

ВПЛИВ ПРОМИСЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ЕЛЕМЕНТИ АНАТОМІЧНОЇ СТРУКТУРИ ПАГОНІВ КЛЕНІВ

М. Голикова

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
вул. Казакова, 24, 17-й корпус ДНУ, Дніпропетровськ 49000, Україна
e-mail: margo-marina85@mail.ru*

Гістологічні елементи однорічних пагонів кленів є досить чутливими до впливу промислових викидів. За дії токсикантів змінюється товщина та структура окремих елементів порівняно з контролем. Збільшення розмірів первинної та вторинної кори розглядаємо як адаптацію до впливу окислів сірки, азоту та важких металів. Показники товщини паренхіми і твердого лубу можуть бути використані як діагностичні при аналізі забруднення території.

Ключові слова: адаптація, гістологічні елементи, полютанти.

У великих промислових містах Центральної та Східної України привертає увагу проблема покращення санітарно-гігієнічного стану навколишнього середовища. Одним із засобів зменшення вмісту полютантів в атмосферному повітрі є фітомеліорація – спосіб покращення стану навколишнього середовища за рахунок утворення штучних рослинних угруповань [13]. Клен є важливою складовою дендрологічної структури всіх категорій міських зелених насаджень і на достатньо високому рівні виконують фітомеліоративну функцію [9]. Відомо, що рослини поглинають токсиканти і пил, покращуючи тим самим склад повітря. Проте полютанти негативно впливають на рослинний організм, змінюючи спрямованість метаболізму рослин, що, у свою чергу, відбивається на перебігу фізіолого-біохімічних реакцій, анатомічній структурі, насіннєвому відтворенні тощо [13].

Найбільш чутливими до вищевказаних факторів є молоді тканини вегетативних органів. Так, дослідниками встановлено, що однорічні пагони реагують на забрудненість повітря змінами гістологічної будови [6]. Таким чином, дослідження анатомічної будови однорічних пагонів має важливе значення для оцінки життєздатності та стійкості рослин до умов росту у перспективності вирощування їх на промислових територіях та слугує перспективним діагностичним параметром [12].

Метою роботи було вивчити вплив полютантів Придніпровської ТЕС на анатомічну будову однорічних пагонів кленів, природне походження яких пов'язане з різними природними ареалами: представника аборигенної флори – *A. platanoides* L., видів із Західної України – *A. pseudoplatanus* L., Північної Америки – *A. negundo* L., *A. saccharinum* L. Контролем слугували ті ж самі види кленів колекції ботанічного саду Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара.

Придніпровська ТЕС розташована у межах міста Дніпропетровськ і є основним джерелом забруднення міста за об'ємами викидів. Основними викидами теплоелектростанції є оксиди азоту (більше 14 000 т за рік), тверді речовини (більше 16 000 т за рік), діоксид сірки (більше 52 000 т за рік), оксид вуглецю (більше 500 т за рік). Крім того, Придніпровська ТЕС, за даними Міністерства охорони навколишнього природного середовища, є джерелом забруднення такими токсичними важкими металами, як ртуть і свинець. Подібна ситуація спостерігається і поблизу інших потужних ТЕС в Україні [17].

Матеріали та методи

Відбір проб проводили наприкінці періоду вегетації. З модельних екземплярів відбирали по 3–10 однорічних пагонів, які фіксували у 96%-му спирті. Поперечні зрізи забарвлювали розчином флороглюцину. Препарати розглядали під мікроскопом при збільшенні у 140 разів, повторність досліду 10–15 зрізів. Експериментальні дані оброблено статистично з використанням критеріїв Фішера та Стьюдента [2, 8]. Середня арифметична всіх показників є достовірною при 95% довірчому рівні (рівні значущості $p=0,05$ за t-критерієм Стьюдента), про що свідчить співвідношення $t_{\text{досл}} / t_{\text{табл}} \geq 0$.

Результати і їхнє обговорення

На дію промислових викидів різні види кленів реагують неоднаково, гістологічні зміни спостерігаємо в усіх елементах анатомічної будови однорічних пагонів (табл. 1, 2). Як відомо, корок захищає внутрішні тканини від дії негативних зовнішніх факторів: впливу патогенних організмів, висихання, дії шкідливих речовин [3, 13, 15]. Так, досліджувані клени, що зазнають хронічного впливу поллютантів, мають більший шар перидерми та коленхіми. Шар перидерми у рослин із контрольної ділянки коливається у широких межах (від 28,91 мкм у *A. negundo* до 62 мкм у *A. platanoides*). Найпомітніше зростання товщини перидерми у видів із дослідної ділянки спостерігається у *A. pseudoplatanus*. У цього виду захисний шар перидерми під впливом викидів Придніпровської ТЕС збільшується у 1,5 разу, що достовірно відрізняється від контролю. Такі зміни можна вважати пристосувальними до умов росту на забрудненій території. Майже без змін, порівняно з контролем, залишився шар перидерми та коленхіми у *A. negundo* (різниця між параметрами рослин з контрольної та дослідної ділянки вважається недостовірною). Крім того, у цього виду перидерма є найтоншою серед усіх досліджуваних варіантів. Така особливість анатомічної будови є передумовою низької стійкості клена ясенелистого до пошкоджувальної дії абіотичних факторів. Клен гостролистий і сахаристий показують незначне потовщення перидерми на промисловій ділянці – 9 і 15% відповідно. Для цих видів важливішу захисну роль відіграє механічна тканина – коленхіма. Шар цієї тканини за дії поллютантів у перелічених видів зростає більш ніж на 30%, що при 95% довірчому рівні вірогідно відрізняється від контролю. Таким чином, товщина коленхіми у *A. platanoides* і *A. saccharinum* справді змінюється за умов впливу викидів ТЕС, що можна вважати адаптивною реакцією. Відмінності значень даного параметра з обох ділянок для *A. pseudoplatanus* та *A. negundo* вважаються невірогідними.

Серед кленів ботанічного саду найтовстішу коленхіму має *A. pseudoplatanus*. Така особливість анатомічної будови даного виду в умовах забрудненого середовища може підвищувати стійкість, у зв'язку з чим її можна вважати преадаптивною рисою. Порівнюючи дані гістологічних досліджень перидерми і коленхіми видів контрольної та дослідної ділянок, ми спостерігаємо найбільш потужний шар захисної покривної тканини у клена несправжньоплатанового, що дає підстави вважати цей вид малочутливим до проникнення поллютантів крізь поверхню пагонів. Серед інших дослідних видів у всіх, окрім *A. negundo*, також відбувається потовщення корку, яке ми розглядаємо як позитивну зміну, що може обмежити надходження токсикантів до рослинного організму. Подібну тенденцію спостерігають й інші дослідники, при цьому комплекс тканин первинної кори у стеблах тим товщий, чим вищий рівень забруднення [18].

За нашими дослідженнями, існує залежність між розмірами механічної тканини первинної кори та пагона. Так, серед рослин ботанічного саду спостерігається високий показник кореляції між діаметром пагона та товщиною коленхіми ($R^2=0,89$). Подібну

залежність спостерігаємо і для паренхіми первинної кори ($R^2=0,88$), тобто розміри цих структур залежать від діаметра пагона і є характерною для кожного виду ознакою. В умовах забруднення такої залежності не спостерігається ($R^2 < 0,5$), що вказує на зміни співвідношення різних анатомічних структур. Змінюється співвідношення анатомічних структур і при радіоактивному впливі [4, 7]. Таким чином, гістологічні елементи первинної кори є дуже чутливими до різних видів забруднення. Захисний корок потовщується, що може бути прямим наслідком посилення діяльності коркового камбію. Аналізуючи результати досліджень, можна припустити наявність активуючого впливу поллютантів на діяльність фелогену.

В умовах контрольної ділянки розміри паренхіми первинної кори варіюють у межах від 88,8 мкм до 142,52 мкм. Найтонший шар паренхіми спостерігаємо у виду аборигенної флори – *A. platanoides* (88,8 мкм), що на 40–60% нижче, ніж у інших видів. Крім того, у цього виду за умов техногенного навантаження шар паренхіми знижується на 30%, що збільшує ризик потрапляння пошкоджувальних речовин до більш глибоких шарів і обмежує здатність накопичувати поживні речовини у пагоні. За даним показником клен гостролистий проявляє себе як більш чутливий до несприятливих абіотичних факторів. Більший шар паренхіми у інших досліджуваних кленів ботанічного саду значною мірою обумовлений більшим радіусом самого пагона, про що свідчить вищезгаданий показник кореляції. Проте зростання товщини цього шару за умов дії промислових емісій, яку ми спостерігаємо у *A. saccharinum* та *A. pseudoplatanus* на 33% та 22% відповідно, може виявитися адаптивною ознакою у ході пристосування до нових умов існування, тоді як зниження у *A. negundo* на 23%, навпаки, може вказувати на недостатній адаптаційний потенціал виду.

Різниця показників контролю та досліду паренхіми у всіх видів за результатами статистичної обробки є вірогідною, тобто середні значення двох груп рослин достовірно відрізняються, і це є певна закономірність. Паренхіма проявляє себе як найбільш лабільний серед усіх гістологічних елементів, оскільки за умов комплексної дії аерогенного забруднення у всіх досліджуваних видів кленів без винятку він змінюється порівняно з контролем: у *A. saccharinum* та *A. pseudoplatanus* він зростає, у *A. negundo* та *A. platanoides* – знижується. Даний показник можна використовувати як діагностичний для визначення впливу на рослини [1].

Потовщення первинної кори у рослин, що зростають на техногеннозабрудненій території, ми вважаємо, як і інші автори, адаптивною реакцією [6, 10, 18]. Адаптивним таке пристосування виявляється через надбання ксероморфних ознак, одним із яких і є потовщення корку. Кондратюк зі співавт. встановив, що фітотоксиканти змінюють водний режим так само, як і посуха [11]. Крім того, посуха підсилює негативний вплив поллютантів. Тобто наближення анатомічної будови гістологічних елементів пагона до ксероморфного типу є адаптацією в першу чергу до посухи і, відповідно, до техногеннозабрудненого середовища. Комплексний підхід до вивчення газостійкості є необхідним, бо неможливо розглядати вплив негативних факторів ізольовано один від одного. На думку Генкеля, рослина передусім має бути посухо- та м'якостійкою, на основі чого можливе формування і газостійкості [5].

Товщина вторинної кори у різних видів зазнає змін різного характеру під дією комплексного впливу аерогенних поллютантів: порівняно з контролем, зменшення спостерігаємо у *A. negundo*, *A. saccharinum* (на 20% і 7%), зростання – у *A. pseudoplatanus* (на 42%), без змін – у *A. platanoides*. Під змінами різного характеру ми розуміємо різні співвідношення твердого та м'якого лубу і варіабельність їхніх розмірів у видів із дослідної та контрольної ділянки.

Таблиця 1

Анатомічна структура первинної кори однорічних пагонів кленів у різних екологічних умовах (n=15)

| Назва виду | Радіус зрізу, мкм | t _д /t _{табл} | Товщина гістологічних елементів, мкм | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| | | | перидерми | | коленхіми | | паренхіми | |
| | | | M±m _М | t _{досл} /t _{табл} | M±m _М | t _{досл} /t _{табл} | M±m _М | t _{досл} /t _{табл} |
| Контроль | | | | | | | | |
| <i>A. platanoides</i> | 1546,69 ± 81,22 | 7,16 | 62,98±3,44 | 6,88 | 72,28±8,72 | 3,12 | 88,80±7,80 | 4,28 |
| <i>A. pseudoplatanus</i> | 2110,43 ± 199,27 | 4,48 | 55,76±8,26 | 2,85 | 94,99±15,49 | 2,59 | 143,52±21,68 | 2,80 |
| <i>A. saccharinum</i> | 1459,96 ± 136,81 | 4,51 | 46,46±3,87 | 5,07 | 64,02±12,91 | 2,10 | 124,93±11,62 | 4,55 |
| <i>A. negundo</i> | 1903,93 ± 107,38 | 7,50 | 28,91±5,16 | 2,37 | 73,31±9,29 | 3,34 | 140,42±16,59 | 3,59 |
| Дослід | | | | | | | | |
| <i>A. platanoides</i> | 1778,65 ± 99,12 | 8,38 | 68,83±9,18 | 3,28 | 96,37±13,77 | 2,86 | 61,95±8,26 | 3,68 |
| <i>A. pseudoplatanus</i> | 2188,90 ± 165,20 | 5,60 | 84,67±17,04 | 2,10 | 98,09±21,68 | 1,91 | 175,53±18,59 | 3,99 |
| <i>A. saccharinum</i> | 1497,13 ± 116,16 | 5,45 | 53,69±8,26 | 2,75 | 83,63±11,62 | 3,04 | 167,27±13,42 | 5,27 |
| <i>A. negundo</i> | 1831,66 ± 55,76 | 13,89 | 29,94±5,16 | 2,45 | 73,31±9,29 | 3,34 | 107,38±8,26 | 5,50 |

Таблиця 2

Анатомічна структура провідних елементів однорічних пагонів кленів у різних екологічних умовах (n=15)

| Назва виду | Товщина гістологічних елементів, мкм | | | | | |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| | твердого лубу | | м'якого лубу | | ксилеми | |
| | M±m _М | t _{досл} /t _{табл} | M±m _М | t _{досл} /t _{табл} | M±m _М | t _{досл} /t _{табл} |
| Контроль | | | | | | |
| <i>A. platanoides</i> | 28,91±4,59 | 2,37 | 145,58±10,78 | 5,07 | 377,90±61,49 | 2,31 |
| <i>A. pseudoplatanus</i> | 45,43±6,20 | 3,10 | 106,35±11,62 | 3,87 | 386,16±43,37 | 3,77 |
| <i>A. saccharinum</i> | 45,43±4,13 | 4,65 | 108,41±11,36 | 4,04 | 280,84±22,72 | 5,23 |
| <i>A. negundo</i> | 41,30±2,07 | 8,46 | 166,23±21,94 | 3,20 | 604,01±112,28 | 2,27 |
| Дослід | | | | | | |
| <i>A. platanoides</i> | 50,94±5,05 | 5,07 | 125,28±28,91 | 1,74 | 338,66±55,07 | 2,62 |
| <i>A. pseudoplatanus</i> | 39,24±3,10 | 5,36 | 175,53±25,30 | 2,93 | 339,69±68,92 | 2,08 |
| <i>A. saccharinum</i> | 22,72±4,65 | 2,07 | 121,84±9,29 | 5,54 | 215,79±34,07 | 2,68 |
| <i>A. negundo</i> | 38,20±5,94 | 2,72 | 127,00±28,65 | 1,87 | 547,23±183,27 | 1,26 |

М'який луб складається з луб'яної паренхіми та провідних судин (ситовидні трубки з клітинами-супутниками), твердий луб – зі склеренхімних волокон. Відомо, що луб'яна паренхіма відіграє значну роль у пристосуванні рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища. У її клітинах накопичуються запасні речовини, що використовуються рослиною у стресовий період (крохмаль, цукри, дубильні речовини, глікозиди, олії тощо) [3].

На дослідній ділянці спостерігаємо збільшення розмірів м'якого лубу в інтродуцентів *A. pseudoplatanus*, *A. saccharinum* із 106 і 108 мкм до 175 і 121 мкм відповідно. У більшій мірі потовщення спостерігаємо у першого виду (на 65%), що може бути пов'язане із посиленням транспорту продуктів асиміляції від фотосинтезувальних органів до всіх вегетативних органів рослин. Різниця між показниками контролю та досліджує є вірогідною. Аналогічні результати отримані авторами на дослідних ділянках за дії промислових викидів коксохімічного виробництва та викидів ЗАТ „Дніпропрес” [18]. У аборигенного виду *A. platanoides* і північноамериканського *A. negundo*, навпаки, за дії полютантів шар м'якого лубу тоншає, проте залишається досить високим (125 і 127 мкм). Саме ці види кленів в умовах ботанічного саду мають найтовстіший м'який луб. Більша товщина м'якого лубу є одним із показників адаптивного потенціалу рослин до умов зростання.

Твердий луб у більшості досліджуваних видів ботанічного саду складається з 2–3 рядів, в окремих місцях до 5, товстостінних склеренхімних волокон, які формують тяжі вигнутої форми опуклою стороною, спрямованою назовні. Твердий луб межує з м'яким

лубом і утворює у більшості видів, окрім *A. platanoides*, де він переривається, суцільне кільце склеренхімних волокон. Ступінь звивистості тяжів твердого лубу в різних видів неоднаковий. Майже рівне й однорідне кільце твердого лубу спостерігається у *A. negundo*. У інших видів він є більш хвилястим за рахунок нерівностей ксилеми (*A. platanoides*, *A. saccharinum*) або через власні особливості будови (*A. pseudoplatanus*). У *A. platanoides* трапляються додаткові скупчення склеренхімних клітин у м'якому лубі ближче до ксилеми, які можна вважати другим переривчастим шаром твердого лубу. Аналогічні дані зустрічаються і в інших роботах [16]. Збільшення площі склеренхімних волокон за рахунок звивистості чи за рахунок формування додаткового другого шару твердого лубу підвищує механічну міцність пагонів.

У рослин, що ростуть на промислово забрудненій території, спостерігаються певні відмінності у будові твердого лубу. Товщина твердого лубу зростає у *A. platanoides* від 29 мкм на контрольній ділянці до 51 мкм на дослідній (різниця вважається вірогідною). Крім того, другий шар склеренхімних волокон стає більш потужним і чіткіше вираженим. Таким чином, у *A. platanoides* на дослідній ділянці при зменшенні розмірів м'якого лубу загальна товщина вторинної кори залишається однаковою з контролем за рахунок потовщення твердого лубу. Такі зміни можуть виявитися частиною пристосувального механізму до дії поллютантів.

У інших видів, що ростуть на території поблизу Придніпровської ТЕС, спостерігаємо зменшення товщини шару твердого лубу. Так, у *A. saccharinum* в середньому товщина його знизилась удвічі (різниця достовірна), у *A. pseudoplatanus* – на 15%, *A. negundo* – на 7% (різниця невірогідна). Таким чином, можна зробити висновок, що твердий луб є дуже чутливим до забруднення елементом анатомічної структури стебла.

Деревина складається з трьох типів елементів, які виконують різні функції. Запасаючу функцію виконує паренхіма деревини, клітини якої мають живий вміст і накопичують у лейкопластах крохмаль, цукор, дубильні речовини, які рослина використовує у зимовий період. Механічну, частково запасаючу функцію виконує склеренхіма (лібриформ, волокна деревини). Третьою групою елементів є провідні (трахеї та трахеїди) [3]. Ксилема відіграє значну роль у адаптації рослин до навколишнього середовища.

Серед досліджуваних кленів колекції ботанічного саду найпотужніший шар деревини спостерігаємо у інтродуцента з Північної Америки – *A. negundo*, який майже удвічі більший за аналогічний показник інших видів і становить 604 мкм. Така особливість може розглядатись, як елемент преадаптації в анатомічній будові пагона даного виду до нових умов зростання. У іншого інтродуцента з Північної Америки (*A. saccharinum*), навпаки, шар ксилеми є найтоншим (280 мкм). У клена гостролистого (аборигенний вид) і клена несправжньоплатанового (інтродуцент із Західної України) товщина деревини становить 378 і 386 мкм. Аналізуючи результати даних, можна встановити, що ксилема є досить чутливим елементом до умов зволоження. Так, клен сріблястий, порівняно з іншим інтродуцентом з Північної Америки – кленом ясенелистим, – природно росте у більш зволжених екоотопах і може витримувати довготривале підтоплення [19]. **Ареал зростання більш вузький і обмежується східним узбережжям Північної Америки, тоді як ареал розповсюдження клена ясенелистого охоплює більше половини території США і є пристосованим до більш широкого діапазону кліматичних умов.** Тонкий шар ксилеми для клена цукристого є важливим пристосуванням до умов зростання на вологих ґрунтах. В умовах інтродукції у Степове Придніпров'я така особливість будови не є адаптивною для даного виду, а навпаки, може обмежувати адаптацію. Незначне зростання товщини ксилеми, яке спостерігаємо у кленів гостролистого та несправжньоплатанового, може бути оптимальним для росту в умовах недостатнього зволоження.

У видів, що ростуть на території Придніпровської ТЕС, товщина деревини незначно зменшується. Найбільших змін зазнає деревина *A. saccharinum*, товщина якої зменшується на 23,2% (різниця вірогідна). Цей вид за даним показником виявився найбільш чутливим до забруднення оксидами азоту, сірки та важкими металами. Інші види з дослідної ділянки (*A. negundo*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*) зазнають менш чутливих змін у розмірах деревини: зменшення їх відбувається на 9,4, 10,4 та 12,0% відповідно, хоча різниця між контролем і дослідом невірогідна. Вторинна ксилема є досить чутливою структурою в умовах хронічної дії на рослини токсичних речовин.

У ході досліджень встановлено, що гістологічні елементи анатомічної структури однорічних пагонів кленів є досить чутливими до дії промислових викидів і можуть бути використані як діагностичні критерії при аналізі ступеня стійкості рослин до дії поллютантів. Найбільшою варіабельністю відрізняється товщина перидерми, паренхіми та твердого лубу, що може бути обумовлене чутливістю до забруднення меристемних тканин, які входять до складу цих гістологічних комплексів. Така підвищена чутливість елементів може бути обумовлена чутливістю меристематичних тканин, що формують дані тканини, причому корковий камбій у відповідь на дію поллютантів активує свою діяльність, тоді як у камбію провідної системи активність знижується. Розмір вторинної ксилеми є досить стабільним і лише у більш чутливих видів зазнає незначних змін.

За досліджуваними параметрами найстійкішим до комплексного впливу оксидів сірки, азоту та важких металів виявився *A. pseudoplatanus*.

За результатами досліджень встановлено, що у рослин при зростанні на техногенно забрудненій території збільшується шар первинної кори, яка обмежує надходження шкідливих речовин крізь поверхню пагона, та зменшується шар ксилеми і твердого лубу, тобто простежується тенденція до структурно-анатомічних змін у рослин, які витримують хронічне техногенне навантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абатуров А. В., Гольцова Н. И. Проблемы использования сосны обыкновенной как индикатора загрязнения окружающей среды // Растения и промышленная среда. 1990. С. 95.
2. Атраментова Л. О., Утевська О. М. Біометрія. Ч. II. Порівняння груп і аналіз зв'язку: Підручник. Харків: Ранок, 2007. 176 с.
3. Брайон О. В., Чикаленко В. Г. Анатомія рослин. К.: Вища школа, 1992. 271 с.
4. Виленчик М. М. Радиобиологические эффекты и окружающая среда. М.: Энергоатомиздат, 1991. 160 с.
5. Генкель П. А. Физиология растений: учебник. М.: Просвещение, 1975. 335 с.
6. Грицай З. В. Показники анатомічної будови первинної кори стебла однорічного пагона деревних рослин в умовах техногенного навантаження // Рослини та урбанізація. Дніпропетровськ, 2007. С. 118–119.
7. Драган Н. В. Порухення морфогенезу і типової організації вегетативних пагонів сосни в техногенно змінених екотопах // Питання біоіндикації та екології. 2002. С. 116–128.
8. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчетов. М.: Наука, 1973. 256 с.
9. Зайцева І. О., Голикова М. М. Особливості водного режиму кленів за умов гідротермічного стресу та техногенного навантаження // Питання біоіндикації та екології. 2010. Вип. 15. № 1. С. 53–63.
10. Иванов С. И., Береславский А. С. Гистологическое строение вегетативных органов *Ptelea tripartita* L. // Биологические исследования на природоохранных территориях и биологических стационарах. Харьков, 1999. С. 58–59.
11. Кондратюк Е. Н., Тарабрин В. П., Бакланов В. И. и др. Промышленная ботаника. К.: Наук. думка, 1980. 260 с.

12. Кохно Н. А., Курдюк А. М. Теоретические основы и опыт интродукции древесных растений в Украине. К.: Наук. думка, 1994. 185 с.
13. Кулагин Ю. З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974. 124 с.
14. Кучерявый В. А. Урбоэкологические основы фитомелиорации. Ч. II. Фитомелиорация. М.: НПО Информация, 1991. 288 с.
15. Палагеча Р. М. Структурно-функціональні особливості різних тканин пагонів листопадних магнолій при інтродукції // Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти. Львів, 2004. С. 68.
16. Сенчишина И. В. Формирование и одревеснение тканей однолетних побегов представителей рода *Acer* L. в условиях Приднепровья // Вестн. ДНУ. Сер. биол. Экология. 2003. Т. 2. С. 153–157.
17. Экологический паспорт Днепропетровской области 2008 г. // <http://www.menr.gov.ua>. 130 с.
18. Юсипів Т. І., Подолкіна О. В. Вплив промислових викидів SO₂ та NO₂ на гістологічні показники сходів і підросту *Robinia pseudoacacia* L. // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2010. Вип. 53. С. 106–113.
19. Meyer F. G., Mazzeo P. M., Voss D. H. A catalog of cultivated woody plants of the southeastern United States. 1994. P. 46–53.

Стаття: надійшла до редакції 23.06.11

прийнята до друку 08.09.11

INFLUENCE OF INDUSTRIAL POLLUTION ON ELEMENTS OF ANATOMIC STRUCTURES OF SHOOTS OF MAPLES

M. Golikova

*Dnipropetrovsk National University named Oles Gonchar
24, Kazakov St., Dnipropetrovsk 49000, Ukraine
e-mail: margo-marina85@mail.ru*

Histological components of annual shoots of maples are sensitive to the effects of industrial emissions. The thickness of the individual elements varies under the influence of toxicants in comparison with controls. Increasing the size of the primary and secondary bark is considered how to adapt to the effects of sulfur, nitrogen oxides and heavy metals. The indicators of thickness of parenchyma and solid bast can be used as diagnostic in the analysis of the polluted area.

Key words: adaptation, histologic elements, pollutants.

ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ЭЛЕМЕНТЫ АНАТОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОБЕГОВ КЛЁНОВ

М. Голикова

*Днепропетровский национальный университет имени Олеса Гончара
ул. Казакова, 24, Днепропетровск 49000, Украина
e-mail: margo-marina85@mail.ru*

Гистологические элементы однолетних побегов клёнов являются чувствительными к воздействию промышленных выбросов. Под влиянием токсикантов изменяется толщина отдельных элементов в сравнении с контролем. Увеличение размеров первичной и вторичной коры рассматриваем как адаптацию к влиянию оксидов серы, азота и тяжёлых металлов. Показатели толщины паренхимы и твёрдого луба могут быть использованы как диагностические при анализе загрязнённости территории.

Ключевые слова: адаптация, гистологические элементы, поллютанты.