

УДК: 632.151

Характеристика стійкості деревних та чагарникових рослин до забруднення повітря сполуками сірки, фтору та нітрогену Ю.Г.Приседський

*Донецький національний університет (Вінниця, Україна)
g_prisedsky@ukr.net*

Наводяться оригінальні матеріали визначення пошкоджуваності листових пластинок 40 видів деревних та чагарникових рослин сумішами фтористого водню, сірчистого ангідриду, парів сірчаної кислоти та аміаку. Встановлено, що різні види рослин неоднаково реагують на забруднення, що дозволило виділити толерантні (пошкоджується менше 20% площі листків), середньостійкі (пошкоджується від 20 до 50% площі листових пластинок) та нестійкі (пошкоджується більше 50% поверхні листя) види рослин. Виділена також група видів із змінною стійкістю, пошкоджуваність яких значною мірою залежить від складу забруднення та сполучень поллютантів.

Ключові слова: забруднення повітря, пошкодження листя, газостійкість.

Характеристика устойчивости древесных и кустарниковых растений к загрязнению воздуха соединениями сера, фтора и азота Ю.Г.Приседский

Приводятся оригинальные материалы определения повреждаемости листовых пластинок 40 видов древесных и кустарниковых растений смесями фтористого водорода, сернистого ангидрида, паров серной кислоты и аммиака. Установлено, что разные виды растений неодинаково реагируют на загрязнения, что позволило выделить толерантные (повреждается менее 20% площади листа), среднеустойчивые (повреждается от 20 до 50% площади листовых пластинок) и неустойчивые (повреждается более 50% поверхности листьев) виды растений. Выделена также группа видов с переменной устойчивостью, повреждаемость которых в значительной степени зависит от состава загрязнения и сочетаний поллютантов.

Ключевые слова: загрязнение воздуха, повреждение листьев, газоустойчивость.

The characteristic of wood and bush plants resistance to air pollution by compounds of sulphur, fluorine and nitrogen Yu.G.Prysedskyi

There are presented original materials of the study of damageability of leaves plates of 40 wood and bush plants species by mixes of fluoric hydrogen, sulphurous anhydride, steams of sulfuric acid, and ammonia. It has been established that different plants species unequally react to pollution that allowed identifying tolerant (damaged less than 20% of the leaves), middle tolerant (damaged from 20 to 50% of the area of sheet leaves) and unstable (damaged more than 50% of the surface of leaves) plants species. Also the group of species has been marked out with variable stability whose damageability substantially depends on composition of pollution and pollutants combinations.

Key words: air pollution, damage of leaves, gas resistance.

Вступ

Техногенне забруднення атмосферного повітря та ґрунту є серйозними екологічними факторами, які чинять безпосередній або опосередкований негативний вплив на метаболізм рослин, їх генотип. Разом з тим зелені насадження можуть відігравати значну санітарно-гігієнічну роль, очищуючи атмосферу від шкідливих газів, диму і пилу, сприяючи підтримці постійного складу повітря.

Однак не всі види рослин здатні протистояти дії забруднення довкілля (Приседський, 2003а, 2003б). Надходження у повітря та ґрунт токсичних речовин позначається не тільки на окремих метаболічних процесах, а і на організмі в цілому. У забруднених регіонах відбувається зміна рослинних популяцій, їх динаміки, продуктивності, щільності та вікової структури (Николаевский, 1979; Кулагин, 1974).

Розрізняють три види пошкоджень рослин атмосферними забруднювачами: гостре, хронічне і приховане. Гостре ураження спостерігається під час дії на рослину високих концентрацій токсичних речовин протягом декількох хвилин або годин. Необоротні порушення, які виникають під час такої дії поллютантів, чітко помітні візуально у вигляді некрозів. Характерними ознаками хронічного ураження токсикантами є зменшення лінійних розмірів асиміляційних органів, передчасний листопад, часткова або повна втрата плодоносіння. За прихованого пошкодження візуально ніяких змін не спостерігається, але вони виявляються в зниженні інтенсивності життєдіяльності рослин (Коршиков и др., 1995). Р.Гудеріан (Гудериан, 1979) відмічає, що пошкоджуваність рослин поллютантами залежить від діючої дози і має експотенційний характер.

Аналіз стану рослин на території промислових виробництв Донбасу показує, що адаптивні зміни в ході їх онтогенезу пов'язані насамперед з хронічним ураженням. Морфогенез рослин у жорстких умовах середовища, забрудненого викидами численних промислових підприємств, розташованих у Донецькому регіоні, пов'язаний зі зменшенням їх розмірів і біомаси (Илькун, 1978; Коршиков и др., 1995). У зв'язку з цим особливого значення набувають дослідження стійкості рослин до забруднення довкілля, характеристик накопичення ними токсикантів та шляхів оптимізації їх росту.

Метою наших досліджень було встановлення залежності пошкоджуваності деревних та чагарникових рослин від концентрацій та складу сумішей аміаку, сірчистого ангідриду, парів сірчаної кислоти та фтористого водню, які є характерними забруднювачами атмосфери на підприємствах з випуску фосфорної кислоти, фосфатів та фосфорних добрив.

Методика

В якості об'єктів досліджень використані наступні види: айлант високий (*Ailanthus altissima*), береза бородавчаста (*Betula verrucosa*), береза плосколиста (*B. platyphylla*), бирючина звичайна (*Ligustrum vulgare*), бузина чорна (*Sambucus nigra*), бузок звичайний (*Siringa vulgaris*), верба біла (*Salix alba*), в'яз гладкий (*Ulmus laevis*), в'яз присадкуватий (*U. pumila*), гледичія колюча (*Gleditsia triacanthos*), гірकोкаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum*), глід колючий (*Crataegus oxyacantha*), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia*), горобина проміжна (*S. intermedia*), дерен білий (*Cornus alba*), дуб звичайний (*Quercus robur*), жимолость татарська (*Lonicera tatarica*), карагана деревоподібна (*Caragana arborescens*), кизильник блискучий (*Cotoneaster lucidus*), клен гостролистий (*Acer platanoides*), клен польовий (*A. campestre*), клен сріблястий (*A. saccharinum*), клен татарський (*A. tataricum*), клен

Таблиця 1.

Концентрації забруднювачів повітря, використані у досліді з визначення пошкоджуваності рослин

| Варіант | Концентрація забруднювача, мг/м ³ * | | | |
|---------|--|-----------------|-------------------------------------|-----------------|
| | HF | SO ₂ | Пари H ₂ SO ₄ | NH ₃ |
| 1 | 0,2 | 1,0 | 0,9 | 1,2 |
| 2 | 2,0 | 1,0 | 0,9 | 1,2 |
| 3 | 0,2 | 10,0 | 0,9 | 1,2 |
| 4 | 2,0 | 10,0 | 0,9 | 1,2 |
| 5 | 0,2 | 1,0 | 9,0 | 1,2 |
| 6 | 2,0 | 1,0 | 9,0 | 1,2 |
| 7 | 0,2 | 10,0 | 9,0 | 1,2 |
| 8 | 2,0 | 10,0 | 9,0 | 1,2 |
| 9 | 0,2 | 1,0 | 0,9 | 12,0 |
| 10 | 2,0 | 1,0 | 0,9 | 12,0 |
| 11 | 0,2 | 10,0 | 0,9 | 12,0 |
| 12 | 2,0 | 10,0 | 0,9 | 12,0 |
| 13 | 0,2 | 1,0 | 9,0 | 12,0 |
| 14 | 2,0 | 1,0 | 9,0 | 12,0 |
| 15 | 0,2 | 10,0 | 9,0 | 12,0 |
| 16 | 2,0 | 10,0 | 9,0 | 12,0 |

Примітка: * – у горизонтальному рядку суміші забруднювачів.

ясенелистий (*A. negundo*), клен явір (*A. pseudoplatanus*), липа серцелиста (*Tilia cordata*), маслинка вузьколиста (*Elaeagnus angustifolia*), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia*), садовий жасмин звичайний (*Phladelphus coronarius*), таволга Біліарда (*Spiraea billardii*), таволга Ван-Гута (*Spiraea vanhouttei*), тополя Болле (*Populus bolleana*), тополя волосистоплідна (*P. trichocarpa*), тополя канадська (*P. deltoides*), тополя китайська (*P. simonii*), тополя пірамідальна (*P. italica*), форзиція європейська (*Forsythia europae*), черемшина звичайна (*Padus avium*), шовковиця біла (*Morus alba*), ясен ланцетний (*Fraxinus lanceolata*). Дослідні рослини росли у віддаленні від автомобільних комунікацій, на відстані 5–6 км від найближчих джерел промислового забруднення.

Зрізані пагони віком 2–3 роки із середньої частини крони дослідних рослин після підрізання їх нижніх частин під водою поміщали у колби з водою. Дослідні пагони ставили у дослідний відсік фумігаційної камери (Попов, Негруцька, 1973) та піддавали фумігації сумішами забруднювачів (NH_3 , HF, SO_2 та пари H_2SO_4) за схемою повного двохрівневого чотирьохфакторного експерименту (табл. 1). Контрольні рослини знаходилися в контрольному відсіку камери і дії газів не піддавалися. Через добу після закінчення фумігації у рослин визначали пошкодженість листя у відсотках некротизованої площі листової пластинки (гострі пошкодження). Визначення проводили візуальним способом (Илькун, 1971). Окремо визначалася пошкодженість верхівкових листків (верхні п'ять листків) та сформованих листків із середини пагону. Виміри проводилися в сорокап'ятикратній повторності. Отримані дані оброблені статистично з використанням спеціальних програм на ПЕОМ (Приседський, 1999, 2005).

Результати та обговорення

Результати проведених досліджень показали, що вивчені нами види деревних та чагарникових рослин значно різняться за своєю реакцією на склад та концентрації забруднювачів (табл. 2). Разом з тим загальною закономірністю є більш висока пошкодженість верхівкового листя, ніж повністю сформованого листя із середніх частин пагонів.

Серед вивчених нами видів деревних та чагарникових рослин гледичії колючої, дуба звичайного, жимолості татарської, маслинки вузьколистої, робінії звичайної та таволги Біліарда не спостерігалось некрозів листових пластинок практично за всіх варіантів забруднення, що може свідчити про низьку чутливість цих видів як до окремих забруднювачів, так і до їх комплексної дії. У деяких видів (айлант високий, бузина чорна, бузок звичайний, в'яз гладкий, в'яз присадкуватий, глід колючий, дерен білий, клен сріблястий, липа серце листа, таволга Ван-Гута та тополя волосистоплідна) залежно від складу та концентрацій поллютантів з'являються незначні пошкодження (0,9–20,4 %) верхівкового листя, тоді як сформоване листя не мало ознак ураження. Однак у бузини чорної та бузку звичайного високі концентрації сірчистого ангідриду (вар. 3) викликають суттєве ушкодження верхівкового листя (66,1 та 19,7% відповідно), що може викликати значне ушкодження рослин у промислових зонах під час залпових викидів ксенобіотиків.

Такі види, як береза бородавчаста, клен ясенелистий, клен явір, тополя канадська виявили пошкодженість листя у межах від 15,7% до 43,1% загальної площі листових пластинок. Згідно до шкали, запропонованої Г.М.Ількуном (Илькун, 1971) ці види можна віднести до групи середньопошкоджуваних рослин.

Суттєвою некротизацією листових пластинок практично за всіх сполучень та концентрації забруднювачів характеризувалися горобина звичайна (13,3–94,9 % залежно від складу поллютантів, їх концентрацій та віку листків), тополя Болле (12,7–88,2 %), ясен зелений (14,2–94,2 %). Такі рослини у промислових зонах можуть швидко втрачати декоративність та знижувати продуктивність і навіть гинути.

Разом з тим у ході наших досліджень було з'ясовано, що деякі види по-різному реагують на забруднення повітря з різним складом ксенобіотиків. Так, наприклад, береза плосколиста виявилася чутливою до забруднення повітря сірчистим ангідридом (вар. 3, 5) та аміаком (вар. 13), тоді як фторидне забруднення практично не викликає ураження листя. Сірчистий ангідрид та пари сірчаної кислоти виявилися токсичними для верби білої. За дії цих забруднювачів пошкодженість верхівкового листя становила 49,1–84,2 % загальної поверхні листя, а листя з середини пагонів – 23,3–27,3 %. Фтористий водень та аміак не викликали суттєвого ураження листя. Така ж закономірність спостерігалася і у тополі китайської. Тополя пірамідальна виявилися найбільш чутливою до фторидного забруднення. Такі закономірності дозволили нам, крім традиційних груп стійкості, виділити ще одну групу видів із змінною стійкістю.

Таблиця 2.

Пошкоджуваність рослин аміаком, фтористим воднем, сірчистим ангідридом та парами сірчаної кислоти

| Вид рослини | Варіанти досліду | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Айлант високий | 0 | 6,4±3,4 | 0 | 41,7±1,8 | 28,0±2,2 | 6,0±1,6 | 0 | 0 | 0 | 0,8±0,3 | 0 | 1,9±0,5 | 8,6±1,4 | 0 | 0 | 6,7±0,8 |
| Береза бородавчаста | 0 | 15,7±2,8 | 22,8±1,6 | 42,9±1,6 | 28,7±2,7 | 28,7±1,2 | 19,2±0,9 | 0 | 0 | 13,4±1,6 | 17,7±1,0 | 30,5±1,4 | 28,3±1,1 | 16,4±0,6 | 0 | 0 |
| Береза пласколиста | 0 | 6,0±1,6 | 1,3±0,6 | 0 | 9,3±1,5 | 0 | 3,6±0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16,3±1,4 | 0 | 0 | 4,7±0,6 | 0 |
| Бирючина звичайна | 0 | 10,5±2,2 | 58,7±3,0 | 0 | 47,7±3,1 | 0 | 0 | 0 | 4,5±0,8 | 0 | 0 | 44,7±2,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Бузина чорна | 0 | 0 | 11,8±2,2 | 0 | 0,3±0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,4±0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Бузок звичайний | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Верба біла | 5,2±2,2 | 0,9±0,7 | 66,1±2,6 | 2,0±0,8 | 14,3±0,9 | 4,0±1,3 | 0 | 9,3±2,6 | 5,0±1,1 | 0 | 0 | 11,2± | 0 | 22,2±1,7 | 6,3±1,7 | 0 |
| В'яз гладенький | 0 | 1,9±1,2 | 27,5±2,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,4±1,0 | 0 | 0 |
| В'яз присадкуватий | 0 | 3,4±1,4 | 45,5±3,4 | 0 | 0 | 15,4±1,1 | 2,7±0,5 | 43,6±2,4 | 0 | 33,6±1,7 | 0 | 0 | 0 | 9,9±0,9 | 34,9±1,2 | 0 |
| Гледичія колоча | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Глід колочий | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Горкокаштан звичайний | 0 | 0 | 42,3±2,0 | 22,0±1,7 | 28,0±2,9 | 16,3±2,2 | 21,7±1,0 | 7,7±1,6 | 15,5±3,5 | 25,3±1,9 | 0 | 42,7±1,9 | 27,3±1,8 | 59,8±1,8 | 5,3±1,0 | 0 |
| Горобина звичайна | 44,2±1,2 | 54,3±3,7 | 55,1±2,2 | 6,0±0,6 | 5,2±1,1 | 6,0±1,2 | 9,0±1,3 | 0 | 14,0±2,6 | 0 | 0 | 7,5±1,0 | 20,2±2,7 | 50,2±1,8 | 16,3±1,6 | 0 |
| Горобина проміжна | 0 | 0 | 13,3±2,3 | 0 | 3,9±0,8 | 16,2±1,5 | 24,0±2,4 | 50,0±1,8 | 35,8±3,6 | 7,3±1,0 | 0 | 71,6±1,5 | 77,8±2,3 | 57,8±1,8 | 94,9±1,2 | 69,4±2,2 |
| Дерен білий | 0 | 0 | 3,3±1,6 | 29,3±4,4 | 8,6±1,7 | 10,4±1,2 | 8,6±1,1 | 0,4±0,3 | 2,6±0,7 | 0 | 0 | 23,6±1,1 | 10,7±1,2 | 8,3±1,3 | 17,8±2,3 | 6,4±1,1 |
| Дуб звичайний | 7,0±1,4 | 0,6±0,3 | 4,4±1,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,3±0,7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Жимолость татарська | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,4±1,0 | 3,1±0,8 | 0 | 0 | 11,1±0,6 |
| Карагана деревоподібна | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Кизильник блискучий | 1,0±0,6 | 0 | 12,0±2,6 | 2,4±1,3 | 47,1±3,6 | 29,9±1,4 | 19,7±3,4 | 8,1±1,8 | 0 | 0 | 0 | 21,9±1,9 | 6,4±0,9 | 4,7±0,7 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 1,1±0,6 | 0 | 18,8±4,5 | 4,7±0,9 | 3,3±1,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,8±1,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|---|----------|
| Клен гостролистий | 0 | 0 | 0 | 46,9±1,9 | 22,7±1,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,7±1,2 | 6,2±0,4 | 0 | 0 | 0 | 25,3±1,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Клен польовий | 12,9±1,2 | 10,4±2,6 | 56,3±2,4 | 29,5±2,1 | 52,2±1,2 | 59,9±1,6 | 26,6±0,8 | 25,4±1,2 | 43,8±1,6 | 12,6±0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,9±1,1 | 50,9±1,6 | 0 | 0 | 0 |
| Клен сріблястий | 2,6±0,8 | 10,4±2,6 | 24,3±1,7 | 0 | 17,3±1,5 | 9,9±1,2 | 0 | 0 | 2,2±0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26,9±1,6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Клен татарський | 0 | 34,9±4,9 | 0 | 0 | 2,6±1,3 | 0 | 0 | 0 | 4,1±0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11,6±1,7 | 3,4±0,9 | 0 | 0 | 6,3±1,4 |
| Клен явір | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,8±0,4 |
| Клен ясенелистий | 2,1±0,5 | 34,9±4,9 | 71,8±2,9 | 54,3±3,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,1±0,5 | 1,6±0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22,7±1,6 | 0 | 0 | 0 | 25,9±3,3 |
| Клен жасмин звичайний | 2,4±0,6 | 13,1±3,8 | 14,6±1,6 | 2,2±0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,6±0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13,3±1,3 |
| Липа | 5,7±1,4 | 60,0±6,0 | 61,1±2,9 | 28,1±2,4 | 53,2±1,9 | 0 | 1,1±0,5 | 33,7±2,5 | 0 | 16,0±2,7 | 25,9±1,1 | 57,5±1,9 | 25,8±1,2 | 45,8±2,4 | 22,9±1,1 | 89,2±3,0 | 0 | 0 | 0 |
| Липа серцелиста | 4,0±2,0 | 2,7±1,1 | 17,3±2,7 | 0 | 15,3±1,7 | 15,2±1,2 | 0 | 0 | 5,7±1,6 | 0 | 0 | 23,3±0,7 | 0 | 20,0±1,9 | 0 | 15,3±0,8 | 0 | 0 | 0 |
| Масличка | 7,6±3,3 | 2,0±0,6 | 47,2±2,4 | 20,2±1,4 | 62,0±3,5 | 67,0±2,2 | 86,2±2,0 | 80,7±2,8 | 91,6±1,6 | 0 | 0 | 23,3±0,7 | 86,9±2,6 | 91,6±1,7 | 13,1±1,7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Масличка вузьколиста | 7,6±3,3 | 0 | 10,2±1,8 | 0 | 3,3±1,0 | 13,9±1,8 | 15,2±1,4 | 18,4±4,3 | 38,4±3,5 | 0 | 0 | 0 | 21,4±1,2 | 14,2±1,6 | 67,8±2,6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Робінія | 0,4±0,3 | 0,3±0,2 | 18,7±2,0 | 0 | 1,3±0,8 | 0 | 0 | 12,9±0,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,7±1,8 |
| Робінія звичайна | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Садовий жасмин звичайний | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Садовий жасмин звичайний | 13,4±3,3 | 0 | 3,7±1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,0±1,1 |
| Таволга | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Таволга Білларда | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Таволга | 1,3±0,6 | 5,8±1,4 | 68,1±3,4 | 3,1±1,5 | 9,3±2,9 | 4,3±0,9 | 7,5±0,8 | 6,7±1,3 | 0 | 1,9±1,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Таволга Ван-Гута | 0 | 10,2±3,1 | 6,7±1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Тополь Болле | 28,0±3,7 | 65,7±3,5 | 80,2±2,9 | 82,0±0,9 | 88,9±1,8 | 80,5±2,2 | 55,9±2,9 | 86,4±2,4 | 86,8±2,0 | 33,1±2,2 | 61,4±2,7 | 21,0±2,0 | 68,4±2,4 | 70,2±2,1 | 89,8±1,6 | 88,2±1,6 | 0 | 0 | 0 |
| Тополь | 12,7±2,6 | 36,9±4,0 | 12,9±1,5 | 17,9±2,2 | 50,9±3,3 | 42,7±3,1 | 31,6±4,2 | 20,8±1,9 | 1,3±1,0 | 33,1±2,2 | 31,3±1,7 | 0 | 13,8±1,4 | 37,8±1,4 | 65,3±1,2 | 39,3±1,4 | 0 | 0 | 0 |
| Тополь волосис- топлідна | 0 | 0 | 2,0±1,6 | 0 | 0 | 3,2±0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Тополь канадська | 0 | 0 | 0,89±0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Тополь китайська | 21,0±4,2 | 7,1±2,6 | 34,0±4,8 | 78,6±2,6 | 8,8±2,7 | 29,6±1,8 | 25,4±1,3 | 3,8±1,0 | 43,6±2,0 | 0 | 13,8±1,5 | 7,0±0,8 | 43,1±2,0 | 22,1±1,2 | 32,0±1,0 | 55,1±1,2 | 0 | 0 | 0 |
| Тополь пірамідальна | 2,4±1,0 | 0 | 0 | 14,0±3,5 | 1,0±0,6 | 10,2±1,0 | 0 | 0 | 0 | 9,7±1,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 56,3±1,1 |
| Форзіція | 1,9±0,6 | 23,3±4,9 | 42,9±4,8 | 34,9±3,1 | 26,7±1,7 | 14,9±1,8 | 39,8±2,8 | 0 | 54,4±2,2 | 26,1±2,3 | 0 | 1,1±0,6 | 61,3±1,9 | 12,4±1,8 | 34,0±1,4 | 6,3±0,9 | 0 | 0 | 0 |
| Форзіція европейська | 0 | 2,9±1,7 | 0 | 0,4±0,2 | 0,3±0,3 | 0 | 13,2±3,8 | 0 | 20,9±3,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Черемшина | 29,6±3,1 | 14,7±3,8 | 72,0±3,3 | 10,3±1,5 | 0 | 0 | 2,9±0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21,2±1,5 | 1,6±0,8 | 1,6±0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Черемшина звичайна | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Шовковиця | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Шовковиця біла | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ясен | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ясен ланцетний | 72,2±4,7 | 89,3±4,2 | 96,2±6,1 | 90,4±4,3 | 88,7±3,0 | 89,0±0,9 | 71,8±3,4 | 59,2±1,5 | 91,8±1,3 | 4,4±1,4 | 65,1±2,2 | 87,1±1,5 | 90,7±1,5 | 87,1±1,2 | 94,2±1,0 | 48,0±3,0 | 0 | 0 | 0 |
| Ясен ланцетний | 62,8±2,4 | 71,1±2,6 | 56,3±1,8 | 30,3±3,0 | 61,3±1,3 | 42,1±1,7 | 16,9±1,9 | 14,2±1,9 | 49,1±2,0 | 0 | 36,9±1,7 | 51,3±1,5 | 58,1±1,5 | 50,7±2,0 | 70,0±1,9 | 11,1±1,8 | 0 | 0 | 0 |

Примітка: у таблиці для кожного виду верхній рядок відповідає еверхівковим листків, нижній рядок характеризує пошкоджуваність листя з середини пагону.

Таким чином, за рівнем стійкості до комплексного забруднення повітря сполуками сірки, фтору та нітрогену вивчені види можна розділити на наступні групи:

1 – толерантні (стійкі) види (пошкодження листя не перевищувало 20%) – гледичія колюча, дуб звичайний, жимолость татарська, карагана деревоподібна тощо;

2 – середньопошкоджені види (пошкодженість листя становила 21–50 %) – береза бородавчаста, клен польовий, клен явір тощо;

3 – нестійкі (пошкоджувалося понад 51% листової поверхні) – горобина звичайна, тополя Болле тощо;

4 – види із змінною стійкістю (пошкодження залежать від складу токсикантів) – береза плосколиста, верба біла, гірकोкаштан кінський, горобина проміжна тощо.

Список літератури

Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. – М.: Мир, 1979. – 200с. /Guderian R. Zagryazneniye vozduшной sredy. – М.: Mir, 1979. – 200s./

Илькун Г.М. Газоустойчивость растений. – К.: Наук. думка, 1971. – 178с. //Il'kun G.M. Gazoustoychivost' rasteniy. – К.: Nauk. dumka, 1971. – 178s./

Илькун Г.М. Загрязнение атмосферы и растения. – К.: Наук. думка, 1978. – 246с. //Il'kun G.M. Zagryazneniye atmosfery i rasteniya. – К.: Nauk. dumka, 1978. – 246s./

Коршиков И.И., Котов В.С., Михеенко И.П. и др. Взаимодействие растений с техногенно загрязненной средой. Устойчивость. Фитоиндикация. Оптимизация. – К.: Наукова думка, 1995. – 191с. /Korshikov I.I., Kotov V.S., Mihheyenko I.P. i dr. Vzaimodeystviye rasteniy s tekhnogenno zagryaznennoy sredoy. Ustoychivost. Fitoindikatsiya. Optimizatsiya. – К.: Naukova dumka, 1995. – 191s./

Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. – М.: Наука, 1974. – 124с. /Kulagin Yu.Z. Drevesnyye rasteniya i promyshlennaya sreda. – М.: Nauka, 1974. – 124s./

Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. – Новосибирск: Наука, 1979. – 325с. /Nikolayevskiy V.S. Biologicheskiye osnovy gazoustoychivosti rasteniy. – Novosibirsk: Nauka, 1979. – 325s./

Попов В.А., Негруцька Г.М. Метод штучної фумігації рослин шкідливими газами в тоці повітря // Інтродукція та експериментальна екологія рослин. – К.: Наукова думка, 1973. – Вип.3.– С. 83–89. /Popov V.A., Negruts'ka G.M. Metod shtuchnoi fumigatsii roslin shkidlyvymy gazamy v totsi povitrya // Introduksiya ta eksperymental'na ekologiya roslin. – К.: Naukova dumka, 1973. – Vyp.3.– S. 83–89./

Приседський Ю.Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів. – Донецьк: Кассіопея, 1999. – 210с. /Prysed's'kyu Yu.G. Statystychna obrobka rezul'tativ biologichnykh eksperymentiv. – Donetsk: Kassyopeya, 1999. – 210s./

Приседський Ю.Г. Пакет програм для проведення статистичної обробки результатів біологічних експериментів – Донецьк: ДонНУ, 2005. – 75с. /Prysed's'kyu Yu.G. Paket program dlya provedennya statystychnoi obrobky rezul'tativ biologichnykh eksperymentiv. – Donetsk: DonNU, 2005. – 75s./

Приседський Ю.Г. Пошкодженість деревних та чагарникових рослин сумішами газів (HF, SO₂, пари H₂SO₄, NH₃) // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. – 2003. – №22 (34). – С. 43–47. /Prysed's'kyu Yu.G. Poshkodzhuvaniest' derevnykh ta chagarnykovykh roslin sumishamy gaziv (HF, SO₂, pary H₂SO₄, NH₃) // Zbirnyk naukovykh prats' Lugans'kogo natsional'nogo agrarnoho universytetu. – 2003. – №22 (34). – S. 43–47./

Приседський Ю.Г. Закономірності пошкодження деяких видів деревних та чагарникових рослин за умов комплексного забруднення повітря сполуками фтору, сірки та азоту // Вісник Донецького університету, сер. А: Природничі науки. – 2003. – Вип.1. – С. 304–311. /Prysed's'kyu Yu.G. Zakonomirnosti poshkodzhennya deyakykh vydiv derevnykh ta chagarnykovykh roslin za umov kompleksnogo zabrudnennya povitrya spolukamy ftory, sirky ta azotu // Visnyk Donetsk'kogo universytetu, ser. A: Pryrodnychi nauky. – 2003. – Vyp.1. – S. 304–311./

Представлено: М.І.Бойко / Presented by: M.I.Boyko

Рецензент: В.В.Жмурко / Reviewer: V.V.Zhmurko

Подано до редакції / Received: 10.04.2014