

УДК 581. 02:581.9.9:712.42

Г. А. Заїко, Ю. В. Лихолат

Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара

**ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТІЙКОСТІ
ОСНОВНИХ ПРЕДСТАВНИКІВ КВІТУЧИХ ГАЗОНІВ
НА ТЕРИТОРІЇ БОТАНІЧНОГО САДУ ДНУ ім. ОЛЕСЯ ГОНЧАРА**

Досліджено активність ферментів антиоксидантного комплексу представників ґрунтопокривних рослин, що використовуються для створення квітучих газонів на різних стадіях їх розвитку. Проаналізовано 26 видів рослин за показниками активності каталази, пероксидази, поліфенолоксидази. Один з основних критеріїв стійкості рослин – рівень прооксидантно-антиоксидантних метаболічних процесів. Установлено особливості активності ферментів антиоксидантного комплексу досліджуваних рослин. Рекомендовано стійкі до несприятливих умов навколишнього середовища види рослин для створення квітучих газонів.

А. А. Заико, Ю. В. Лихолат

Днепрпетровский национальный университет им. Олесь Гончара

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УСТОЙЧИВОСТИ
ОСНОВНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЦВЕТУЩИХ ГАЗОНОВ
НА ТЕРРИТОРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ДНУ им. ОЛЕСЯ ГОНЧАРА**

Исследована активність ферментів антиоксидантного комплексу основних представителів ґрунтопокривних рослин, які використовуються для створення квітучих газонів на різних стадіях їх розвитку. Проаналізовано 26 видів рослин по показателям активності каталази, пероксидази, поліфенолоксидази. Один з основних критеріїв устійчivosti рослин – рівень прооксидантно-антиоксидантних метаболічних процесів. Установлені особливості активності ферментів антиоксидантного комплексу досліджуваних рослин. Рекомендовані стійкі к несприятливим умовам оточуючої середовища види рослин для створення квітучих газонів.

G. A. Zajiko, J. V. Lykholat

Oles' Honchar Dnipropetrovsk National University

**PHYSIOLOGICAL FEATURES OF THE BASIC SPECIES
STABILITY OF BLOSSOMING LAWNS IN THE BOTANICAL GARDEN
OF OLES' HONCHAR DNIPROPETROVSK NATIONAL UNIVERSITY**

The research of antioxidative enzymes activity of the basic representatives of groundcover plants used for the blossoming lawns design at various stages of their development was carried out. Activity of catalase, peroxidase and polyphenoloxidase was analysed in 26 plant species. It is determined, that one of the basic criteria of plants stability is the level of prooxidative and antioxidative metabolic processes. The features of the enzymes activity of antioxidative complex in studied plants are established. The plants species resistant to adverse conditions are recommended for making the blossoming lawns.

Вступ

Головним компонентом озеленення промислових міст, підприємств, а також фітодизайну інтер'єрів різного призначення (житлових, промислових, навчальних приміщень) повинні стати газонотвірні трави [2]. Використання для створення газонів ґрунтопокривних квітучих рослин набуває значного поширення, але підібрати необхідний асортимент, не враховуючи специфіки зростання цих рослин у призначеній для озеленення зоні, неможливо [3]. Саме завдяки вміло підбраному та різноманітному асортименту декоративних рослин формується висока художня виразність оздоблення ділянок, які озеленюються, їх життєстверджувальна краса та ступінь позитивного емоційного впливу на людину [10]. Підбір рослин для цієї мети здійснюється на основі їх ферментативної активності. Синтезуються ферменти у будь-якій живій клітині та можуть проявляти активність поза нею. Дія ферментів вузько специфічна, тобто кожен фермент каталізує одну чи декілька близьких хімічних реакцій. Ферменти мають високу активність. Деякі ферментативні процеси зворотні, тобто залежно від умов одні й ті самі ферменти можуть прискорювати як процес розпаду, так і процес синтезу речовини [1; 11; 12].

Враховуючи, що в доступній літературі [8] проблемі всебічного вивчення фізіолого-біохімічних показників квітучих рослин і використання їх в озелененні приділяється незначна увага, мета нашої роботи – оцінити активність ферментів антиоксидантного комплексу основних представників ґрунтопокривних рослин, виділити найперспективніші квітково-декоративні види для створення квітучого газону.

Матеріал і методи досліджень

Об'єкти досліджень – рослини *Acinos alpinus* (L.) Moench, *Ajuga reptans* L., *Alysum montanum* L., *Asarum europaeum* L., *Cerastium biebersteinii* DC., *Dianthus plumarius* L., *Duchesnea indica* (Andr.) Focke, *Euphorbia cyparissias* L., *Galeobdolon luteum* Huds., *Glechoma hederacea* L., *Hypericum olimpicum* L., *Lysimachia nummularia* L., *Nepeta mussinii* Spreng., *Pachysandra terminalis* Sieb. et Zucc., *Phlox subulata* L., *Polygonum affine* G. Doh, *Scutellaria alpina* L., *Sedum acre* L., *S. album* L., *S. caudicolum* Praeger, *S. kamschaticum* Fisch., *S. spurium* Bieb., *Stachys byzantina* C. Koch, *Stellaria holostea* L., *Vinca minor* L., *Viola alba* Bess., що зростали на території ботанічного саду ДНУ ім. Олеся Гончара. Розташований фактично в центрі промислового міста, ботанічний сад зазнає впливу органічних і неорганічних поллютантів. У зв'язку з цим при проведенні інтродукційної роботи нам доводиться враховувати стійкість рослин до умов навколишнього середовища, одним із показників якої є рівень прооксидантно-антиоксидантних метаболічних процесів.

Визначення активності пероксидази проводили за Бояркіним [4; 9]. Пероксидаза має дві функції: власне пероксидазну та оксидазну. При виконанні пероксидазної функції цей фермент каталізує реакцію окислення різних субстратів певної хімічної природи, перекис водню виконує роль окисника. Реакція окислення йде за такою схемою: $AH_2 + H_2O_2 \rightarrow A + 2H_2O$, де AH_2 – донор водню, A – окислений донор.

Метод визначення активності ферменту, запропонований Бояркіним, ґрунтується на визначенні швидкості окислення бензидину під дією ферменту, що міститься в рослинах, до утворення продукту окислення синього кольору певної концентрації, що заздалегідь встановлюється на ФЕК.

Каталаза – оксидоредуктаза, що діє на перекис водню як акцептор за схемою: $2H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2H_2O$. Визначення активності каталази ґрунтується на урахуванні

кількості перекису водню, що розклався під дією ферменту шляхом титрування перманганатом калію [7].

Визначення активності поліфенолоксидази базується на вимірюванні активності ферменту за швидкістю окислення парафенілендіаміну з утворенням сполук фіолетового кольору певної концентрації. Визначення активності поліфенолоксидази проводилося за Бояркіним [4].

Результати та їх обговорення

У рослин, що зростають в умовах міського середовища, виникають зміни фізико-хімічних властивостей протоплазми, що призводить до посилення вільнорадикальних процесів. У цих умовах відбувається порушення рівноваги про- та антиоксидантів у клітині [6]. За дії промислових забруднювачів на рослини в останніх проявляються неспецифічні реакції внаслідок змін активності ферментів антиоксидантного захисту. Дослідження, проведені на території вулиць міста, показали, що у рослин в умовах хронічного забруднення значно підвищується інтенсивність вільнорадикальних процесів. Про це свідчить суттєве зростання рівня прооксидантно-антиоксидантних метаболічних процесів у квітково-декоративних видів, які використовуються для створення квітучого газону. При дослідженні активності каталази досліджених об'єктів виявлено підвищену активність даного ферменту в осінній період (табл.).

Таблиця

Відмінності між активністю пероксидази, каталази та поліфенолоксидази декоративно квітучих рослин восени 2007 р. і навесні 2008 р.

Вид рослин	Пероксидаза, $X \pm m$		Каталаза, $X \pm m$		Поліфенолоксидаза, $X \pm m$	
	2007 р., осінь	2008 р., весна	2007 р., осінь	2008 р., весна	2007 р., осінь	2008 р., весна
<i>Acinos alpinus</i>	0,208 ± 0,0024	0,118 ± 0,0024	0,191 ± 0,0079	0,101 ± 0,0037	0,255 ± 0,0024	0,108 ± 0,0037
<i>Ajuga reptans</i>	0,081 ± 0,0037	0,043 ± 0,0037	0,312 ± 0,0065	0,157 ± 0,0014	0,068 ± 0,0037	0,020 ± 0,0037
<i>Alyssum montanum</i>	0,304 ± 0,0079	0,147 ± 0,0062	0,551 ± 0,0037	0,210 ± 0,0024	0,902 ± 0,0065	0,313 ± 0,0037
<i>Asarum europaeum</i>	0,276 ± 0,0050	0,159 ± 0,0037	0,428 ± 0,0037	0,202 ± 0,0037	0,068 ± 0,0014	0,025 ± 0,0037
<i>Cerastium biebersteinii</i>	0,168 ± 0,0240	0,108 ± 0,0024	0,209 ± 0,0024	0,094 ± 0,0037	0,868 ± 0,0037	0,298 ± 0,0049
<i>Dianthus plumarius</i>	0,438 ± 0,0037	0,152 ± 0,0049	0,115 ± 0,0051	0,079 ± 0,0037	0,066 ± 0,0051	0,030 ± 0,0037
<i>Duchesnea indica</i>	0,115 ± 0,0037	0,083 ± 0,0087	0,936 ± 0,0049	0,256 ± 0,0037	0,052 ± 0,0079	0,022 ± 0,0075
<i>Euphorbia cyparissias</i>	0,156 ± 0,0037	0,094 ± 0,0037	0,774 ± 0,0037	0,243 ± 0,0065	0,086 ± 0,0024	0,039 ± 0,0018
<i>Galeobdolon luteum</i>	0,040 ± 0,0028	0,016 ± 0,0014	0,451 ± 0,0037	0,200 ± 0,0024	0,102 ± 0,0051	0,040 ± 0,0014
<i>Glechoma hederacea</i>	0,120 ± 0,0020	0,070 ± 0,0010	0,544 ± 0,0028	0,172 ± 0,0049	0,187 ± 0,0014	0,098 ± 0,0012
<i>Hypericum olympicum</i>	0,089 ± 0,0037	0,040 ± 0,0037	0,577 ± 0,0037	0,181 ± 0,0051	0,067 ± 0,0014	0,027 ± 0,0037
<i>Lysimachia nummularia</i>	0,057 ± 0,0027	0,021 ± 0,0014	0,254 ± 0,0037	0,106 ± 0,0037	0,035 ± 0,0024	0,014 ± 0,0014
<i>Nepeta mussinii</i>	0,349 ± 0,0037	0,137 ± 0,0037	0,465 ± 0,0037	0,215 ± 0,0028	0,081 ± 0,0037	0,038 ± 0,0043
<i>Pachysandra terminalis</i>	0,592 ± 0,0049	0,318 ± 0,0037	0,698 ± 0,0037	0,201 ± 0,024	0,110 ± 0,0037	0,054 ± 0,0014
<i>Phlox subulata</i>	0,201 ± 0,0024	0,104 ± 0,0014	0,335 ± 0,0051	0,134 ± 0,0079	0,051 ± 0,0014	0,021 ± 0,0051
<i>Polygonum affine</i>	0,031 ± 0,0010	0,014 ± 0,0020	0,139 ± 0,0024	0,097 ± 0,0051	0,086 ± 0,0065	0,033 ± 0,0065
<i>Scutellaria alpina</i>	0,075 ± 0,0024	0,042 ± 0,0024	0,299 ± 0,0024	0,149 ± 0,0049	0,066 ± 0,0031	0,027 ± 0,0037
<i>Sedum acre</i>	0,031 ± 0,0037	0,012 ± 0,0014	0,145 ± 0,0051	0,085 ± 0,0037	0,052 ± 0,0037	0,023 ± 0,0014
<i>S. album</i>	0,145 ± 0,0024	0,091 ± 0,0024	0,286 ± 0,0057	0,134 ± 0,0037	0,065 ± 0,0024	0,025 ± 0,0037
<i>S. caucolicolum</i>	0,024 ± 0,0028	0,087 ± 0,0037	0,026 ± 0,0014	0,013 ± 0,0037	0,026 ± 0,0014	0,013 ± 0,0021
<i>S. kamtschaticum</i>	0,157 ± 0,0028	0,087 ± 0,0037	0,080 ± 0,0051	0,049 ± 0,0037	0,068 ± 0,0028	0,031 ± 0,0024
<i>S. spurium</i>	0,045 ± 0,0024	0,014 ± 0,0014	0,093 ± 0,0037	0,053 ± 0,0010	0,051 ± 0,0031	0,022 ± 0,0031
<i>Stachys byzantina</i>	0,178 ± 0,0014	0,107 ± 0,0037	0,245 ± 0,0051	0,127 ± 0,0037	0,068 ± 0,0024	0,031 ± 0,0032
<i>Stellaria holostea</i>	0,348 ± 0,0037	0,191 ± 0,0043	0,321 ± 0,0029	0,151 ± 0,0037	0,782 ± 0,0075	0,224 ± 0,0037
<i>Vinca minor</i>	0,819 ± 0,0037	0,202 ± 0,0037	0,320 ± 0,0014	0,133 ± 0,0014	0,085 ± 0,0037	0,033 ± 0,0047
<i>Viola alba</i>	0,177 ± 0,0037	0,115 ± 0,0049	0,131 ± 0,0051	0,091 ± 0,0037	0,086 ± 0,0051	0,042 ± 0,0062

Одна з причин цього явища – підвищений вміст шкідливих речовин у листках рослин наприкінці періоду вегетації [5]. Аналогічна особливість відмічалася для активності пероксидази в усіх досліджених об'єктах незалежно від періоду року (див. табл.). Підвищений рівень активності ензиму підтверджує той факт [1], що джерелом активного кисню за каталітичної дії пероксидази можуть слугувати як перекис водню, так і органічні перекиси, у тому числі перекиси ненасичених жирних кислот і каротину. До субстрату, що окислюється пероксидазою за присутності перекису водню, можна віднести більшість фенолів та фенольних кислот.

Для того, щоб стримувати вищий рівень пероксидації, необхідна потужніша система захисту. При цьому стійкі до несприятливих факторів рослини мають вищі рівні антиоксидантів, тобто ефективнішу систему захисту, яка попереджає окислювальну деструкцію та забезпечує структурну та функціональну стабільність клітинних мембран [8]. У зв'язку з цим показники активності поліфенолоксидази (див. табл.) для всіх досліджених видів рослин у весняному періоді значно нижчі порівняно з показниками активності поліфенолоксидази восени.

На основі проведених досліджень активності ферментів антиоксидантного комплексу, які гальмують реакцію супероксидатзалежної пероксидації ліпідів шляхом дисмутації вільних радикалів, що формуються в результаті вільнорадикальних реакцій, дані ензими, виявляючи антиоксидантні властивості, запобігають появі первинних продуктів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) і завдяки цьому сповільнюють вільнорадикальні процеси на певному рівні.

Встановлені особливості зміни активності антиоксидантних ферментів дають можливість стверджувати доцільність визначення їх активності при відборі стійкого асортименту рослин для озеленення міських територій.

Висновки

Для всіх досліджених квітково-декоративних видів існують відмінності між рівнем активності каталази, пероксидази та поліфенолоксидази, причому рівень їх активності значно вищий восени. У цей період у досліджених рослин значно зростає інтенсивність вільнорадикальних процесів. Види, які відзначалися вищою активністю антиоксидантних ензимів, можна вважати стійкішими: *Alyssum montanum*, *Cerastium biebersteinii*, *Glechoma hederacea*, *Stellaria holostea*, *Vinca minor* – найперспективніші квітково-декоративні види для створення квітучого газону.

Бібліографічні посилання

1. **Кретович В. Л.** Введение в энзимологию. – М. : Наука, 1974. – 322 с.
2. **Малораспространенные** почвопокровные растения в условиях Днепропетровского ботанического сада / Н. В. Мартынова, Ю. В. Лихолат, В. Ф. Опанасенко, А. В. Свиницкая // Интродукция нетрадиционных и редких растений. Матер. VIII научно-практ. конф. – Мичуринск : Наукоград, 2008. – Т. 2. – С. 74–77.
3. **Мартынова Н. В.** Адаптация почвопокровных растений в антропогенных условиях / Н. В. Мартынова, Ю. В. Лихолат // Интродукция, селекция та захист рослин. Матер. II Міжнар. наук. конф. – Донецьк, 2009. – Т. 2. – С. 83–86.
4. **Методы** биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 430 с.
5. **Мусієнко М. М.** Фізіологія рослин. – 2-е вид. – К. : Либідь, 2005. – 808 с.
6. **Перекисное** окисление липидов и антиоксидантная система защиты в хлоропластах гороха при тепловом шоке / Л. Н. Курганова, А. П. Веселов, Т. А. Гончарова и др. // Физиология растений. – 1997. – Т. 44, № 5. – С. 725–730.

7. **Плешков Б. П.** Практикум по биохимии растений. – М. : Колос, 1968. – 183 с.
8. **Проксидантна** реакція рослин гібриду кукурудзи кадр 267 МВ на сумісну дію гербіцидів та ґрунтової посухи / Г. С. Россихіна, О. М. Вінниченко, Ю. В. Лихолат та ін. // Наук. вісн. Нац. аграрн. ун-ту. – 2008. – Вип. 125. – С. 21–28.
9. **Хромих Н. О.** Еколого-фізіологічні аспекти гербіцидної дії на амброзію полинолисту (*Ambrosia artemisiifolia* L.) в умовах степового Придніпров'я // Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Д. : ДНУ, 2008. – 24 с.
10. **Цветочно-декоративные** растения для озеленения промышленных центров степной зоны Украины / Ю. В. Лихолат, Т. В. Мовчан, К. А. Дрожа и др. // Ботанические сады в XXI веке: сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения. Матер. научно-практ. конф., посвящ. 10-летию ботанического сада Белгородского гос. ун-та. – Белгород, 2009. – С. 265–267.
11. **Activities** of starch hydrolytic enzymes and sucrosephosphate synthase in the stem of rice subjected of water stress during grain filling / J. Yang, J. Zhang, Z. Wang, Q. Zhu // J. Exp. Bot. – 2001. – Vol. 52, N 364. – P. 2169–2179.
12. **Zayed M. A.** Effects of water and salt stressed on growth, chlorophyll, mineralions and organic solutes content and enzymes activity in mung bean seedling / M. A. Zayed, I. M. Zeid // Biol. Plant. – 1997. – Vol. 40, N 3. – P. 351–356.

Надійшла до редколегії 11.03.2010