

УДК [582.711.712:581.57] + 58.032

Н.В. РОСІЦЬКА

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України  
вул. Тімірязєвська, 1, Київ, 01014

## АДАПТИВНІ РЕАКЦІЇ РОСЛИН *ROSA CANINA* L. ДО РІЗНИХ УМОВ ЗРОСТАННЯ

Представлені результати експериментів вивчення впливу водного режиму листя *Rosa canina* на динаміку накопичення продуктів перекисного окислення ліпідів і проліну, що свідчать про підвищення адаптивного потенціалу рослин до водного дефіциту протягом доби.

*Ключові слова:* водний дефіцит, перекисне окиснення ліпідів, пролін, вуглеводи, каталаза, пероксидаза

Різке загострення екологічної ситуації у світі в результаті глобального потепління, аридизації клімату, зменшення кількості опадів, вологості ґрунту, розширення площ посушливих регіонів, підвищення у повітрі концентрації вуглекислого газу роблять проблему вивчення формування комплексу адаптивних реакцій у рослин актуальною. Водний стрес є одним з найпоширеніших абіотичних факторів довкілля. Зокрема, Україна належить до найменш водозабезпечених європейських держав: сумарні водні ресурси України в середньоводний рік становлять 48,8 км<sup>3</sup>, а у багатоводні роки – 83,5 км<sup>3</sup> [7].

Однією із швидких і неспецифічних реакцій рослинних клітин на будь-який стрес, включно водний дефіцит, є накопичення продуктів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ). Наслідками активації ПОЛ є зміни жирнокислотного складу ліпідів, в'язкості клітинних мембран та їх проникності для іонів і води, що, у свою чергу, впливає на каталітичну активність мембранозв'язаних ферментів та позначається на інтенсивності метаболічних процесів і функціонуванні рослин. Характер відзначених змін великою мірою залежить від напруженості дії несприятливого чинника, тобто його інтенсивності та тривалості впливу, а також чутливості та стадії розвитку рослинного організму тощо [1].

Початковим етапом ПОЛ є утворення дієнових кон'югатів. Наступні етапи пероксидації пов'язані із збільшенням гідропероксидації ліпідів. Кінцевим продуктом цього процесу є малоновий діальдегід (МДА) – високотоксична сполука, яка порушує метаболізм у клітині. Проміжні і кінцеві продукти ПОЛ, які нагромаджуються при активації цього процесу за дії стресу, виявляють певний модифікуючий вплив на мембрани та деякі ферменти. Посилене утворення МДА є наслідком окиснення лінолевої й ліноленової кислот, фосфоліпідів та галактоліпідів мембран хлоропластів, які беруть участь в організації реакційних центрів ФС 1 і 2. МДА спроможний взаємодіяти з вільними аміногрупами білків, компонентами фосфоліпідів, ініціювати появу в мембранах етилену, що може призвести до змін властивостей як окремих компонентів, так і мембран в цілому [4]. Продукти ПОЛ є не лише відображення окислювальної деструкції ліпідів, а й можуть бути задіяні на етапі старіння. Крім того, МДА під час старіння рослин бере участь в утворенні ліпофусцинових сполук – так званих пігментів старіння [1].

Показником інтенсифікації перекисного окиснення може бути не лише збільшення кількості продуктів ПОЛ, але й швидкість залучення антиоксидантних ресурсів, що здатні підтримувати ПОЛ у фізіологічно безпечних межах [5]. Тому збалансованість між перекисним окисненням і антиоксидантною активністю є необхідною умовою для підтримання нормальної життєдіяльності рослинного організму. Зокрема, пролін завдяки своїм антиоксидантним властивостям здатний послаблювати процеси перекисного окиснення [18; 10]. Особливості структурної будови і висока гігроскопічність молекули проліну сприяють зв'язуванню і утримуванию пулів води в клітинних компартментах за дії водного стресу, при цьому звільнюється енергія при синтезі глутамінової кислоти, яка утилізується на синтез АТФ та білка. Взаємодія молекул проліну з білками підвищує розчинність і сприяє захисту білків від денатурації в умовах посухи. Зміна осмотичного потенціалу „запускає” синтез проліну, який утворюється за дії посухи, в основному, за рахунок синтезу *de novo* [4]. Крім того, зміни його

вмісту можуть відбуватися не лише за умов зміненого середовища, але й бути пов'язаними із фізіологічними процесами, що протікають в рослинних організмах [19].

Метою роботи було дослідження добового накопичення продуктів пероксидного окиснення ліпідів та вільного проліну, а також вмісту цукрів, біогенних елементів та активність антиоксидантних ферментів у листках шипшини собачої за дії водного дефіциту.

### Матеріал і методи досліджень

Експериментальна робота виконувалась у відділі алелопатії Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України у квітні–травні 2008–2010 р.р. Об'єкти досліджень – одновікові рослини *Rosa canina* L., які зростають на колекційній ділянці з дотриманням необхідної агротехніки (контроль) та на ботаніко-географічній ділянці „Степи України” без будь-якого догляду. Протягом доби через кожні дві години відбирали листки рослин для дослідження пероксидації ліпідів за вмістом тіобарбітурової кислоти активних продуктів (ТБКАП). Концентрацію ТБКАП визначали за вмістом МДА [6], а ступінь адаптації рослин до стрес-фактору, зокрема посухи, – за вмістом проліну [17]. Водний режим листків аналізували за І.П. Григорюком та ін. [16], вміст біогенних елементів у рослинах – за методикою Г.Я. Рінькіса [14], цукрів – за Г.Є. Бертраном [13], каталази – за А.Н. Бахом і А.І. Опаріним [13], пероксидази – за А.М. Бояркіним [13]. Повторність дослідів 6-10-ти кратна.

### Результати досліджень та їх обговорення

У результаті проведених досліджень виявлено суттєві відмінності у забезпеченні рослин шипшини собачої вологою протягом доби (рис. 1).

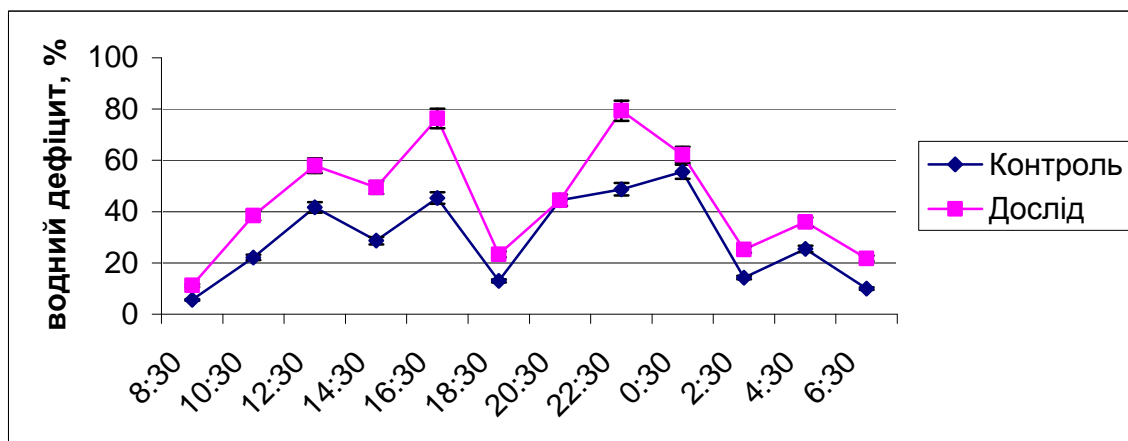


Рис.1. Добова динаміка водного дефіциту *R. canina*

Експериментально доведено, що з 6<sup>30</sup> до 8<sup>30</sup> год. ранку водний дефіцит (ВД) листків низький і становить 6–10% для рослин з контрольної ділянки та 11–22% з дослідної. Надалі спостерігається стрімке збільшення ВД на 16<sup>30</sup> год. (45% у рослин шипшини з колекційної ділянки та 76% з ботаніко-географічної). О 18<sup>30</sup> год. ВД швидко зменшується у 3,3–3,75 рази, але о 20<sup>30</sup> ВД зростає до 44 % в обох варіантах. З 22<sup>30</sup> до 24<sup>30</sup> год. ВД досягає максимальних показників (48–56 % у рослин контрольного варіанту та 62–79% – дослідного). О 2<sup>00</sup> ВД у рослин з колекційної ділянки зменшується у 4, а з дослідної – у 2,5 рази. Проте через 2 год. ВД зростає у 1,4 (дослід) та 1,8 (контроль) рази. Отже, експериментально показано, що у рослин шипшини, які зростають на ботаніко-географічній ділянці „Степи України”, показники ВД листків протягом доби у 1,1–2,3 рази вищі порівняно з листками рослин на колекційній ділянці.

Суттєві розбіжності виявлено також і в концентрації біогенних елементів в листках шипшини собачої (табл.1). Найбільші відмінності спостерігались у концентрації калію і кальцію, які відповідають за водний статус рослин. Так, вміст калію у *R. canina* на ботаніко-географічній ділянці „Степи України” в 1,6 раза менший, а кальцію – в 2,5 раза більший порівняно з рослинами на колекційній ділянці. Відомо, що рослини із високим вмістом калію краще утримують воду і більш раціонально використовують її, що є наслідком поліпшеного контролю за механізмом відкриття та закриття продихів [9]. Дефіцит вологи спричиняє значне підвищення рівня кальцію в клітинах листків, що, з одного боку, відіграє певну роль в

збільшенні стійкості і адаптації рослин до недостатнього водозабезпечення, а з іншого – приводить до дисбалансу іонного обміну [8].

Таблиця 1

Вміст біогенних елементів у листках шипшини собачої, %

Вид	Місцезростання	Елемент				
		N	P	K	Ca	Mg
Шипшина собача	Колекційна ділянка	1,35 ± 0,0544	0,55 ± 0,0222	17,07 ± 0,5671	0,72 ± 0,0315	1,03 ± 0,0340
	Ділянка „Степи України”	0,11 ± 0,0036	0,84 ± 0,0327	10,67 ± 0,5140	1,80 ± 0,0752	0,87 ± 0,0148

Азотне голодування веде до порушення синтезу амінокислот, білків, викликає хлороз листків і, зрештою гальмує ріст клітин. Характерною ознакою магнієвого голодування є втрата хлорофілу старими листками між жилками, спад інтенсивності фотосинтезу і асиміляції [2]. Зокрема, у рослин з колекційної ділянки концентрація азоту в 12 раз вища, ніж у рослин з ботаніко-географічної, а марганцю – в 1,2 рази. Неоднакове накопичення поживних речовин в тканинах рослин свідчать про різну пристосованість рослинних організмів до умов середовища [11]. Головним результатом фотосинтезу в листках за нормальних умов функціонування рослин переважно є утворення вуглеводів, які служать основним живильним, енергетичним і структурним матеріалом для росту і розвитку клітин і тканин [3]. У рослин цукри є фізіологічними сигналами, які активують або репресують експресію генів, відповідальних за більшість основних процесів – фотосинтез, дихання, синтез і деградацію крохмалю, захист від патогенів [15]. Особливості вуглеводного обміну за недостатнього водозабезпечення клітин визначають швидкістю, глибиною і тривалістю зневоднення клітин, а також фізіологічним станом і біологічними особливостями рослин [12]. Зневоднення клітин починається з втрати вільної води, зменшення водної оболонки білків. Порушується функціональність білків-ферментів, спадає активність ферментів синтезу, активізуються гідролітичні процеси [2]. Гідроліз полісахаридів призводить до збільшення у тканинах мобільних вуглеводів, моноцукрів, дисахаридів, первинний синтез і відтік яких в корені сповільнений [3]. Вміст моноцукрів і сахарози на початку в'янення рослин зменшується, а потім вміст сахарози збільшується, що пояснюється посиленням гідролізу і зменшенням кількості геміцелюлоз [12]. Підвищення рівня цукрів пригнічує ріст, зменшує ефективність фотосинтезу, спричинює акумуляцію антоціанів, скручування, хлороз і некроз листків [16]. У непристосованих рослинах нагромадження сахарози та інших цукрів провокує інтенсивне дихання [3].

Аналіз отриманих результатів показав (табл.2), що вміст цукрів у рослин шипшини собачої із ділянки з недостатнім водозабезпеченням у 1,3 раза вищий ніж у рослин з достатнім водозабезпеченням. При цьому концентрація сахарози вища у 1,4, а глюкози – у 1,2 рази.

Таблиця 2

Вміст цукрів у листках шипшини собачої, %

Вид	Місцезростання	Моноцукри	Дицукри	Загальна кількість
Шипшина собача	Колекційна ділянка	5,11 ± 0,2044	5,810 ± 0,2649	10,92 ± 0,3491
	Ділянка „Степи України”	6,22 ± 0,2177	8,30 ± 0,3320	14,52 ± 0,5953

Отже, збільшення вмісту простих вуглеводів у листках не у результаті активізації фотосинтезу, а за умов водного дефіциту – це неспецифічна адаптивна реакція стійких здорових рослин на несприятливі умови [2].

Оцінка інтенсивності ПОЛ за величиною накопичення МДА є одним з критеріїв ранньої діагностики стресу. Аналіз отриманих результатів показав (рис.2), що з 8<sup>30</sup> до 22<sup>30</sup> години спостерігається відносно стабільна концентрація МДА, з підвищенням о 16<sup>30</sup>. При цьому вміст МДА у рослин з ботаніко-географічної ділянки „Степи України” у 1,1 – 1,7 раза більший ніж з колекційної ділянки. З 24<sup>30</sup> год. відбувається швидке накопичення МДА до максимальних

показників о 2<sup>30</sup> годині. О 4<sup>30</sup> год. концентрація МДА зменшується з наступним підвищенням о 6<sup>30</sup>.

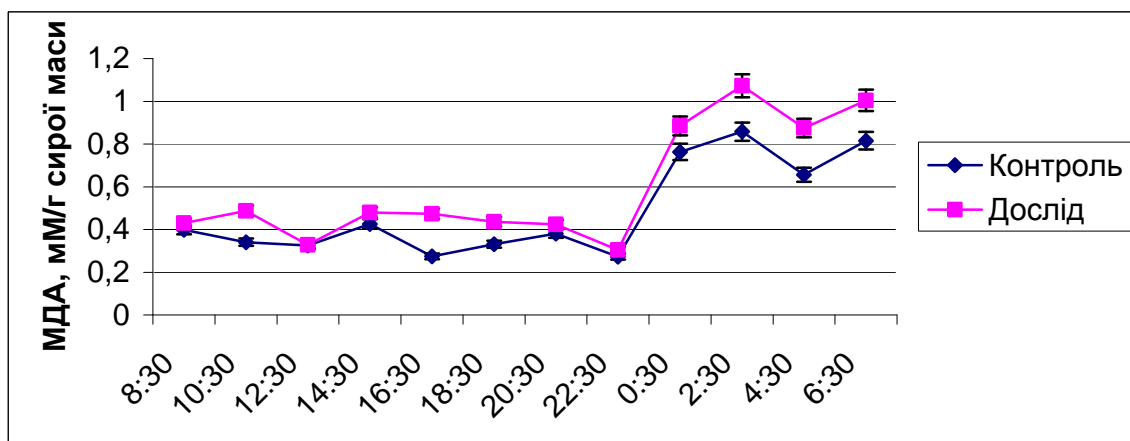


Рис. 2. Динаміка вмісту МДА у листках *R. canina* протягом доби

Зміни, які відбуваються в клітині в результаті впливу стресу і продуктів ПОЛ, очевидно можуть бути пусковими для відповідних механізмів захисту. Про це свідчить, зокрема, підвищення активності каталази та пероксидази [4]. Так, активність каталази у *R. canina* на ботаніко-географічній ділянці „Степи України” зростала в 1,5 рази, а пероксидази – в 1,2 рази порівняно з рослинами на колекційній ділянці.

Значні розбіжності виявлено також у кількісних показниках проліну (рис. 3), вміст якого в рослинах, що знаходяться у пригніченому стані був більшим. Концентрація цієї амінокислоти є незначною з 8<sup>30</sup> до 12<sup>30</sup>, хоча у рослин з дослідної ділянки її вміст вищий у 4,5–5,5 рази. З 14<sup>30</sup> год. спостерігається швидке накопичення вільного проліну і досягання максимального вмісту о 16<sup>30</sup>, при чому концентрація проліну у дослідних рослин у 2,6 рази вища, ніж у контрольних. Протягом наступних годин вміст проліну знижується до мінімуму о 24<sup>30</sup> год., а потім поступово збільшується до 6<sup>30</sup> у 3 – 9 разів.

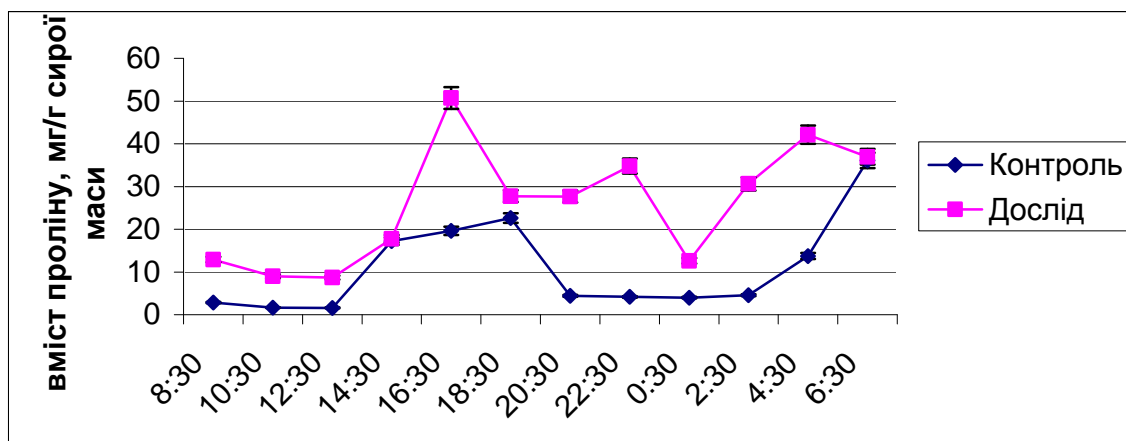


Рис. 3. Динаміка вмісту проліну у листках *Rosa canina* протягом доби

### Висновки

Отримані результати дозволяють стверджувати, що порушення водного забезпечення рослин супроводжується інтенсивним накопиченням МДА та вільного проліну. Виявлено залежність між ступенем оводненості листків шипшини собачої та активністю антиоксидантної системи захисту рослин. Виявлено підвищення водного дефіциту протягом доби вдвічі. Істотне підвищення концентрації МДА, проліну та вуглеводів у тканинах свідчить про підвищення адаптивного потенціалу рослин до водного стресу протягом доби.

1. Бараненко В. В. Пероксидне окиснення ліпідів у листках *Sium latifolium* L. за різних умов водозабезпечення / В. В. Бараненко // Укр. ботан. журн. – 2009. – Т. 66, № 5. – С. 713 – 721.
2. Гнатів П. С. Вуглеводи в листках як показник адаптації бука лісового в техногенному середовищі / П. С. Гнатів, Д. В. Артемовська // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. – 2002. – Вип. 4. – С. 195 – 201.
3. Гнатів П. С. Дендрофізіологічні проблеми інтродукції рослин в антропогенно трансформоване середовище / П. С. Гнатів // Наукові праці лісівничої академії наук України: Зб. наукових праць. – Львів: НУ „Львівська політехніка”. – 2002. – №1. – С. 99 – 103.
4. Григорюк І. П. Фізіологічні основи регуляції посухостійкості картоплі. / І. П. Григорюк, Т. П. Нижник – Хмельницький – Київ: Вид-во Сергія Пантюка, 2004. – 236 с.
5. Гришко В. М. Перебіг процесів пероксидного окиснення ліпідів та роль аскорбінової кислоти у формуванні адаптаційного синдрому рослин за сумісної дії кадмію та нікелю / В. М. Гришко, Т. А. Демура. // Доп. НАН України. – 2009. – №2. – С. 154 – 162.
6. Кабашикова Л. Ф. Методи оценки физиологического состояния растений в условиях засухи. / Кабашикова Л. Ф., Пшибытко Н. Л., Абрамчик Л. М. – Минск: Белорусская наука. – 2007. – 42 с.
7. Качинський А. Б. Порівняльний аналіз стану навколишнього середовища України та окремих держав світу / А. Б. Качинський, С. І. Лавриненко // Стратегічна панорама. – 1999. – №4. – С.140 – 149.
8. Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях / [Кордюм Е. Л., Сытник К. М., Бараненко В. В. и др.]; под ред. чл.-корр. НАН Украины Е. Л. Кордюм. – К. : Наук. думка, 2003. – 277 с.
9. Коць С. Я. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин / С. Я. Коць, Н. В. Петерсон. – К. : Логос, 2005. – 150 с.
10. Маменко Т. П. Вплив саліцилової кислоти на активність антиоксидантних процесів в озимій пшениці за умов різного водозабезпечення / Т. П. Маменко, Л. В. Роїк // Физиол. и биохим. культ. раст. – 2008. – Т. 40, № 1. – С. 69 – 77.
11. Моренець Ю. М. Накопичення розчинних білків в рослинах роду *Spigaea* L., інтродукованих в степове Придніпров'я / Моренець Ю. М., Долгова Л. Г., Чернікова О. В. // Молодь та поступ біології: Зб. тез третьої Міжнар. конф. студентів та аспірантів. 23–27 квітня 2007 р., м. Львів. – Львів, 2007. – С. 432.
12. Орлюк А. П. Морфологічні і фізіологічні показники посухостійкості *Triticum aestivum* L. / А. П. Орлюк, Л. О. Усик // Чорноморський ботанічний журнал. – 2005. – Т.1, №1. – С. 90 – 98.
13. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. / Б. П. Плешков. – М. : Агропромиздат, 1985. – 255 с.
14. Ринькис Г. Я. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами. / Г. Я. Ринькис, В. Ф. Ноллендорф – Рига: Зинатне, 1982. – 202 с.
15. Сиваш О. О. Цукри як ключова ланка в регуляції метаболізму фотосинтезуючих клітин / Сиваш О. О., Михайленко Н. Ф., Золотарьова О. К. // Укр. ботан. журн. – 2001. – Т. 58, №1. – С. 121 – 127.
16. Современные методы исследований и оценки засухо- и жароустойчивости растений / [Григорюк И. А., Ткачев В. И., Савинский С. В., Мусиенко Н. Н.] – К. : Наук. світ, 2003. – 139 с.
17. Стаценко А. П. Биохимический прогноз жаростойкости у зерновых и бобовых культур / А. П. Стаценко // Достижения науки и техники – АПК. – 1999. – № 7. – С. 29 – 30.
18. Чижикова О. А. Активність ключових ферментів синтезу та розкладу проліну в проростках кукурудзи за умов засолення та обробки синтетичними регуляторами росту / О. А. Чижикова, Т. О. Паладіна // Доп. НАН України. – 2007. - № 3. – С. 191 – 195.
19. Чижикова О. А. Вміст вільного проліну та водорозчинних цукрі в листках *Sium latifolium* L. та *Alisma plantago-aquatica* L. різних екотипів / О. А. Чижикова, Н. В. Слюсарєва // Молодь та поступ біології: Зб. тез третьої Міжнар. конф. студентів та аспірантів. 23–27 квітня 2007 р., м. Львів). – Львів, 2007. – С. 101.

Н.В. Росицкая

Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины, Киев

#### АДАПТИВНІ РЕАКЦІЇ РАСТЕНЬ *ROSA CANINA* L. К РІЗНИМ УСЛОВІЯМ ПРОИЗРОСТАННЯ

Приведены результаты экспериментов по изучению влияния водного режима листьев *Rosa canina* на динамику накопления продуктов пероксидного окисления липидов и пролина,

свидетельствующие о повышении адаптивного потенциала растений к водному дефициту в течение суток.

*Ключевые слова: засуха, продукты пероксидного окисления липидов, пролин, каталаза, пероксидаза*

*N. V. Rositska*

M.M. Gryshko National Botanical Gardens, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

#### ADAPTIVE REACTIONS OF *ROSA CANINA* L. ON DIFFERENT GROWTH CONDITIONS

The results of investigation water regime influence on the content accumulation of lipid peroxidation product and free proline in *Rosa canina* leaves were shown. The direct relationship between antioxidant activity defense system of plants and water degree in the *Rosa canina* leaves was established. The increasing water deficit was seen twice during the day. The significant increasing of lipid peroxidation product content and free proline in leaves during the day has been shown growth adaptive potential in plants.

*Key words: drought stress, lipid peroxidation product, free proline, catalase, peroxidase*

Рекомендує до друку

Надійшла 22.09.2010

М.М. Барна

УДК 911.9:502

Л.П. ЦАРИК

Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка  
вул. М.Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

### **РЕПРЕЗЕНТАТИВНІСТЬ ТЕРИТОРІЙ ТА ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ У ФУНКЦІОНАЛЬНІЙ СТРУКТУРІ ПЕРСПЕКТИВНОЇ ЕКОМЕРЕЖІ ПОДІЛЛЯ**

Досліджено функціонально-просторову структуру територій та об'єктів природно-заповідного фонду з позиції їх використання як структурних елементів перспективної екомережі Поділля. Запропоновано 41 ключову територію національного, регіонального і локального рівнів, які репрезентують біотичне і ландшафтне різноманіття фізико-географічних районів.

*Ключові слова: заповідна мережа, екомережа, ключова територія, сполучна територія, фізико-географічний район*

Формування перспективних екомереж передбачає реалізацію трисидної мети з чітко окресленими природоохоронними, соціальними і економічними завданнями, що є втіленням у практичну площину стратегічних підходів сталого розвитку території. Заповідні мережі, території та об'єкти природно-заповідного фонду є реальними структурними елементами формування перспективної природоохоронної системи. Тому аналіз функціонально-просторової структури наявної мережі заповідних територій та об'єктів з позиції їх ролі у перспективній екомережі є необхідною передумовою ефективної реалізації регіонального проекту.

#### **Матеріал і методи досліджень**

Вихідними матеріалами для дослідження стали звіти обласних управлінь з охорони навколишнього природного середовища за 2006-2008 роки та матеріали експедиційних досліджень автора. В процесі роботи використовувалися статистичний, історико-географічний,