

УДК 502/504

DOI <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2024-1.03>

Наталія ЛИМАР

старший лаборант кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології, Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка

oleksandrivna.n7@gmail.com

ORCID: 0009-0000-1823-8007

Людмила ГОМЛЯ

кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології, Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка

gomlyalm@ukr.net

ORCID: 0000-0002-0462-9338

Марина ДЯЧЕНКО-БОГУН

доктор педагогічних наук, професор кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології, Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка

ecos.poltava2015@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1209-2120

Тетяна ШКУРА

кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології, Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка

shctanya@ukr.net

ORCID: 0000-0002-5087-369X

Вікторія РОКОТЯНСЬКА

кандидат сільськогосподарських наук, асистент кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології, Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка

rokotianska@ukr.net

ORCID: 0000-0002-7608-0989

ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА КОМПЛЕКСОМ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК ХВОЙНИХ РОСЛИН

Анотація. Хвойні рослини є важливою складовою екосистем і відіграють значну роль у біосфері. Вони чутливі до змін навколишнього середовища, тому їх можна використовувати як біоіндикатори для моніторингу забруднення. **Методологія дослідження.** Під час написання роботи ми користувалися теоретичними методами: аналіз наукової літератури з теми, синтез, дедукція, індукція, порівняння, класифікація та метод узагальнення інформації. Під час виконання практичного дослідження застосовували польові, математичні, морфометричні методи біоіндикації. **Наукова новизна.** Розроблено методики визначення стану навколишнього середовища за комплексом морфологічних ознак хвойних рослин. Здійснено комплексну оцінку території Шевченківського мікрорайону м. Полтава різноманітними біоіндикаційними методиками, визначено загальний екологічний стан території дослідження, запропоновано актуальні шляхи поліпшення довкілля мікрорайону. **Висновки.** Результати усіх методик показали, що найбільш чистими є території, на яких знаходяться досліджувані точки № 4 та № 9, оскільки одна з них є приватним сектором міста, який віддалений від автодоріг з інтенсивним транспортним потоком, а інша є приміською зоною з переважанням великих площ природних ландшафтів та екосистем. Для зменшення негативної дії господарської діяльності людини на навколишнє середовище міських територій варто запроваджувати комплекс спеціальних заходів, серед яких: реорганізація транспортних потоків у центральній частині міста та поблизу селітебних районів; контроль за якістю пального, широка пропаганда використання електричного транспорту та транспорту на біогазі; покращення діючих та встановлення нових пилоочисних систем та систем очищення стічних вод на підприємствах; реконструкція застарілих та аварійних каналізаційних систем;

запровадження системи роздільного збору сміття та створення нових виробничих потужностей з його переробки та утилізації; постійний моніторинг екологічної ситуації у місті задля вчасного виявлення джерел масштабних загроз та генерації найважливіших шляхів їх усунення та ін.

Ключові слова: хвойні рослини, морфологічні ознаки, біоіндикація, моніторинг, навколишнє середовище, екологічні стандарти.

Nataliia LYMAR

Senior Laboratory Assistant of the Department of Botany, Ecology and Biology Teaching Methods, V. G. Korolenko Poltava National Pedagogical University

oleksandrivna.n7@gmail.com

ORCID: 0009-0000-1823-8007

Liudmyla HOMLIA

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Botany, Ecology and Biology Teaching Methods, V. G. Korolenko Poltava National Pedagogical University

gomlyalm@ukr.net

ORCID: 0000-0002-0462-9338

Maryna DIACHENKO-BOHUN

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Botany, Ecology and Biology Teaching Methods, V. G. Korolenko Poltava National Pedagogical University

ecos.poltava2015@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1209-2120

Tetiana SHKURA

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Botany, Ecology and Biology Teaching Methods, V. G. Korolenko Poltava National Pedagogical University

shctanya@ukr.net

ORCID: 0000-0002-5087-369X

Viktorii ROKOTIANSKA

Doctor of Agriculture Sciences, Assistant of the Department of Botany, Ecology and Biology Teaching Methods, V. G. Korolenko Poltava National Pedagogical University

rokotianska@ukr.net

ORCID: 0000-0002-7608-0989

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL STATE BASED ON A COMPLEX OF MORPHOLOGICAL FEATURES OF CONIFEROUS PLANTS

Abstract. Coniferous plants are an essential component of ecosystems and play a significant role in the biosphere. They are sensitive to environmental changes, making them useful as bioindicators for pollution monitoring. Research

Methodology: Theoretical methods utilized in this study include analysis of scientific literature, synthesis, deduction, induction, comparison, classification, and information generalization. Practical research employed fieldwork, mathematical, and morphometric methods of bioindication. **Scientific novelty:** Methodologies for assessing the environmental state based on a complex of morphological features of coniferous plants were developed. A comprehensive assessment of the Shevchenko microdistrict in Poltava was conducted using various bioindication methods, determining the overall ecological condition of the study area and proposing relevant ways to improve the environment. **Conclusions:** Results from all methods indicate that the cleanest areas are those represented by surveyed points № 4 and № 9. Point № 4 is located in a private sector of the city, distant from highways with heavy traffic, while point № 9 is in a suburban area dominated by rural landscapes, characterized by low-density vertical development and prevalence of large natural landscapes and ecosystems. To mitigate the negative impact of human economic activities on the urban environment, it is advisable to implement a complex of specific measures, including: reorganization of traffic flows in the city center and near residential areas; fuel quality control; extensive promotion of electric and biogas transportation; improvement and installation of dust removal systems and wastewater treatment systems in enterprises; reconstruction of obsolete and emergency sewerage systems; implementation of a waste separation system and creation of new production facilities

for its processing and disposal; continuous monitoring of the city's environmental situation to timely identify sources of significant threats and generate the most effective ways to eliminate them, etc.

Key words: Coniferous plants, morphological characteristics, bioindication, monitoring, environment, ecological standards.

Постановка проблеми. З кожним роком в Україні, як і по всьому світу, спостерігається загальна інтенсифікація розвитку усіх видів промисловості, що пов'язано у першу чергу з потребами населення, чисельність якого постійно зростає, пришвидшуючи загальні процеси урбанізації. Найбільший відсоток великих об'єктів промисловості, автомобільного та залізничного транспорту знаходиться саме у межах міських та приміських територій, що спричиняє істотне погіршення загальної якості екологічного стану навколишнього середовища території та знижує якість життя населення, спричиняючи різноманітні проблеми зі здоров'ям. Саме тому постійні моніторинги якості стану атмосферного повітря, водних об'єктів та ґрунтів міських територій є необхідними і повинні проводитись систематично задля попередження виникнення критичних ситуацій та швидкого реагування щодо зменшення їх негативної дії.

Одними з найефективніших біоіндикаційних методів визначення та оцінки екологічного стану навколишнього середовища в межах міських територій є дендроіндикаційні методи. Деревя, як і усі рослини, є стаціонарними організмами, тому прямо піддаються будь-якому негативному впливові, що спричинений або природними чинниками, або діяльністю людини. Крім того деревні організми досить широко репрезентовані у містах і є основною складовою частиною більшості міських паркових, рекреаційних, селітебних зон, широко використовуються при формуванні санітарних зон навколо автодоріг та територій промислових об'єктів, що забезпечує легкість у виборі тест-об'єктів для проведення дендроіндикаційних досліджень. Перевагою дендроіндикації над іншими методами у визначенні стану навколишнього середовища є наочність, адже деревні рослини здатні реагувати на несприятливі умови проживання як порушеннями фізіологічних процесів, так і морфологічними змінами.

Мета дослідження – вивчення впливу антропогенних та природних факторів на морфологічні ознаки хвойних рослин та викорис-

тання їх як біоіндикаторів для моніторингу забруднення навколишнього середовища.

Об'єкт дослідження – навколишнє середовище Шевченківського району м. Полтава.

Аналіз джерел та останніх досліджень. Опрацювавши наукову літературу з теми, ми можемо відмітити, що біоіндикаційні дослідження є досить широко досліджуваною науковою тематикою і вивченням їх займались такі українські вчені як О. Барабаш [1], М. Бондарчук [2], І. Григорчук [4], А. Гринюк [5], Є. Дудник [6], Х. Караванович [7], М. Колєнкіна [3], В. Наконечний [4], І. О. Погоріла [5], У. Равлик [8], Н. Філатова [10], Т. Юсипіва [10] та ін., що вказує на перспективність проведення біоіндикаційних досліджень, у тому числі і для визначення екологічного стану міських територій.

Матеріали і методи дослідження. Хвойні дерева найчутливіше реагують на забруднення атмосферного повітря, негативний вплив якого у рослин проявляється у вигляді хлорозів і некрозів, зменшення розмірів різних органів (хвоя, пагони, шишки), змін у галузженні тощо. Забруднення повітря також призводить до стерильності насіння. Ці ознаки, хоча вони є неспецифічні, в сукупності надають об'єктивну картину стану навколишнього середовища.

Хвойні є ефективними біоіндикаторами протягом всього року, а їх використання є інформативним і на великих, і на малих територіях, дозволяючи визначити вплив негативних антропогенних факторів, таких як автодороги або міські екосистеми.

Для проведення власного дослідження у якості тест-об'єктів ми використовували представників видів ялина сиза (*Picea glauca* L.) та ялина блакитна (*Picea pungens* Engelm.), які широко репрезентовані на території Шевченківського району міста Полтава. Хвойні рослини здатні накопичувати токсичні сполуки у своєму організмі, що чітко проявляється у змінах морфологічних характеристик рослин: хвоя стає блідішою, швидше всихає та опадає, на ній з'являються різноманітні хлорози та некрози, збільшується густина хвої на пагоні та ін.

Дослідження проводили у два етапи:

1) 1 етап – вивчення стану хвої за різними параметрами та обробка результатів;

2) 2 етап – узагальнення даних і формування висновку дослідження.

Для визначення рівня забруднення навколишнього середовища з декількох, однакових за довжиною, пагонів досліджуваних рослин взяли по 300 хвоїнок другого-третього років життя та вивчали їх на наявність пожовтіння, хлорозів, некрозів та всихання.

1 етап. Вивчення хвої проводили за трьома параметрами: пошкодження, всихання та зближення хвоїнок.

Пошкодження визначали за зміною забарвлення, довжиною та шириною хвої, ступенем всихання, наявністю жовтих і бурих плям та некрозів. Хвою розподіляли на класи: 1 клас – хвоїнки без плям; 2 клас – з невеликою кількістю плям; 3 клас – з великою кількістю жовтих, бурих та чорних плям. Результати представлені в таблиці 1, графічно висвітлені на рисунках 1, 2, 3.

За всиханням хвою розділили на 4 класи: 1 клас – сухі ділянки відсутні; 2 клас – сухий кінчик хвоїнки; 3 клас – засохла третина хвоїнки; 4 клас – хвоїнка суха більше, ніж на половину. Результати представлені у таблиці 2, графічно відображені на рисунках 4, 5, 6, 7.

Внаслідок погіршення стану навколишнього середовища у хвойних рослин спостерігається зближення пучок хвоїнок, коли на 10 см пагона їх більше, ніж у чистій зоні. Результати проведеного нами підрахунку наведені у таблиці 3, графічно представлені на рисунку 8.

2 етап. У якості контрольної точки був узятий Ботанічний сад ПНПУ імені В. Г. Короленка, як достатньо чиста, віддалена від автодоріг та промислових об'єктів зелена зона міста.

Проаналізувавши отримані дані, ми дійшли до висновку, що найбільш пошкодженою є хвоя, взята з точок № 2, № 3, № 7 та № 8, а отже, і навколишнє середовище, у першу чергу атмосферне повітря, даних територій є забруд-

Таблиця 1

Пошкодження хвої ялини сизої у різних точках Шевченківського району м. Полтава

Точки Шевченківського району		Обстежено хвоїнок	1 клас (хвоя без плям)	2 клас (невелика кількість плям)	3 клас (велика кількість плям)
Точка № 1	Кількість хвоїнок	300	123	111	66
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	41%	37%	22%
Точка № 2	Кількість хвоїнок	300	109	123	68
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	36,3%	41%	22,7%
Точка № 3	Кількість хвоїнок	300	49	82	169
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	16,4%	27,2%	56,4%
Точка № 4	Кількість хвоїнок	300	204	94	2
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	68%	31,4%	0,6%
Точка № 5	Кількість хвоїнок	300	199	92	9
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	66,4%	30,6%	3%
Точка № 6	Кількість хвоїнок	300	113	181	6
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	37,6%	60,4%	2%
Точка № 7	Кількість хвоїнок	300	47	71	182
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	15,7%	23,7%	60,6%
Точка № 8	Кількість хвоїнок	300	51	63	186
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	17%	21%	62%
Точка № 9	Кількість хвоїнок	300	203	97	-
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	67,7%	32,3%	-
Точка № 10 (контрольна)	Кількість хвоїнок	300	288	12	-
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	96%	4%	-

Відсоток хвої 3-го класу ушкодження (велика кількість плям)

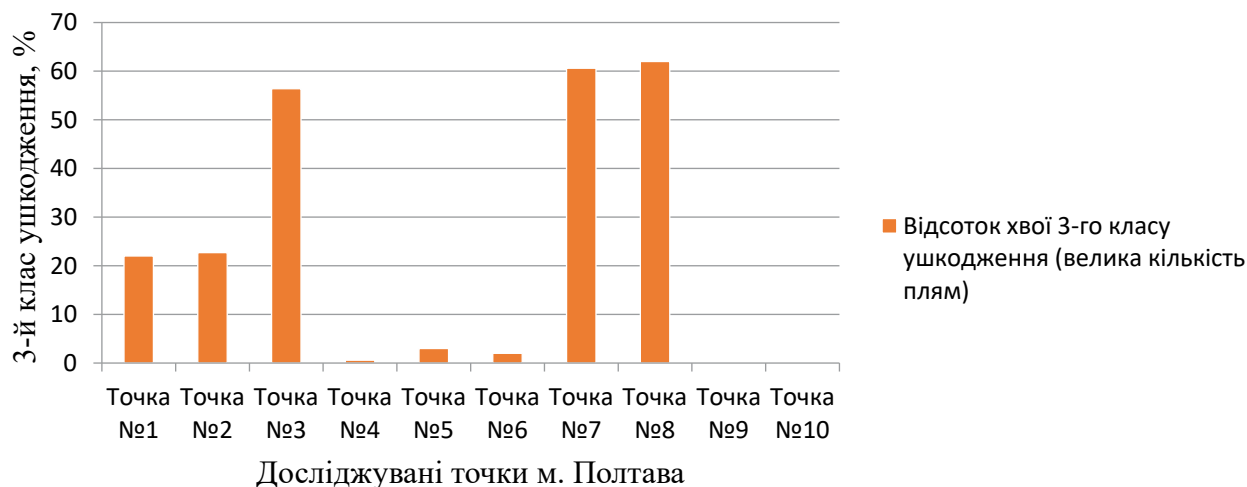


Рис. 1. Відсоток хвої 3-го класу ушкодження (велика кількість плям)

Відсоток хвої 2-го класу ушкодження (невелика кількість плям)

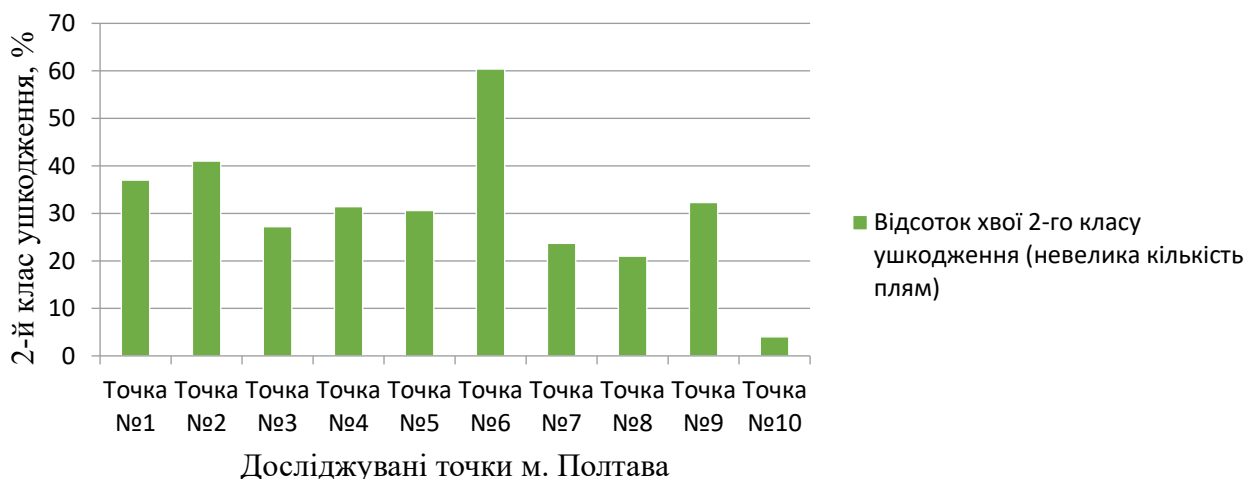


Рис. 2. Відсоток хвої 2-го класу ушкодження (невелика кількість плям)

ним найбільше. Головною причиною цього є безпосередня близькість до цих точок автодоріг з інтенсивним рухом в декілька смуг та їх сильна завантаженість протягом доби автомобілями, серед яких не тільки легкові, а й автомобілі середньої і важкої важкості та громадський транспорт. На точках № 5 та № 6 пошкодження хвої менше, особливо менше на ній, у порівнянні з попередніми ділянками, сухих хвоїнок. Це пов'язано з тим, що на даних територіях району, які переважно є селітебними зонами міста, рух середньо- та великовантажного тран-

спорту, який сильно забруднює атмосферне повітря, спостерігається набагато рідше або взагалі відсутній (за винятком громадського транспорту). Найчистішими виявились території точок № 4 (приватний сектор міста) та № 9 (с. Розсошенці): за характеристиками хвої вони найбільше наближені до контрольної точки, що пов'язано з їх віддаленістю від завантаженого автомобілями центру міста та великих автошляхів, рух автомобілів у цих зонах набагато менш інтенсивний, промислові об'єкти, які б негативно впливали на навколишнє середовище,

Відсоток хвої 1-го класу ушкодження (хвоя без плям)

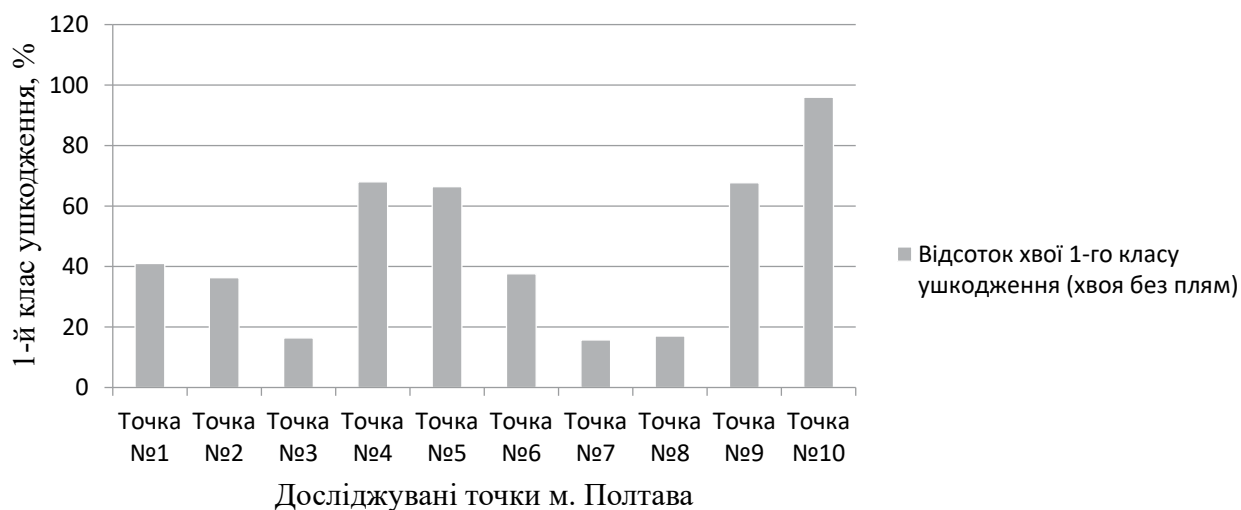


Рис. 3. Відсоток хвої 1-го класу ушкодження (хвоя без плям)

Таблиця 2

Всихання хвої ялини сизої у різних точках Шевченківського району м. Полтава

Точки Шевченківського району		Обстежено хвоїнок	1 клас (сухі ділянки відсутні)	2 клас (сухий кінчик)	3 клас (засохла третина хвоїнки)	4 клас (більше половини хвоїнки суха)
Точка № 1	Кількість хвоїнок	300	98	190	12	-
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	32,7%	63,3%	4%	-
Точка № 2	Кількість хвоїнок	300	84	41	83	92
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	28%	13,6%	27,6%	30,8%
Точка № 3	Кількість хвоїнок	300	98	13	72	117
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	32,7%	4,3%	24%	39%
Точка № 4	Кількість хвоїнок	300	273	27	-	-
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	91%	9%	-	-
Точка № 5	Кількість хвоїнок	300	202	98	-	-
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	67,4%	32,6%	-	-
Точка № 6	Кількість хвоїнок	300	31	263	6	-
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	10,3%	87,7%	2%	-
Точка № 7	Кількість хвоїнок	300	21	106	42	131
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	7%	35%	14%	44%
Точка № 8	Кількість хвоїнок	300	11	24	17	248
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	3,7%	8%	5,7%	82,6%
Точка № 9	Кількість хвоїнок	300	300	-	-	-
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	100%	-	-	-
Точка № 10 (контрольна)	Кількість хвоїнок	300	300	-	-	-
	% хвоїнок від загальної кількості	100%	100%	-	-	-

4-й клас всихання (більше половини хвої суха)

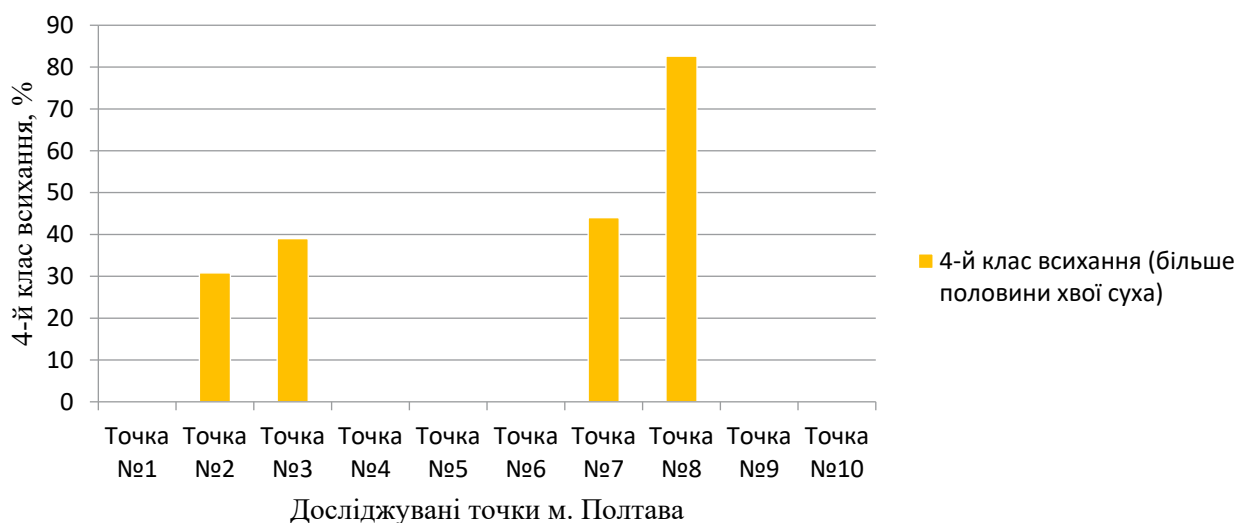


Рис. 4. 4-й клас всихання (більше половини хвої суха)

3-й клас всихання (третина хвоїнки суха)

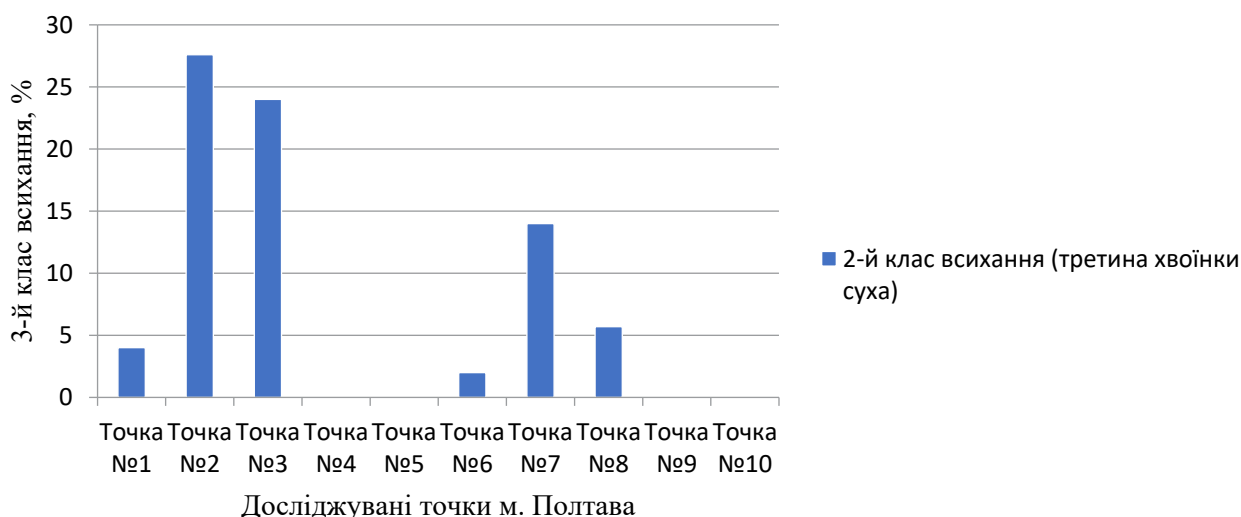


Рис. 5. 3-й клас всихання (третина хвоїнки суха)

відсутні; дані території характеризуються високим ступенем озеленення, що також позитивно впливає на загальний екологічний стан навколишнього середовища.

Як підсумок до виконаного дослідження, можна зробити наступні висновки:

1) хвойні та деякі види листопадних порід дерев досить гостро реагують на зміни в навколишньому середовищі та погіршення його екологічного стану, що робить їх чудовими тест-об'єктами для проведення біоіндикаційних досліджень;

2) територія Шевченківського району м. Полтава найбільше забруднена на ділянках, які знаходяться в безпосередній близькості до автодоріг з декількома смугами руху та перехрест'я, на яких протягом доби спостерігається інтенсивний рух легкового, вантажного та громадського транспорту;

3) озеленення міст є важливим та необхідним заходом для покращення якості навколишнього середовища, особливо атмосферного повітря, урбанізованих територій. Зелені зони міста відіграють важливу в очищенні пові-

2-й клас всихання (на хвої сухий кінчик)

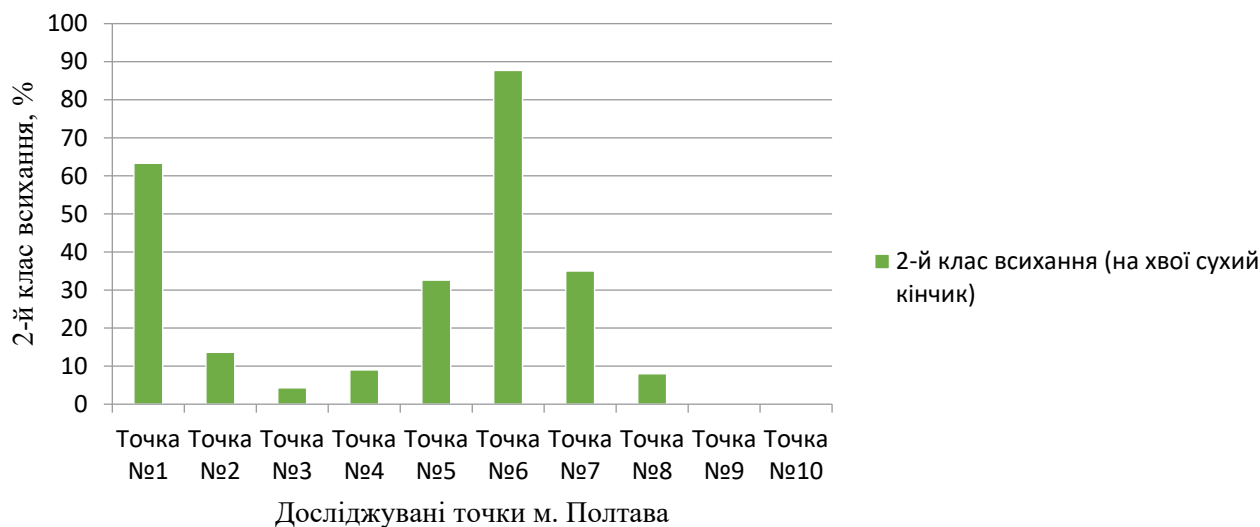


Рис. 6. 2-й клас всихання (на хвої сухий кінчик)

1-й клас всихання (сухі ділянки відсутні)

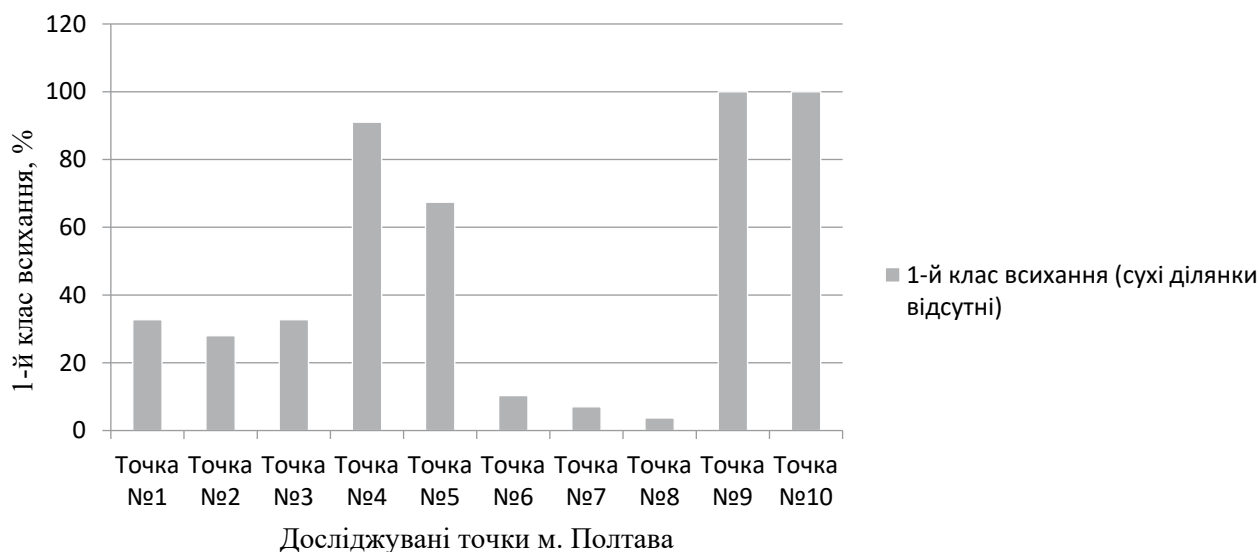


Рис. 7. 1-й клас всихання (сухі ділянки відсутні)

тря від газоподібних забруднювачів, пилу та вихлопних газів автомобілів.

Висновки. Результати усіх методик показали, що найбільш чистими є території, на яких знаходяться досліджувані точки № 4 та № 9, оскільки одна з них є приватним сектором міста, який віддалений від автодоріг з інтенсивним транспортним потоком, а інша є приміською зоною з переважанням сільської місцевості, яка характеризується низькою щільністю висотної забудови та переважанням великих площ природних ландшафтів та

екосистем. Для зменшення негативної дії господарської діяльності людини на навколишнє середовище міських територій варто запроваджувати комплекс спеціальних заходів, серед яких: реорганізація транспортних потоків у центральній частині міста та поблизу селищних районів; контроль за якістю пального, широка пропаганда використання електричного транспорту та транспорту на біогазі; покращення діючих та встановлення нових пилоочисних систем та систем очищення стічних вод на підприємствах; реконструк-

Таблиця 3

Кількість хвоїнок на 10 см пагона ялини сизої у різних точках Шевченківського району м. Полтава

Досліджувана точка міста	Точка № 1	Точка № 2	Точка № 3	Точка № 4
Кількість хвоїнок	180	191	196	161
Досліджувана точка міста	Точка № 5	Точка № 6	Точка № 7	Точка № 8
Кількість хвоїнок	168	173	195	195
Досліджувана точка міста	Точка № 9	Точка № 10 (контрольна)		
Кількість хвоїнок	159	133		

Зближення хвоїнок

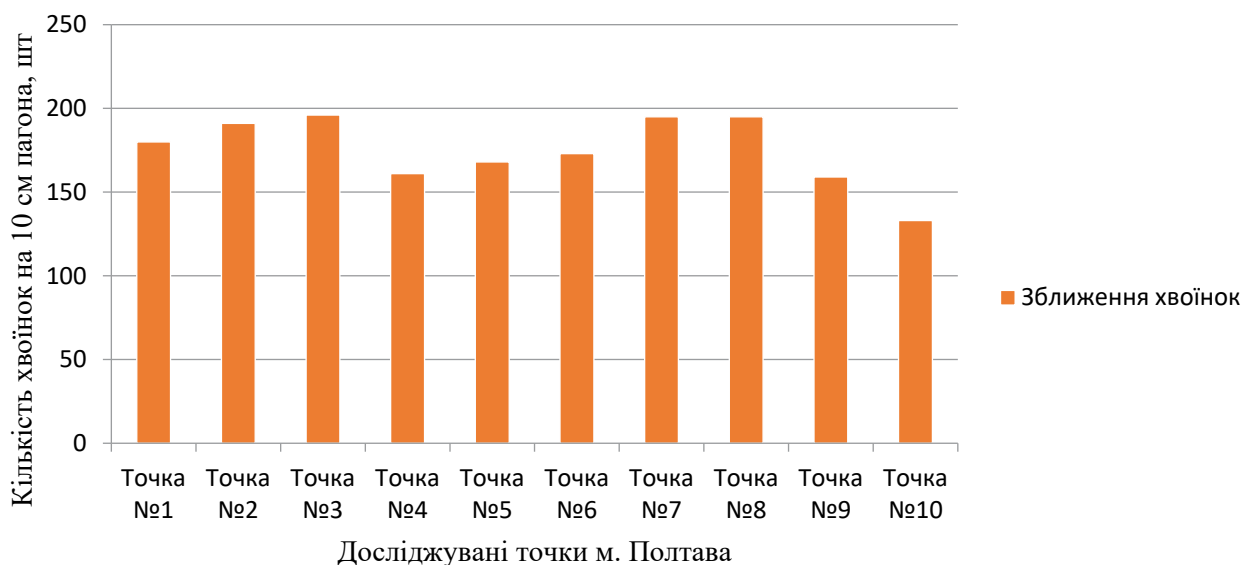


Рис. 8. Зближення хвоїнок

ція застарілих та аварійних каналізаційних систем; запровадження системи роздільного збору сміття та створення нових виробничих потужностей з його переробки та утилиза-

ції; постійний моніторинг екологічної ситуації у місті задля вчасного виявлення джерел масштабних загроз та генерації найвдаліших шляхів їх усунення та ін.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Барабаш О. В. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря методом дендроіндикації. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. Київ, 2019. № 4 (27). С. 102–107.
2. Бондарчук М. М. Екологічна оцінка стану атмосферного повітря у смт. Нові Санжари (Полтавська обл.) за допомогою біоіндикатора *Robinia Pseudoacacia L.* *Сучасні досягнення природничих наук: матеріали всеукр. студ. наук.-практ. конф., м.Полтава, 29-30 квітня 2020 р.* Полтава, 2020. С. 33–34.
3. Горін М. О., Коленкіна М. С. *Rosa Canina* та інші фіторекультиванти в природних та урбаногенних екосистемах. *Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів* : вісник ХНАУ. 2016. № 2. С. 170–177.
4. Григорчук І. Д. Використання рослинних біоіндикаторів для оцінки токсичності ґрунтів на території м. Кам'янець-Подільського. *Біологічні системи*. 2016. Т. 8, Вип. 2. С. 212–218.
5. Гринюк А. А., Погоріла І. О. Біоіндикація стану атмосферного повітря м. Києва та Київської області за допомогою ялини звичайної (*Picea Abies*). *Біологічні дослідження–2017: збірник наук. праць VIII Всеукр. наук.-практ. конференції з міжнар. участю*. 2017. С. 287–289.
6. Дудник Є. Г. Вплив антропогенних та природних чинників на стан дендрофлори урбоекосистем Вінницької області. *Сільське господарство та лісівництво: журнал наук. виробнич. та навч. спрямування*. Вінниця : ВНАУ, 2018. № 8. С. 160–168.

7. Караванович Х. Б., Глібовицька Н. І. Здатність деревних видів акумулювати важкі метали в умовах нафтозабруднених ґрунтів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Т.30. № 1. С. 83–87.

8. Равлик У. І., Карабин В. В. Методичні аспекти оцінювання екологічного стану довкілля в районах вуглевидобутку за результатами флюктуючої асиметрії берези повислої. *Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи: матеріали II міжнар. наук.-практ. конференції*. Львів : ЛДУ БЖД, 2015. С. 94–96.

9. Сергеева Л. А., Наконечний В. С., Вальченко О. І. Методика здійснення екологічного моніторингу за допомогою рослинних об'єктів. *Екологія. Людина. Суспільство* : збірка тез доповідей XVIII Міжнар. наук.-практ. конференції студентів, аспірантів і молодих учених. Київ, 2015. С. 48–49.

10. Філатова Н. О., Юсіпіва Т. І. Стан біометричних показників хвої сосни звичайної та ялини колючої на урбанізованих територіях. *Рослини та урбанізація* : матеріали VII Міжнар. наук. практ. конф. Дніпро, 2018. С. 76–78.

REFERENCES:

1. Barabash, O.V. (2019). Otsinka rivnia zabrudnennia atmosferного povitria metodom dendroindykatsii [Assessment of atmospheric air pollution level using dendroindication method]. *Ekolohichni nauky: naukovo-praktychnyi zhurnal – Ecological Sciences: Scientific-Practical Journal*. 4 (27), 102–107 [in Ukrainian].

2. Bondarchuk, M.M. (2020). Ekolohichna otsinka stanu atmosferного povitria u smt. Novi Sanzhary (Poltavska obl.) za dopomohoiu bioindykatora Robinia Pseudoacacia L. [Ecological assessment of the state of atmospheric air in Novi Sanzhary town (Poltava region) using the bioindicator Robinia Pseudoacacia L.]. *Suchasni dosiahnennia pryrodnychkh nauk: materialy vseukr. stud. nauk.-prakt. konf., m.Poltava, 29-30 kvitnia 2020 r. – Poltava Modern Achievements in Natural Sciences: Proceedings of All-Ukrainian Student Scientific-Practical Conference*, 33–34 [in Ukrainian].

3. Horin, M.O., & Kolenkina, M.S. (2016). Rosa Canina ta inshi fitorekultyvanty v pryrodnykh ta urbanohennykh ekosystemakh [Rosa Canina and other phytoremediants in natural and urban ecosystems]. *Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiia gruntiv : visnyk KhNAU – Soil Science, Agrochemistry, Land Reclamation, Forestry, Soil Ecology: Bulletin of KhNAU*. 2, 170–177 [in Ukrainian].

4. Hryhorchuk, I.D. (2016). Vykorystannia roslynnykh bioindykatoriv dlia otsinky toksychnosti hruntiv na terytorii m. Kamiansia-Podilskoho [Use of plant bioindicators for assessing soil toxicity in the territory of Kamianets-Podilskiy city]. *Biolohichni systemy – Biological Systems*. Vol. 8, Issue 2, 212–218 [in Ukrainian].

5. Hryniuk, A.A., & Pohorila, I.O. (2017). Bioindykatsiia stanu atmosferного povitria m. Kyieva ta Kyivskoi oblasti za dopomohoiu yalyny zvychnoi (Picea Abies) [Bioindication of the state of atmospheric air in Kyiv and Kyiv region using Norway spruce (Picea Abies)]. *Biolohichni doslidzhennia–2017: zbirnyk nauk. prats VIII Vseukr. nauk.-prakt. konferentsii z mizhnar. Uchastiu – Biological Research-2017: Collection of Scientific Papers of the VIII All-Ukrainian Scientific-Practical Conference with International Participation*, 287–289 [in Ukrainian].

6. Dudnyk, Ye.H. (2018). Vplyv antropohennykh ta pryrodnykh chynnykiv na stan dendroflory urboekosystem Vinnytskoi oblasti [Influence of anthropogenic and natural factors on the state of dendroflora in urban ecosystems of Vinnytsia region]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo: zhurnal nauk. vyrobnych. ta navch. spriamuvannia – Agriculture and Forestry: Journal of Scientific, Production and Educational Direction*. Vinnytsia: VNAU. 8, 160–168 [in Ukrainian].

7. Karavanovych, Kh.B., & Hlibovytska, N.I. (2020). Zdatnist derevnykh vydiv akumuluvaty vazhki metaly v umovakh naftozabrudnennykh gruntiv [Ability of woody species to accumulate heavy metals in conditions of oil-contaminated soils]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*. Vol. 30. 1, 83–87 [in Ukrainian].

8. Ravlyk, U.I., & Karabin, V.V. (2015). Metodychni aspekty otsiniuvannia ekolohichnoho stanu dovkillia v raionakh vuhlevydobutku za rezultatamy fluktuiochoi asymetrii berezy povysloi [Methodological aspects of assessing the environmental state of areas with coal mining based on results of fluctuating asymmetry of silver birch. Environmental Safety as the Basis for Sustainable Development of Society]. *Ekolohichna bezpeka yak osnova staloho rozvytku suspilstva. Yevropeyskyi dosvid i perspektyvy: materialy II mizhnar. nauk.-prakt. Konferentsii – European Experience and Perspectives: Proceedings of the II International Scientific-Practical Conference*, Lviv : LDU BZhD. S. 94–96 [in Ukrainian].

9. Serhiieva, L.A., Nakonechnyi, V.S., & Valchenko, O.I. (2015). Metodyka zdiisnennia ekolohichnoho monitorynhu za dopomohoiu roslynnykh ob'iektiv [Methodology for environmental monitoring using plant objects]. *Ekolohiia. Liudyna. Suspilstvo : zbirka tez dopovidei XVIII Mizhnar. nauk.-prakt. konferentsii studentiv, aspirantiv i molodykh uchennykh – Ecology. Human. Society: Collection of Abstracts of the XVIII International Scientific-Practical Conference of Students, Postgraduates, and Young Scientists*, Kyiv, S. 48–49 [in Ukrainian].

10. Filatova, N.O., & Yusyypiva, T.I. (2018). Stan biometrychnykh pokaznykiv khvoi sosny zvychnoi ta yalyny koliuchoi na urbanizovanykh terytoriiakh [State of biometric indicators of pine and spruce needles in urbanized areas]. *Roslyny ta urbanizatsiia : materialy VII Mizhnar. nauk. prakt. konf. – Plants and Urbanization: Materials of the VII International Scientific-Practical Conference*, Dnipro, S. 76–78 [in Ukrainian].