

АКТИВНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ В ЛИСТКАХ ДЕРЕВНИХ ВИДІВ РОСЛИН ЗА УМОВ ПІДТОПЛЕННЯ

О.Г. Філімоніхіна, аспірантка*

Ю.В. Лихолат, доктор біологічних наук

І.П. Григорюк, член-кореспондент НАН України

О.І. Серга, кандидат біологічних наук

З'ясовано динаміку процесів пероксидації і зміни активності ферментів антиоксидантної системи в листках деревних видів рослин за умов підтоплення. Визначено найперспективніші з них, які рекомендовано використовувати для створення стійких фітоценозів на підтоплюваних територіях населених пунктів м. Кіровограда.

***Ключові слова:** деревні види рослин, підтоплення, каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза, малоновий діальдегід.*

Однією з нагальних екологічних проблем в Україні є підтоплення земель, яке спричиняє їх заболочування, різко погіршує умови землеробства, порушує газовий режим ґрунту і рослин, при цьому охоплює понад 500 великих й малих міст України, площа яких становить близько 200 тис. га. Заповнюючи ґрунтові пори, вода витісняє з них повітря, водночас різко знижується вміст кисню. У перезволоженому ґрунті досить інтенсивно нагромаджується вуглекислий газ, який виділяють корені рослин та мікроорганізми. Затоплені рослини потрапляють у несприятливі умови, серед яких визначальну роль відіграє порушення кисневого режиму [3].

В зоні підтоплюваних земель, розташовано близько 150 тис. га забудованих територій. У 20 містах їх площа становить майже 1000 га. Промислова і цивільна забудова міст і селищ міського типу зумовила порушення історично сформованої природної рівноваги [3].

Для вирішення цієї проблеми поряд з технічними заходами проводять фіторекультивуацію підтоплених територій. Одним із шляхів розв'язання поставленої задачі є відбір найстійкіших проти підтоплення деревних видів рослин за інтегральними фізіолого-біохімічними показниками.

Так, для ґрунтово-кліматичних умов м. Кіровограда доцільно використовувати рослини, що зростають на періодично підтоплюваних територіях у періоди танення снігу, затяжних осінніх і весняних дощів. Вода збирається в долинах і западинах, які називають «блюдцями», розмір яких буває від кількох квадратних метрів до кількох десятків гектарів, унаслідок чого рослини вимокають і гинуть.

Для оцінки ступеня стійкості рослин проти підтоплення деякі автори [3, 6, 7] рекомендують використовувати показники прооксидантно-антиоксидантної рівноваги. Однак отримані результати суперечливі і неоднозначні.

Мета роботи – визначення ступеня активності ферментів антиоксидантного комплексу і умісту малонового діальдегіду (МДА) в листках деревних видів рослин на підтоплюваних територіях населених пунктів м. Кіровограда.

Матеріали та методи досліджень. Об'єктами досліджень слугували деревні види рослин, зокрема клен ясенелистий (*Acer negundo* L.), клен платановидний (*Acer platanoides* L.), береза повисла або бородавчаста (*Betula pendula* Roth.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), тополя дельтолиста, або канадська (*Populus deltoides* Marsh., *Populus canadensis* auct.), тополя пірамідальна (*Populus italica* (Du Roi) Moench.; *Populus pyramidalis* Roz.), верба біла (*Salix alba* L.), верба ламка (*Salix fragilis* L.), бузина чорна (*Sambucus nigra* L.) і липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.), які зростають на підтоплюваних територіях населених пунктів Озерна балка, Ковалівка та Кушівка м. Кіровограда. Умовним контролем були рослини, які зростають на території дендропарку «Веселі Боковеньки».

Стійкість рослин проти умов підтоплення оцінювали за рівнем прооксидантно-антиоксидантних метаболічних процесів. Вміст ТБК-активних http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2013_5_2.pdf

продуктів у листках рослин визначали методом [1] у нмоль/г наважки \times хв. Активність супероксиддисмутази (СОД) (КФ 1.15.1.11) оцінювали за ступенем інгібування тетразолу в умовних одиницях/г наважки [4, 9], а каталази та пероксидази – визначали титриметричним методом [5] у ммоль H_2O_2 /г наважки \times хв. Отримані дані опрацювали, використовуючи програмний пакет Statistica 6,0 Statsoft.

Результати досліджень. В літературі [6], показано підсилення перекисного окиснення ліпідів у рослинних тканинах за дії стресу. Зокрема, на початку вегетації вміст МДА в листках був мінімальним, а в кінці – максимальним, що пов'язують з процесами старіння рослин. У наших експериментах деревні види рослин на підтоплених територіях зазнавали сильнішого стресу, ніж контрольні. Виявлено, що більшість з них відзначались найвищою кількістю МДА в середині вегетаційного періоду, а саме липні. Такі відміни можуть бути пов'язані з підвищеним вмістом вологи та температури навколишнього середовища, оскільки дослідні рослини зростали на луках, а контрольні – в лісових умовах. Крім того, температура повітря у міському середовищі на 1 – 2° С вища, ніж у приміському [8].

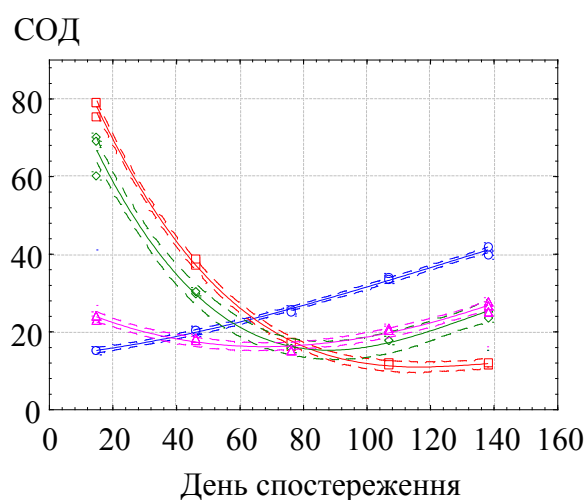
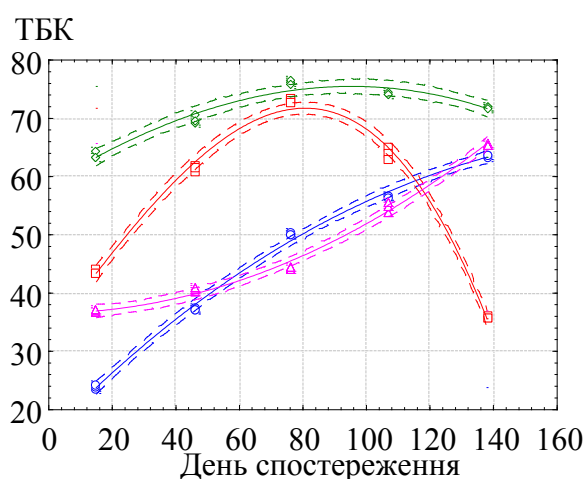
Із отриманих нами даних випливає, що у листках деревних видів рослин на незатоплених водою ділянках, простежується пряма залежність між вмістом МДА і активністю ферментів каталази, пероксидази та СОД. З інтенсифікацією процесів пероксидації ліпідів відбувалося підвищення рівня активності ферментів, що засвідчує оптимальне функціонування біохімічних процесів і здатність деревних видів рослин протидіяти підтопленню. Аналогічну закономірність виявлено лише в листках верби ламкої, в яких вміст МДА і активність ферментів антиоксидантної системи незначно відрізнялись від показників контролю.

У рослин на підтоплюваних ґрунтах, які уже зазнавали стресу на початку вегетаційного періоду, спостерігали підсилення активації антиоксидантної системи. Максимальний вміст МДА в листках рослин зафіксовано у липні. Водночас активність СОД була максимальною у травні (в 2 – 7 разів вищою, ніж у контролі) і мінімальною – у липні. Протягом липня-вересня - нижчою http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2013_5_2.pdf

порівняно з контролем. Наявні коливальні зміни зумовлені тим, що переважна більшість деревних видів рослин перебувала у стресовому стані через зростання денного водного дефіциту у липні, тобто в період найменшої кількості опадів та найвищої температури повітря. Як наслідок – виснаження первинної ланки антиоксидантного запасу, а саме зниження активності ферменту СОД.

Різноманітність фізіологічної реакції у листках деревних видів рослин на стресові чинники полягала в активації ферментів. Так, за ступенем здатності підтримувати прооксидантно-антиоксидантну рівновагу в належному стані деревні види рослин за дії підтоплення нами розділено на три групи.

Перша група. За умов зниження активності СОД у листках ясен звичайного, тополі дельтолистої або канадської, клена ясенелистого, липи серцелистої і верби білої суттєво підвищується активність пероксидази порівняно з контролем. Високу активність СОД виявлено у травні, низьку – у липні і вересні; каталази – відповідно у травні й липні, та серпні; пероксидази – поступове підвищення її з травня до вересня (рисунок).



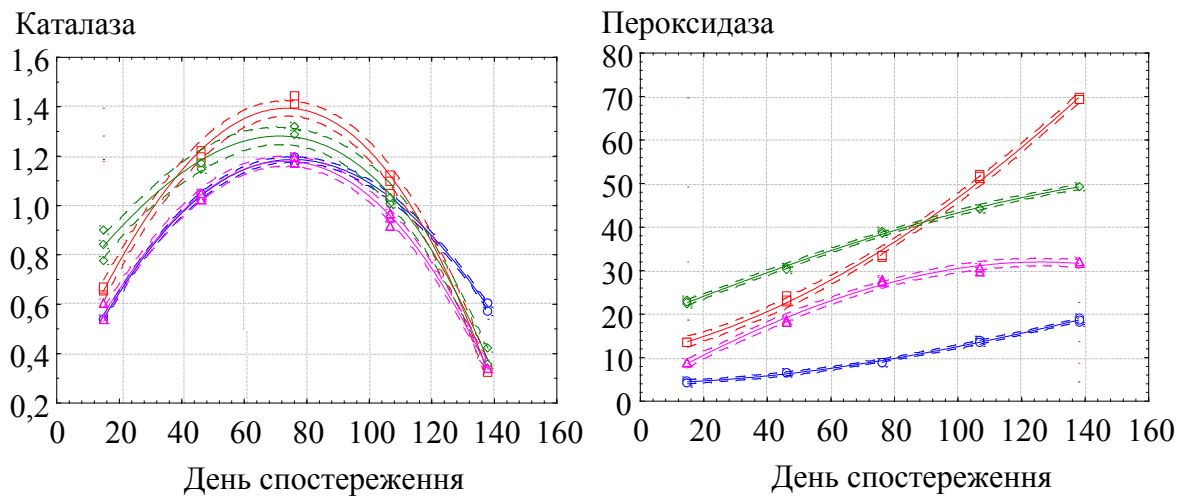


Рисунок. Динаміка зміни активності ферментів у листках клена ясенелистого - еталон (□) - Ковалівка, (◇) - Кущівка, (△) - Озерна Балка).

Друга група. Незалежно від рівня активності СОД у листках берези повислої або бородавчастої, тополі пірамідальної і бузини чорної протягом вегетаційного періоду зафіксовано високий вміст каталази порівняно з контролем.

Третя група. Низьку активність ферментів пероксидази і каталази упродовж вегетаційного періоду нами визначено у листках клена платановидного й берези повислої або бородавчастої.

В роботі [9] показано, що активність ферменту каталази за умов водного дефіциту (вміст води в ґрунті становив 20% від повної вологості) і надлишкової кількості вологи суттєво зростала. У наших експериментах, рослини клена платановидного, берези повислої або бородавчастої, верби білої і бузини чорної на підтоплених ділянках перебували у стані водного стресу протягом травня-липня (порівняно з рослинами умовного контролю, для яких водний дефіцит спостерігався у липні). Наведені результати підтверджують вибагливість рослин до умов зволоження. Активність каталази у листках була у 2 – 2,5 раза вищою, ніж в умовному контролі, що свідчить про високий рівень адаптації деревних видів рослин до умов підтоплення. Стає очевидним, що підвищення активності каталази індукує інтенсифікацію кисневої фази дихання і резервування пулів води в клітинах рослин. У листках клена платановидного, ясеня звичайного, тополі дельтолистої або канадської і клена ясенелистого

http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2013_5_2.pdf

відзначали значне зниження кількості МДА у вересні й активності СОД у середині та наприкінці вегетації, що підтверджує їх здатність протистояти стресовій дії підтоплення.

Таким чином, найприспособанішими до умов підтоплення виявились рослини ясена звичайного, тополі дельтолистої або канадської, клена ясенелистого, липи серцелистої і верби білої.

ВИСНОВКИ

Деревні види рослин тополя дельтолиста або канадська, клен ясенелистий, липа серцелиста, верба біла і верба ламка відзначаються високим ступенем активності ферментів антиоксидантного захисту, що дозволяє їх вирощувати на періодично підтоплюваних територіях населених пунктів м. Кіровограда. Зміна активності ферментів відбувається за схемою супероксиддисмутаза – каталаза – пероксидаза: зниження активності попереднього ферменту індукує активацію наступного.

Активність ферментів антиоксидантної системи рекомендовано використовувати для оцінки рівня стійкості деревних видів рослин проти умов підтоплення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мусієнко М.М. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин / М.М. Мусієнко, Т.В. Паршикова, П.С. Славний – К.: Фотосоціоцентр, 2001. – 200 с.

2. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова, 3-е изд. Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.

3. Непошивайленко Н.О. Еколого-соціальні наслідки підтоплення міських територій та розробка заходів до його зниження (на прикладі міста Дніпродзержинська): автореф. дис. на здобуття наук ступеня канд. пед. наук: –/Н.О.Непошивайленко – Харків, 2005. – 22 с.

4. Переслегина И.А. Активность антиоксидантных ферментов слюны здоровых детей / И.А. Переслегина // Лабораторное дело. – 1989. – № 11. – С. 20–23.

5. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков – М.: Колос, 1968. – 183 с.

6. Растение и стресс. Всероссийский симпозиум. Тезисы докладов / Вл.В. Кузнецов (отв. редактор) – Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, 2010. – 425 с.

7. Свердлова Е.А. Активность каталазы в листьях и корневой системе картофеля при недостаточном и избыточном увлажнении. Влияние разной влажности почвы на физиологию культурных растений. – Л.: Наука, 1977. – С. 61 – 64.

8. Топольний Ф.П. Метеорологія і кліматологія: навч. посібник / Ф.П.Топольний, О.В.Медведєва. - Кіровоград: КНТУ, 2006. - 88 с.

9. Чевари С. Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки и метод определения ее в биологических материалах / С. Чевари, И.Чаба, Й. Секей // Лабораторное дело. – 1985. – № 11. – С. 678–681. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова, 3-е изд. Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.

АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ В ЛИСТЬЯХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОДТАПЛИВАНИЯ

Филимонихина О.Г., Лихолат Ю.В., Григорюк И.А. Серга О.И.

Выяснено динамику процессов пероксидации и изменения активности ферментов антиоксидантной системы в листьях древесных видов растений в условиях подтапливания. Определены наиболее перспективные из них, которые рекомендовано использовать для создания устойчивых фитоценозов на подтапливающих территориях населенных пунктов г. Кіровограда.

Ключевые слова: *древесные виды растений, подтапливание, засуха,*

каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза, малоновый диальдегид.

THE ANTIOXIDANT SYSTEM ACTIVITY OF ENZYMES IN LEAVES OF WOODY PLANT SPECIES IN UNDERFLOODED TERRITORIES

Filimonikhina O.G., Lykholat Yu.V., Hrygoryuk I.P., Serga O.I.

Found dynamics of peroxidation processes and changes in the activity of antioxidant enzymes in the leaves of woody plants in underflooded. Determine the most promising plants that are recommended to use for the creation of sustainable plant communities in underflooded territories of settlements in Kirovograd.

Keywords: *woody plant species, underflooded, drought, catalase, peroxidase, superoxiddismutase, malonic dialdehyde.*