проходила у 2013 р., використані дві класифікації поверхневих вод [18].

У наших дослідженнях для оцінювання трофності вод пониззя Дунаю використовувалися класифікації, які наведено у таблиці 4.

Таблиця 3 – Відносні характеристики пігментного комплексу фітопланктону та донних відкладів пониззя Дунаю
 Table 3 – Relative characteristics of the pigment complex of phytoplankton and sediments of the lower reaches of the Danube

Код	Відносні пігментні характеристики							
	фітопланктону				донних відкладів			
	Ф/ Хл+Ф	%	К/Хл (D480 / D665)	%	Ф/ Хл+Ф	%	К/Хл (D480/ D665)	%
R01	0,43	95,5	1,84	100,0	0,52	104,0	1,51	113,5
R03	0,45	100,0	1,68	91,3	0,63	126,0	1,86	139,8
R06	0,37	82,2	1,83	99,5	0,58	116,0	1,14	85,7
R07	0,55	122,2	1,83	99,5	0,53	106,0	1,35	101,5
R09	0,43	95,5	1,77	96,2	0,50	100,0	1,27	95,5
R10	0,41	91,1	1,73	94,0	0,51	102,0	1,19	89,5
R11	0,38	84,4	1,75	95,1	0,53	106,0	1,19	89,5
R12	0,55	122,2	1,93	104,9	0,45	90,0	1,48	111,3
R13/1	0,41	91,1	1,99	108,2	0,51	102,0	1,39	104,5
R13/0	0,32	71,1	1,59	86,4	0,41	82,0	1,25	94,0
R14	0,48	108,7	2,00	108,7	0,38	76,0	1,35	101,5
R15	0,63	140,0	1,78	96,8	0,47	94,0	1,18	88,7
Серед не	0,45	100,0	1,84	100,0	0,50	100,0	1,33	100,0

Примітка: * – % від середнього по акваторії за період досліджень

Таблиця 4 – Способи оцінювання екологічного стану водних об'єктів за вмістом хлорофілу *a* у фітопланктоні та донних відкладах

Table 4 – Methods of the water bodies ecological state assessing by the chlorophyll *a* content in phytoplankton and sediments

Оцінка	Класи				
	I	II	III	IV	V
За класифікацією [8]	Вміст хлорофілу <i>a</i> у фітопланктоні, мкг/дм ³				
	<2	2,0–10,0	11,0–50,0	51,0–150,0	>150,0
За класифікацією [23]	Вміст хлорофілу <i>a</i> у донних відкладах, мкг/г				
	<5,0	5,1–10,0	10,1–20,0	20,1–50,0	>50,0
За EQR [26]	Відхилення від еталонних значень				
	1,0–0,83	0,82–0,62	0,61–0,41	0,40–0,20	<0,20

У якості еталонних значень при визначенні *EQR* для вмісту Хл *a* у фітопланктоні використовували значення 6,0 мкг/дм³, згідно з роботою [17], а для донних відкладів – 5,0 мкг/г, на основі класифікації [23]. Слід зазначити, що на цей час виконуються роботи щодо гармонізації національних класифікацій трофності поверхневих вод придунайських країн із метою розробки єдиного, узгодженого документу, який дозволив би на єдиній методичній основі оцінювати екологічний статус цієї річки [16]. Значна увага, яка приділяється питанням трофності вод та її оцінювання, пов'язана з тим, що води Дунаю суттєво впливають на трофність північно-західної частини Чорного моря.

Таблиця 5 – Оцінка екологічного стану пониззя Дунаю за вмістом Хл *a* у фітопланктоні та донних відкладах

Table 5 – Assessment of the ecological status of the lower reaches of the Danube for the content of Chl *a* in phytoplankton and sediments

Пункт	Код	Оцінка рівня трофності					
		за Хл <i>a</i> у фітопланктоні			за Хл <i>a</i> у донних відкладах		
		за індексом		за [8]	за індексом		за [23]
		<i>EQR</i>	клас	клас	<i>EQR</i>	клас	клас
Вище м. Рені	R01	0,62	II	II	0,97	I	II
Вище рук. Тульчинський	R03	0,46	III	III	0,56	III	II
Нижче м. Ізмаїл	R06	0,77	II	II	0,93	I	I
Вище м. Кілія	R07	0,73	II	II	0,74	II	II
Нижче м. Кілія	R09	0,82	II	II	0,96	I	II
Вище м. Вілково	R10	0,65	II	II	0,70	II	II
Нижче м. Вілково	R11	0,99	I	II	0,34	IV	III
Вище рук. Бистрий	R12	0,60	III	II	0,99	I	I
Рук. Бистрий	R13/1	0,74	II	II	0,32	IV	III
Рук. Бистрий	R13/0	0,75	II	II	0,68	II	II
Рук. Очаківський	R14	0,90	I	II	0,28	IV	III
Рук. Старостамбульський	R15	0,79	II	II	0,96	I	II
Середнє по акваторії Хл <i>a</i>		0,72	II	II	0,59	III	II

Дані, що наведені у таблиці 5, дозволяють віднести води дослідженої акваторії в цілому до другого-третього класу, тобто до мезо-евтрофних вод, що узгоджується з оцінкою за структурними показниками фітопланктону [1].

У той же час, слід зазначити, що в певні періоди та в окремих пунктах акваторії спостерігається більш високий рівень трофності. Прикладом цього можуть бути пункти R11 і R14 Очаківського рукава (табл. 5).

Оцінки стану досліджених вод, які виконані за допомогою *EQR*, часто більш високі, ніж за класифікаціями. Крім того, вони більш диференційовані за пунктами спостережень. Враховуючи це, дуже актуальним, на нашу думку, є не тільки узгодження класифікацій, а й визначення еталонних значень пігментних показників альгофлори для різних ділянок Дунаю, перш за все для його дельти.

Висновки

1. Встановлено, що показники пігментного комплексу як фітопланктону, так і донних відкладів достатньо інформативні і добре відображають специфіку процесів, що відбуваються у гідроекосистемі пониззя Дунаю під впливом зовнішніх чинників.

2. За рівнем вмісту фотосинтетичних пігментів альгофлори води пониззя Дунаю можуть бути віднесені до II–III класу, тобто до категорії мезо-евтрофних вод.

3. Вміст хлорофілу *a* у фітопланктоні, і особливо у донних відкладах, змінювався у широких межах, що може пояснюватися з пульсуючим типом стійкості функціонування екосистеми, характерним для екотонів. Відносні показники пігментів меш динамічні, ніж абсолютні, що може вказувати на достатню стабільність видового складу альгоценозів досліджених вод.

4. Класифікації водотоків за показниками пігментного фонду донних відкладів доцільно розробляти з урахуванням типу останніх, як це робиться, наприклад, у Нідерландах при регламентації вмісту важких металів у ґрунтах.

5. Найбільш актуальним питанням при оцінці екологічного стану транскордонних вод, таких як Дунай, є визначення, обґрунтування та узгодження еталонних значень біологічних

показників, у тому числі пігментних характеристик альгогруповань.

Література:

1. Васенко О. Г., Верніченко Г. А., Верниченко-Цветков Д. Ю., Лунгу М. Л. Оцінка рівня трофності вод української частини Дунаю та його дельти. Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. 2014. Т.1(32). С. 69–76.

2. Верниченко-Цветков Д. Ю. Фотосинтетические пигменты в донных отложениях Северского Донца (в границах Харьковской области). Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: Просвіта, 2008. Вип. 13. № 1. С. 53–61.

3. Верниченко-Цветков Д. Ю. Методика визначення вмісту пігментів водоростей у донних відкладеннях. Вісник ХСП Екологія, техногенна безпека і соціальний прогрес: наук. зб. ХСП. / Мат. II Міжнарод. науково-практ. конф. «Екологічна та техногенна безпека», Харків, 25–27 квітня 2002 р. Харків. 2002. Вип. 1(2). С. 13–21.

4. ГОСТ 17.1.04.02-90 Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла а. М.: Гос. Ком. СССР по охране природы, 1990. 15 с.

5. Иванов А. И. Фитопланктон советского участка Дуная и заливов переднего края его Килийской дельты. Гидробиологические исследования Дуная и придунайских водоёмов: Сб. науч. тр. Киев: Наукова думка, 1987. С.44–57.

6. Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 207 с.

7. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В. Д. Романенка. Київ: ЛОГОС, 2006. 408 с.

8. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Проект / А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко та ін. Харків: УкрНДІЕП, 2012. 37 с.

9. Минеева Н. М. Растительные пигменты в воде волжских водохранилищ. М.: Наука, 2004. 156 с.

10. Оксьюк О. П., Жданова Г. А., Гусынская С. Л., Головки Т. В. Оценка состояния водных объектов по

гидробиологическим показателем. 1. Планктон Гидробиол. журн. 1994. Т. 30. № 3. С.26–31.

11. Окснюк О. П., Давыдов О. А., Карпезо Ю. И. Оценка экологического состояния водных объектов по фитопланктону и фитобентосу (на примере украинского участка Дуная). Гидробиол. журн. 2009. Т.45. № 2. С. 3–12.

12. Сигарева Л. Е. Хлорофилл в донных отложениях волжских водоемов. М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2012. – 217 с.

13. Чербаджи И. И. Определение фотосинтетических пигментов. Методы химического анализа в гидробиологии. Владивосток, 1979. С. 103–111.

14. Bianchi T. S., Canuel E. *Chemical Biomarkers in Aquatic Ecosystems*. Oxford: Princeton University Press, UK, 2011. 396 p.

15. *Bioindicators & Biomonitors. Principles, concepts, application* /ed. by B. A. Markert, A. M. Breure, H. G. Zeechmeister. Oxford : Elsevier Science Ltd., 2003. 997 p

16. Birk S., Schmedtje U. *Towards harmonisation of water quality classification in the Danube River Basin: Overview of biological assessment methods for running waters. Large Rivers*. 2005. Vol. 16. N. 1–2. P. 171–196.

17. Dokulil M. T., Donabaum U. *Phytoplankton of the Danube River: Composition and Long-Term Dynamics*. Acta zool. bulg. 2014. S. 7. 147–152.

18. *Joint Danube Survey – 3. A Comprehensive Analysis of Danube Water Quality. Final Scientific Report* / Ed. I. Liška, F. Vagner, M. Sengl, K. Deusch, Ja. Slobodnik. Viena: ICPDR, 2015. 369 p.

19. Möller W. A. A., Scharf B. W. *The content of chlorophyll in the sediment of the volcanic maar lakes in the Eifel region (Germany) as an indicator for eutrophication*. Hydrobiologia, 1986. Vol. 143. P. 327–329.

20. *Phytoplankton pigments: Characterization, Chemotaxonomy and Applications in Oceanography* / Edited by S. Roy et al. Cambridge General Academic, UK, 2016. 845 p.

21. Premazzi G., Chiaudani G. *Current approaches to assess water quality in lakes. River Water Quality. Ecological Assessment and Control*. Brussels: Commission of European Communities, 1992. P. 249–308.

22. Reuss N. *Sediment pigments as biomarkers of environmental change*. Ph.D. thesis. Roskilde, Denmark: National Environmental Research Institute, 2005. 33 p.

23. Swanson R. L., Potts J. D., Scanes P. R. *Preliminary Ecological Assessment of the Lower to Mid Hunter River Estuary 2015–2016*. Sydney: Office of Environment and Heritage, 2017. 47 p.

24. *Water Quality in the Danube River Basin – 2006* / Ed. I. Liška. ICPDR International Commission for the Protection of the Danube River. TNMN. Yearbook: Vienna, 2006. 39 p.

25. *WFD CIS Guidance Document No.7 Monitoring under the Water Framework Directive*. / Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. 153 p.

26. *WFD CIS Guidance Document No. 13 Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential*. / Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. 47 p.

**PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS ALGOFLORES AS
BIOMARKERS OF THE ECOLOGICAL STATUS OF
WATER OBJECTS (AT EXAMPLE OF THE DANUBE
LOWER REACHES)**

Vasenko A. G., Vernichenko A. A., Vernichenko-Tsvetkov D. Yu.
Ukrainian Research Institute of Environmental Problems
vernyczenko@meta.ua

The article presents the results of studies of the content of photosynthetic pigments in phytoplankton and bottom sediments of the Danube lower reaches, conducted seasonally from 2007 to 2017. The spatial-temporal variability of the absolute and relative characteristics of the pigments of algal flora of the multicomponent and dynamic ecotone «river-sea» was analyzed. It was established that the averaged over time concentration of chlorophyll *a* (Chl *a*) the phytoplankton of the water area averages $8.39 \pm 0.61 \mu\text{g}/\text{dm}^3$, and in bottom sediments it is $8.48 \pm 1.31 \mu\text{g}/\text{g}$. The variability of plant pigments in the sediment is higher than in phytoplankton. The total coefficient of variation in the content of Chl *a* in

phytoplankton was on average in the water area during the research period of 106.1 %, and in the bottom sediments – 186.4 %. The highest concentrations of plant pigments are found in mules, and the smallest are in washed sands. The average concentration of Chl *a* was during the period of researches in washed sands of 0.16 µg/g, in weakly-soiled sands – 1.85 µg/g, in highly-soiled sands – 4.94 µg/g, in mud clay – 17.98 µg/g. Significant variability in the content of pigments in the bottom sediments due to the fact, that the formation of a pigment fund at the bottom of the water depends on the type of bottom sediments. Besides, the content of photosynthetic pigments in phytoplankton reflects the development of algogroups at the time of research, and the pigment fund of the bottom sediments is the result of processes of formation, deposition, accumulation and destruction of pigments for a certain period of time before the conducted research. There are certain differences in the degree of variability of the investigated pigmentary indices. The most dynamic indicator was the content of Chl *a*, the least variable indicators were relative characteristics, such as, for example, the ratio of the concentration of carotenoids to the content of Chl *a*. On the basis of the analysis of the composition of pigment complexes of phytoplankton and bottom sediments, the conclusion was drawn about the relative stability of the species composition of the algae communities of the explored aquatorium. The high content in the pigment complex of bottom sediments and phytoplankton of the investigated water area of feopigments and carotenoids was noted, indicating unfavorable conditions for photosynthesis of algogroups and about their understated functional activity, which was due to the considerable flow velocity and high turbidity of the water. Assessment of the status of the lower reaches of the Danube, completed on basis on the average concentrations of chlorophyll content in phytoplankton and bottom sediments with the help of environmental classifications and ecological index of water quality (EQR), allows to attribute this water body to II-III class, that is, to meso-eutrophic waters.

– Розділ 4 Екозоологічні, мікробіологічні та медико-
екологічні дослідження –

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-12>

УДК 632.7:635.925

**ДЕНДРОБІОНТНІ ФІЛОФАГИ *TILIA* L. У
НАСАДЖЕННЯХ м. ДНІПРО: ВЕСНЯНА
ФЕНОЛОГІЧНА ГРУПА**

Зайцева І. А.

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет
dicentra@ukr.net*

Проведено дослідження структури комплексу домінуючих видів членистоногих – філофагів липи весняної фенологічної групи, в урбоценозах м. Дніпро протягом вегетаційних періодів 2015–2017 рр. До складу комплексу входить 20 видів із 12 родин 6 рядів. З них представників *Lepidoptera* – 40,0 %, *Hemiptera* – 20,0 %, *Coleoptera* – 15,0 %, *Acariformes* і *Hymenoptera* – по 10,0 %, *Diptera* – 5,0 %. Проаналізовано характер поширення філофагів, проведена оцінка ступеня їх шкідливості і розподілу пошкоджень у залежності від рівня забруднення території. Виявлено пряму залежність кількості комбінованих пошкоджень на листках лип від рівня антропогенного навантаження на урбоценоз. Передбачається, що це пов'язано з посиленням інтенсивності конкуруючої боротьби філофагів за освоєння листової поверхні в умовах підвищеного техногенного впливу.

Філофаги липи, весняна фенологічна група, видовий склад, пошкодження листя, м. Дніпро

Найціннішими і найбільш представленими в асортименті деревних рослин, що використовуються для озеленення міст України та інших країн світу, є види роду *Tilia* L. (*Tiliaceae* Juss.). Липи – утворювачі широколистяних лісів помірних зон північної півкулі, тіньовитривалі і довговічні [8], мають високі естетично-декоративні властивості [23], добре переносять штучне формування крони [12]. Вони дуже морозостійкі [14], витримують високі температури за нестачі вологи у ґрунті [27], здатні поглинати і затримувати різноманітні гази і пил [15, 21], інтенсивно накопичувати елементи на територіях із високими їх концентраціями у

викидах джерел забруднень [28]. Листя *Tilia cordata* здатні сорбувати метали з повітря [20].

Повноцінне виконання липовими насадженнями своїх різноманітних функцій із оптимізації параметрів оточуючого урбосередовища напряму залежить від стану асиміляційного апарату деревних рослин. Це, в свою чергу, в значній мірі обумовлено характером взаємин між липами і членистоногими філофагами, трофічно з ними пов'язаними.

Мета даної роботи – оцінити життєвий стан вуличних і паркових насаджень деревних рослин роду *Tilia* L. у м. Дніпро, дослідити характер і ступінь впливу членистоногих філофагів весняної фенологічної групи, визначити їх видовий склад.

Матеріали та методи досліджень

Дослідження проводили протягом вегетаційних сезонів 2015–2017 рр. в умовах паркових і вуличних насаджень правобережної частини м. Дніпро і лісових насаджень навколо смт Гвардійське Новомосковського району Дніпропетровської області (умовний контроль). На території м. Дніпро було обрано вісім стаціонарних дослідних ділянок (СДД), чотири з яких – у парках (відносно чисті парки нагірної частини міста: ім. Ю. Гагарина і Севастопольський; відносно забруднені паркові насадження промислової частини міста: Міський молодіжний парк дозвілля і відпочинку Новокодацький і Сквер Героїв), та чотири – вуличних насадженнях (вулиці Севастопольська і Лоцманський узвіз – із мало інтенсивним рухом автомобільного транспорту, переважно легкового; вул. Європейська і пр. ім. С. Нігояна – з інтенсивним рухом автотранспорту, в останньому випадку переважно вантажного).

Інтенсивність руху на дослідних вулицях вимірювали за методикою А. В. Пузікова [22]. Для цього розраховували кількість автомобілів, що проїжджають, по групах у чотири періоди доби. Для вулиць із декількома смугами руху результати обліку для кожної смуги сумували і знаходили середнє значення за добу.

Об'єктом дослідження слугували три види рослин роду *Tilia* L., що найбільш розповсюджені у міських насадженнях: липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.), широколиста (*T. platyphyllos* Scop.) і європейська (*T. × europea* L.). На

визначених СДД було виконано інвентаризацію дерев липи досліджуваних видів згідно з [9]. Види роду *Tilia* L. визначали за Д. М. Доброчаєвою та ін. [18]. Оцінку життєвого стану лип здійснювали за [13]. Аналіз морфометричних показників річних пагонів проводили за [16].

Детальні маршрутні облікові обстеження вуличних і паркових липових насаджень проводили протягом весняного періоду (із середини березня до кінця травня) 2–3 рази на місяць, на дев'яти СДД (включаючи контрольну ділянку) – один раз на декаду. У зв'язку з пізніми заморозками весною 2017 р. весняний етап досліджень у цьому році було подовжено до 10 червня. Частина обстежених дерев лип на кожній СДД становила не менше 10 % від загальної їх кількості для кожного з трьох видів *Tilia* L. [3]. У визначеного модельного дерева вимірювали висоту (висотоміром SUUNTO PM–5/1520), діаметр стовбура на висоті 1,3 м і встановлювали приблизний вік.

Молоді пагони довжиною 15–30 см зрізували рандомізовано з різних боків проекції крони не менше, ніж із трьох дерев липи для кожного виду і ділянки окремо. Пагони збирали на висоті 1,5–2 м [29] і відразу поміщали у герметичні поліетиленові пакети різних розмірів із замком zip-lock із тим, щоб виключити швидку втрату вологи і подальше висихання зразків [7]. Зібраний матеріал вивчали у лабораторних умовах із використанням біокулярної лупи МБС–10 і трикулярного мікроскопу XSM–40.

Пошкоджені листки гербаризували з використанням методик, прийнятих у гербарній справі [24]. Типи пошкоджень листків з'ясовували за [2, 6]. Ступінь пошкодження листя філофагами визначали у відсотках за п'ятибальною шкалою [25]. Ступінь зараженості рослин попелицями встановлювали візуально за п'ятибальною шкалою [34].

Виявлених філофагів препарували за [25, 32]. Визначення таксономічної приналежності філофагів здійснювали за допомогою визначників [1, 4–6, 11, 19, 26, 30]. Для ідентифікації філофагів-мінерів і галоутворювачів на основі аналізу характеру пошкоджень листя, етологічних особливостей і морфології личинок використовували

відповідні ключі і описи [6, 10, 11], а також інформаційні матеріали спеціалізованих Інтернет-порталів [31, 33].

Результати та їх обговорення

За результатами інвентаризації на всіх СДД зростає всього 510 екз. деревних рослин роду *Tilia* L. Найпоширенішим видом є *T. cordata* (253 екз.), у найменшій кількості представлена *T. × europaea* (100 екз.), проміжне місце за кількістю екземплярів займає *T. platyphyllos* (157 екз.) (рис. 1). Співвідношення паркових і вуличних міських насаджень за участю лип показано на рисунку 2.

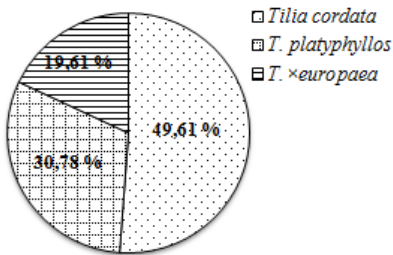


Рисунок 1 – Видовий склад липових насаджень на СДД

Figure 1 – The species composition of the linden plantings on the permanent experimental sites (PES)

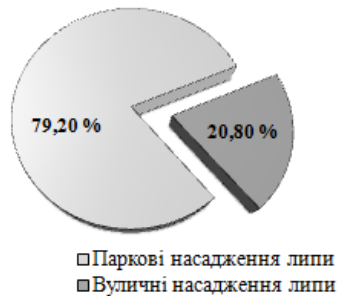


Рисунок 2 – Розподіл паркових і вуличних насаджень липи на СДД

Figure 2 – The distribution of parks and streets linden plantings on the PES

Дані щодо видового складу лип окремо за дослідними ділянками відображені в таблиці 1. Із наведених даних видно, що у міських паркових насадженнях більшою кількістю представлена *T. cordata* – 251 екз. (63,38 % від загальної кількості дерев липи на паркових СДД), а найменшою – *T. × europaea* – 49 екз. (12,37 %); *T. platyphyllos* займає проміжне положення – 96 екз. (24,25 %, відповідно). На вуличних СДД головним чином домінує *T. platyphyllos* – 61 екз. (58,65 % від загальної кількості дерев липи на вуличних СДД), *T. × europaea* представлена 42 екз. (40,38 %), *T. cordata* зустрічається в єдиному екземплярі (0,96 %, відповідно).

Таблиця 1 – Розподіл дерев липи за видами на СДД
Table 1 – The distribution of linden trees by species on the PES

№ СДД	Назва СДД	<i>T. cordata</i>		<i>T. platyphyllos</i>		<i>T. × europaea</i>		Всього екз. лип (%)*
		екз.	%	екз.	%	екз.	%	
1	Умовний контроль – лісові насадження біля смт Гвардійське	1	10,00	–	–	9	90,00	10 (1,96)
2	Парк ім. Ю. Гагарина	6	17,14	17	48,57	12	34,29	35 (6,86)
3	Севастопольський парк	6	31,58	10	52,63	3	15,79	19 (3,73)
4	Сквер Героїв	99	53,81	53	28,80	32	17,39	184 (36,08)
5	Парк Новокодацький	140	88,60	16	10,13	2	1,27	158 (30,98)
6	Вул. Севастопольська	1	2,50	18	45,00	21	52,50	40 (7,84)
7	Лоцманський узвіз	–	–	–	–	14	100,00	14 (2,74)
8	Вул. Європейська	–	–	27	79,41	7	20,59	34 (6,67)
9	Пр. С. Нігояна	–	–	16	100,00	–	–	16 (3,14)
Всього:		253	(49,61)	157	(30,78)	100	(19,61)	510 (100,00)

Примітка. * – у дужках – відсоток дерев липи від загальної кількості екземплярів із усіх СДД

За даними інвентаризації вік лип коливається від 5 до 70 років, середній вік складає 38 років. Висота рослин варіює від 4,5 м до 28,5 м. Діаметр стовбура на висоті 1,3 м коливається у межах 4,3–53,2 см. Деревя *T. platyphyllos* на всіх СДД у середньому є вищими від *T. cordata* та *T. × europaea*. У більшій мірі це виражено у липових насадженнях, які досягли віку від 30 до 70 років, а саме: у парках ім. Ю. Гагаріна, Новокодацький, сквері Героїв, вул. Севастопольській.

Найкращі показники життєвого стану мають липи в лісових насадженнях смт Гвардійське (умовний контроль): стан рослин оцінено у 0–1 бали [13], діаметр стовбура варіює від 3,8 до 47,8 см, висота коливається від 3 до 14 м. У відносно чистих паркових насадженнях діаметр стовбура деяких лип становить до 53,2 см, життєвий стан оцінено у 0–1 бал. Найгірший життєвий стан лип спостерігали на пр. С. Нігояна (3–5 балів).

Липові насадження на міських паркових територіях представлені солітерами, групами, рядовими посадками; на вуличних – в основному рядовими посадками (алеями).

На весняному етапі досліджень було обстежено більше 2650 бруньок із річних пагонів трьох досліджуваних видів лип до їх розпускання на усіх СДД. До настання фази «зелений конус» (кінець березня – II декада квітня 2015–2017 р.р.) шкідників і стадій їх розвитку в досліджуваних бруньках виявлено не було. Починаючи з фази трьох пар справжніх листків у другій декаді квітня (вперше зафіксовано 13 квітня 2016 р. на пр. С. Нігояна) було обстежено всього 508 листкових пластинок *T. platyphyllos* із довжиною від 1,5 до 11,8 см; 189 – *T. cordata* із довжиною 1,5–9,2 см; 192 – *T. × europaea* із довжиною 2,5–7,5 см. Пошкоджень, шкідників і стадій їх розвитку виявлено не було. У середині квітня на листочках всередині бруньок *T. cordata*, що зростає у смт Гвардійське (умовний контроль) виявлені гусениці перших віків *Archips crataegana* – у середньому 1–2 гусениці на бруньку; довжина гусениць – до 3 мм. Інших шкідників не виявлено. Починаючи з другої декади квітня кожного року дані щодо видового складу шкідників липи весняної групи відображено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Видовий склад членистоногих філофагів *Tilia* L. весняної групи
 Table 2 – The species composition of the spring group of the arthropods phyllophagous of *Tilia* L.

Назва шкідника	Вид липи	Тип пошкодження листків	Рівень ушкодження листків*; (кількість на листок / пробу)	Дослідна ділянка, період виявлення
1	2	3	4	5
Кліщ липовий павутинний (<i>Schizotetranychus tiliarium</i> Herman, 1804)	<i>T. platyphyllos</i>	Гофрування, тератози	33,3 %; (2–5 екз. на листок)	Сквер Героїв початок III декади квітня
	<i>T. cordata</i>	Гофрування, тератози	28,13 %; (1–4 екз. на листок)	Парк Новокодацький середина III декади квітня
			15,06 %; (1–2 екз. на листок)	Парк Севастопольський III декада травня
	<i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i>	Гофрування і зміну забарвлення не спостерігали	(1–2 екз. на 25 листків)	Паркові СДД (крім Севастопольського парку) Лоцманський узвіз II декада травня

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
Кліщ липовий галовий (<i>Eriophyes tiliae</i> Pagenstecher, 1857)	<i>T. cordata</i>	Утворення рожкоподібних галів довжиною до 15 мм	1,1 %, (1–2 гали на листок)	Лоцманський узвіз кінець III декади квітня
	<i>T. platyphyllos</i>		8,7 %, (2–13 галів на листок)	Парк ім. Ю. Гагаріна III декада травня
Листовійка глодова (<i>Archips crataegana</i> Hübner, 1799); листовійка строкато-золотиста (<i>Archips xylosteana</i> Linnaeus, 1758); листовійка свінцево-смуриста (<i>Ptycholoma lecheana</i> Linnaeus, 1758)	<i>T. cordata</i>	Скручування вздовж центральної жилки	12,16 % (1–2 гусениці на 10 листків у пробі)	Парк Севастопольський кінець III декади квітня
	<i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i> <i>T. × europaea</i>		2,7 % (3–5 гусениць на 10 листків у пробі)	Всі СДД I – III декада травня
Совка грушева (<i>Cosmia trapezina</i> Linnaeus, 1758)	<i>T. cordata</i>	Грубе об'їдання, дірчасте виїдання	1,39 % (0–2 гусениці на 10 листків у пробі)	Парк Севастопольський кінець III декади квітня

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
Попелиця липова (<i>Eucallipterus tiliae</i> Linnaeus, 1758)	<i>T. cordata</i>	Висмоктуван-ня соків із нижнього боку листка	0,58 % II рівень зараження**	Парк Севастопольський кінець III декади квітня
			2,51 % III рівень зараження	Всі паркові СДД II декада травня
			85,51 % (5–7 крилатих особин на листок) IV–V рівень зараження	Пр. С. Нігояна III декада травня – I декада червня
П'ядун зимовий (<i>Operophtera brumata</i> Linnaeus, 1758)	<i>T. cordata</i>	Дірчасте виїдання	0,89 % (1–2 гусениці на 10 листіків у пробі)	Парк Севастопольський кінець III декади квітня
Листовійка розанова (<i>Archips rosana</i> Linnaeus, 1758)	<i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i> <i>T. × europaea</i>	Складання листка вздовж центральної жилки	0,57 % (0–1 гусениця на 10 листіків у пробі)	Всі СДД I декада травня
Листовійка товстунка строкато-золотиста (<i>Archips xylosteana</i> Linnaeus, 1758)	<i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i> <i>T. × europaea</i>	Скручування листка впоперек центральної жилки	15,10 % (3–7 гусениць на 10 листіків у пробі)	Всі СДД I–III декада травня

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5
Пильщик блідоногий (<i>Pristiphora leucopus</i> Hellén, 1948)	<i>T. cordata</i>	Обгризання	Рідкісний вид	Парки Севастопольський ім. Ю. Гагаріна сквер Героїв II декада травня
П'ядун-обдирало (<i>Erannis defoliaria</i> Clerck, 1759)	<i>T. × europaea</i>	Грубе об'їдання	0,47 % (0–1 гусениця на 25 листіків у пробі)	Лоцманський узвіз II декада травня
Пильщик липовий мінуючий (<i>Parna apicalis</i> Brischke, 1888)	<i>T. cordata</i>	Мінування	0,12 % (1–2 міни на 1 м гілки)	Парк Севастопольський сквер Героїв III декада травня
Ковалик чорний (<i>Athous niger</i> Linnaeus, 1758)	<i>T. × europaea</i>	Об'їдання квітів і молодих листочків жуками	1–2 екз.	Парки Севастопольський, Новокодацький II–III декада травня
Галиця липова крайова (<i>Dasineura tiliamvolvans</i> Rübsaamen, 1889)	<i>T. cordata</i>	Гали по краях листків	Рідкісний вид (1–3 листка на пробу)	Парк Севастопольський сквер Героїв III декада травня
Совка капустяна (<i>Mamestra brassicae</i> Linnaeus, 1758)	<i>T. platyphyllos</i>	Об'їдання квітів і молодих листочків гусеницями	2–3 екз.	Вуличні СДД III декада травня

Примітка: * – % від усіх пошкоджених листків; ** – рівень зараження за шкалою [33], а саме: I рівень – попелиць немає; II – поодинокі екземпляри на органах рослин; III – середнє зараження (малі і середні за чисельністю колонії попелиць на органах рослин); IV – значне зараження (великі колонії на органах рослин), V – дуже високе зараження (попелиці покривають суцільним шаром цілі органи рослин)

Усього на весняному етапі дослідження було обстежено 4103 молодих листків лип. У середньому рівень пошкодження філофагами становив 64,81 %. Дані за видами лип представлені на рисунку 3.

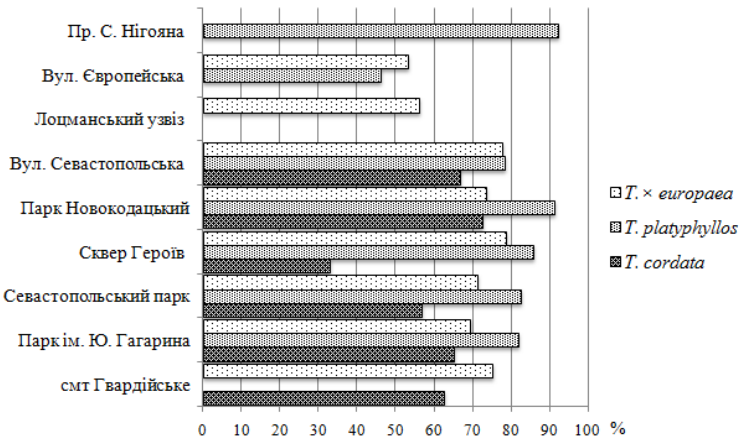


Рисунок 3 – Загальний рівень ушкодження листя лип на весняному етапі досліджень

Figure 3 – The overall damage level of linden tree leaves at the spring stage of research

Із отриманих даних видно, що майже на всіх СДД найбільш ушкодженим філофагами є листя *T. platyphyllos*, особливо на ділянках у промисловій частині міста (пр. С. Нігояна, парк Новокодацький), що ймовірно пов'язано з порушенням умов нормальної вегетації і зниженням імунітету рослин під дією промислових і автотранспортних викидів. Найбільш стійкою до впливу філофагів виявилась *T. cordata*, більшою мірою у центральному районі міста (сквер Героїв).

Розподіл пошкоджень листя лип за варіантами з урахуванням типу живлення і способу життя (гризучі комахи, що живуть відкрито, або у скручених листках: грубе об'їдання, крайове обгризання, дірчасте виїдання, скелетування і скручення листків; прихованоживучі: мінери і галоутворювачі; сисні комахи і кліщі: зміна забарвлення,

гофрування, проколи тканини листка) у весняний період із урахуванням частки комбінованих пошкоджень представлено у вигляді діаграм (рис. 4).

Окрім вказаних видів філофагів (табл. 2) на листках лип доволі рідко зустрічали характерні пошкодження (рис. 11) і імаго довгоносиків листкових: золотисто-зеленого (*Phyllobius argentatus* Linnaeus, 1758), кормовими рослинами якого, за даними деяких авторів [17], є переважно деревні рослини родів *Betula* L. і *Aesculus* L., і довгастого (*Phyllobius oblongus* Linnaeus, 1758). У середньому 4,67 % листків було пошкоджено клопами-сліпняками (Hemiptera: *Miridae* Hahn, 1833) (рис. 8). У пробах було виявлено два види: сліпняк багатодіний (*Closterotomus biclavatus* Herrich-Schaeffer, 1835) і звичайний (*Lygocoris viridis* Fallen, 1807). Іноді реєстрували наземника березового (*Kleidocerys resedae* Panzer, 1797) із родини *Lygaeidae* Schilling, 1829

Деякі типові пошкодження представлені на рисунках 5–14.

Окремо зазначимо, що кліщ *Schizotetranychus tiliarium* за даними [4] є дуже небезпечним шкідником липи. Дас спалахи масових розмножень на дрібнолистих видах лип, рідко на крупнолистих. У даній роботі реєстрували цього кліща в більшості випадків на листках *T. cordata*, але на деяких СДД (сквер Героїв, Лоцманський узвіз) – на листках *T. platyphyllos*. При цьому на вул. Лоцманський узвіз на листках *T. cordata* кліща *S. tiliarium* знайдено не було.

Однак, у цілому, всі ці пошкодження майже не впливали на декоративно-естетичну привабливість лип у паркових і вуличних насадженнях за виключенням насаджень вздовж пр. С. Нігояна. Це крупна магістраль у промисловій частині міста з інтенсивним рухом автотранспорту, переважно вантажного (18036 машин за 1 годину в середньому за добу), поруч із потужними підприємствами ПАТ «ЄВРАЗ – Дніпровський металургійний завод», ПАТ «Дніпропетровський агрегатний завод» та ін.

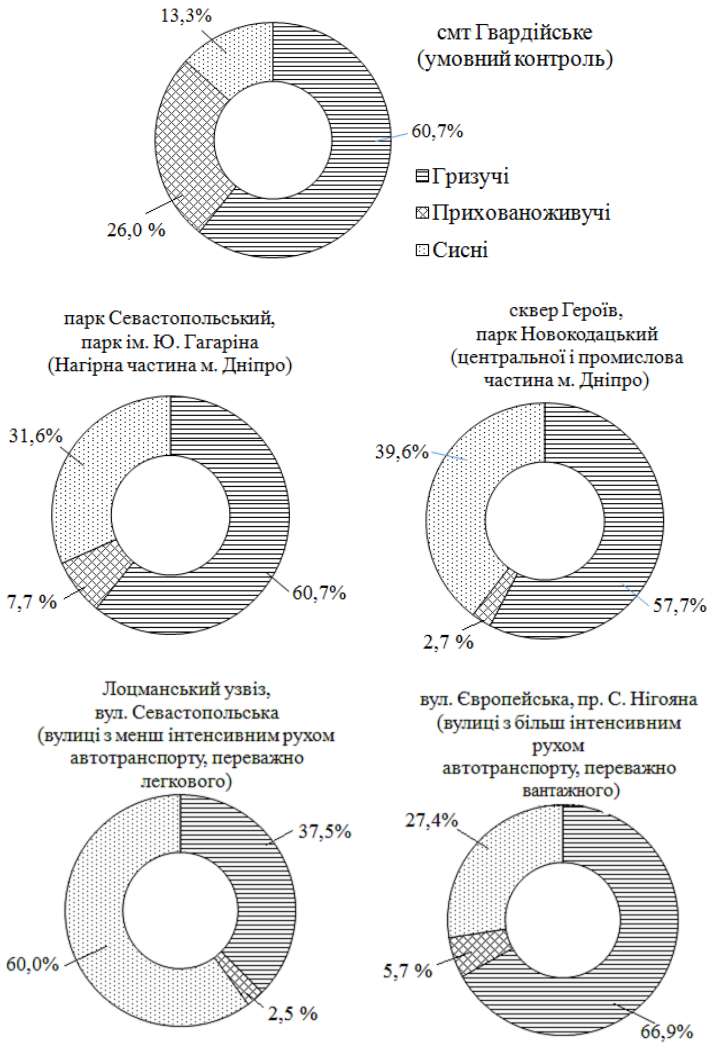


Рисунок 4 – Розподіл пошкоджень листя лип у паркових і вуличних насадженнях трофічними групами філофагів у весняний період, % від загальної кількості пошкоджених листків

Figure 4 – Distribution of the damages of linden leaves by phyllophagous trophic groups in parks and streets plantings in spring, % of the total number of damaged leaves



Рисунок 5 – Наслідки живлення *Schizotetranychus tiliarium* – скручування і гофрування листків *T. platyphyllos* в алейній посадці скверу Героїв (20.04.2016 р.)

Figure 5 – Effects of *Schizotetranychus tiliarium* feeding – twisting and corrugation of *T. platyphyllos* leaflets in the alley planting of Heroes' Square (Apr. 20, 2016)



Рисунок 6 – Тератози листків *T. cordata* в парку Новокодацький, викликані живленням *S. tiliarium* (25.04.2017 р.)

Figure 6 – Leafy teratosis of *T. cordata* in the Novokodatsky Park, caused by the feeding of *S. tiliarium* (Apr. 25, 2017)



Рисунок 7 – Проколи на листках *T. platyphyllos* в Севастопольському парку (16.05.2017 р.)

Figure 7 – The punctures on the leaves of *T. platyphyllos* in Sevastopol Park (May 16, 2017)



Рисунок 8 – Пошкодження листків липи клопами-сплячками (*Miridae* Hahn, 1833) (10.05.2017 р.)

Figure 8 – The damage to the linden leaves by plant bugs (*Miridae* Hahn, 1833) (May 10, 2017)



Рисунок 9 – Колонія *Eucallipterus tiliae* на нижньому боці листків *T. Platyphyllos* в Севастопольському парку (18.05.2017 р.)

Figure 9 – The *Eucallipterus tiliae* colony at the underside of the *T. platyphyllos* leaves in Sevastopol Park (May 18, 2017)



Рисунок 10 – Гали кліща *Eriophyes tiliae* на листках липи на пр. С. Нігояна (21.04.2016 р.)

Figure 10 – The galls caused by mite *Eriophyes tiliae* on linden leaves on the S. Nigoyan ave. (Apr. 21, 2016)



Рисунок 11 – Листя липи, пошкоджене листковими довгоносиками (*Phyllobius* Germar, 1824) у парку Новокодацький (21.05.2015)

Figure 11 – The linden leaves damaged by leaf weevils (*Phyllobius* Germar, 1824) in Novokodatsky Park (May 21, 2015)



Рисунок 12 – Листок липи, пошкоджений гусеницею листовійки (27.04.2017 р.)

Figure 12 – A leaf of linden tree, damaged by leaf roller caterpillar (Apr. 27, 2017)



Рисунок 13 – Листя липи, скручені гусеницями листовійок (25.05.2017 р.)

Figure 13 – The leaves of the linden, twisted by caterpillars of leaf-rollers (May 25, 2017)

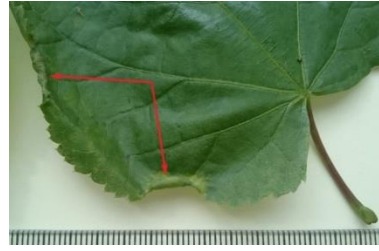


Рисунок 14 – Гали *Dasineura tiliamvolvans* на листку липи (26.05.2017 р.)

Figure 14 – The galls formed by *Dasineura tiliamvolvans* on a leaf of a linden (May 26, 2017)

Наприкінці травня на пр. С. Нігояна майже 100 % листків липи було заселено морфами попелиці *Eucallipterus tiliae*, листки були чорні від сажистих грибів, що оселялись на цукристих виділеннях попелиць. Багато жуків сонечок (*Coccinellidae* Latreille, 1807) і їх личинок, а також личинок мух дзюрчалок (Diptera : Syrphidae : *Syrphuss pp.*) активно полювали на попелиць (рис. 15). Декоративно-естетичні якості дерев *Tilia* L. на цій дослідній ділянці були суттєво знижені.



Рисунок 15 – Колонії попелиць *Eucallipterus tiliae*, личинки *Coccinellidae* (А) і *Syrphus* (Б) на листках *T. platyphyllos* (01.06.2017 р., пр. С. Нігояна)

Figure 15 – The colonies of *Eucallipterus tiliae*, *Coccinellidae* (A) and *Syrphus* (B) larvae on the *T. platyphyllos* leaves (June 1, 2017, S. Nigoyana ave.)

Цікавим, на нашу думку, є характер розподілу комбінованих пошкоджень залежно від ступеня забрудненості довкілля (рис. 16).

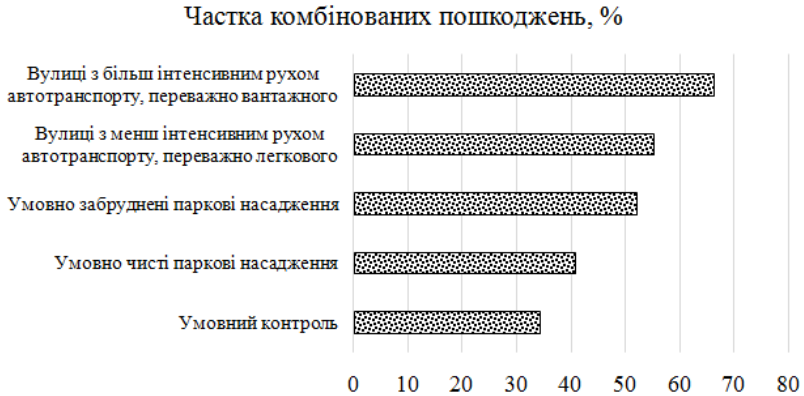


Рисунок 16 – Характер розподілу комбінованих пошкоджень листя лип у насадженнях ділянок із різним рівнем забруднення у весняний період

Figure 16 – Character of distribution of the linden leaves combined damages in the plantings of the sites with different levels of pollution in the spring period

Спостерігається пряма залежність кількості комбінованих пошкоджень на листках лип із ступенем забруднення оточуючого середовища. Це може свідчити про посилення конкуруючої боротьби між філофагами за площу освоєння листової поверхні в умовах зростання антропогенного навантаження. Вважаємо, що це питання потребує подальшого більш детального вивчення, можливо на біохімічному рівні особливостей взаємовідносин «філофаг – деревна рослина» в урбоценозах, що зазнають суттєвого впливу промислових і транспортних викидів.

Висновки

1. До складу комплексу членистоногих-філофагів весняної фенологічної групи, трофічно пов'язаних із *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *T. × europea*, що зростають у насадженнях м. Дніпро і смт Гвардійське, входить 20 видів із 12 родин 6 рядів. При цьому частка *Lepidoptera* складає 40 %, *Hemiptera* – 20 %, *Coleoptera* – 15 %, *Acariformes* і *Hymenoptera* – по 10 %; *Diptera* – 5 %.

2. Основна кількість видів наносить пошкодження листкам липи у вигляді об'їдання, скручування і скелетування – 60 %; проколів, гофрування і галоутворення – по 10 %; зміни забарвлення і мінування – по 5 %.

3. У весняний період переважають пошкодження листків гризучими комахами – в середньому 56,7 % для всіх стаціонарних дослідних ділянок, крім вулиць із низькою інтенсивністю руху автомобільного транспорту, де домінують ушкодження сисними комахами (60,0 %). Для контрольної ділянки зафіксована максимальна кількість галоутворення і мінування (26,0 %).

4. Встановлено, що частка комбінованих пошкоджень листків лип у весняний період зростає прямо пропорційно рівню забруднення території дослідної ділянки, що, ймовірно, пов'язано зі збільшенням інтенсивності конкуруючої боротьби членистоногих філофагів липи за освоєння листової поверхні в умовах підвищеного антропогенного навантаження.

Література:

1. Акимов И. А., Жовнерчук О. В. Тетранихоидные клещи – вредители зеленых насаждений мегаполиса : монография. Киев : ТОВ «Велес», 2010. 107 с.

2. Бей-Биенко Г. Я. Общая энтомология : учебник для университетов и сельхозвузов. 3 изд., доп. Москва : Высш. школа, 1980. 415 с.

3. Воронцов А. И. Лесная энтомология : учебник для вузов. 5-е изд. Москва : Экология, 1995. 352 с.

4. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений : в 3 т. / С. И. Антонюк,

Б. А. Арешников, А. А. Байдашников, В. П. Васильев и др. ; под общ. ред. В. П. Васильева. 2-е изд., испр. и доп. Т. 1. Вредные нематоды, моллюски, членистоногие. Ред. тома В. Г. Долин. Киев : Урожай, 1987. 440 с.

5. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений : в 3 т. / С. И. Антонюк, Б. А. Арешников, А. А. Байдашников, В. П. Васильев и др. ; под общ. ред. В. П. Васильева. 2-е изд., испр. и доп. Т. 2. Вредные членистоногие, позвоночные. Ред. тома В. Г. Долин, В. Н. Стовбчатый. Киев : Урожай, 1988. 576 с.

6. Гусев В. И., Римский-Корсаков М. Н. Определитель повреждений лесных и декоративных деревьев и кустарников европейской части СССР. Москва ; Ленинград : Гослесбуиздат, 1951. 580 с.

7. Жоров Д. Г., Сауткин Ф. В., Синчук О. В., Рогинский А. С. Фоновые инвазивные виды членистоногих – вредителей древесных растений зеленых насаждений Беларуси. *Вісник Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. Брест, 2016. № 1. С. 25–34.*

8. Заячук В. Я. Дендрологія : підручник. 2-ге вид. зі змін. та доповн. Львів : СПОЛОМ, 2014. 676 с.

9. Інструкція з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України : затв. наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства від 16.01.2007 р. № 8 (20082–07). URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02> (дата звернення: 10.01.2019).

10. Кириченко Н. И. Методические подходы к исследованию насекомых, минирующих листья древесных растений. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Санкт-Петербург, 2014. Вып. 207. С. 235–246.*

11. Коломоец Т. П., Мамаев Б. М., Зерова М. Д., Нарчук Э. П., Ермоленко В. М., Дьякончук Л. А. Насекомые-галлообразователи культурных и дикорастущих растений европейской части СССР. *Двукрылые / отв. ред. Е. Н. Савченко. Киев : Наукова думка, 1989. 160 с.*

12. Крижановська Н. Я., Шушлякова О. С. Рослинні угруповання як засіб формування об'єктів ландшафтного дизайну : наук.-метод. посіб. Харків : ХНАМГ, 2009. 88 с.

13. Кулагин Ю. З. Древесные растения и промышленная среда. Москва : Наука, 1974. 127 с.

14. Масальський В. П. Зимостійкість і морозостійкість лип (*Tilia L.*) в Правобережному Лісостепу України. Науковий вісник НЛТУ України. Львів : РВВ НЛТУ України. 2010. Вип. 20 (10). С. 35–39.

15. Масальський В. П., Мордатенко І. Л. Газо- і димостійкість культивованих видів роду *Tilia L.* в умовах урбанізованого середовища Правобережного Лісостепу України (на прикладі вуличних насаджень міст Києва та Білої Церкви). Науковий вісник НЛТУ України. Львів : РВВ НЛТУ України, 2014. Вип. 24.4. С. 104–108.

16. Молчанов А. А., Смирнов В. В. Методика изучения природы древесных растений. Москва : Наука, 1967. 95 с.

17. Мыркасимова А. С. Вредоносность золотисто-зеленого листового долгоносика (*Phyllobius argentatus L.*) для лиственных деревьев. *Universum: Химия и биология: научный электронный журнал*. 2016. № 12 (30). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/3985>.

18. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин и др. Київ : Наукова думка, 1987. 548 с.

19. Определитель насекомых европейской части СССР : в 5 т./ под общ. ред. чл.-корр. АН СССР Г. Я. Бей-Биенко. Москва ; Ленинград : Наука, 1964–1988.

20. Парибок Т. А. Высшие растения как биоиндикаторы загрязнения окружающей среды металлами : тез. докл. VII делегатского съезда Всесоюз. ботанич. общества (Донецк, 11–14 мая 1983 г.). Ленинград : Наука, 1983. С. 319.

21. Пономарьова О. А., Бессонова В. П. Порівняльна пілоосаджуюча здатність видів роду *Tilia L.* при зростанні в санітарних зонах підприємств. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного ун-ту. Кам'янець-Подільський: Вид-во ПДАТУ, 2010. С. 137–140.

22. Пузиков А. В. *Методика определения интенсивности движения по результатам краткосрочных наблюдений* : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.11 / Волгоград, 2006. 141 с.
23. Рубцов Л. И. *Деревья и кустарники в ландшафтной архитектуре* : справочник. Киев : Наукова думка, 1977. 272 с.
24. Скворцов А. К. *Гербарий. Пособие по методике и технике*. Москва : Наука, 1977. 199 с.
25. Фасулати К. К. *Полевое изучение наземных беспозвоночных*. Москва : Высш. шк., 1971. 125 с.
26. Фауна України в 40 томах. Том 15. *Листовійки. Вип. 10. Тортрицини (Tortricinae)* / Ю. О. Костюк. Київ : Наукова думка, 1980. 422 с.
27. Хлонов Ю. П. *Некоторые экологические особенности липы сердцевидной. Сибирский экологический журнал. Новосибирск, 2002. № 2. С. 237–241.*
28. Чернышенко О. В. *Аккумуляция металлов древесными растениями в городских экстремальных условиях. Лесохозяйственная обзорная экспресс информация. Москва : ВНИИЦлесресурс, 2000. № 9–12. С. 24–28.*
29. Чехонина О. Б. *Дендробионтные филофаги городских зеленых насаждений (на примере г. Москвы)* : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16, 03.00.08. Москва. 2004. 198 с.
30. Blackman R. L., Eastop V. F. *Aphids on the World's Trees, an Identification and Information Guide*. Wallingford (UK) : CAB International, 1994. 987 p.
31. *British Leafminers* / ed. R. Edmunds [et al.]. London, 2003. URL: <http://www.leafmines.co.uk>
32. *Collecting and preserving insects and mites : Techniques and tools* / ed. M. E. Schauf. Washington, 2005. 69 p.
33. *Leafminers and plant galls of Europe* / ed. W. N. Ellis. Amsterdam, 2001–2019. URL: <http://www.bladmineerders.nl>.
34. Ratajczak J., Wilkaniec B., Wilkaniec A. *Infestation of dendrological collection in central Poland by aphids. Dendrobiology. Kórnik, 2011. Vol. 66. P. 85–97.*

**PHYLLOPHAGOUS ARTHROPODS OF THE LINDEN
TREES (*TILIA* L.) IN THE DNIPRO PLANTATIONS:
SPRING PHENOLOGICAL GROUP**

Zaitseva I. A.

Dnipro State Agrarian and Economic University

dicentra@ukr.net

According to the results of a two-year (2015–2017) monitoring of Dnipro streets and parks planting of linden, a complex of dominant species of arthropods – phylophagous of linden of spring phenological group, was established. The research was conducted on 8 permanent experimental sites (PESs) located in Dnipro parks with different degrees of anthropogenic load and along streets with varying intensity of road traffic. Forest areas of the Gvardiyske village (Novomoskovsk district, Dnipropetrovsk region) were a control site.

In all PESs, an inventory of *Tilia cordata* Mill., *T. platyphyllos* Scop. and *T. × europea* L. trees was performed and their vital state was assessed. According to the results of inventory, 510 tree plants of the Linden (*Tilia* L.) genus are growing on all sites. Among them, *T. cordata* is dominant. Linden predominates in park plantations (79.2 %). The linden average age is about 38 years. The height of plants varies from 4.5 m to 28.5 m. The trunks reach a diameter of 4.3–53.2 cm at chest height. In relatively clean park plantations the vital state of linden trees is satisfactory. The linden trees on S. Neogoyan ave., where the intensity of the traffic (mostly trucks) is maximal, are characterized with the worst vital state.

A total of 4 103 young linden leaves were surveyed in the spring. The average level of damage by phylophagous arthropods was 64.8 %. The leaves of *T. platyphyllos* were damaged the most, especially in the industrial part of the Dnipro, which is probably due to violation of the normal vegetation conditions and reduced plant immunity under the influence of industrial and motor vehicle emissions. The *T. cordata* was more resistant to the pests influence, to a greater extent in the central area of the Dnipro (Heroes Square).

It was established that in conditions of the Dnipro urbocenosis and Gvardiyske village forest areas, the spring phenological group of phyllophagous pests of linden trees is represented by 20 species from 12 families of 6 genera. The part of *Lepidoptera* is 40 %, *Hemiptera* – 20 %, *Coleoptera* – 15 %, *Hymenoptera* and *Acariformes* – 10 %; *Diptera* – 5 %.

The most of the species inflicts damage to the leaves of the linden in the form of dining, twisting and skeletoning – 60 % of affected leaves; punctures, corrugations and galling – 10 %; changes in color and mines – 5 %. In general, damages of leaves by gnawing insects dominates in spring for all PESs (56.7 %), except for streets with low traffic intensity, where sucking arthropods are dominating pests (60.0 %). The maximum amount of galling and mining leaves (26.0 %) was recorded for the control area.

The *Eriophyes tiliae* (Pagenstecher, 1857), *Schizotetranychus tiliarium* (Herman, 1804); *Archips crataegana* (Hübner, 1799), *A. rosana* (Linnaeus, 1758), *A. xylosteana* (Linnaeus, 1758), *Ptycholoma lecheana* (Linnaeus, 1758); *Cosmia trapezina* (Linnaeus, 1758), *Mamestra brassicae* (Linnaeus, 1758); *Erannis defoliaria* (Clerck, 1759), *Operophtera brumata* (Linnaeus, 1758); *Parna apicalis* (Brischke, 1888), *Pristiphora leucopus* (Hellén, 1948); *Dasineura tiliamvolvans* (Rübsaamen, 1889) were dominant phyllophagous in spring season. The aphid *Eucallipterus tiliae* (Linnaeus, 1758) was among the most destructive sucking arthropods on linden leaves in this period. At some PESs a few specimens of *Phyllobius argentatus* (Linnaeus, 1758), *Ph. oblongus* (Linnaeus, 1758); *Athous niger* (Linnaeus, 1758); *Closterotomus biclavatus* (Herrich-Schaeffer, 1835), *Lygocoris viridis* (Fallen, 1807), *Clementocresus resedae* (Panzer, 1797) were noticed on linden leaves.

It was established that the part of combined damages in spring period increases in direct proportion to the level of pollution of the territory of the PESs, which may indirectly indicate an increase in the intensity of the competitive struggle of linden leaves pests for the occupying of the leaf surface in conditions of increased anthropogenic loading.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-13>

УДК 546.76:628.3:582.282.23

СКРИНІНГ ПІГМЕНТОСИНТЕЗУВАЛЬНИХ ДРІЖДЖІВ – БІОІНДИКАТОРІВ ЙОНІВ ХРОМУ (VI)

Валерченко Ю. В., Крупей К. С.

Запорізький національний університет

julia1881881@gmail.com

Зроблено порівняльний аналіз візуальної оцінки пігментонакопичення дріжджів *Rhodotorula mucilaginosa* Y-1394 та концентрації каротиноїдів у клітинах. Встановлена наявність сильного кореляційного зв'язку. Рекомендовано для використання у біоіндикації йонів Хрому пігментовані дріжджові культури, а саме: *Sporobolomyces roseus* Y-333, *Rh. glutinis* Y-1333, *Rh. glutinis* Y-1335, *Rh. mucilaginosa* Y-1394 та *Rh. aurantiaca* Y-1195, які проявили олігодинамічну дію в присутності Калію біхромату. Відносно пігментоутворення найбільш токсичну дію йони Хрому спричинили на дріжджі *Sp. roseus* Y-1443, які виявилися у 40 разів чутливіше, ніж *Rhodospiridium sphaerocarpum* Y-44. Повна втрата пігментів спостерігалася за концентрації Cr^{6+} у дріжджі *R. sphaerocarpum* Y-44 – 200 мг/дм³.

Хром, пігмент, дріжджі-біоіндикатори

Хром – це один із біогенних хімічних елементів, що входить до складу рослинних і тваринних тканин. Найважливіша його біологічна роль полягає в регуляції вуглеводного обміну і рівня глюкози в крові. Крім того, Хром бере участь у регуляції обміну холестерину і є активатором деяких ферментів [11].

Найбільш широке розповсюдження мають дві форми Хрому – Cr^{3+} і Cr^{6+} . Незамінну функцію в живому організмі виконує тільки тривалентний Хром. Сполуки на основі шестивалентного Хрому токсичні та канцерогенні [2, 6, 9].

У питній воді ГДК Cr^{6+} – 0,05, а Cr^{3+} – 0,5 мг/дм³. Для наземних диких тварин токсична питна вода з вмістом Хрому 1,0 мг/дм³, для домашньої худоби – 0,5 мг/дм³ [2].

Сполуки Хрому за концентрації 0,1 мг/ дм³ глибоко діють на флору і фауну водойм, гальмують процеси самоочищення [4]. Хром надає токсичну дію на мікробіоту біологічної очистки стічних вод у концентрації 2–5 мг/дм³. Встановлено,

що 10 % Cr^{6+} у промислових стоках знижують потужність установки до 5 % [9].

Мікроорганізми, а саме дріжджі, найбільш чутливі до дії важких металів (ВМ) [7]. Вони здатні виводити із водних розчинів більше ВМ, ніж інші сорбенти. Візуальне спостереження за зміною яскравості пігментів за дії різних концентрацій ВМ має перевагу перед індикацією стану довкілля за допомогою фізичних і хімічних методів, внаслідок чого пігментосинтезувальних дріжджів рекомендують в очистці та біоіндикації стічних вод. Тому метою роботи було провести скринінг каротин- та пульхериміносинтезувальних дріжджів-індикаторів Cr^{6+} .

Матеріали та методи досліджень

Об'єктом дослідження були каротиносинтезувальні дріжджі родів *Rhodosporidium*, *Rhodotorula* та *Sporobolomyces*, а також пульхеримінові штами дріжджів роду *Metschnikowia*, надані нам із колекції музейних культур Інститутом мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України.

Тверде поживне середовище Сабуро готували на основі води з певним вмістом Калію біхромату (в перерахунку на катіон). Контролем слугувало поживне середовище Сабуро без додавання солей. Після застигання середовища на нього суцільним газоном засівали 18-годинні колекційні культури дріжджів (0,2 мл на 1 чашку Петрі). Щільність суспензії становила 10^7 кл/см³. Інкубування проводили в термостаті за температури 27–28 °С. На 3-ю добу культивування візуально проводили облік результатів шляхом порівняння дослідних зразків із контролем.

Для визначення концентрації каротиноїдів у біомасі дріжджів використовували спектрофотометричний метод. Концентрацію β -каротину, торуліну та торулародіну визначали при довжині хвиль 450, 509, 537 нм, відповідно [3].

Для розрахунку різниці в інтенсивності кольору між дослідними і контрольними зразками чашки Петрі з дріжджовими колоніями фотографували, завантажували

фотографії у графічний редактор Adobe Photoshop, визначали показники каналів кольорової моделі (Lab), потім у програмі CIEDE 2000 розраховували різницю в інтенсивності кольору пігментів (dE) [10].

Результати та їх обговорення

Результати дослідження показали, що пігментосинтезувальні дріжджі втрачали здатність до утворення пігментів із певних концентраційних рівнів йонів Хрому.

Для підтвердження ефективності використання широко застосовуваної шкали для візуальної оцінки пігментонакопичення мікроорганізмів [1, 8] було проведене дослідження щодо спектрофотометричного визначення кількісного вмісту каротиноїдів у дріжджах *Rh. mucilaginosa* Y-1394, які синтезують декілька типів пігментів (табл. 1).

При порівнянні візуальної оцінки пігментонакопичення дріжджів та концентрації каротиноїдів було встановлено наявність сильного кореляційного зв'язку $r = +1$.

За концентрації Cr^{6+} 5 мг/дм³ був відмічений суцільний ріст помірно пігментованих колоній (++) *Rh. mucilaginosa* Y-1394. Концентрація каротиноїдів (β -каротину, торуліну та торулародіну) була в 2 рази нижчою, порівняно з контролем. За концентрації Cr^{6+} 10 мг/дм³ спостерігався суцільний ріст безпігментних колоній *Rh. mucilaginosa* Y-1394 (концентрація β -каротину була в 10,3 рази меншою, ніж у контролі).

У дріжджів *Rhodospiridium sphaerocarpum* Y-44 за концентрації йонів Хрому 150 мг/дм³ спостерігався добрий ріст пігментованих та безпігментних колоній. За концентрації йонів Хрому 200–300 мг/дм³ був відмічений ріст безпігментних колоній. Повна втрата росту та пігментоутворення колоній відмічена за концентрації йонів Хрому (VI) 350 мг/дм³ (табл. 2).

Таблиця 1 – Продуктивність каротинвмісних дріжджів *Rh. mucilaginosa* Y-1394 за дії Cr⁶⁺

Table 1 – Productivity of carotene containing yeast *Rh. mucilaginosa* Y-1394 for the effects of Cr⁶⁺

Концентрація Cr ⁶⁺ , мг/дм ³	Візуальна оцінка пігментонакопичення дріжджів	β-каротин, мкг/см ³	Торулін, мкг/см ³	Торулародін, мкг/см ³
Контроль (без металу)	П * ++++ (100 %)	0,195±0,001	0,079±0,0013	0,311±0,0052
2,5	+++ (75 %)	0,144±0,0023	0,058±0,002	0,252±0,0018
5	++ (50 %)	0,098±0,0011	0,0385±0,0006	0,149±0,0031
7,5	+ (25 %)	0,045±0,003	0,0191±0,0012	0,075±0,002
10	- (0 %)	0,019±0,00041	0,0097±0,000	0,028±0,0004

Примітка: *Пігментоутворення: ++++ – інтенсивне, +++ – добре, ++ – помірне, + – слабке, - – відсутнє; p<0,05

Добрий ріст помірно пігментованих колоній *R. diobovatum* Y-43 був відмічений за концентрації 25 мг/дм³. За концентрацій йонів Хрому 50–150 мг/дм³ зареєстрований помірний ріст пігментованих та безпігментних колоній. Повна втрата росту та пігментоутворення спостерігалась за концентрації 200 мг/дм³ Cr⁶⁺.

Дріжджі роду *Metschnikowia* синтезують ферумвмісний червоно-вишневий пігмент пульхеримін у присутності в середовищі Сабуро FeSO₄. За концентрацій 10–75 мг/дм³ йонів Cr⁶⁺ та 1 мг/дм³ FeSO₄ спостерігався суцільний ріст безпігментних колоній *M. pulcherrima* Y-332, як і в контролі. Вірогідно це було спричинено виникненням дисоціантів внаслідок випадкових ненаправлених мутацій вихідного штаму. Проте культура *M. pulcherrima* Y-333 проявила олігодинамічну дію за умов присутності в середовищі металу. Синтез пульхериміну блокувався за концентрації 40 мг/дм³ йонів Хрому (табл. 3).

Таблиця 2 – Вплив Cr^{6+} на інтенсивність пігментоутворення дріжджів *Rhodosporidium*

Table 2 – Influence of Cr^{6+} on the intensity of pigmentation of *Rhodosporidium* yeast

Концентрація Cr^{6+} , мг/дм ³	<i>R. sphaerocarpum</i> Y-44		<i>R. diobovatum</i> Y-43	
	*Ріст	**Пігмент	Ріст	Пігмент
Контроль	++++	++++	++++	++++
10	++++	++++	++++	++++
25	++++	++++	+++	++
50	++++	++++	++	±
75	++++	++++	++	±
100	++++	+++	++	±
150	+++	±	++	±
200	++	–	–	–
250	++	–	–	–
300	+	–	–	–

Примітка (тут та далі): *Ріст: ++++ – суцільний, +++ – добрий, ++ – помірний, + – слабкий, – – відсутній; **Пігмент: ++++ – інтенсивний, +++ – добрий, ++ – помірний, + – слабкий, – – відсутній, ± – наявність пігментних та безпігментних колоній.

Повне блокування пігментоутворення та росту дріжджових клітин *Rh. mucilaginosa* Y-1395 відбувалося у присутності в середовищі 10 мг/дм³ йонів Хрому. Дріжджі *Sr. roseus* Y-1443 втрачали здатність до пігментоутворення за концентрації Хрому 5 мг/дм³ в поживному середовищі, а за концентрації 25 мг/дм³ металу ріст культури повністю блокувався (табл. 4).

Таблиця 3 – Вплив Cr^{6+} на інтенсивність пігментоутворення дріжджів *Metschnikowia*

Table 3 – Influence of Cr^{6+} on the intensity of pigmentation of *Metschnikowia* yeast

Концентрація Cr^{6+} , мг/дм ³	<i>M. pulcherrima</i> Y-332		<i>M. pulcherrima</i> Y-333	
	Ріст	Пігмент	Ріст	Пігмент
Контроль	++++	–	++++	++++
5	++++	–	++++	+++
10	++++	–	++++	++
20	++++	–	+++	++
30	++++	–	++	++
40	++++	–	++	–
50	++++	–	++	–
75	++++	–	–	–

Таблиця 4 – Вплив Cr^{6+} на інтенсивність пігментоутворення дріжджів

Table 4 – Influence of Cr^{6+} on the intensity of pigmentation of yeast

Концентрація Cr^{6+} , мг/дм ³	<i>Rh. mucilaginosa</i> Y-1395		<i>Sp. roseus</i> Y-1443	
	Ріст	Пігмент	Ріст	Пігмент
Контроль	++++	++++	++++	++++
1	++++	++++	++++	++
5	+	+	+++	–
10	–	–	+++	–
20	–	–	++	–
25	–	–	–	–

Дріжджі *R. diobovatum* Y-43, на відміну від інших досліджуваних культур, не втрачали здатність повністю накопичувати каротиноїди та не мали концентраційного

інтервалу (КІ) між втратою пігментів і затримкою росту, проте мали здатність поступово зменшувати інтенсивність кольору пігментів при підвищенні концентрації металу (рис. 1).

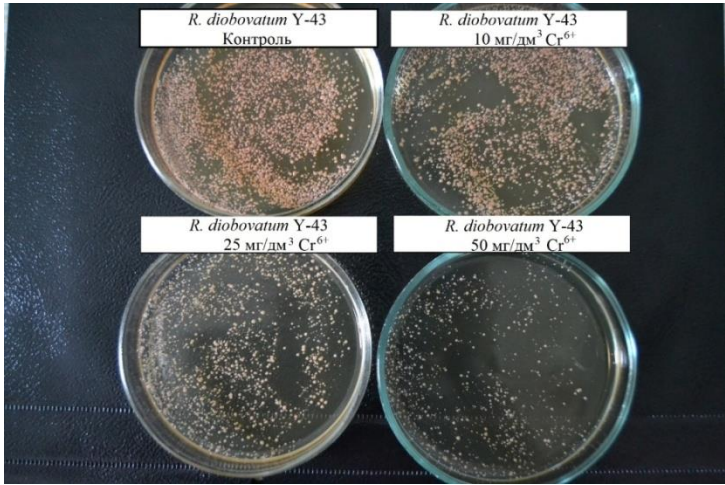


Рисунок 1 – Вплив йонів Хрому (VI) на інтенсивність пігментоутворення дріжджів *R. diobovatum* Y-43

Figure 1 – Influence of Chromium (VI) ions on the intensity of pigmentation of *R. diobovatum* Y-43 yeast

Отже, культури *R. sphaerocarpum* Y-44 та *R. diobovatum* Y-43 виявилися найбільш стійкими до дії йонів Хрому. На ріст дріжджів *Rh. mucilaginosa* Y-1395 йони Хрому (VI) проявили у 35 разів токсичнішу дію, ніж на *R. sphaerocarpum* Y-44. Проте відносно пігментоутворення найбільш токсичну дію йони Хрому спричинили на дріжджі *Sp. roseus* Y-1443, які виявилися у 40 разів чутливіше, ніж *R. sphaerocarpum* Y-44.

Проведені попередні дослідження на інших штаммах дріжджів *Rhodotorula* показали, що вони здатні також втрачати пігменти та затримувати ріст за дії важких металів [5].

Порівняльний аналіз щодо впливу йонів Хрому на пігментосинтезувальних мікроорганізмів показав, що дріжджі роду *Rhodosporeidium* виявилися стійкішими, на відміну від інших досліджуваних пігментованих форм дріжджів. Найбільш токсичну дію йони Хрому проявили на дріжджі роду *Rhodotorula* і на *Sporobolomyces*, а саме *Sp. roseus* Y-333, *Rh. glutinis* Y-1333, *Rh. glutinis* Y-1335, *Rh. mucilaginosa* Y-1394, *Rh. mucilaginosa* Y-1395 і *Rh. aurantiaca* Y-1195.

Встановлено, що повна втрата пігментів спостерігалася за концентрації Cr^{6+} у дріжджів *R. sphaerocarpum* Y-44 – 200 мг/дм³, *M. Pulcherrima* Y-333– 40 мг/дм³, *Rh. rubra* RA-10 – 50 мг/дм³, *Rh. aurantiaca* Y-1195 – 10 мг/дм³, *Rh. glutinis* Y-1335 – 10 мг/дм³, *Rh. mucilaginosa* Y-1394 – 10 мг/дм³ та *Sp. roseus* Y-1443 – 5 мг/дм³ (що на 33,3; 20,0; 16,7; 50,0; 75,0; 50,0 та 87,5 % відповідно нижчі за ті концентрації, які повністю інгібували їх життєдіяльність).

Таблиця 5 – Вплив концентраційного ряду йонів Хрому на інтенсивність кольору каротиноїдних пігментів дріжджових клітин

Table 5 – Influence of the concentration range of chromium ions on the color intensity of carotenoid pigment yeast cells

Концентрація Cr^{6+} , мг/дм ³	<i>R. diobovatum</i> Y-43				<i>Rh. glutinis</i> Y-1333			
	L	a	b	dE	L	a	b	dE
Контроль	66,8	9,4	14		67	23	31	
10	61	11,4	11,8	6,65± 0,06	48	22	25	17,60 ± 1,10
25	59,6	4,6	7,8	8,26 ± 0,01	–	–	–	–
50	57	-0,6	4,8	15,12 ± 0,15	–	–	–	–
75	50,8	1,4	4	17,56 ± 0,97	–	–	–	–
100	47,2	0,8	6,8	20,64± 0,65	–	–	–	–
150	32,6	-0,4	5,2	36,30± 1,16	–	–	–	–

Примітка. L, a, b – показники каналів кольорової моделі CIE Lab; dE – різниця в інтенсивності кольору між контролем і дослідом, розрахована за допомогою комп'ютерної програми CIEDE 2000

За концентрації йонів Хрому 10 мг/дм³ у дріжджів *Rh. glutinis* Y-1333 відмічався ріст безпігментних колоній (dE дорівнювала 17,6 ум. од.), проте у дріжджів *R. diobovatum* Y-

43 рiст безпiгментних колонiй, i подекуди пiгментованих, вiдмiчався за концентрацiй 50; 75; 100 i 150 мг/дм³ (dE складала 15,12; 17,56; 20,64 i 36,30 ум. од., вiдповiдно) (табл. 5).

Таким чином, iз пiдвищенням концентрацiї йонiв Хрому у поживному середовищi рiзниця в iнтенсивностi кольору пiгментiв мiж дослiдними та контрольними зразками (dE) збiльшувалася.

Змiна iнтенсивностi пiгментоутворення за впливу йонiв Хрому є ознакою, що добре спостерiгається, тому культури каротиносинтезувальних дрiжджiв рекомендованi авторами як iнформативнi бiоiндикатори забруднення води ВМ.

Висновки

1. Проведено скринiнг дрiжджiв – бiоiндикаторiв йонiв Хрому. Для бiоiндикацiї якостi води найбільш iнформативними, як iндикаторнi мiкроорганiзми, є культури *Sp. roseus* Y-333, *Rh. glutinis* Y-1333, *Rh. glutinis* Y-1335, *Rh. mucilaginoso* Y-1394 i *Rh. aurantiaca* Y-1195.

2. Дрiжджi *R. diobovatum* Y-43, на вiдмiну вiд дрiжджiвiнших родiв, не втрачали здатнiсть повнiстю накопичувати каротиноiди та не мали концентрацiйного iнтервалу мiж втратою пiгментiв i затримкою росту, проте поступово зменшували iнтенсивнiсть кольору пiгментiв при пiдвищеннi концентрацiї йонiв Хрому (в iнтервалi 10–150 мг/дм³), що є цiнною властивiстю для бiоiндикацiйних дослiджень.

3. В результатi проведення порiвняльного аналізу щодо впливу йонiв Хрому на дрiжджовi клiтини *Rhodospiridium*, *Metschnikowia*, *Sporobolomyces* та *Rhodotorula* можна зазначити, що рiд *Rhodospiridium* виявився стiйким за дiї йонiв Хрому, порiвняно з iншими представниками пiгментосинтезувальних дрiжджiв, проте рiд *Rhodotorula* проявив олігодинамiчну дiю в присутностi Калiю бiхромату, тому є iнформативним бiоiндикатором йонiв Хрому.

Література:

1. Акулинин Г. Е. Влияние водорастворимых полимеров на уровень пигментообразования у диссоциантов бактерий *Pseudomonas aureofaciens* шт. 2687 в процессе хранения. *Агроекол. журн.* 2003. № 4. С. 53–56.
2. Бессонова В. П., Иванченко О. Е. Хром в окружающей среде. *Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ, 2011. Вип. 16, № 1. С. 13–29.*
3. Вечер А. С. Спектрофотометрическое определение содержания каротиноидов в биомассе микроорганизмов. *Физиолого-биохимические исследования растений. Минск, 1967. С. 44–54.*
4. Квасников В. И. Биологическая очистка хромсодержащих промышленных сточных вод. К.: Наукова думка, 1990. 112 с.
5. Крупей К. С., Рильський О. Ф., Цимбалістий С. А. Вплив іонів Ni^{2+} , Al^{3+} та Cr^{6+} на каротиносинтезувальну здатність дріжджів. *Актуальні проблеми біології, екології та хімії. Запоріжжя: ЗНУ. 2014. Т. 7. № 1. С. 23–32.* URL: <http://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/index>.
6. Лозовая О. Г. Касаткина Т. П., Подгорский В. С. Поиск биосорбентов тяжелых металлов среди дрожжей различных таксономических групп. *Мікробіол. журн.* 2004. Т. 66, № 2. С. 92–101.
7. Оказова З. П. Использование микроорганизмов в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды. *Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 5–12.*
8. Рильський О. Ф. Наукове обґрунтування прокаріотичної біоіндикації забруднення важкими металами природного середовища: дис. ... доктора біол. наук : 03.00.16. К., 2011. 351 с.
9. Смирнов М. И. Сравнительная гигиеническая оценка токсичности и опасности ионов хрома в воде с учетом влияния на развитие экспериментального атеросклероза: автор. дис. канд. мед. наук. М., 1984. 20 с.
10. Спосіб визначення інтенсивності пігментоутворення у бактерій: пат. на корисну модель 49812 Україна, МПК

(2009), C12Q 1/00, C12M 1/00, C12M 1/34. № u200912311; заявл. 30.11.2009; опубл. 11.05.2010, Бюл. №9, 2010 р.

11. Чистяков Ю. В. *Основы бионеорганической химии*. М.: Химия, КолосС, 2007. 539 с.

SCREENING OF PIGMENT-SYNTHESIZING YEASTS – BIOINDICATORS OF CHROMIUM IONS (VI)

Valerchenko Yu. V., Krupcy K. S.

Zaporizhzhya National University

julia1881881@gmail.com

Yeasts are most sensitive to the action of heavy metals (HM). They are capable of withdrawing more HM from aqueous solutions than other sorbents. The visual observation of the change in the brightness of pigments due to the effects of various concentrations of HMs has the advantage of indicating the state of the environment through physical and chemical methods, resulting in pigment-synthesizing yeasts being recommended in the purification and bioindication of sewage. Therefore, the purpose of the work was to screen for carotene- and pulcherrimine-synthesizing yeast – indicators Cr⁶⁺.

The object of the study was carotene-synthesizing yeast of the genera *Rhodospodium*, *Rhodotorula* and *Sporobolomyces*, as well as pulcherrimin's strains of yeasts of the genus *Metschnikowia*.

Solid nutrient medium Sabouraud was prepared on the basis of water with a certain content of potassium bichromate (in terms of cation). Nutrient medium Sabouraud without metals was used as a control. When Sabouraud set congeal, 18-days culture was seeded by solid lawn on it (0.2 ml per one Petri dish). Suspension density was 10⁷/ml. Yeasts incubated in the thermostat under the temperature 27–28 °C. Results were calculated on the 3rd day cultivation. Visual observation and comparison of the experimental samples with the control were carried out.

For the calculation of the color intensity difference between experimental and control samples, the Petri dishes with yeasts colonies were photographed, photos were loaded in the program Adobe Photoshop, indexes of the color model channels (Lab),

and then the difference of the pigment color intensity was calculated in the program CIEDE 2000

Spectrophotometric method was used to determine the concentration of carotenoids in yeast biomass. The concentration of β -carotene, toruloin and torularodine was determined at 450, 509, 537 nm, respectively.

Comparison of the visual assessment of the pigment accumulation of yeast and the concentration of carotenoids was found to have a strong correlation $r=+1$. Dependence of signs is statistically significant, $p < 0.05$.

Screening of yeast – bioindicators of Chromium ions was researched. For bioindication of water quality, the most informative, as indicator microorganisms are *Sp. roseus* Y-333, *Rh. glutinis* Y-1333, *Rh. glutinis* Y-1335, *Rh. mucilaginoso* Y-1394 and *Rh. aurantiaca* Y-1195.

The yeast of *R. diobovatum* Y-43, unlike yeast of other genera, did not lose the ability to fully accumulate carotenoids and did not have a concentration interval between the loss of pigments and growth retardation, but gradually reduced the intensity of pigment color when the concentration of Chromium ions increased (in the range of 10–150 mg/dm³), which is a valuable property for bioindicative studies.

As a result of the comparative analysis of the influence of Chromium ions on yeast *Rhodospiridium*, *Metschnikowia*, *Sporobolomyces* and *Rhodotorula*, it can be noted that the genus *Rhodospiridium* was resistant to the effects of Chromium ions compared to other pigment-synthesizing yeast species, but the *Rhodotorula* species showed oligodynamic effect in the presence of potassium bichromate, therefore, there is an informative bioindicator of Chromium ions.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-14>

УДК 637/7:581.524.1

БИОМАРКЕРНІ ПОКАЗНИКИ СЕЛЕЗІНКИ

RANA RIDIBUNDA P.

Дунаєвська О. Ф.

*Житомирський національний агроєкологічний
університет*

oksana_fd@ukr.net

З метою біомоніторингу оточуючого середовища раціонально застосовувати амфібії. Доцільною є розробка маркерних показників селезінки, яка є дуже чутливою до змін параметрів довкілля. Вивчені головні анатомічні, гістологічні, цитологічні показники селезінки представника класу Амфібії – жаби озерної. Встановлені морфологічні особливості селезінки: наявність меланомакрофагальних скупчень, відсутність чіткої межі між білою і червоною пульпами, наявність пульпарних трабекул з домінуванням серед них судинних, улімфоїдних вузликів диференціювалась одна периартеріальна зона. Визначені відносна маса, відносні площі основних структур, співвідношення між ними, характеристики лімфоцитів, еритроцитів як основні тестові критерії.

Біомоніторинг, амфібії, відносна маса, відносна площа, пульпа, еритроцит, лімфоцит

Амфібії – це один з видів холоднокровних хребетних тварин, які піддаються небезпечному антропогенному впливові та змінам навколишнього середовища [5, 7]. Дорослі амфібії чутливі до ранавірусів і, як наслідок, у результаті дії патогену, – істотна смертність [13]. Внаслідок деградації умов існування, екологічних змін, інфекційних хвороб відбувається скорочення чисельності популяції жаб. Земноводні у процесі свого онтогенезу піддаються впливу факторів як водного середовища, так і суходолу, тому можуть бути індикаторами наявності порушень в екотопах, у яких мешкають [8]. Особливо чутливі представники зелених жаб *Pelophylax esculentus complex*, зокрема, *Pelophylax ridibundus P.* [9]. При цьому, як біомаркери виступають морфологічні показники. За результатами досліджень Ф. Ф. Зарипової та А. І. Файзуліна (2012) відбувається достовірне зниження відносної маси (ВМ) селезінки

статевозрілих особин *R. ridibunda* P., які мешкають у водоймах, забруднених важкими металами [5]. Для оцінки якості питних вод проводять біотестування і цитогенетичний аналіз на організменому та клітинному рівнях тест-об'єктів представників жаб, у яких вивчається лейкоцитарна формула крові та кількісна характеристика лімфоцитів [2]. Тому знання про імунну систему є важливим як для збереження і заповідного відновлення популяцій [12], так і для біомоніторингу довкілля. Метою нашого дослідження було вивчення морфологічних показників селезінки *R. ridibunda* P. для пропозиції маркерів у системі біомоніторингу. Дослідження виконувалось згідно наукової тематики кафедри анатомії і гістології ЖНАЕУ «Розвиток, морфологія та гістохімія органів тварин у нормі та при патології», № державної реєстрації 0113V000900.

Матеріали та методи досліджень

Роботу виконували впродовж 2012–2018 рр. на кафедрі анатомії і гістології Житомирського національного агроекологічного університету. Дослідження проводили на території СВАТ «Житомирський рибгосп» Ружинського району Житомирської області. Тварин підбирали за принципом аналогів за віком (2–3 роки), статтю, масою класу *Amphibia* – Земноводні *Rana ridibunda* P., 1771 – жаба озерна, n=254.

Лінійні параметри органу (ширину, довжину, висоту) визначали в мм прямим вимірюванням штангенциркулем «Электронный S-line 15-642» з точністю до 0,01 мм відразу після відбору органу у приміщенні лабораторії патоморфології при температурі 20 °С, вологістю 53 % та освітленістю 400 лк за штучного освітлення. Індекс розвитку селезінки (ІРС) обчислювали за формулою:

$$\text{ІРС} = \frac{\text{ШС}}{\text{ДС}} \cdot 100 \% \quad (1),$$

де ШС – ширина органа, ДС – довжина органа [6].

Зважування тварин проводили з точністю до 0,01 г на лабораторних вагах PS 1000/C/2, селезінки на аналітичних вагах ESJ200-4 з точністю 0,0001 г.

Відносну масу селезінки обчислювали за формулою:

$$BM = \frac{AM}{MT} \cdot 100 \% (2),$$

де AM – маса селезінки (г), MT – маса тварини (г).

Матеріал фіксували в 10–12%-вому розчині нейтрального формаліну, промивали впродовж 24–48 год., зневоднювали в спирті зростаючої міцності, заливали в парафін за схемою, запропонованою Л. П. Горальським зі співавт. [3]. Гістозрізи виготовляли на санному мікротомі MS завтовшки 4–6 мкм, фарбували гематоксиліном Ерліха та еозином, за методом Ван-Гізона. Вивчення препаратів проводили на мікроскопі Olympus AX70 (Японія) з цифровою відеокамерою Olympus DP50, з'єднаною з ПК. Вимірювання мікроструктур селезінки виконували за допомогою лінійки окуляр-мікрометра та морфометричної сітки (квадратно-сіткові вставки) Горяєва мікроскопа Micros MS-50 та мікроскопа МБС-10 з постійною довжиною тубуса. Для стереометричного аналізу гістоstruktur застосовували стереологічну методику точкової волюметрії [3]. Морфометричні дослідження здійснювали за допомогою програми «Master of Morphology» з точністю до 0,1 мкм. Для електронномікроскопічного дослідження селезінки забір матеріалу проводили негайно, довжина зразків не перевищувала 1 мм, фіксували 2,5 %-вим розчином глютарового альдегіду на фосфатному буфері з дофіксацією у 1 %-вому розчині оксиду осмію (IV) за Колфільдом. Потім матеріал зневоднювали у спиртах зростаючої міцності та ацетоні, заливали у суміш епон-аралдит, згідно із загальноприйнятою методикою [3]. Ультратонкі зрізи виготовляли на ультратомі Reihart (Австрія), контрастували 2 %-вим розчином ураніацетату та цитратом свинцю і досліджували на електронному мікроскопі ПЕМ-125К зі збільшенням у 4–20 тис. разів. Морфометричні дослідження

проводили на напівавтоматичному пристрої обробки графічних досліджень за допомогою програми «Органела».

Цифрові дані обробляли за допомогою програмного забезпечення Excel («Microsoft», США) і STATISTICA 6.0 («Stat-soft», США) із визначенням середнього (M) та його похибки ($\pm m$).

Утримання тварин та експерименти проводилися відповідно до положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та інших наукових цілей» (Страсбург, 2005), ЗУ «Про захист тварин від жорстокого поводження» (2006, ст. 26), «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених П'ятим національним конгресом з біоетики (Київ, 2013).

Результати та їх обговорення

За результатами отриманих даних, довжина селезінки становить $5,50 \pm 1,87$ мм; ширина – $4,12 \pm 1,72$ мм, висота – $3,39 \pm 1,66$ мм. ІРС дорівнює 74,91 %, тому форму визначили як округло-овальну. Анатомічними дослідженнями аномальних відхилень у формі органа не виявлено. Абсолютна маса селезінки становила $0,0770 \pm 0,0157$ г, відносна – $0,1170 \pm 0,0215$ %.

У статевозрілих жаб гістоархітектоніка селезінки повністю сформована. Згідно гістологічного аналізу чітко диференціювали опорно-скоротливий апарат і паренхіму. У складі опорно-скоротливого апарату виділяли капсулу і трабекули. Капсула має нерівномірні потовщення, найбільше вони виражені у ділянці хілуса, де знаходяться ворота селезінки. В пульпі знаходилися видовженої форми трабекули, серед них переважали судинні над сполучними. У всіх гістологічних препаратах пульпи виявляли неоформлену сполучну тканину. Капсула і трабекули утворені пухкою сполучною тканиною, в трабекулах спостерігали слабозвинені пучки міоцитів. Відносна площа опорно-скоротливого апарату становила $5,39 \pm 0,07$ % від загальної площі селезінки. Пульпа розрізнялася біла і червона, чіткої межі між ними не спостерігали (рис. 1), хоча в деяких

ділянках їх розмежовували приплюснуті ретикулярні клітини. Їх основою є ретикулярна тканина, в якій виявляли фібробласти, макрофаги. Червона пульпа займала значну відносну площу селезінки – $80,67 \pm 6,53$ %, в ній знаходились численні судини (рис. 2). Серед цитопопуляції розрізняли еритроцити, проеритроцити, еритробласти, адвентиціальні клітини, тромбоцити, мієлобласти, мієлоцити. Характерною ознакою білої пульпи є велика кількість, у порівнянні з червоною, лімфоцитів (рис. 3), щільне розташування клітин. Крім великих і малих лімфоцитів, в ній знаходилися макрофаги, лейкоцити. Ділянки білої пульпи розташовувались у селезінці незакономірно і мали неправильну форму. В її складі виявили лімфоїдні вузлики (ЛВ) та періартеріальні лімфоїдні піхви (ПАЛП) (рис. 1).

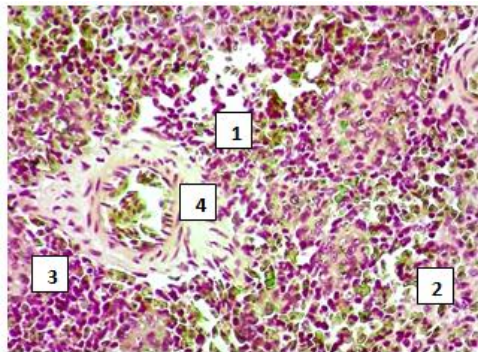


Рисунок 1 – Пульпа селезінки жаби озерної: 1 – біла пульпа (ПАЛП); 2 – червона пульпа; 3 – судинна трабекула; 4 – артерія ПАЛП. Гематоксилін та еозин. $\times 280$

Figure 1 – Pulp of the spleen of the marsh frog: 1 – white pulp (lymphoid sheaths near the vessels); 2 – red pulp; 3 – vascular trabeculae; 4 – artery` lymphoid sheaths near the vessels artery. Hematoxylin and eosin. $\times 280$

Такі структури виникають навколо артерій. У ЛВ навколо артерії сформувалася періартеріальна зона. Відносна частка білої пульпи ($15,36 \pm 5,71$ %) майже втричі більша за частку опорно-скоротливого апарату, але менша

більше ніж в'ятеро за відносну площу червоної пульпи. При цьому співвідношення опорно-скоротливого апарату і пульпи становило 1:24,19, співвідношення білої пульпи і червоної пульпи – 1:5,25.

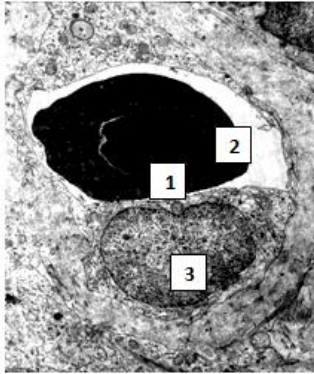


Рисунок 2 – Червона пульпа селезінки жаби озерної: 1 – еритроцит, 2 – просвіт капіляра, 3 – ендотелій кровоносного капіляра, $\times 5000$

Figure 2 – Red pulp of the spleen of the marsh frog: 1 – erythrocyte, 2 – lumen of the capillary, 3 – endothelium of the blood capillary, $\times 5000$

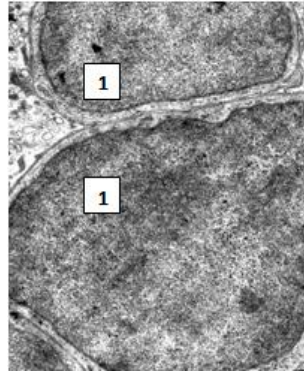


Рисунок 3 – Біла пульпа селезінки жаби озерної: 1 – лімфоцити, $\times 6000$

Figure 3 – White pulp of the spleen of the marsh frog: 1 – lymphocytes, $\times 6000$

Особливістю клітинної популяції селезінки жаб є те, що пігментні клітини жаби озерної мають значну кількість гемосидерину за незначної кількості меланіну. Пігментований вигляд гістоструктури селезінки зумовлюють скупчення гемосидерину в фаголізосомах еритроцитів. Меланін може бути як фагоцитованим, так і синтезованим самою клітиною. Типовим варіантом пігментної клітини селезінки є округла форма з круглим ядром і цитоплазмою, заповненою численними дрібними гранулами. Тому для них запропонований термін «меланомакрофагальні скупчення», котрий відображає подібність з меланомакрофагальними

центрами риб і водночас стверджує, що мова йде про інші утворення. Топографічно клітини, котрі містять пігмент, у селезінці можуть знаходитись як у білій, так і червоній пульпі. За нашими даними, сумарна площа меланомакрофагальних скупчень на зрізах селезінки становить у середньому $1,82 \pm 0,42$ %.

У нашій попередній науковій праці детально описана ультрамікроскопічна будова селезінки жаби озерної [4], тому зараз розглянемо морфометричні критерії основних клітин пульпи, які будуть додатковими маркерами у біомоніторингу. Встановлено, що еритроцит має довжину $15,36 \pm 5,71$ мкм, ширину – $15,36 \pm 5,71$ мкм. Малі лімфоцити за довжиною і шириною майже вдвічі менші за великі лімфоцити: $5,875 \pm 0,068$ і $3,627 \pm 0,054$ мкм; $9,124 \pm 0,752$ і $7,234 \pm 0,821$ мкм відповідно, за товщиною клітинної стінки різниця не така суттєва ($0,115 \pm 0,017$ та $0,1225 \pm 0,022$ мкм відповідно).

Встановлений нами клітинний склад паренхіми селезінки жаби збігається з результатами досліджень Н. М. Акуленко [1], Д. Р. Светашевої та М. П. Грушко [10], Н. К. Брікер зі співавт. [11]. Проте, за результатами наших досліджень, клітини, що дозрівають, розташовувались поодинокі і невеликими групами з 2–3 клітин. У пульпі органа основними були клітини гранулопоетичного і агранулопоетичного рядів, що описували й інші автори [10]. Дендритні макрофаги були подібні на такі у ссавців, що також було зазначено у працях Н. М. Акуленко [1]. У червоній пульпі селезінки жаби озерної спостерігали велику кількість еритроцитів, що схоже на депонування крові, як у ссавців. Це явище, на наш погляд, пояснюється особливостями умов середовища існування: за настання асфіксії вони надходять у кров.

Висновки

1. Біомаркерними критеріями селезінки жаби озерної у біомоніторингу докілья є анатомічні та мікроскопічні показники: відносна маса, відносні площі опорно-скоротливого апарату, пульпи, їх співвідношення, площа

меланомакрофагальних скупчень, параметри еритроцитів і лімфоцитів.

2. Відносна маса селезінки дорівнює $0,1170 \pm 0,0215$ %. Значна відносна площа селезінки належить червоній пульпі – $80,67 \pm 6,53$ %, $15,36 \pm 5,71$ % займає біла пульпа, $5,39 \pm 0,07$ % опорно-скоротливий апарат та $1,82 \pm 0,42$ % меланомакрофагальні скупчення.

3. Цитоморфометрична характеристика клітин пульпи наступна: довжина еритроцитів $15,36 \pm 5,71$ мкм, ширина – $15,36 \pm 5,71$ мкм; довжина малих і великих лімфоцитів $5,875 \pm 0,068$ і $3,627 \pm 0,054$ мкм відповідно та ширина $9,124 \pm 0,752$ і $7,234 \pm 0,821$ мкм відповідно.

Література:

1. Акуленко Н. М. Сезонная динамика эритропоэза и его топографическое распределение у лягушки озерной. Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки. 2008. № 2. С. 5–10.

2. Верголяс М. Р. Альтернативный метод оценки качества питьевых вод при помощи биотестирования. Актуальні проблеми транспортної медицини. 2016. № 4 (46). С. 159–166.

3. Горальський Л. П., Хомич В. Т., Кононський О. І. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи досліджень у нормі та при патології: навч. посібник. Житомир: Полісся, 2012. 288 с.

4. Дунаєвська О. Ф., Горальський Л. П., Стеченко Л. О., Колеснік Н. Л., Кривошеєва О. І. Особливості ультрамікроскопічної будови селезінки жаби озерної і жаби ставкової. Світ біології і медицини. 2018. № 2. 194–198. DOI 10.26724 / 2079-8334-2018-2-64-194-198.

5. Зарипова Ф. Ф., Файзулин А. И. Характеристика морфофизиологических показателей популяций озёрной лягушки *Rana ridibunda* (Anura, Amphibia) урбанизированных территорий республики Башкортан. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, № 5. С. 145–149.

6. Инаков А.К. *Анатомия и топография селезенки человека в постнатальном онтогенезе. Онтогенез и возрастная анатомия кровеносной и лимфатической систем человека.* М., 1983. С.32–36.

7. Корж А. П., Задорожня В. Ю. *Морфометрические и морфофизиологические показатели зеленых лягушек городской и сельской местности юго-востока Украины. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки.* 2013. № 3 (146). Вип. 22. С. 72–77.

8. Марущак О. Ю. *Морфологічні аномалії безхвостих амфібій (Amphibia, Апира) деяких регіонів України. Вивчення та збереження біорізноманіття в сучасних умовах: Матеріали заочної Всеукраїнської наукової конференції, присвяченої 180-річчю заснування кафедри зоології (вересень, 2014 р.).* К. : КНУ, 2014. С. 40–43.

9. Некрасова О. Д. *Направления мониторинга амфибий водно-болотных экосистем. Научові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія.* 2015. № 3–4 (64). С. 499–503.

10. Светашева Д. Р., Грушко М. П. *Формирование некоторых органов лимфоцитопозза жабы зелёной (BUFO VIRIDIS LAURENTI, 1768) в личиночной период развития. Современные тенденции развития науки и технологий : сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч.-практич. конф. (31 августа 2015 г.): в 4 ч. / Под общ. ред. Е. П. Ткачевой.* Белгород : ИП Ткачева Е.П. 2015. № 5, ч. I. 164 с. С. 56–57.

11. Bricker N. K., Raskin R. E., Densmore C. L. *Cytochemical and immunocytochemical characterization of bloodcells and immunohistochemical analysis of spleen cells from 2 species of frog, Rana (Aquarana) catesbeiana and Xenopus laevis. Veterinary Clinical Pathology.* 2012. Vol. 41, № 3. P. 353–361.

12. *Conservation and divergence in the frog immunome: pyrosequencing and de novo assembly of immune tissue transcriptomes / Savagea Anna E. et al. Gene.* 2014. Vol. 542, № 2. P. 98–108.

13. High susceptibility of the endangered dusky gopher frog to ranavirus / W. B. Sutton et al. *Dis Aquat Org.* 2014. Vol. 112. P. 9–16. DOI: 10.3354/dao02792.

BIOMARKERS INDICATORS OF *RANA RIDIBUNDA* P.

Dunaievska O. F.

Zhytomyr National Agroecological University

Oksana_Fd@ukr.net

Marsh frogs are exposed to the factors of an environment in the process of their ontogenesis, so may be indicators of the presence of violations in ecotopes. The purpose of our study was to investigate the morphological parameters of the spleen in *R. ridibunda* P. for the proposition of markers in the system of biomonitoring.

The animals were selected to study according to the principle of analogues by age (2–3 years), the sex, the mass of the class Amphibia – Amphibians *Rana ridibunda* P., 1771 – marsh frog, n = 254. The linear parameters of the spleen and its relative mass were determined. For histological study, the material was fixed in a 10–12% solution of formalin, the histological cuts were stained with Ehrlich hematoxylin and eosin, using the Van Gison's method. For cytological examination of the spleen, the specimens were fixed with 2.5% glutaraldehyde solution, contrasted with 2 % solution of uranyl acetate and lead citrate and examined by an electron microscope of PEM-125K for an increase in 4–20 thousand times.

The length of the spleen was 5.50 ± 1.87 mm; the width – 4.12 ± 1.72 mm; the height – 3.39 ± 1.66 mm. The form was defined as round-oval. Anatomical studies of abnormal deviations in the form of an organ were not found. The relative mass is 0.1170 ± 0.0215 %.

In the mature frogs, the histoarchitectonics of the spleen are completely formed. According to the histological analysis, the musculoskeletal system and parenchyma were clearly differentiated. In the pulp, there were elongated shapes of trabecula, among which the vascular tissue dominated over the connective. The relative area of the musculoskeletal system was 5.39 ± 0.07 % of the total area of the spleen. The red pulp

occupied a significant relative area of the spleen – 80.67 ± 6.53 %. The predecessor of red blood cells, red blood cells, erythroblast, adventitious cells, platelets, myeloblasts, myelocytes were differentiated among the cytological population. A large number of lymphocytes and dense cell placement, compared to red, was a characteristic feature of white pulp. Plots of white pulp were located in the spleen irregularly and had an irregular shape. Its composition revealed lymphoid nodules and lymphoid sheaths near the vessels. The relative share of white pulp equalled 15.36 ± 5.71 %. The ratio of the support-contractile apparatus and the pulp equalled 1:24.19, the ratio of white pulp and red pulp equalled 1:5.25. The peculiarity of the cell population of the spleen of the frogs is the availability of melanomacrophagal clusters with a total area of 1.82 ± 0.42 %.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-15>

УДК 582.282.23:547.992:549.28

**ДЕТОКСИКАЦІЙНА ДІЯ ГУМАТУ НАТРІЮ НА
КАРОТИНВІСНІ ДРІЖДЖІ-ІНДИКАТОРИ В
ПРИСУТНОСТІ ЙОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ**

Крупей К. С., Поваляєва А. А.

Запорізький національний університет

krupey@znu@gmail.com

Вивчено вплив важких металів І (Купрум) та ІІ (Кадмій, Хром) класу небезпеки на клітини каротиносинтезувальних дріжджів-індикаторів сумісно з гуміновими кислотами в поживному середовищі Сабуро. Виявлено детоксикаційну дію гумату Натрію на життєдіяльність та утворення пігментів дріжджами *Rhodotorula aurantiaca* Y-1193 в присутності важких металів. За концентрації $5 \text{ мг/дм}^3 \text{ Cr}^{6+}$ без гумінових кислот був відмічений слабкий ріст дуже дрібних та напівпрозорих колоній дріжджів, проте в присутності гуматів за тієї самої концентрації йонів Хрому спостерігався ріст помірно пігментованих колоній *Rh. aurantiaca* Y-1193. При повторному пересіванні *Rh. aurantiaca* Y-1193 з відновленим синтезом пігментів на середовище Сабуро з концентраційним рядом йонів Кадмію (в присутності/без гумату Натрію) спостерігали підвищення порогу виживання культури.

Дріжджі, пігменти, важкі метали, гумат Натрію

Сучасні відомості щодо природи та властивостей гумінових речовин (ГР), особливо їх цінної складової – гумінових кислот (ГК), досить широко відображені в різноманітних джерелах інформації [3, 8]. Відомо, що ГР приймають участь у нормалізації стану агроєкосистем та є модифікаторами фітотоксичної дії пестицидів [2]. Мікроорганізми-нафтодеструктори здатні використовувати ГР в якості джерел вуглецю та азоту [4]. ГР активно застосовують у сільському господарстві, рослинництві, тваринництві, медицині та інших галузях народного господарства. В останні роки в Україні та за кордоном все більша увага приділяється дослідженням щодо дії ГР на клітини мікроорганізмів різних таксономічних груп, оскільки до теперішнього часу недостатньо вивченим є детоксикаційний ефект ГР (у присутності йонів важких металів) на останніх [1]. Проведені попередні дослідження на каротиносинтезувальних дріжджах показали, що їх можна використовувати для біоіндикації стану забруднення довкілля [5]. Тому метою роботи було дослідити вплив йонів важких металів на життєдіяльність каротинвмісних дріжджів-індикаторів у присутності ГК.

Матеріали та методи дослідження

Об'єктом дослідження були каротиносинтезувальні дріжджі *Rhodotorula aurantiaca* Y-1193, надані нам із колекції музейних культур Інститутом мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України.

Тверде поживне середовище Сабуро готували на основі води з певним вмістом солей ВМ (у перерахунку на катіон). Солі, які використовували в дослідженнях: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, CdCl_2 . Контролем слугувало поживне середовище Сабуро без додавання солей. Після застигання середовища на нього суцільним газоном засівали 18-годинну колекційну культуру дріжджів (0,2 см³ на 1-у чашку Петрі). Щільність суспензії становила 10⁷ кл/см³. Інкубування проводили в термостаті за температури 27–28 °С. На 3-ю добу культивування проводили облік результатів.

Пігментосинтезувальну активність визначали візуально, порівнюючи дослідні зразки з контролем.

Для розрахунку різниці в інтенсивності кольору між дослідними і контрольними зразками чашки Петрі з дріжджовими колоніями фотографували, розміщували фотографії у графічний редактор Adobe Photoshop, визначали показники каналів кольорової моделі (Lab), потім у програмі CIEDE 2000 розраховували різницю в інтенсивності кольору пігментів (dE) [6]. dE розраховували між дослідними зразками та контролем без ГК.

Для приготування водної витяжки із торфу використовували перехідний торф, що відібраний з Мащанського урочища Костопільського району Рівненської області. Торф подрібнювали до розмірів приблизно 1 мм, просіювали через сито та фасували разом з NaOH в пакети з нетканного гігроскопічного матеріалу. До 1 кг торфу додавали 50 гNaOH. Пакет щільно зав'язували. Для отримання маточного розчину пакет поміщали в ємність із водопровідною кип'яченою водою, яка була охолоджена до температури 70–80 °С (співвідношення вихідного матеріалу до рідини 1:20–1:25). Рідину перемішували протягом 10–15 хв шляхом віджимання пакету до появи піни коричневого кольору, потім ємність щільно закривали та запарювали протягом 2–3 год, знову ретельно перемішували рідину в ємності, пакет витягували з ємності та ретельно віджимали. Надалі розливали отриману рідину в колби місткістю по 250 см³ [7]. Співвідношення поживного середовища до водної витяжки із торфу було 9:1.

Результати та їх обговорення

Есенціальні (Купрум, Хром) та неесенціальні метали (Кадмій) проявили токсичну дію на ріст та пігментоутворення дріжджів. З підвищенням концентрації металів різниця в інтенсивності кольору пігментів (dE) між контролем та дослідними зразками збільшувалася. Проте за концентрацій 25–50 мг/дм³ Cu²⁺ у дослідних зразках як з ГК, так і без них, спостерігався суцільний ріст інтенсивно пігментованих колоній дріжджів *Rh. aurantiaca* Y–1193 (dE

за концентрацій йонів Купруму 25 та 50 мг/дм³ без ГК дорівнювала 4,54 та 6,78 ум. од., відповідно, з ГК – 4,47 та 5,70 ум. од., відповідно) (табл. 1, 2).

Концентрація 75 мг/дм³ Cu²⁺ спричинила помітне зниження інтенсивності пігментоутворення колоній дріжджів у зразках без ГК, порівняно з пробами в присутності ГК, де колонії були інтенсивно пігментовані (dE становила 9,90 та 6,42 ум. од., відповідно). Однак, за концентрації 100 мг/дм³ Cu²⁺ без ГК був відмічений добрий ріст добре пігментованих колоній, а за тієї самої концентрації йонів Купруму в присутності ГК зареєстровано ріст помірно пігментованих колоній (dE складала 10,23 та 12,67 ум. од., відповідно). Відомо, що Купрум належить до есенціальних елементів, який у певній концентрації здатний проявляти стимулюючу дію на клітини мікроорганізмів (МО).

Таблиця 1 – Вплив Cu²⁺ на інтенсивність пігментоутворення *Rh. aurantiaca* Y-1193 в присутності ГК

Table 1 – Influence of Cu²⁺ on intensity of pigmentation of *Rh. aurantiaca* Y-1193 in the presence of HA

Концентрація Cu ²⁺ , мг/дм ³	без ГК		з ГК	
	Р*	П**	Р	П
Контроль	++++	++++	++++	++++
25	++++	++++	++++	++++
50	++++	++++	++++	++++
75	++++	+++	++++	++++
100	+++	+++	++	++
150	-	-	-	-

Примітка (тут та далі): *Ріст: +++++ – суцільний, +++ – добрий, ++ – помірний, + – слабкий, -- відсутній; **Пігментоутворення: +++++ – інтенсивне, +++ – добре, ++ – помірне, + – слабке, - – відсутнє, ± – наявність пігментних та безпігментних колоній; ГК – гумінові кислоти

Проте в надлишковій концентрації йонів Купруму детоксикаційний вплив ГК не спостерігається, навпаки,

відмічається їх синергічний ефект на ріст і каротиноутворення дріжджів.

Таблиця 2 – Оцінка різниці в інтенсивності кольору пігментів *Rh. aurantiaca* Y–1193 за дії йонів Купруму та ГК

Table 2 – Estimation of the difference in the intensity of the color of pigments of *Rh. aurantiaca* Y–1193 under influence of Copper and HA

Концентрація Cu ²⁺ , мг/дм ³	Без ГК				з ГК			
	L	a	b	dE (ум. од.)	L	a	b	dE (ум. од.)
Контроль	55,6	5,2	18,2			40,6	10,0	
25	58,6	2,0	16,0	4,54±0,03	51,0	5,4	22,5	4,47±0,05
50	61,8	9,4	19,0	6,78±0,09	51,0	9,0	20,6	5,70±0,04
75	46,4	5,0	12,2	9,90±0,14	46,2	6,2	20,6	6,42±0,19
100	45,8	3,4	13,6	10,23±0,23	45,4	0,4	9,0	12,67±0,87

Примітка (тут та далі): L, a, b – показники каналів кольорової моделі CIE Lab; dE – різниця в інтенсивності кольору між контролем і дослідом, розрахована за допомогою комп'ютерної програми CIEDE 2000

Йони Хрому (I клас небезпеки) виявилися токсичнішими для дріжджів, ніж йони Купруму (II клас небезпеки) (табл. 3).

Таблиця 3 – Вплив Cr⁶⁺ на інтенсивність пігментоутворення *Rh. aurantiaca* Y–1193 в присутності ГК

Table 3 – Influence of Cr⁶⁺ on the intensity of pigmentation of *Rh. aurantiaca* Y–1193 in the presence of HA

Концентрація Cr ⁶⁺ , мг/дм ³	без ГК		з ГК	
	Р	П	Р	П
Контроль	++++	++++	++++	++++
5	+	-	++	++
10	+	-	+	-
15	-	-	+	-

За концентрацій 5–10 мг/дм³Cr⁶⁺ без ГК був відмічений слабкий ріст дуже дрібних та напівпрозорих колоній, проте в присутності ГК за концентрації йонів Хрому 5 мг/дм³ спостерігався ріст помірно пігментованих колоній, за концентрації 10 мг/дм³Cr⁶⁺ – слабкий ріст безпігментних колоній.

Концентраційний інтервал (КІ) між втратою пігментів та затримкою росту дорівнював 50 та 33,3 % (для зразків без/з ГК, відповідно). Концентрація 15 мг/дм³ Cr⁶⁺ без ГК блокувала ріст та пігментоутворення *Rh. aurantiaca* Y–1193, порівняно з дослідними зразками в присутності ГК, де відмічався слабкий ріст дуже дрібних та напівпрозорих колоній.

У присутності йонів Кадмію ГК здатні також проявляти детоксикаційну дію на каротиносинтезувальні дріжджі *Rhodotorula aurantiaca* Y–1193. З підвищенням концентрації Cd²⁺ зменшується ріст, пігментоутворення колоній дріжджів та збільшується значення різниці в інтенсивності кольору пігментів (dE) (табл. 4, 5).

Таблиця 4 – Вплив Cd²⁺ на інтенсивність пігментоутворення *Rh. aurantiaca* Y–1193 в присутності ГК

Table 4 – Influence of Cd²⁺ on the intensity of pigmentation of *Rh. aurantiaca* Y–1193 in the presence of HA

Концентрація Cd ²⁺ , мг/дм ³	без ГК		з ГК	
	Р	П	Р	П
Контроль	++++	++++	++++	++++
25	+++	+	++++	++
50	+++	-	+++	+
100	+++	-	+++	±
150	+++	-	+++	±
200	++	-	+++	-
250	++	-	+++	-
275	+	-	++	-

КІ між втратою пігментів та затримкою росту для дріжджів, які культивували на середовищі Сабуро без

додавання ГК, становив 81,8 %, проте в присутності ГК КІ був у 3 рази меншим (27,3 %).

Йони Кадмію проявили найменш токсичний ефект на клітини дріжджів, хоча відомо, сполуки Кадмію, як і Хрому (VI), відносять до I класу небезпеки.

Таблиця 5 – Оцінка різниці в інтенсивності кольору пігментів *Rh. aurantiaca* Y–1193 зі дії йонів Кадмію та ГК

Table 5 – Estimation of the difference in the intensity of the color of pigments of *Rh. aurantiaca* Y–1193 under influence of Cadmium and HA

Концентрація Cd ²⁺ , мг/дм ³	Без ГК				З ГК			
	L	a	b	dE	L	a	b	dE
Контроль	64,6	10,8	23,4	(ум. од.)	40,6	10	22,5	(ум. од.)
25	54,6	8,0	30,2	11,77±0,04	52,2	4,6	23,2	10,77±0,07
50	50,2	5,8	15,6	14,13±0,07	54,4	0,6	17,4	13,36±0,03
100	47,4	3,8	15,2	17,45±0,45	48,8	0,6	21,0	17,40±0,81
150	46,0	1,4	15,4	19,84±0,23	48,4	1,0	13,2	18,15±0,56
200	38,2	0,4	13,4	28,39±0,93	47,0	-0,8	12,2	20,74±0,99
250	33,8	1,2	12,6	32,37±1,23	40,0	0,0	10,2	27,15±1,06
275	33,8	0,9	10,3	32,71±1,25	38,9	0,2	13,7	27,7±1,07

За концентрації 25 мг/дм³ Cd²⁺ без ГК спостерігався добрий ріст слабко пігментованих колоній, порівняно із тією самою концентрацією Cd²⁺, але в присутності ГК, де був зареєстрований суцільний ріст помірно пігментованих колоній дріжджів (dE для зразків без/з ГК дорівнювала 11,77 та 10,77 ум. од., відповідно). За концентрації 50 мг/дм³ Cd²⁺ без ГК спостерігався добрий ріст безпігментних колоній, проте в присутності ГК та йонів Кадмію був відмічений добрий ріст слабко пігментованих колоній (dE у зразках без/з ГК для цих концентрацій Cd²⁺ складала 14,13 та 13,36 ум. од., відповідно).

Концентрація 100 мг/дм³ Cd²⁺ без ГК спричинила добрий ріст безпігментних колоній *Rhodotorula aurantiaca* Y–1193, порівняно із тією самою концентрацією Cd²⁺ в присутності ГК, де спостерігався ріст пігментних та безпігментних колоній (dE для зразків без/з ГК для даної концентрації Cd²⁺ була 17,45 та 17,40 ум. од., відповідно). За концентрації 200–

275 мг/дм³ Cd²⁺ без ГК та з ГК пігментоутворення колоній було відсутнє, проте ріст був інтенсивнішим у дослідних зразках з ГК.

Наступним етапом дослідження було з'ясування здатності дріжджових клітин, які втратили пігменти за впливу іонів Кадмію (в присутності/без ГК), відновлювати пігментоутворення при пересіванні їх на тверде поживне середовище Сабуро без металу та ГК.

Тест-культурою були дріжджі *Rh. aurantiaca* Y–1193, які повністю втрачали здатність накопичувати каротиноїди за концентрації 50 мг/дм³ Cd²⁺ (без ГК) та за концентрації 200 мг/дм³ Cd²⁺ (з ГК). Після пересівання безпігментної культури з середовища Сабуро (з концентрацією іонів Кадмію 250 мг/дм³ (в присутності/без ГК)) в середовище без металу інтенсивність пігментонакопичення повністю поновлювалася на 3-ю добу культивування.

При повторному пересіванні *Rh. aurantiaca* Y–1193 з відновленим синтезом пігментів на середовище Сабуро з концентраційним рядом іонів Кадмію (в присутності/без ГК) на 3-ю добу спостерігали підвищення порогу виживання культури, проте, слід відмітити, що попередні пересіви не призвели до інтенсифікації пігментоутворення культури (табл. 6).

Так, за впливу іонів Кадмію (з/без ГК) поріг виживання культури *Rh. aurantiaca* Y–1193 збільшився в 1,4 та 1,3 рази, відповідно, порівняно із зразками без попередніх пересівів дріжджів. У присутності ГК за концентрацій іонів Кадмію 250–300 мг/дм³ спостерігався добрий ріст безпігментних колоній *Rh. aurantiaca* Y–1193, проте в дослідних зразках без ГК за тих самих концентрацій іонів Кадмію колоній було майже в 2 рази менше, більшість з яких були дрібні та напівпрозорі з опалесцентним нальотом.

Отже, дріжджі *Rh. aurantiaca* Y–1193, які зазнали впливу 250 мг/дм³ Cd²⁺, володіли здатністю поновлювати синтез пігментів при пересіванні їх на тверде поживне середовище Сабуро без металу, а після повернення їх знову в токсичне середовище з більшими концентраціями іонів Кадмію (з/без ГК) підвищувався поріг виживання культури.

Таблиця 6 – Ріст та пігментоутворення *Rh. aurantiaca* Y–1193 при повторному пересіванні з поновленим синтезом пігментів на середовище Сабуро з концентраційним рядом йонів Кадмію в присутності ГК

Table 6 – Growth and pigmentation of *Rh. aurantiaca* Y–1193 when reseeded with restored synthesis of pigments on the Saburound medium with a concentration series of Cadmium ions in the presence of HA

Концентрація Cd ²⁺ , мг/дм ³	Без ГК		В присутності ГК	
	Р	П	Р	П
Контроль	++++	++++	++++	++++
250	++	-	+++	-
275	++	-	+++	-
300	++	-	+++	-
325	+	-	++	-
350	+	-	+	-
375	-	-	+	-

Отримані результати спонукають нас продовжувати дослідження щодо з'ясування вірогідних механізмів детоксикаційної дії гумінових кислот, а саме гумату Натрію, на пігментосинтезувальні мікроорганізми в присутності важких металів.

Висновки

1. Гумінові кислоти, а саме гумат Натрію, здатні проявляти детоксикаційну дію на каротиносинтезувальні дріжджі *Rh. aurantiaca* Y–1193 в присутності йонів Купруму, Хрому та Кадмію. Останні проявили найменш токсичний ефект на клітини дріжджів, незважаючи на I клас небезпеки сполук Кадмію.

2. Культура *Rh. aurantiaca* Y–1193, яка зазнала впливу 250 мг/дм³ Cd²⁺, володіла здатністю поновлювати синтез пігментів при пересіві її на твердне поживне середовище Сабуро без металу, а при повторному поверненні в токсичне

середовище з концентраційним рядом йонів Кадмію (з/без ГК) у *Rh. aurantiaca* Y–1193 підвищувався поріг виживання.

Література:

1. Детоксицирующая способность гуминовых веществ торфов различного происхождения по отношению к ионам тяжелых металлов / Е. В. Акатова и др. Химия растительного сырья. 2017. № 1. С. 119–127.

2. Гороява А. И., Орлов Д. С., Щербенко О. В. Гуминовые вещества. Киев : Наук. думка, 1995. 304 с.

3. Загорчевный И. И., Михальская Л. Н., Швартау В. В. Гуминовые вещества и удобрения на их основе. Грунтознавство. 2012. Т. 13, № 1–2. С. 60–78.

4. Каримова В. Т., Дмитриева Е. Д., Нечаева И. А. Влияние гуминовых веществ торфов Тульской области на рост микроорганизмов деструкторов нефти *Rhodococcus erythropolis* S67 и *Rhodococcus erythropolis* X5. Естественные науки. 2017. Вып. 2. С. 60–68.

5. Крупей К. С. Біоіндикація забруднення води пігментосинтезувальними дріжджами: дис. ... канд. біол. наук: 03.00.16 / Чернівецький нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці, 2017. 158 с.

6. Спосіб визначення інтенсивності пігментоутворення у бактерій: пат. 49812 Україна: МПК (2009), C12Q 1/00, C12M 1/00, C12M 1/34. № u200912311; заявл. 30.11.09; опубл. 11.05.10, Бюл. № 9. 10 с.

7. Способ получения гумата натрия: пат. 2150484 Россия: C10F7/00. № 99108141/13; заявл. 21.04.1999; опубл. 10.06.2000, Бюл. № 1, 10 с.

8. Perdue E. M. Analytical constraints on the structural features of humic substances. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1984. Vol. 48. P. 1435–1442.

**DETOXICATION ABILITY OF SODIUM HUMATE ON
CAROTIN-CONTAINING YEASTS-INDICATORS IN THE
PRESENCE OF IONS OF HEAVY METALS**

Krupey K. S., Povalyaeva A. A.
Zaporizhzhya National University
krupeyznu@gmail.com

Bioindication of microorganisms of heavy metals and study of the mechanisms of body detoxification under the influence of metal ions are currently of great interest to scientists.

The purpose of the work was to investigate the detoxification potential of humic substances, namely humate sodium, on carotene-containing yeasts that were exposed to heavy metal ions (HM) (Cadmium, Copper, Chromium). The object of the study was culture *Rh. aurantiaca* Y-1193.

Solid nutrient medium Saburov was prepared on the basis of water with a certain content of salts HM (in terms of cation). Salt used in research: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, CdCl_2 . The control of Saburov nutrient medium was without the addition of salts. After settling the medium, a 18-hour collecting culture of yeasts was sown on a solid lawn. The incubation was carried out in a thermostat at the temperature of 27–28° C. On the 3rd day of cultivation the results were recorded. Pigment-synthetic activity was determined visually by comparing test samples with control.

To calculate the difference in the intensity of colors between experimental and control samples petri dishes with yeasts colonies were photographed, placed in the Adobe Photoshop graphic editor, determined the indicators of the channels of the color model (Lab), then the CIEDE 2000 program counted the difference in the color intensity of the pigments (dE). dE is counted between the trial and control without humic acids (HA). To prepare a water extract from the peat Vecher's technique (1967) was used.

It was found out that HA, especially Sodium humate, is capable of detoxifying effect on carotensinting yeast *Rh. aurantiaca* Y-1193 in the presence of ions of Cadmium, Copper, Chromium.

With increasing metal concentration, the difference in the intensity of pigment color (dE) between control and experimental samples increased.

Concentration of $75 \text{ mg/dm}^3 \text{Cu}^{2+}$ it caused a marked decrease in the intensity of the pigmentation of yeast colonies in samples without HA compared to the samples with the presence of the HA, where the colonies were intensively pigmented (dE equals 9,90 and 6,42 conventional units in accordance). However at concentration of $100 \text{ mg/dm}^3 \text{Cu}^{2+}$ without HA good growth of well-pigmented colonies was noted, but at the same concentration ions Copper with HA moderate growth of moderately pigmented colonies is registered (dE equals 10,23 and 12,67 conventional units in accordance).

Ions Chromium (I hazard class) were more toxic for yeast than ions Copper (II hazard class). At concentration $5\text{--}10 \text{ mg/dm}^3 \text{Cr}^{6+}$ without HA the weak growth of very small and translucent colonies was noted, however with HA at concentration ions Chromium 5 mg/dm^3 moderate growth of moderately pigmented colonies was observed, at concentration $10 \text{ mg/dm}^3 \text{Cr}^{6+}$ – weak growth of non-pigmented colonies.

At concentration $25 \text{ mg/dm}^3 \text{Cd}^{2+}$ without HA there was a good growth of weakly pigmented colonies, compared with the same concentration Cd^{2+} , but with HA, where the continuous growth of moderately pigmented colonies of yeasts was recorded (dE for samples without/with HA equals 11,77 and 10,77 conventional units in accordance).

Ions Cadmium showed the least toxic effect on yeast cells, but it is known, compounds Cadmium, which Chromium (VI) is, belong to I hazard class.

It was found out that the culture *Rh. aurantiaca* Y–1193 that was affected by $250 \text{ mg/dm}^3 \text{Cd}^{2+}$ it had the ability to regenerate the synthesis of pigments when it was transplanted into a solid nutrient medium Saburound without metal, and when re-returning to a toxic medium with a concentration seriesions Cadmium (with/without HA) in *Rh. aurantiaca* Y–1193 the threshold of survival was raised.

The obtained results obtained lead us to continue research on the identification of possible mechanisms of detoxification action

of humic substances, namely Sodium humate, on pigment-synthesizing microorganisms in the presence of heavy metals.

РЕФЕРАТИ

УДК 502.172:581.9(477.64-23п)

Яковлева-Носарь С. О. Байрак Генералка в рекреаційній системі м. Запоріжжя. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. Вип. 23, № 1. С. 3–17.

Представлені результати комплексної функціональної оцінки рекреаційних властивостей території байраку Генералка (естетична складова, природна комфортність, вплив на оздоровлення атмосферного повітря). Нині інтегральні величини цих параметрів є доволі високими і становлять, відповідно, 2,57; 3,89 та 2 бали. На тлі високого рекреаційного навантаження відзначається активне впровадження під намет насадження та на остепнених ділянках бур'янистих трав'яних видів, а також чужорідних (*Cotynus coggigia*, *Gleditsia triacanthos*) й інвазійних деревних рослин (*Acer negundo*, *Amorpha fruticosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Parthenocissus quinquefolia*). Розрахований рівень допустимого рекреаційного навантаження (1,7 люд./га) та визначена його фактична величина (3,4 люд./га). Рекреаційна дигресія біогеоценозу балки Генералка супроводжується зниженням вмісту гумусу в 5-см шарі ґрунту та характеризується тенденцією до підлуження. У тальвегу чіткої картини змін хімічних показників не спостерігається у зв'язку з перенесенням і накопиченням у ньому органо-мінерального матеріалу зі схилів балки.

Бібл. 20. Табл. 3. Рис. 3.

УДК 581.92.581.6:630*8

Бессонова В. П., Пономарьова О. А. Таксономічна характеристика деревних насаджень та дендроресурси балки Любимівської. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. Вип. 23, № 1. С. 17–31.

Дендрофлора балки Любимівська представлена 32-ма видами. Один з них відноситься до відділу *Pinophyta* (сосна Палласова), інші – до *Magnoliophyta* (найбільш численні родини *Aceraceae*, *Rosaceae*, *Ulmaceae*, *Fabaceae*). По

тальвегу балки зростають дерева віком близько 60-ти років таких порід як клен ясенелистий, робінія звичайна, в'яз гладкий, ясен звичайний. Підлісок тальвегу представлений бузиною чорною, кленом польовим, рідше зустрічається свидина біла, бирючина звичайна. Підріст дуже щільний і представлений шовковицею білою, каркасом західним, ясенем звичайним, робінією звичайною, гледичією триколючковою, кленом ясенелистим. Найбільш різноманітна дендрофлора схилу північної експозиції. Тут зростають дерева дуба звичайного, ясен звичайний, груша звичайна, клен ясенелистий, в'яз гладкий, шовковиця біла, робінія звичайна, айлант найвищий. Дуже рясний підлісок з глоду одноматочкового, клена татарського, бузини чорної, маслинка вузьколистої та сріблястої. Зрідка зустрічається жостір проносний. Підріст представлений переважно грушею звичайною, кленом ясенелистим, каркасом західним. Обидва схили балки відносяться до 4-го виділу 11-го кварталу, площа виділу 7,5 га. Загальний запас на виділі складає 980 м³. Виділ 5 розташований зі східного боку яру близько його вершини. Має площу 1,3 га і складається з гледичії триколючкової та робінії звичайної. Виділ 6 розташований біля схилу південної експозиції балки. Насадження слугує для закріплення пагорбкового рельєфу і представлене дубом звичайним. Площа виділу – 0,7 га, запас – 60 м³. Виділ 7 також розташований біля схилу південної експозиції і представлений моно видовим насадженням з сосни Палласової. Вік дерев балки і прибалкових територій коливається від 60 до 95 років. Загальна площа всіх виділів протиерозійних насаджень урочища становить 10,5 га, але ділових дерев всього 50 шт. Ресурсний потенціал насаджень становить інтерес з точки зору нектаропродуктивності угідь. Деревна рослинність балки включає такі медоносні рослини як робінія звичайна, гледичія триколючкова, клен польовий, маслинка вузьколиста, груша звичайна, абрикос звичайний, бирючина звичайна.

Бібл. 20. Табл. 5. Рис. 2.

УДК 631.174:632.51:504.75.06

Бондаренко А. М., Долина О. О., Гацький А. К. Критерії вибору та оцінка ефективності засобів знищення амброзії полинолистої у селітебних зонах. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. Вип. 23. № 1. С. 32–47.

Спираючись на діючу нормативно-правову базу країни, розроблені основні критерії вибору та режими застосування засобів і способів хімічної боротьби з амброзією полинолистою в селітебних зонах. Проведені експериментальні дослідження ефективності гербіцидів клопіраліда та римсульфуруна, а також вітчизняного препарату «Агростоп», створеного на базі природного мінералу бішофіту. Отримані дані показали, що найбільшу ефективність має гербіцид клопіралід, який викликав загибель особин амброзії полинолистої майже у 95 % випадків. Найменша кінцева активність відносно загибелі амброзії полинолистої відзначена у гербіциду римсульфурон, що склала лише 55 %. Препарат «Агростоп», що в перші години і добу після обробки рослин з високою ефективністю та селективністю пригнічував життєдіяльність особин амброзії полинолистої, мав кінцеву ефективність близько 70 %, за рахунок активної регенерації оброблених препаратом рослин.

Бібл. 33. Табл. 3.

УДК 582.475.091:712.254

Іванченко О. Є. Дендрофлора Соснового скверу м. Дніпро: видовий асортимент й таксаційні характеристики. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. Вип. 23, № 1. С. 48–60.

Надано характеристику видовому різноманіттю деревних насаджень Соснового скверу, який знаходиться у житловому масиві Придніпровськ, оцінено їх окремі таксаційні характеристики. За отриманими даними на території рекреаційного об'єкту зростає 2259 екз. дерев, які систематично належать до 14-ти видів і 9-ти родин. Домінуючими деревними породами у сквері є сосна

Палласова і звичайна, у меншій, але вагомій кількості, зустрічається вільха чорна. 36,6 % усіх насаджень є аборигенами. За діаметром стовбура у насадженнях переважають рослини, в яких цей показник коливається від 29 до 32,9 та від 33 до 36,9 см (17,8 і 17,7 %, відповідно). Найбільший діаметр (від 65 до 69 см) мають лише 4,6 % насаджень. 46,9 % дерев мають висоту у межах 17–20,9 м.

Бібл. 16. Табл. 2. Рис. 4.

УДК 581.1

Легостаєва Т. В., Берхмілер О. О. Репродуктивні особливості *Gleditsia triacanthos* L. та *Fraxinus excelsior* L. за умов техногенного забруднення. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. Вип. 23, № 1. – С. 60–68.

З'ясовано, що аеротехногенне забруднення середовища викликає зміни морфобіометричних показників у репродуктивних органах *Gleditsia triacanthos* L. і *Fraxinus excelsior* L., а саме: зниження маси насіння, плодів і життєздатності репродуктивних органів. Найбільш чутливим до дії токсикантів видом є гледичія колюча, який може використовуватися в якості тест-об'єкта в моніторингових дослідженнях.

Бібл. 10. Табл. 2.

УДК 581.2

Юсипіва Т. І. Динаміка каротиноїдів у листках самосіву деревних рослин за дії промислового забруднення. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. Вип. 23, № 1. С. 68–77.

Досліджено дію промислових емісій SO₂ та NO₂ (м. Дніпро) на динаміку вмісту каротиноїдів в асиміляційних органах самосіву *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L. та *Quercus robur* L. Показано, що дослідні й контрольні рослини мають однакову спрямованість накопичення у листках жовтих пігментів під час вегетаційного періоду. Виявлено підвищення концентрації каротиноїдів у листках

самосіву всіх видів у зоні середнього, а у *Q. robur* – і в зоні сильного забруднення середовища. За хронічної дії високих доз SO₂ та NO₂ кількість жовтих пігментів у листках *A. negundo* суттєво знижується. У порядку зменшення стійкості самосіву до токсичних газів за показником вмісту каротиноїдів досліджені види можна розмістити таким чином: *Q. robur* > *R. pseudoacacia* > *A. negundo*.

Бібл. 14. Табл. 1. Рис. 1.

УДК 635.054:712.41(477.64 – 2)

Бессонова В. П., Джиган О. П. Різноманіття дендрофлори санітарно-захисної зони підприємства «Біосфера» в м. Дніпро, Україна. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. Вип. 23, № 1. С. 77–91.

Досліджено видовий склад та життєвий стан зелених насаджень у санітарно-захисній зоні підприємства «Біосфера» м. Дніпро. Проаналізовано розподіл рослин за їх висотою, діаметром штамбу та фітосанітарним станом. У санітарно-захисній зоні зростає 1103 екземпляри деревних порід. З них хвойних 483 шт. (43,79 %), листяних – 620 шт. (56,21 %). Видовий склад представлений 11-ма родинами та 15-ма видами. Найбільша кількість видів належить до родини *Salicaceae* (26,7 % від загальної кількості видів). Встановлено, що найбільше число екземплярів за розподілом рослин за висотою має категорія 4–5,9 м – 275 шт. (42,17 %), найменше – категорія 18–19,9 м, що представлена лише одним видом – *Pinus nigra*. Виявлено, що найчисленнішою є група рослин, діаметр штамбу яких коливається від 6 до 9,9 см (229 шт., що становить 35,95 % від загального числа). Найменшою кількістю представлені дерева зі значеннями цього показника від 74 до 81,9 см (0,31 %). Встановлено, що більшість дерев є помірно ослабленими. Їх кількість на дослідній ділянці складає 28,73 % відносно усіх екземплярів. Конструкція зелених насаджень санітарно-захисної зони корпорації «Біосфера» потребує реконструкції з метою підвищення їх середоочищаючої функції.

Бібл. 24. Табл. 3. Рис. 1.

УДК: 551.584:712.253(1-751.3)(477.64)

Чонгова А. С. Мікрокліматична роль заповідних паркових дендроценозів м. Запоріжжя. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. Вип. 23. № 1. С. 91–105.

Вивчено вплив дендроценозів парків-пам'яток садово-паркового мистецтва м. Запоріжжя на зміну температури повітря, відносної вологості та рівня освітленості на території парків.

Бібл. 19. Табл. 4.

УДК 632.4:633.853.55

Войтович О. М., Костюченко Н. І. Оцінка генетично обумовленої стійкості сортів рідини та структури сапротрофного комплексу ризосфери до фузаріозу. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. Вип. 23. № 1. С. 105–117.

Досліджено вплив штучного фузаріозного фону на генетичну здатність рідини протистояти фітопатогенній дії *Fusarium oxysporum* і на зміни в структурі сапротрофного комплексу мікроміцетів ризосфери. Встановлено два типи характеру успадкування ознаки стійкості рослин до дії патогена. Показано зменшення видового різноманіття мікроміцетів і збільшення загальної токсичності ґрунту.

Бібл. 17. Табл. 4. Рис. 1.

УДК 631.42

Булейко А. А., Мітіна Н. Б. Едафотопи терникових біогеоценозів, що формуються в умовах північного варіанту степової зони України та їх еколого-мікроморфологічна характеристика. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. Вип. 23, № 1. С. 118–128.

Розглядається еколого-мікроморфологічна характеристика та мікроморфологічні особливості едафотопів терникових фітоценозів. Особлива увага приділяється екологічним та мікроморфологічним

особливостям, мікроморфологічній будові з подальшим розшифруванням та описом едафотопів фітоценозів терну, що формується в умовах північного варіанту штучних лісів степової зони України, зростаючих на колишніх землях природних байрачних лісів. Виявлено процеси, які відбуваються під чагарниковими ценозами терну.

Бібл. 10. Рис. 1.

УДК 574.583+574.587:282.243.7.05

Васенко О. Г., Верніченко Г. А., Верніченко-Цветков Д. Ю. Фотосинтетичні пігменти альгофлори як біомаркери екологічного стану водних об'єктів (на прикладі пониззя Дунаю). *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. Вип. 23, № 1. С. 128–145.

У статті представлені результати проведених посезонно з 2007 по 2017 роки досліджень вмісту фотосинтетичних пігментів у фітопланктоні й донних відкладах пониззя Дунаю. Проаналізована просторово-часова мінливість абсолютних і відносних пігментних характеристик функціонування альгофлори складного й динамічного екотону «ріка-море». Встановлено, що усереднена по часу концентрація хлорофілу *a* у фітопланктоні акваторії складає $8,39 \pm 0,61$ мкг/дм³, а у донних відкладах $8,48 \pm 1,31$ мкг/г, що дозволяє віднести досліджені води до категорії мезо-евтрофних. Розраховане на основі вмісту рослинних пігментів у екосистемі усереднене значення екологічного індексу якості вод, що складає 0,72, свідчить про добрий екологічний стан української ділянки Дунаю.

Бібл. 26. Табл. 5. Рис. 4.

УДК 632.7:635.925

Зайцева І. А. Дендробіонтні філофаги *Tilia* L. у насадженнях м. Дніпро: весняна фенологічна група. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя : ЗНУ, 2018. Вип. 23, № 1. С. 146–168.

За результатами дворічного моніторингу вуличних та паркових насаджень липи в м. Дніпро встановлено комплекс домінуючих видів членистоногих – філофагів липи весняної фенологічної групи. Виявлено 20 видів із 12-ти родин 6-ти рядів. Частка *Lepidoptera* становить 40 %, *Hemiptera*– 20 %, *Coleoptera*– 15 %, *Acariformes* і *Hymenoptera* – по 10 %, *Diptera* – 5 %. Вивчено особливості поширення філофагів, ступінь шкідливості і характер розподілу пошкоджень у залежності від рівня забруднення території. Встановлена стійка тенденція до зростання частки комбінованих пошкоджень пропорційно рівню антропогенного навантаження, що може опосередковано вказувати на збільшення інтенсивності конкуруючої боротьби філофагів за освоєння листової поверхні на ділянках із більшим ступенем техногенного впливу.

Бібл. 34. Табл. 2. Рис. 16.

УДК 546.76:628.3:582.282.23

Валерченко Ю. В., Крупей К. С. Скринінг пігментосинтезувальних дріжджів – біоіндикаторів іонів Хрому (VI). *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя : ЗНУ, 2018. Вип. 23, № 1. С. 169–180.

Результати дослідження показали, що пігментосинтезувальні дріжджі втрачали здатність до утворення пігментів із певних концентраційних рівнів іонів Хрому. Проведено скринінг дріжджів – біоіндикаторів іонів Хрому (VI). Для біоіндикації якості води найбільш інформативними, як індикаторні мікроорганізми, є культури *Sp. roseus* Y-333, *Rh. glutinis* Y-1333, *Rh. glutinis* Y-1335, *Rh. mucilaginosa* Y-1394 і *Rh. aurantiaca* Y-1195. Культури *Rhodosporidium sphaerocarpum* Y-44 і *R. diobovatum* Y-43 виявилися найбільш стійкими до дії іонів Хрому. На ріст

дріжджів *Rh. mucilaginosa* Y-1395 іони Хрому (VI) проявили в 35 разів більш токсичну дію, ніж на *R. sphaerocarpatum* Y-44.
Бібл. 11. Табл. 5. Рис. 1.

УДК 637/7:581.524.1

Дунаєвська О. Ф. Біомаркерні показники селезінки *Rana ridibunda* Р. Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. Вип. 23, № 1. С. 181–191.

Для біомоніторингу довкілля раціонально використовувати амфібії. Доцільним є розробка маркерних показників селезінки, яка дуже чутлива до змін параметрів зовнішнього середовища. Вивчені основні анатомічні, гістологічні, цитологічні показники селезінки представника класу Амфібії – жаби озерної. Встановлені морфологічні особливості селезінки: наявність меланомакрофагальних скупчень, відсутність чіткої межі між білою і червоною пульпами, наявність пульпарних трабекул з домінуванням серед них судинних, у лімфоїдних вузликів диференціювалася одна періартеріальна зона. Визначені відносна маса, відносні площі основних структур, співвідношення між ними, характеристики лімфоцитів, еритроцитів як основні тестові критерії.

Бібл. 13. Рис. 3.

УДК 582.282.23:547.992:549.28

Крупей К. С., Поваляєва А. А. Детоксикаційна дія гумату Натрію на каротинвмісні дріжджі-індикатори в присутності іонів важких металів. Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ, 2018. Вип. 23, № 1. С. 191–202.

Проведено порівняльний аналіз впливу есенціальних (Купрум, Хром) та неесенціальних (Кадмій) важких металів на клітини дріжджів-індикаторів у присутності гумінових кислот. Виявлено детоксикаційний ефект гумату Натрію на ріст і каротиноутворення дріжджів у присутності важких

металів у середовищі Сабуро. Іони Хрому (I клас небезпеки) виявилися токсичнішими для дріжджів, ніж іони Купруму та Кадмію (II та I клас небезпеки, відповідно). З'ясовано, що культура *Rh. aurantiaca* Y-1193, яка зазнала впливу $250 \text{ мг/дм}^3 \text{ Cd}^{2+}$, володіла здатністю поновлювати синтез пігментів при пересіві її на твердне поживне середовище Сабуро без металу, а при повторному поверненні в токсичне середовище з концентраційним рядом іонів Кадмію (з/без гумінових кислот) підвищувався поріг виживання *Rh. aurantiaca* Y-1193.

Бібл. 8. Табл. 6.

ЗМІСТ

– Розділ 1 Природні і техногенні екосистеми –

Яковлева-Носарь С. О. Байрак Генералка в рекреаційній системі м. Запоріжжя	3
Бессонова В. П., Пономарьова О. А. Таксономічна характеристика деревних насаджень та дендроресурси балки Любимівської	17
Бондаренко А. М., Долина О. О., Гацький А. К. Критерії вибору та оцінка ефективності засобів знищення амброзії полинолістої у селітебних зонах	32

– Розділ 2 Фітоекологія та озеленення міських територій –

Іванченко О. Є. Дендрофлора Соснового скверу м. Дніпро: видовий асортимент й таксаційні характеристики	48
Легостаєва Т. В., Берхмілер О. О. Репродуктивні особливості <i>Gleditsia triacanthos</i> L. та <i>Fraxinus excelsior</i> L. за умов техногенного забруднення	60
Юсипіва Т. І. Динаміка каротиноїдів у листках самосіву деревних рослин за дії промислового забруднення	68
Bessonova V. P., Dzhygan O. P. Tree species diversity in the sanitaryprotection zone of the «Biosphere Corporation» in the City of Dnipro, Ukraine	77
Чонгова А. С. Мікрокліматична роль заповідних паркових дендроценозів м. Запоріжжя	91
Войтович О. М., Костюченко Н. І. Оцінка генетично обумовленої стійкості сортів рицини та структури сапротрофного комплексу ризосфери до фузаріозу	105

– Розділ 3 Водні та ґрунтові екосистеми –

Булейко А. А., Мітіна Н. Б. Едафотопи терникових біогеоценозів, що формуються в умовах північного варіанту степової зони України та їх еколого-мікроморфологічна характеристика	118
---	-----

Васенко О. Г., Верніченко Г. А., Верниченко-Цветков Д. Ю. Фотосинтетичні пігменти альгофлори як біомаркери екологічного стану водних об'єктів (на прикладі пониззя Дунаю) 128

– Розділ 4 Екозоологічні, мікробіологічні та медико-екологічні дослідження –

Зайцева І. А. Дендробіонтні філофаги *Tilia* L. у насадженнях м. Дніпро: весняна фенологічна група 146

Валерченко Ю. В., Крупей К. С. Скринінг пігментосинтезувальних дріжджів – біоіндикаторів йонів хрому (VI) 169

Дунаєвська О. Ф. Біомаркерні показники селезінки *Rana ridibunda* P. 181

Крупей К. С., Поваляєва А. А. Детоксикаційна дія гумату Натрію на каротинвмісні дріжджі-індикатори в присутності іонів важких металів 191

Підписано до друку 12.11.2018.

Формат 60×90/16.

Гарнітура Times New Roman. Папір офсетний 80 г/м².

Друк цифровий. Наклад 100 прим. Замовлення №

Друк – ТОВ «ФІНВЕЙ»

Україна, 69035, м. Запоріжжя, пр. Соборний, буд. 145.

Тел.: (061) 220-03-06, 220-03-07.

xprint_2007@ukr.net