

# БОТАНІКА

УДК 581.1

## СТАН ДЕРНОУТВОРЮЮЧИХ РОСЛИН (НА ПРИКЛАДІ *SETARIA VIRIDIS* (L.) BEAUV. ТА *ELYTRIGIA REPENS* (L.) NEVSKI) ЗА ХРОНІЧНОГО ВПЛИВУ ПОЛЮТАНТІВ

Ю. В. Лихолат, д.б.н., проф, Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара  
Г. С. Россихіна-Галича, м.н.с., НДІ біології Дніпропетровського національного університету ім. О. Гончара

О. І. Борисова, магістр, Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

У надземній частині мишію зеленого (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) та пирію повзучого (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), які зростали в умовах хронічного впливу полютантів, визначено вміст ТБК-активних продуктів й активність супероксиддисмутази (ЕС 1.15.1.11) та каталази (ЕС 1.11.1.6). Координовані зміни активності ферментів-детоксикаторів активних форм кисню та вмісту вторинних продуктів ліпопероксидації вказують на їх участь в реалізації *Setaria viridis* і *Elytrigia repens* стратегії адаптації до хронічного впливу полютантів. Встановлено, що фізіолого-біохімічні показники даних видів можуть бути біоіндикаторами стану міського фітоценозу.

Ключові слова: *Setaria viridis* (L.) Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, полютанти, вторинні продукти ліпопероксидації, супероксиддисмутаза, каталаза.

**Постановка проблеми.** Культурний газон – це своєрідний штучний фітоценоз, створюваний шляхом вирощування різних рослин, переважно багаторічних злакових видів трав, які утворюють в результаті багаторічного розвитку щільний над-грунтовий покрив – дернину. Газон – невід’ємний елемент об’єкта ландшафтної архітектури. Його травостій поглинає з атмосфери частину пилу і газів, приглушує шум; захищає ґрунти від водної і вітрової ерозії [1, 2, 3, 4, 5], має іонізуючу і фітонцидну дію, очищує повітря від шкідливих мікроорганізмів. Трави випаровують в середньому від 5 до 7 тис. м<sup>3</sup> води з 1 га площі за вегетаційний період. Це істотно підвищує відносну вологість приземного шару повітря і створює прохолоду на території об’єкта.

Тенденцією останніх десятиліть стало катастрофічне зростання рівня антропогенного навантаження на зелені об’єкти, внаслідок не контролюваного викидів промислових підприємств й автотранспорту. Це викликає потребу дослідження механізмів адаптації рослинних організмів, особливо трав’янистих дерноутворюючих видів, до хронічної дії полютантів.

Відомо, що в умовах техногенного забруднення атмосфери і ґрунту, газонні рослини акумулюють шкідливі хімічні речовини в надлишкових кількостях [4, 6, 7–9]. У результаті відбувається порушення азотного обміну [2]; фотосинтетичної діяльності [3, 10]; суттєве зниження ліпідного обміну у бруньках, пагонах і листках [1, 11]; зменшуються розміри і кількість річних пагонів, потовщується листкова пластинка [4, 7, 12], збільшується кількість продихів на 1 мм<sup>2</sup> поверхні листка [2]; інтенсифікуються процеси ліпопероксидації [3, 13–15]; активуються ферменти СОД, каталази та пероксидази [3, 10, 13–17].

У зв’язку з вище викладеним, **мета даної роботи** – виявлення особливостей адаптивних фізіологічних реакцій мишію зеленого (*Setaria*

*viridis* (L.) Beauv.) та пирію повзучого (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) за хронічного впливу комплексу аерополютантів.

**Вихідний матеріал, методика та умови проведення досліджень.** Об’єктом досліджень слугували найпоширеніші на території м. Дніпропетровська дерноутворюючі трави – мишія зелена (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) та пирій повзучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski).

Відбір рослинного матеріалу здійснювали в трьох вікових станах: віргінільному (v), генеративному (g) та субсенільному (ss) в чистій зоні – с. Першотравенка та в зоні дії металургійного підприємства – забрудненій комплексом антропогенних полютантів.

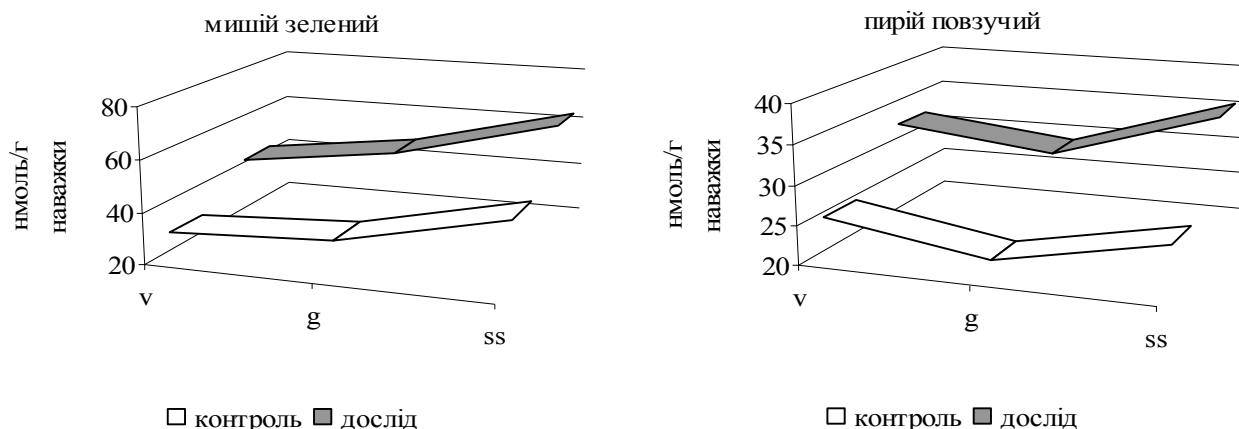
Для отримання екстрактів із надземної маси наважки рослинного матеріалу гомогенізували в 0,1 М К–Na–фосфатному буфері (рН 7,8), витримували 18–20 год. при температурі 4°C, після чого центрифугували 10 хв. при 16000 об./хв. Ферментативну активність супероксиддисмутази в екстрактах визначали фотоелектроколориметрично за ступенем інгібування відновлення нітросинього тетразолію за І. О. Переслегіною [18]. Активність каталази оцінювали за кількістю розкладеного перекису водню титриметрично за Б. П. Плешковим [19]. Уміст ТБК-активних продуктів визначали за М.М. Мусієнко [20]. Дослідження проведені в триразовій повторності, результати опрацьовані за допомогою пакета Microsoft Statistica 6.0. Розбіжності між вибірками вважали значущими при  $p \leq 0,05$ .

**Результати досліджень.** Установлено, що досліджувані види газонних трав відрізнялись між собою за вмістом вторинних продуктів ліпопероксидації й ферментів-антиоксидантів, як за контрольних умов існування, так і за впливу аерополютантів. Концентрація ТБК-активних продуктів у надземній частині мишію зеленого у віргінільному стані (v) перевищувала відповідний показник у

пирію повзучого на 11 % в контрольному фітоценозі та на 28 % в антропогенно забруднених фітоценозах. На наступних етапах розвитку (g та ss) ця тенденція перебільшення зберігалась: 46 та 79 % (с. Першотравенка) і 67 та 81 % (ВАТ «ДМЗ ім. Петровського»).

Від контрольного значення вміст малонового

діальдегіду зростав на 50 % у віргінільних особин *Setaria viridis* та 30 % у *Elytrigia repens*. Перехід рослин мишію до генеративного (g) вікового стану супроводжувався збільшенням досліджуваного продукту на 60 %, пирію – 40 %. Максимальний вміст ТБК-сполук спостерігали при переході рослин до субсенільного (ss) періоду онтогенезу (рис. 1).



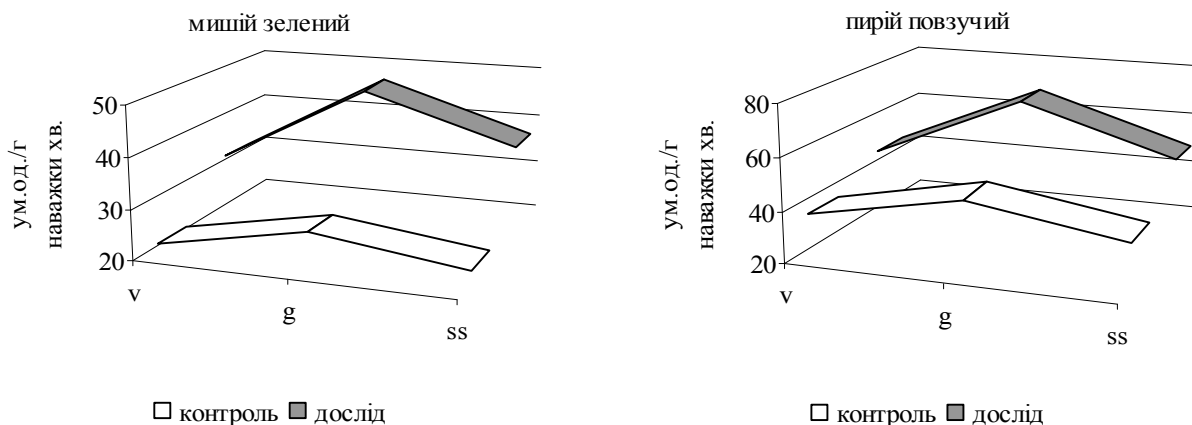
**Рис. 1.** Динаміка вмісту ТБК-активних продуктів у надземній масі дерноутворюючих трав: контроль – с. Першотравенка, дослід – металургійне підприємство, v – віргінільний, g – генеративний та ss – субсенільний вікові стани

Згідно отриманих даних, хронічне антропогенне забруднення міського фітоценозу індукувало окислювальний стрес у дослідних рослин *Setaria viridis* та *Elytrigia repens*, що впродовж онтогенезу проявлялось у збільшенні вторинних продуктів ліпопероксидації. Процеси ПОЛ інтенсивніше протікали у особин мишію зеленого, ніж у пирію повзучого, що ймовірно свідчить про активнішу систему захисту та стійкість останнього до умов існування.

Відомо, що зміни інтенсивності окиснення ліпідів супроводжуються перебудовами в багатокомпонентній системі антиоксидантного захисту (САЗ) [21, 22]. Ключовим ферментом САЗ, який забезпечує обрив ланцюга киснезалежних вільнорадикальних реакцій у клітині за рахунок дисмутації супероксидного радикалу, є супероксиддисмутаза [21, 23]. Зміни активності СОД слугують показником неспецифічної резистентності рослинного

організму на стресові чинники [23]. Експериментально встановлено, що активність супероксиддисмази у надземній частині віргінільних рослин пирію (контрольна ділянка) перевищувала значення ферменту мишію на 65 %, а з дослідної ділянки – на 43 %. У генеративному віковому стані злакових різниця між активністю складала 74 і 47 % відповідно. Рівень активності СОД у *Elytrigia repens* з контрольної ділянки перевищував такий у *Setaria viridis* на 62 %, а дослідної – на 34 %.

Як видно з рис. 2, в надземних органах мишію зеленого, що зростає в умовах антропогенного забруднення, активність ферменту перевищувала контрольні значення на 50 (v), 80 (g), 71 % (ss). У пирію повзучого за цих умов також відмічена тенденція до перебільшення контрольного рівня, але з меншою амплітудою, лише на 31, 52 і 40 % (рис. 2).



**Рис. 2.** Динаміка активності супероксиддисмутази у надземній масі дерноутворюючих трав: позначення див. рис. 1

Отримані результати узгоджуються з встановленими нами раніше закономірностями, згідно яких активність СОД надземної частини пирію повзучого і вівсюгу звичайного, що зростають на шахтному розрізі Морозівка смт Пантаївка, перевищує значення контролю на 35-40 та 60-69 % [14]. До того ж максимуму ферментативної активності приходиться на генеративний віковий стан. Подібна тенденція зміни активності супероксиддисмутази відзначена у роботі Н. О. Хромих [24] для рослин *Acer negundo*, які зростають в забруднених фітоценозах вихлопами легкового й вантажного транспорту та промисловими викидами.

У процесі роботи СОД відбувається накопичення пероксиду водню, який є сильним окиснювачем і негативно впливає на метаболізм рослини [21–23, 25]. Знешкодження токсиканту забезпечується завдяки функціонуванню каталази, яка розкладає  $H_2O_2$  на воду і молекулярний кисень [22, 24]. У листках пирію повзучого та мишію зеленого віргінільного періоду в забрудненому промисловими викидами та вихлопами автотранспорту

фітоценозі активність каталази збільшена відносно рослин контрольного фітоценозу на 16 та 23 %. Надалі (генеративний стан) активність ферменту зростала на 25 і 40 % відповідно. У субсенільний період онтогенезу тенденція до перебільшення контрольного рівня зберігалась на фоні зниження каталазної активності в надземній масі *Elytrigia repens* (на 35 %) та *Setaria viridis* (50 %) в усіх фітоценозах (рис. 3).

Порівняння каталазної активності газонних трав між собою з контрольної ділянки показало, що показник активності ферменту пирію перевищував такий у мишію на 38 % (віргінільна фаза), 40 (генеративна), 50 % (субсенільна). У рослин з дослідного фітоценозу відмічено аналогічну закономірність 30 %, 25, 35 %.

Зафіксоване нами підвищення каталази за умов дії аерополітантів узгоджується з даними М. Г. Половникової, О. Л. Воскресенської [25] та В. С. Більчук [23]. Така зміна активності ферменту свідчить про стійкість рослинних організмів до техногенного забруднення.

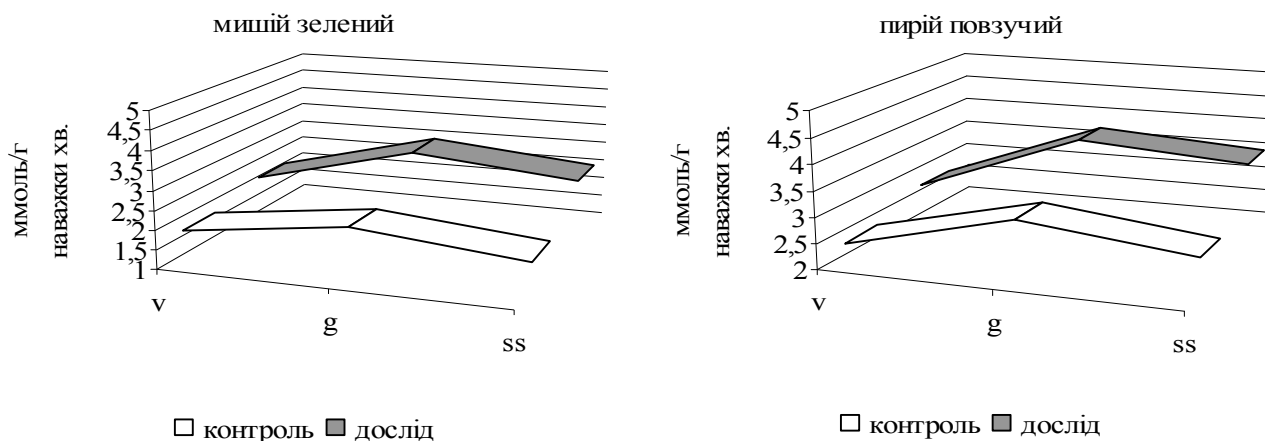


Рис. 3. Динаміка активності каталази у надземній масі дерноутворюючих трав: позначення див. рис. 1

**Висновки.** 1) Виявлено, що досліджувані види *Elytrigia repens* та *Setaria viridis* відрізняються за силою реакції на забруднення середовища існування.

2) У рослин *Elytrigia repens* та *Setaria viridis*, що зазнають хронічного комбінованого впливу вихлопних газів та промислових викидів впродовж онтогенезу, відбувається інтенсифікація процесів ліпопероксидації. Це проявляється у накопиченні вторинних продуктів ПОЛ.

3) Пристосування мишію зеленого та пирію повзучого до антропогенних компонентів міського фітоценозу відбувалось за рахунок зростання активності ферментів-антиоксидантів у надземній

масі. Слід зазначити, що представлені трав'янисті рослини відрізняються між собою за амплітудою змін активності СОД і каталази.

4) Серед двох досліджених газонних рослин найбільш стійким за показниками вмісту ТБК-активних продуктів і активністю СОД й каталази є пірій повзучий. Це проявляється в меншому накопиченні продуктів пероксидації та більш високій активності захисних ферментів.

5) З'ясовано, що показники вмісту ТБК-продуктів й активності СОД, каталази можна використовувати для біоіндикації стану міського фітоценозу.

#### Список використаної літератури

1. Бухарина И. Л. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях: монография / И. Л. Бухарина, А. А. Двоглазова. – Ижевск : Изд-во Удмурдского университета, 2010. – 184 с.
2. Григорюк І. П. Технології вирощування і біорегуляція стійкості газонних рослин у міському урбанізованому середовищі / І. П. Григорюк, П. П. Яворський, Ю. В. Лихолат. – К. : НУБіП України, 2014. – 223 с.

3. Лихолат Ю. В. Активність пероксидази та вміст хлорофілу як показники стійкості основних представників газонних трав в умовах степового Придніпров'я / Ю. В. Лихолат, Г. С. Россихіна-Галича // Питання біоіндикації та екології. – 2012. – Вип. 17, № 2. – С. 46–53.
4. Лихолат Ю. В. Еколого-фізіологічні особливості багаторічних дерноутворюючих злаків техногенних територій / Ю. В. Лихолат. – Дніпропетровськ : Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 1999. – 188 с.
5. Hochachka P. W. Biochemical adaptation / P. W. Hochachka, G. T. Somero. – Princeton Univ. Press, 1984. – 537 p.
6. Кучерява О. О. Особливості фізіологічної реакції деяких газонних трав в умовах дії кадмію та свинцю / О. О. Кучерява, Г. С. Россихіна, Ю. В. Лихолат // Сучасні проблеми біології, екології та хімії: Збірка матеріалів Міжн. кон. – Запоріжжя, 2007. – Ч. 2. – С. 474–475.
7. Лихолат Ю. В. Критерії реагування газонних трав на забруднення довкілля / Ю. В. Лихолат // Вісник Дніпропетровського ун-ту. Серія Біологія. Екологія. – 2006. – № 3/1. – С. 109–113.
8. Лихолат Ю. В. Рівень акумуляції важких металів у рослин *Poa angustifolia* L. в штучних біогеоценозах / Ю. В. Лихолат, Л. П. Мицик // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель – 2000. – Вип. 1. – С. 25–28.
9. Мицик Л. П. Дерновий покрив техногенних територій / Л. П. Мицик, Ю. В. Лихолат. – Дніпропетровськ : Вид-во Дніпропетровського ун-ту, 1997. – 92 с.
10. Зиміна О. А. Фізіологічна реакція *Lolium perenne* L. на промисловий стрес / О. А. Зиміна, Ю. В. Лихолат, Г. С. Россихіна // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗДУ. – 2010. – Вип. 15, № 2. – С. 74–81.
11. Кондратюк Е. Н. Промышленная ботаника / Е. Н. Кондратюк. – К. : Наук. думка, 1980. – 256 с.
12. Тіханков І. О. Схожість насіння пажитниці багаторічної (*Lolium perenne* L.) після попередньої обробки гідразидом малеїнової кислоти / І. О. Тіханков, Ю. В. Лихолат // Вісник Харківського національного аграрного ун-ту. – 2008. – Вип. 2 (14). – С. 68–73.
13. Активність антиоксидантних ферментів в проростках газоноутворюючих трав Степового Придніпров'я за дії кадмію / [Г. С. Россихіна, Ю. В. Лихолат, О. М. Вінниченко та ін.] // Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України. – Київ. – 2009. – Т. 134. – Ч. 3. – С. 199–208.
14. Россихіна Г. С. Активність ферментів-детоксикаторів активних форм кисню газоноутворюючих трав за комплексної дії токсикантів / Г. С. Россихіна, Ю. В. Лихолат, Л. В. Кирпита // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2011. – Вип. 56. – С. 239–244.
15. Россихіна Г. С. Морфо-фізіологічні параметри при адаптації газоноутворюючих трав до дії свинцю / [Г. С. Россихіна, Ю. В. Лихолат, О. М. Вінниченко, І. П. Григорюк] // Наукові доповіді НУБіП – 2010. – № 5 (21) : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://nd.nubip.edu.ua/2010-5/10rgsifg.pdf>.
16. Заїко Г. А. Фізіологічні особливості стійкості злакових трав в умовах міського середовища / Г. А. Заїко, Ю. В. Лихолат, Г. С. Россихіна // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2010. – Вип. 39. – С. 129–135.
17. Заїко Г. А. Фізіологічні особливості стійкості основних представників квітучих газонів в умовах міського середовища / Г. А. Заїко, Ю. В. Лихолат // Вісник Дніпропетровського ун-ту. Серія Біологія. Екологія. – 2011. – Т. 1. Вип. 19. С. 36–40.
18. Переслегина И. А. Активность антиоксидантных ферментов слюны здоровых детей / И. А. Переслегина // Лабораторное дело. – 1989. – № 11. – С. 20–23.
19. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. – М. : Колос, 1968. – 183 с.
20. Мусієнко М. М. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин / М. М. Мусієнко, Т. В. Паршикова, П. С. Славний. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 200 с.
21. Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях / [Е. Л. Кордюм, К. М. Сытник, В. В. Бараненко та ін. ] – К. : Наук. думка, 2003. – 270 с.
22. Колупаєв Ю. Є. Стресові реакції рослин / Ю. Є. Колупаєв – Харків, 2001. – 173 с.
23. Більчук В. С. Зміни активності ферментів антиоксидантного захисту в вегетативних органах *Populus nigra* L. в умовах аеротехногенного забруднення середовища / В. С. Більчук, Г. С. Россихіна-Галича // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2014. – Вип. 64. – С. 293-299.
24. Хромих Н. О. Сезонна динаміка антиоксидантних процесів у листках *Acer negundo* за дії поллютантів / [Н. О. Хромих, В. С. Більчук, Г. С. Россихіна-Галича, О. М. Вінниченко] // Вісник Дніпропетровського університету. Серія. Біологія, Екологія. – 2014. – № 22 (1). – С. 71–76.
25. Половникова М. Г. Активность компонентов антиоксидантной защиты и полифенолоксидазы у газонных растений в онтогенезе в условиях городской среды / М. Г. Половникова, О. Л. Воскресенская // Физиология растений. – 2008. – Т. 55, № 5. – С. 777–785.

## СТАН ДЕРНОУТВОРЮЮЧИХ РОСЛИН (НА ПРИКЛАДІ *SETARIA VIRIDIS* (L.) BEAUV. ТА *ELYTRIGIA REPENS* (L.) ЗА ХРОНІЧНОГО ВПЛИВУ ПОЛЮТАНТІВ

Ю. В. Лихолат, Г. С. Россихіна-Галича, О. І. Борисова

У надземній частині мишію зеленого (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) та пирію повзучого (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), які зростали в умовах хронічного впливу полютантів, визначено вміст ТБК-активних продуктів й активність супероксиддисмутази (ЕС 1.15.1.11) та каталази (ЕС 1.11.1.6). Координовані зміни активності ферментів-детоксикаторів активних форм кисню та вмісту вторинних продуктів ліпопероксидації вказують на їх участь в реалізації *Setaria viridis* і *Elytrigia repens* стратегії адаптації до хронічного впливу полютантів. Встановлено, що фізіолого-біохімічні показники даних видів можуть бути біоіндикаторами стану міського фітоценозу.

**Ключові слова:** *Setaria viridis* (L.) Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, полютанти, вторинні продукти ліпопероксидації, супероксиддисмутаза, каталаза.

## STATE TURF PLANTS (FOR EXAMPLE ON *SETARIA VIRIDIS* (L.) BEAUV. AND *ELYTRIGIA REPENS* (L.) IN CHRONIC EXPOSURE POLLUTANTS

Yu. V. Likholat, G. A. Rossikhina-Galycha, O.I. Borisova

In the top mass of green foxtail (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) and couch grass (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) from pollutant chronic influence condition the content of TBA-active products and activity of superoxide dismutase (EC 1.15.1.11), catalase (EC 1.11.1.6) were determined. Coordinated changes in the activity of enzymes-detoxifiers of oxygen active forms and the content of lipid peroxidation secondary products indicate their involvement in the implementation of species *Setaria viridis* and *Elytrigia repens* strategies of adaptation to chronic effects of pollutants. It is established that the physiological and biochemical indicators of couch grass can serve as bioindicators of the state of urban communities.

**Key words:** *Setaria viridis* (L.) Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, pollutants, secondary products of lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase.

Надійшла до редакції: 10.04.2015 р.

Рецензент: Коваленко І.М.

УДК 581.524.1

## ЦЕНОТИЧНІ ОПТИМУМИ ДРІБНОГО ПІДРОСТУ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В ЛІСАХ НОВГОРОД-СІВЕРСЬКОГО ПОЛІССЯ

В. Г. Скляр, к.б.н., доцент, Сумський національний аграрний університет

Наведено результати вивчення стану дрібного підросту сосни звичайної у фітоценозах десяти груп асоціацій, що є типовими для Новгород-Сіверського Полісся. На основі комплексного популяційного аналізу визначено ознаки дрібного підросту сосни звичайної, за яких природне відновлення стає найефективнішим. Встановлено, що у регіоні досліджень стан дрібного підросту досліджуваного виду на ділянках відновлення у більшості випадків (57,2 %) не досягає показників, за яких природне відновлення стає найбільш ефективним. Показано, що ценотичному оптимуму для дрібного підросту сосни звичайної відповідають лише умови деяких фітоценозів груп асоціацій *Pineta* (*sylvestris*) *hylocomiosa* та *Pineta* (*sylvestris*) *franguloso* (*alni*)–*vacciniosa* (*myrtilli*).

**Ключові слова:** лісові фітоценози, природне відновлення, дрібний підріст, сосна звичайна, Новгород-Сіверське Полісся.

**Постановка проблеми.** В Україні фізико-географічна область Новгород-Сіверське Полісся належить до числа найбагатших на ліси регіонів. Для окремих його ландшафтів рівень лісистості перевищує 30% [1]. Тут лісові фітоценози є не тільки важливими складовими природних комплексів, а й мають також велике еколого-стабілізує, соціологічне та господарське значення [2 – 6]. Відповідно, для Новгород-Сіверського Полісся особливою значущістю набуває проблема стійкого функціонування лісових угруповань.

Механізмом, який здатен забезпечити збереження та довготривале існування лісів, є процес природного відновлення [7 – 10]. При його реалізації зазвичай ключовою фазою є проходження

особинами молодого покоління лісоутворювальних видів фази дрібного підросту. Її репрезентують рослини, які знаходяться у межах трав'яно-чагарничкового ярусу і здебільшого мають висоту 10 – 50 см [11, 12]. У свою чергу, успішність росту і розвитку дрібного підросту залежить від ступеня сприятливості для нього як загалом екологічних умов місцевостань, так і, зокрема, їх ценотичних характеристик.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз наявних літературних даних беззаперечно доводить, що ефективність протікання процесу природного поновлення лісів у тому чи іншому регіоні дійсно визначається не тільки абіотичними екологічними факторами (освітленістю, погодними