Boulevard), 53.3 % (Aleksandr Pole Avenue) and 69.1 % (Donetsk highway).

Since the literature data indicate the role of SOD in protecting plants from oxidative degradation, the established level of activity of SOD in the seeds of *Sorbus aucuparia* L. has an adaptive nature and is aimed at the destruction of the superoxide radical. Relatively high activity of the enzyme may be the result of increased expression of its gene, or by activating latent forms of the enzyme.

So, the adaptation of *Sorbus aucuparia* L. wood species to the action of pollutants occurs due to the activation of SOD, which may indicate an intense course of neutralization of reactive oxygen species: 1.5–1.8 times as compared with control values. The level of growth of the enzyme activity in the seeds was determined by the degree of contamination of the experimental sites. In the seeds of *Sorbus aucuparia* L. of anthropogenically polluted areas in the process of ripening, the growth of superoxide dismutase activity in August and September and the decrease of its activity in October were detected. Indicators of activity of SOD can be used with a high degree of reliability to assess the state of plants in stressful conditions and their resistance to aerotechnogenic contamination.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2019-24/1-05>

УДК 581.2

АНАТОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПАГОНА *PICEA PUNGENS* ENGELM. У ТЕХНОГЕННИХ УМОВАХ МІСТА ДНІПРО

Юсупіва Т. І., Полякова Є. О.

Дніпровський національний університет

імені Олеся Гончара

JusypivaTatjana@i.ua

Вивчено вплив техногенного забруднення на гістологічні характеристики стебла однорічних пагонів *Picea pungens* Engelm. *f. viridis* Regel. в умовах урбосередовища (м. Дніпро). Показано зменшення товщини перидерми в стеблах осей II та III порядків, первинної кори в пагонах подовження скелетних гілок, епідерми та пізньої деревини в пагонах галузження, збільшення радіуса ранньої деревини та діаметра внутрішньої серцевини у стеблах обох типів бічних пагонів. Запропоновано інформативні тест-параметри для фітоіндикації техногенного забруднення середовища.

Гістологічні параметри стебла, однорічні пагони, техногенне забруднення, фітоіндикація, Picea pungens Engelm.

Посилення техногенного навантаження на природу та розвиток урбанізації призводить до трансформації і деградації екосистем різного рівня. Одним із способів оптимізації міського середовища є створення насаджень паркового типу і моделювання штучних фітоценозів із домінуванням деревних порід [4]. Важливу роль у них відіграють голонасінні рослини, які цілорічно виконують декоративні й санітарно-гігієнічні функції. Вони поглинають токсичні сполуки й очищують повітря мегаполісів як від різноманітних забруднюючих речовин, так і від хвороботворних мікроорганізмів (оскільки є основними продуцентами фітонцидів). Крім того хвойні рослини формують архітектурно-художній вигляд міст, надаючи їм індивідуальностей підвищуючи художню виразність міської забудови [1]. Одним із домінантних видів хвойних, які широко застосовують в озелененні міст України, є ялина колюча. Вона має багато декоративних форм, до того ж є тіньовитривалою, зимо- та морозостійкою деревною породою.

Однак трансформоване під впливом специфічних техногенних впливів міське середовище негативно впливає на функціонування рослин, в тому числі хвойних, які змушені адаптуватися до стресу за допомогою фізіолого-біохімічних та анатомо-морфологічних перебудов організму [1–2, 5, 7, 13–17]. Наявність якісних змін у гістологічній структурі рослин є проявом глибоких порушень органів, що призводить до загибелі рослин [9]. Отже, анатомічні ознаки рослин є надійними якісними індикаторами забруднення довкілля фітотоксикантами, тому їх широко використовують для екологічної оцінки стану довкілля в цілому та рослинності зокрема [2].

Слід зазначити, що на сьогодні вплив техногенного навантаження на гістологічну будову вегетативних органів хвойних рослин вивчений недостатньо. Еколого-анатомічні дослідження осевих органів ялини колючої в умовах урбанізованого середовища на території Південного сходу України практично відсутні. Зважаючи на це, мета роботи – проаналізувати вплив техногенних умов м. Дніпро на

анатомічні показники стебла однорічного пагона *Picea pungens* Engelm.

Матеріали та методи досліджень

Об'єктами дослідження були однорічні пагони ялини колючої *Picea pungens* Engelm. f. *viridis* Regel. із родини Соснові (*Pinaceae*), роду Ялина, або Смерека (*Picea* A. Dietr.). Матеріал збирали на двох пробних ділянках. Контрольна (умовно чиста) зона розташована на території Ботанічного саду Дніпровського національного університету ім. Олеся Гончара, де концентрації забруднювачів не перевищують ГДК [3]. Дослідна ділянка розміщена в зеленій зоні, яка прилягає до потужної автотраси (Слобожанського проспекту) та ПАТ «Інтерпайп Нижньодніпровський трубопрокатний завод». Хоча зараз підприємство на повну потужність не працює, однак його робота протягом десятиріч зумовила хронічне забруднення середовища токсичними сполуками. У 2015 р. частка NO_x у викидах складала 31,3 %, SO_2 – 1,6 %, твердих речовин – 2,3 % [3]. У ґрунтах дослідної ділянки висока концентрація важких металів: Mn – 1525, Cu – 89, Zn – 1149, Ni – 227, Pb – 194,5, Cd – 17 мг/кг [12].

Проби ялини колючої відбирали з п'яти модельних дерев одного вікового стану з південно-східного боку кронина висоті 1,7 м від рівня ґрунту. На кожній пробній ділянці було відібрано по 60 однорічних пагонів, які відрізнялися порядком галуження: пагони подовження скелетних гілок (осі II порядку) та бічні пагони галуження (осі III порядку).

Поперечні зрізи стебла робили на відстані 2 см від основи пагона за допомогою ручного мікротома [9] і забарвлювали їх флороглюцином [18]. Препарати розглядали під мікроскопом Levenhuk 2L/3L/D2L за збільшення у 56 разів. Товщину тканин і розміри гістологічних елементів стебла вимірювали за допомогою окуляр-мікрометра у 30-разовому повторенні [9]. Результати дослідження обробляли за допомогою Microsoft Office Excel 2007. Розраховували середню арифметичну похибку та Student's t-test, за яким порівнювали показники контрольних і дослідних варіантів ($p < 0,05$).

Результати та їх обговорення

На поперечному розрізі стебло *P. pungens* має хвилясту форму зовнішнього краю, лопаті якого утворені місцями з'єднання хвоїнок із стеблом – листовими подушками. Зовнішнім шаром однорічних пагонів є комплекс покривних тканин: залишки епідерми та перидерма. Над листовими подушками епідерма утворює тонкі «крилоподібні» вирости. Основну частину перидерми ялини колючої складає корок, в якому в напрямку від центру стебла до його периферії чітко виділяються три типи клітин: звичайні таблитчастої форми з потовщеними стінками, губчасті зі звивистими стінками та товстостінні лігніфіковані клітини – фелоїди (або гіподерма), розташовані під епідермою. Крім загальної товщини перидерми, ми вимірювали окремо ширину шарів нелігніфікованої та лігніфікованої частин корку (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив техногенного забруднення на товщину камбію і корової частини стебла однорічного пагона *Picea pungens* ($M \pm m$), мкм

Table 1 – The influence of technogenic pollution on the thickness of the cortex and cambium of the annual shoot of *Picea pungens* ($M \pm m$), μm

Товщина тканини	Контроль (n=30)	Техногенна зона (n=30)	t
1	2	3	4
Пагони подовження скелетних гілок (осі II порядку)			
Епідерма	32,84 ± 2,16	28,34 ± 1,36	1,76
Епідерма листової подушки	241,95 ± 22,81	239,26 ± 32,93	0,07
Корок			
- нелігніфіковані клітини	32,26 ± 0,001	27,65 ± 2,34*	1,97
- лігніфіковані клітини (фелоїди)	37,64 ± 8,32	11,29 ± 4,41*	2,80
Перидерма	70,01 ± 3,04	39,02 ± 4,24*	5,94
Первинна кора	438,74 ± 25,84	314,39 ± 12,60*	4,33
Діаметр найбільшого смоляного ходу в первинній корі	100,81 ± 14,20	71,24 ± 4,68*	1,98
Вторинна кора (луб)	63,98 ± 5,44	62,36 ± 5,70	0,21
Камбій	61,83 ± 6,59	61,29 ± 7,21	0,06

Продовження таблиці 1
Table 1 (cont'd)

1	2	3	4
Пагони галузнення (осі III порядку)			
Епідерма	40,33 ± 1,16	33,27 ± 2,85*	2,29
Епідермалистою подушки	225,82 ± 10,34	209,69 ± 36,47	0,43
Корок			
- нелігніфіковані клітини	47,38 ± 2,51	29,03 ± 6,80*	2,53
- лігніфіковані клітини (феліоди)	44,93 ± 6,87	9,68 ± 3,40*	4,60
Перидерма	92,21 ± 8,81	39,42 ± 4,33*	5,38
Первинна кора	274,25 ± 28,59	267,50 ± 11,41	0,22
Діаметр найбільшого смоляного ходу в первинній корі	84,68 ± 9,88	63,71 ± 3,69*	1,99
Вторинна кора (луб)	64,49 ± 3,48	63,17 ± 6,01	0,19
Камбій	67,80 ± 6,44	61,50 ± 6,00	0,72

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

Глибше розташована хлорофілоносна паренхіма листових подушок (хлоренхіма), яка поступово переходить у паренхіму первинної кори. У ній, як і в листових подушках, містяться великі смоляні ходи овальної форми. За первинною корою лежить вторинна кора або луб (флоема). Вона представлена елементами м'якого лубу – ситоподібними клітинами, які виконують провідну функцію, та тяжовою паренхімою. Оскільки в однорічних стеблах остання не виражена, флоема на поперечному розрізі виглядає як однорідна тканина. Отже, в молодих гілках *P. pungens*, як і в інших хвойних порід, корою частина стебла розташована ззовні від камбію і складається із перидерми, первинної кори та лубу [10].

Як видно з таблиці 1, товщина покривних тканин стебла *P. pungens* у пагонів галузнення значно більша, ніж у пагонів подовження скелетних гілок у рослин як умовно чистої, так і забрудненої зон. В умовах хронічної дії на рослини промислових викидів товщина епідерми зменшується на 17,5 % порівняно з контрольним значенням, хоча у пагонах подовження скелетних гілок цей показник практично не відрізняється від контролю (відмінності між контрольним і дослідним варіантами статистично недостовірні при $p < 0,05$). Не змінюється відносно контролю також і товщина епідерми листових подушок.

Найбільших змін у стеблах *P. pungens* в умовах техногенезу зазнає товщина перидерми (табл. 1). У рослин, що зростають на території забрудненої зони, даний показник знижується порівняно з розмірами цієї тканини в стеблах контрольних ялин на 44,3 % в пагонах подовження скелетних гілок і на 57,2 % в пагонах галузнення. При цьому в усіх бічних пагонах спостерігається більш суттєве падіння товщини зовнішньої лігніфікованої частини корку порівняно з нелігніфікованими його ділянками (рис. 1). У багатьох пагонів ялини колючої із дослідної площі феліоди в корку взагалі не вирізняються. Оскільки фелема є основним бар'єром на шляху надходження токсичних газів всередину стебла, істотне зменшення її розмірів у дослідних рослин може негативно сказатися на стійкості ялини колючої до полікомпонентного забруднення середовища та на життєздатності й довговічності пагонів *P. pungens* у промислових зонах.

Рисунок 1 – Вплив техногенного забруднення на товщину покривних тканин стебла однорічного пагона *Picea pungens*, % від контролю

Figure 1 – The influence of technogenic pollution on the thickness of the ground tissues of the annual shoot of *Piceapungens*, % for reference area

Аналіз таблиці 1 свідчить, що суттєвих змін у товщині складових частин кори зазнають лише стебла пагонів подовження скелетних гілок, в яких під впливом техногенного навантаження значно падає ширина первинної кори (на 28,3 % порівняно з контрольним значенням). Зниження її товщини у дослідних рослин може негативно позначитися на функціонуванні стебла, оскільки основна частина паренхіми кори представлена хлорофілоносними клітинами з активними синтезувальною та накопичувальною здатностями [10]. Діаметр найбільшого смоляного ходу в паренхімі первинної кори за дії фітотоксикантів зменшується в обох типах пагонів, хоча дещо сильніше в стеблах осей II порядку (на 29,3 % відносно контролю; в стеблах осей III порядку – на 24,8 % відповідно).

Значення товщини вторинної кори та камбію у рослин техногенної зони в бічних пагонах II та III порядків практично не змінюються порівняно з величинами цих показників у ялин із умовно чистої зони (відмінності між контрольними та дослідними варіантами недостовірні при $p < 0,05$). Згідно з літературними даними, товщина камбію та гістологічних елементів корової частини стебла хвойних рослин може змінюватися залежно від деревної породи, складу забруднювальних речовин, інтенсивності та тривалості їх дії. Так, в роботі [14] показано, що у приміських сосняках м. Красноярськ під впливом техногенних і рекреаційних навантажень у рослин *Pinus sylvestris* L. знижується інтенсивність і тривалість діяльності камбію, особливо у напрямку утворення ксилеми, зменшуються розміри клітин, а також змінюється структура запасних тканин. Авторами встановлено, що за дії комплексу антропогенних стресорів продукційний процес пригнічується на рівнях клітин і тканин.

Від камбію всередину стебла розташовується деревина. Від правильного формування її гістологічних елементів залежить водопостачання рослини, транспорт води й елементів мінерального живлення та механічна міцність стебла [19]. Основні елементи деревини хвойних порід – трахеїди, які здійснюють транспортування води і мінеральних речовин (висхідна течія), та паренхімні клітини серцевинних променів. У хвойних зустрічається тяжова паренхіма і

смоляні ходи. Трахеїди ранньої ксилеми, що утворюються навесні, тонкостінні, широкопросвітні, світлі, а трахеїди пізньої деревини, які виникають влітку, темніші, із товстішими клітинними стінками, тому в межах річного приросту деревини *P. pungens* різко виділяються шари ранньої (весняної) та пізньої (літньої) деревини.

Аналіз таблиці 2 свідчить про збільшення товщини ранньої деревини в бічних пагонах як II, так і III порядків, але більшою мірою – в пагонах подовження скелетних гілок: на 27,6 % порівняно з контрольним значенням, тоді як в пагонах галуження – лише на 15,9 %. Радіус пізньої ксилеми змінюється менш значно. В стеблах осей II порядку ці зміни недостовірні при $p < 0,05$, а в стеблах осей III порядку товщина літньої деревини суттєво знижується відносно значення цього параметра у рослин *P. pungens* із умовно чистої зони.

Таблиця 2 – Вплив техногенного забруднення на радіус деревини стебла однорічного пагона *Picea pungens* ($M \pm m$), мкм

Table 2 – The influence of technogenic pollution on the wood radius of the annual shoot of *Picea pungens* ($M \pm m$), μm

Показник	Контроль (n=30)	Техногенна зона (n=30)	t
Пагони подовження скелетних гілок (осі II порядку)			
Рання деревина	133,07 $\pm$ 14,20	169,79 $\pm$ 15,44*	2,35
Пізня деревина	38,98 $\pm$ 1,93	43,78 $\pm$ 3,24	1,27
Річний приріст деревини	172,05 $\pm$ 12,60	213,15 $\pm$ 15,25*	2,08
Пагони галуження (осі III порядку)			
Рання деревина	153,74 $\pm$ 6,02	178,24 $\pm$ 7,49*	2,55
Пізня деревина	50,41 $\pm$ 1,30	35,49 $\pm$ 5,64*	2,58
Річний приріст деревини	204,15 $\pm$ 16,05	213,73 $\pm$ 13,11	0,46

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

Загальна товщина ксилемної частини центрального циліндра стебла (річний приріст деревини) збільшується порівняно з контрольною величиною в пагонах подовження скелетних гілок і практично не змінюється в пагонах галуження (відмінності між контрольним і дослідним

варіантами недостовірні при $p < 0,05$), що пояснюється взаємним доповненням ширини пізньої ксилеми товщиною ранньої деревини.

У науковій літературі є роботи, в яких досліджено дію промислових викидів на будову деревини у хвойних рослин [6, 17]. Зокрема, В. Т. Ярмішко та М. А. Ярмішко [17] отримали значиму негативну кореляцію між приростом *P. sylvestris* по діаметру та обсягом токсичних речовин у викидах комбінату з плавлення кольорових металів: під впливом сильного забруднення інтенсивність радіального приросту усіх вікових груп деревостанів, що вивчалися, знижувалася до мінімальних розмірів, не перевищуючи при цьому 0,05–0,08 мм/рік. І. М. Коваль [6] виявив зв'язки індексів радіального приросту з об'ємом аеротехногенних викидів (в Поліссі – сильніші, в Степу – середні) та кліматичними показниками (слабші та середні в обох зонах) та отримав регресійні моделі залежності індексів санітарного стану від відстані до джерела забруднення.

Внутрішня частина стебла у *P. pungens* представлена серцевиною, яка складається із паренхімних клітин і поділена на дві зони: зовнішню перимедулярну (в ній депонується запасний крохмаль), що межує з деревиною, та внутрішню (власне серцевину). Як видно з таблиці 3, в умовах техногенного забруднення атмосфери та ґрунту токсичними газами й важкими металами товщина перимедулярної зони практично не змінюється порівняно з умовно чистою зоною як у пагонах подовження скелетних гілок, так і в пагонах галуження, а діаметр внутрішньої частини серцевини суттєво зростає в усіх бічних пагонах, але більшою мірою – в осей II порядку, в яких значення дослідженого показника перевищує контрольну величину на 28,5 % (для порівняння – в пагонах галуження воно дорівнює 14,0 %).

Діаметр стебла у *P. pungens* в умовах техногенезу майже не змінюється відносно контрольних величин в усіх типах бічних пагонів, що можна пояснити взаємними компенсаторними механізмами: зменшення товщини покривних тканин (перидерми в бічних пагонах обох типів та епідерми в пагонах подовження скелетних гілок), а також

первинної кори в осях II порядку врівноважується за рахунок збільшення радіусу деревини й діаметра серцевини стебла.

У науковій літературі зустрічається низка робіт стосовно впливу промислових забруднювачів на ріст стебла деревних рослин у товщину [8, 13]. Зокрема, в умовах техногенного навантаження показано [8] зниження діаметру стовбура *Larix sibirica* Ledeb. на 35 % порівняно з контролем. Виявлено [13], що в умовах міського середовища представники роду *Juniperus* L. демонструють різну стійкість до техногенного навантаження за показником річного приросту пагона: у виду *J. sabina* цей показник зростає порівняно з контролем, у *J. communis* – знижується, а у *J. virginiana* – практично не змінюється.

Таблиця 3 – Вплив техногенного забруднення на діаметр стебла, його серцевини та товщину перимедулярної зони стебла однорічного пагона *Picea pungens* ($M \pm m$), мкм

Table 3 – The influence of technogenic pollution on the medullary sheath thickness, stem and pith diameter of the annual shoot of *Picea pungens* ($M \pm m$), μm

Показник	Контроль (n=30)	Техногенна зона (n=30)	t
Пагони подовження скелетних гілок (осі II порядку)			
Діаметр пагона	2521,75 $\pm$ 133,40	2516,33 $\pm$ 172,16	0,03
Діаметр серцевини	789,03 $\pm$ 19,37	1013,89 $\pm$ 39,93*	5,07
Товщина перимедулярної зони	26,88 $\pm$ 8,32	25,35 $\pm$ 4,65	0,16
Пагони галуження (осі III порядку)			
Діаметр пагона	2266,75 $\pm$ 222,51	2222,19 $\pm$ 18,62	0,20
Діаметр серцевини	713,75 $\pm$ 34,36	813,95 $\pm$ 37,39*	1,97
Товщина перимедулярної зони	33,27 $\pm$ 2,85	25,81 $\pm$ 7,41	0,94

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

Таким чином, вивчення впливу техногенного навантаження на анатомічні характеристики стебла однорічних пагонів ялини колючої виявило низку адаптивних реакцій-відповідей рослин на стрес, викликаний аеротехногенним забрудненням навколишнього середовища.

Висновки

1. Хронічна дія на рослини *P. pungens* інгредієнтів промислових викидів і вихлопів автотранспорту призводить до зменшення товщини покривних тканин перидерми в стеблах осей II та III порядків й епідерми в пагонах галуження, а також первинної кори в пагонах подовження скелетних гілок.

2. В умовах впливу на рослини техногенного забруднення збільшується радіус ранньої деревини в стеблах обох типів бічних пагонів, зменшується товщина пізньої деревини в пагонах галуження, зростає діаметр внутрішньої серцевини стебла в обох типах бічних пагонів.

3. Діаметр пагонів у ялини колючої за дії промислових фітотоксикантів практично не змінюється порівняно з контрольними рослинами.

4. У результаті вивчення впливу аеротехногенного забруднення середовища анатомічні параметри однорічного пагона *P. pungens* виявлені деякі показники, які ми пропонуємо використовувати у моніторингових дослідженнях. Інформативними тест-параметрами є товщина перидерми та радіус ранньої деревини стебла.

5. У подальших дослідженнях буде вивчено зміни у співвідношенні гістологічних елементів стебла однорічного пагона *P. pungens* за умов техногенного забруднення середовища.

Література:

1. Бессонова В. П., Пономарьова О. А. Морфометричні показники та вміст пластидних пігментів хвої *Picea pungens* залежно від відстані до автошляху. *Biosystems Diversity*. 2017. 25(2). С. 96–101.
2. Біоіндикація техногенного забруднення м. Києва : методичні підходи / Під заг. ред. О. П. Дмитрієва. Київ : Нац формат, 2016. 122 с.
3. Екологічний паспорт Дніпропетровської області (2015 р.). Available at <http://www.menr.gov.ua>.
4. Зайцева І. О., Долгова Л. Г. Фізіолого-біохімічні основи інтродукції деревних рослин у степовому Придніпров'ї. Дніпропетровськ : Вид-во ДНУ, 2010. 388 с.

5. 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.

6. Коваль І. М. Динаміка радіального приросту і санітарного стану соснових деревостанів в умовах аеротехногенного забруднення в Поліссі та Степу: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.03. УкрНДІ ліс. госп-ва і агролісомеліорації. Харків, 2002. 18 с.

7. Криворучко А., Бессонова В. Показники анатомічної структури листків дуба червоного (*Quercus rubra* L.) в урботехногенних умовах. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2017. Вип. 76. С. 29–33.

8. Кузьмичев В. В., Авдеева Е. В. Реакция лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) на техногенное воздействие городской среды. *Хвойные бореальной зоны*. XXIV, № 1. 2007. С. 36–42.

9. Легостаєва Т. В. Фізіологія та інтродукція рослин : посібник до навчальної практики за вибором студента (спеціальність 091 «Біологія»). Дніпро : РВВ ДНУ, 2019. С. 54–80.

10. Лотова Л. И. Морфология и анатомия высших растений. Москва : Эдиториал УРСС, 2001. 528 с.

11. Луговской А. М. Мониторинг природной среды методом индикации сосны обыкновенной в условиях техногенеза Русской равнины : автореф. дис. ... докт. геогр. наук: 25.00.23. Воронежский педуниверситет. Воронеж, 2004. 398 с.

12. Пасічний Г. В., Сердюк В. М. Динаміка важких металів в ґрунтового покриві у зв'язку з техногенним забрудненням оточуючого середовища (на прикладі м. Дніпропетровська). *Екологія та природокористування*. 2002. 4. С. 111–117.

13. Приступа И., Романчук Т. Некоторые биоэкологические особенности представителей рода *Juniperus* L., произрастающих в условиях промышленного города. *Вісник Київського національного ун-ту. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття*. 2009. Вип. 27. С. 136–138.

14. Стасова В.В., Перевозникова В.Д., Зубарева О.Н., Татаринцев А.И. Влияние комплекса техногенных и рекреационных нагрузок на развитие тканей ствола сосны обыкновенной в Красноярской лесостепи. Известия РАН. Серия биологическая. № 5, сентябрь-октябрь 2009. С. 618–626.

15. Юсипів Т. І. Біоекологічний аналіз стану хвої *Picea pungens* в умовах викидів ДТЕК Придніпровська ТЕС. Екологія та ноосферологія. 2018. 29(2). С. 119–124.

16. Юсипів Т. І., Задесенець А. О., Злосчастєва Д. К. Вплив техногенних умов зростання на зміни морфометричних показників однорічного пагона ялини колючої. Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. 2017. Т. 46. С. 98–102.

17. Ярмишко В. Т., Ярмишко М. А. Радиальный прирост *Pinus sylvestris* L. на северном пределе распространения. Бот. журн. 2004. Т. 89, № 7. С. 1092–1111.

18. Albrechtova J. Plant Anatomy in Environmental Studies. Prague. 2003. 33 p.

19. Beck C. B. An Introduction to Plant Structure and Development. Plant Anatomy for the Twenty First Century. Cambridge University Press. 2005. 434 p.

ANATOMIC INDICATORS OF *PICEA PUNGENS* ENGELM. IN THE TECHNOGENIC CONDITIONS OF THE DNIPRO CITY

Yusypiva T. I., Poliakova Ye. O.

Oles Honchar Dnipro National University

JusypivaTatjana@i.ua

Transformed under the influence of specific man-made influences, the urban environment negatively affects the functioning of plants that are forced to adapt to stress through physiological-biochemical and anatomical-morphological rearrangements of the organism. They are widely used for environmental assessment of the environment. The purpose of the work is to analyse the influence of the technogenic conditions of the Dnipro city on the anatomical indices of the stem of the annual *Picea pungens* Engelm. f. *viridis* Regel. (family *Pinaceae*) shoots.

It has been shown that the chronic effect of industrial car emissions and exhaust pollutants on *P. pungens* plants leads to a decrease in the thickness of the protective tissues of periderm in the stem of the axes II and III, and the epiderm in the lateral branches, as well as the primary cortex in the elongated scaffold branches. It is established that the effect of phytotoxicants causes the decrease of the diameter of the largest resin canal in the parenchyma of the primary cortex of the *P. pungens* scaffold branches, and more significantly in the stems of the axes of the second order. It is shown that in the conditions of influence on plants of technogenic pollution the radius of early wood increases in the stems of both types of branches, the thickness of the late wood in the lateral shoots decreases, and the diameter of the inner pith of the stem increases in both types of scaffold and lateral branches. It has been found that the diameter of the stem in the blue spruce under the influence of industrial phytotoxicants does not change significantly in comparison with the plants on the reference area. The research of the influence of aerotechnogenic environmental pollution on the anatomical parameters of *P. pungens* one-year shoots allowed to distinguish some indicators, which we suggest using in monitoring research.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2019-24/1-06>

УДК 379.8.095:712.252(477.64)

ОЦІНКА РЕКРЕАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ЗАПОВІДНІ ПАРКИ м. ЗАПОРІЖЖЯ

Чонгова А. С.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

a-chongova@ukr.net

Встановлено рекреаційні навантаження та ємність дендроценозів заповідних парків м. Запоріжжя, визначені стадії рекреаційної дигресії та ступінь стійкості паркових угруповань. Найбільше рекреаційне навантаження спостерігається в «Парку залізничної станції Запоріжжя-ІІ», що в 12,1 рази перевищує рекомендовані максимальні значення, а його територія знаходиться на третій стадії дигресії. Найменша – на території пам'ятки природи «Старі дуби», що в 16,8 рази менше рекомендованого.