

УДК 582.475.4:581.45:[58.032+581.57]

Н. В. РОСІЦЬКА

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

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ СТІЙКОСТІ PINUS SYLVESTRIS L. ДО ДІЇ ПОСУХИ

Наведені результати дослідження впливу водного режиму на накопичення продуктів пероксидного окислення ліпідів і вільного проліну в хвої *Pinus sylvestris*. Встановлений прямий зв'язок між продуктами пероксидного окислення ліпідів і водним дефіцитом в хвої сосни звичайної. Значне підвищення концентрації продуктів пероксидного окислення ліпідів і вільного проліну в хвої протягом дня вказує на зростання адаптивного потенціалу рослин.

Ключові слова: *Pinus sylvestris*, водний дефіцит, пероксидне окиснення ліпідів, пролін, вуглеводи, каталаза, пероксидаза

Одним з найбільш суттєвих і небезпечних факторів, що негативно впливають на ріст і розвиток рослин, є посуха. Відомо, що результатом негативного впливу екзогенних абіотичних факторів на ростові процеси є активація пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ), що призводить до порушення рівноваги в системі прооксиданти↔антиоксиданти і супроводжується розвитком окисного стресу. Процес адаптації рослин до стресових умов існування включає активну участь компонентів ферментативної системи захисту, які відіграють важливу роль у захисних реакціях рослин. Антиоксиданти здатні зв'язувати вільні радикали, які діють у напрямі розвитку деструктивних окисних процесів, що посилюються за умов впливу на клітину стрес-факторів. Накопичення антиоксидантів сприяє інгібуванню деструктивних реакцій вільнорадикального окиснення [5]. Доведено, що при наявності стресів у тканинах рослин зростає вміст проліну, який сприяє підвищенню стійкості організму до дії несприятливих факторів, включно і до посухи, за рахунок збільшення водоутримуючої здатності клітин. Пролін виконує протекторні функції, захищає білки і мембранні структури від ушкоджень, викликаних дією стрес-факторів [9].

Метою роботи було дослідження добового розподілу в фотосинтезуючих органах сосни звичайної продуктів пероксидного окиснення ліпідів, вільного проліну, цукрів, фотосинтетичних пігментів та визначення активності антиоксидантних ферментів у хвої за водного дефіциту.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальна робота виконувалась у відділі аделопатії Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України у квітні–травні 2008-2010 рр.

Об'єктами досліджень слугували одноліткові рослини *Pinus sylvestris* L. у задовільному стані за умов дотримання усіх агротехнічних заходів (контроль) та у пригніченому стані без догляду (дослід). Протягом доби через кожні дві години відбирали хвою для дослідження процесів пероксидації ліпідів за вмістом тіобарбітурової кислоти активних продуктів (ТБКАП). Концентрацію ТБКАП визначали за вмістом малонового альдегіду (МДА) [1], а ступінь адаптації рослин до стрес-фактору, зокрема, посухи – за вмістом проліну [9]. Водний режим листків аналізували за Григорюк та ін. [7]. Вміст фотосинтетичних пігментів аналізували за Х.М. Починком [4], цукрів — за Г.Є. Бертраном [3], каталази – за А.Н. Бахом і А.І. Опаріним [3], пероксидази – за А.М. Бояркіним [3]. Повторність дослідів 6–10-ти кратна.

Отримані дані опрацьовували статистично. У роботі наведені середні арифметичні дані з урахуванням похибок, відмінності вважали вірогідними, якщо $p \leq 0,05$ [2].

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз динаміки водного потенціалу хвої сосни звичайної показав суттєві розбіжності у забезпеченні рослин вологою протягом доби. З'ясовано, що водний дефіцит хвої у дослідних рослин в 1,1–2,4 рази більший, ніж у контрольних. Протягом доби тричі зафіксовано підвищення водного дефіциту, а саме о 14³⁰, 22³⁰ та 4³⁰ годинах (рис.1).

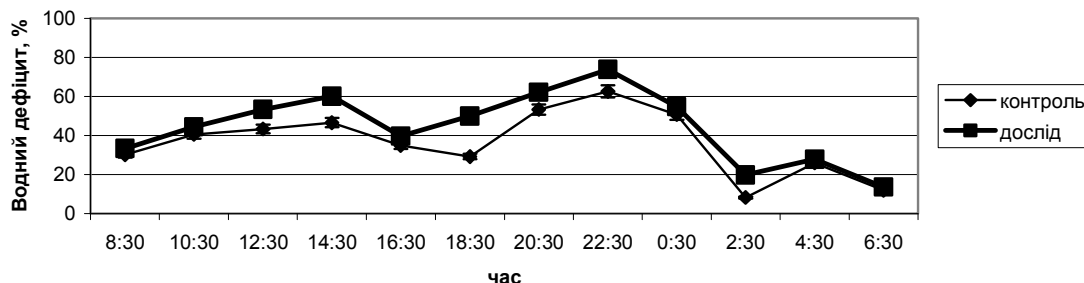


Рис.1. Динаміка водного дефіциту в хвої сосни звичайної протягом доби

Цікаві результати отримано також при аналізі вмісту фотосинтезних пігментів, оскільки концентрацію хлорофілу вважають дуже чутливим індикатором сприйняття рослинами водного стресу [8]. Нами встановлено, що вміст хлорофілу у хвої рослин контрольного варіанту у 1,1–2,0 рази вищий порівняно з рослинами дослідного варіанту (табл.1).

Таблиця 1

Вміст фотосинтезних пігментів у хвої сосни звичайної, мг/100 г сирової маси

Варіант дослід		Хлорофіл		Сума хл. a+b	Каротиноїди	Хл. a / хл. b
		a	b			
8 ³⁰	контроль	57,12±1,99	43,58±1,22	100,70±4,02	18,32±0,51	1,31±0,04
	дослід	54,97±1,97	42,50±1,53	97,48±3,89	17,75±0,44	1,29±0,04
10 ³⁰	контроль	65,93±1,65	53,85±1,50	119,78±4,97	22,83±0,68	1,22±0,03
	дослід	54,30±2,11	44,60±1,29	98,90±4,90	16,90±0,50	1,22±0,03
12 ³⁰	контроль	54,49±2,45	42,63±1,70	97,12±3,88	17,17±0,51	1,28±0,05
	дослід	51,42±1,54	33,40±1,30	84,82±3,05	14,59±0,58	1,54±0,04
14 ³⁰	контроль	57,19±1,61	46,38±1,85	103,56±2,89	19,81±,79	1,23±0,04
	дослід	56,28±2,70	41,04±2,01	97,33±3,89	16,90±0,67	1,37±0,04
16 ³⁰	контроль	61,08±1,71	53,33±2,13	114,40±3,20	20,75±0,78	1,15±0,03
	дослід	54,64±1,64	39,41±0,98	94,05±2,63	17,45±0,69	1,39±0,05
18 ³⁰	контроль	57,38±2,29	46,28±1,85	103,67±2,90	20,34±0,56	1,24±0,03
	дослід	50,11±1,80	33,81±1,31	83,92±3,35	16,17±0,45	1,48±0,02
20 ³⁰	контроль	55,89±2,17	40,29±1,98	96,17±4,70	16,46±0,65	1,39±0,04
	дослід	53,19±2,60	41,78±1,67	94,97±2,66	23,20±0,83	1,27±0,03
22 ³⁰	контроль	55,40±1,37	46,81±1,87	102,20±4,08	18,27±0,73	1,18±0,03
	дослід	49,09±1,91	45,51±1,82	94,60±3,78	16,27±0,40	1,08±0,02
0 ³⁰	контроль	51,60±2,06	37,93±1,06	89,52±3,58	17,39±0,48	1,36±0,03
	дослід	48,59±1,94	35,58±1,42	84,17±2,52	15,00±0,45	1,50±0,03
2 ³⁰	контроль	57,15±1,42	39,90±1,11	97,05±4,80	18,62±0,52	1,43±0,05
	дослід	52,19±2,08	40,68±1,98	92,87±3,71	17,51±0,70	1,28±0,03
4 ³⁰	контроль	59,08±2,83	46,00±1,28	105,08±4,20	22,00±0,85	1,29±0,03
	дослід	34,17±1,60	19,60±0,49	53,76±2,15	12,96±0,36	1,74±0,04
6 ³⁰	контроль	50,45±1,41	38,89±1,55	89,34±3,57	19,25±0,92	1,30±0,03
	дослід	48,28±2,30	35,21±1,41	83,48±2,50	16,83±0,67	1,37±0,03

БІОХІМІЯ

Важливу роль у фотосинтезі рослин відіграють також каротиноїди, які не тільки постачають додаткову світлову енергію до реакційних центрів фотосистем I і II, але і захищають хлорофіли від деструктивної дії світла і кисню. У більшості випадків каротиноїди менш чутливі до водного стресу, ніж хлорофіли [10], проте нашими експериментами показано інгібуючий вплив водного дефіциту на біосинтез каротиноїдів.

Відомо, що водний дефіцит викликає підвищення рівня цукрів, пригнічує ріст рослин, зменшує ефективність фотосинтезу, спричинює акумуляцію антоціанів, хлороз та некроз листків [6].

Таблиця 2

Вміст цукрів у хвої сосни звичайної, %

Вид	Варіант досліду	Моноцукри	Дицукри	Загальна кількість
Сосна звичайна	Контроль	5,11±0,21	16,73±0,64	21,84±0,78
	Дослід	7,67±0,19	15,99±0,68	23,66±0,68

Експериментально доведено (табл. 2) підвищення вмісту розчинних цукрів в 1,2 рази у дослідних рослин порівняно з контрольними.

Заслужують на увагу результати, отримані при дослідженні активності окисно-відновних ферментів. З'ясовано, що за дії водного дефіциту активність пероксидази у хвої сосни звичайної зростає у 2,0 рази. Водночас активність каталази під впливом стресового чинника збільшується на 141%.

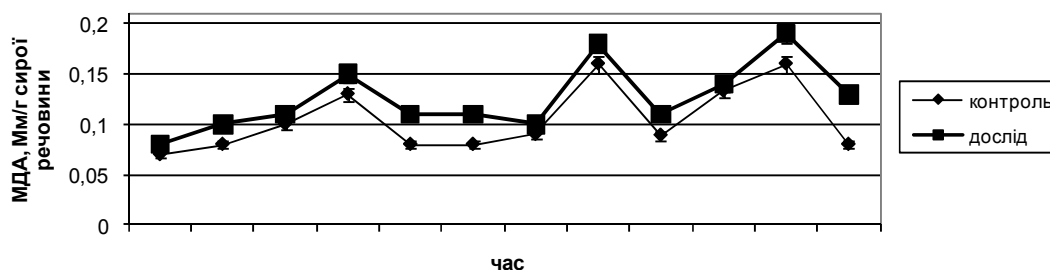


Рис. 2. Концентрація МДА в хвої сосни звичайної протягом доби

Певні відмінності спостерігались і в концентрації МДА. Так, порушення водного забезпечення рослин супроводжувалося прямопропорційними змінами концентрації ПОЛ (рис.2). Зокрема, вміст ПОЛ тричі зростав о 14³⁰, 22³⁰ та 4³⁰ годинах протягом доби.

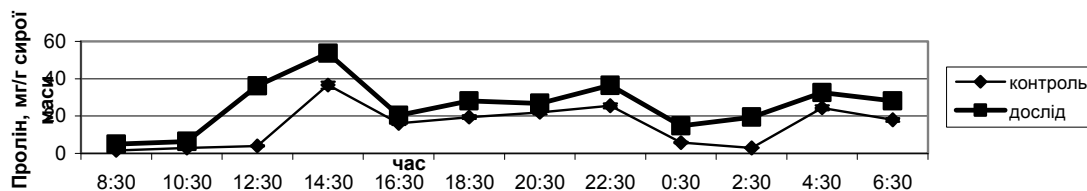


Рис. 3. Вміст проліну в хвоїнах сосни звичайної протягом доби

Крім того, встановлено, що дефіцит вологи призводив до підвищення синтезу проліну (рис. 3). При цьому також відмічено триразове зростання концентрації проліну протягом доби.

Висновки

Отже, отримані результати дозволяють стверджувати, що порушення водного забезпечення рослин супроводжується інтенсивним накопиченням МДА та вільного проліну. Виявлено залежність між ступенем оводненості хвої сосни звичайної та активністю антиоксидантної системи захисту рослин. Встановлене істотне підвищення концентрації МДА, проліну та вуглеводів в тканинах свідчить про зростання адаптивного потенціалу рослин до водного стресу протягом доби.

1. Кабашикова Л. Ф. Методы оценки физиологического состояния растений в условиях засухи / Л. Ф. Кабашикова, Н. Л. Пшибытко, Л. М. Абрамчик. – Минск : Белорусская наука, 2007. – 42 с.
2. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.
3. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. – М. : Агропромиздат, 1985. – 255 с.
4. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений / Х. Н. Починок – Киев : Наукова думка, 1976. – 336 с.
5. Россихіна Г. Стан антиоксидантної ферментативної системи рослин кукурудзи за дії ґрунтових гербіцидів і посухи / Г. Россихіна // Вісник Львів. ун-ту. Серія Біологічна. – 2010. – Вип. 53. – С. 188–198.
6. Сиваш О. О. Цукри як ключова ланка в регуляції метаболізму фотосинтезуючих клітин / О. О. Сиваш, Н. Ф. Михайленко, О. К. Золотарьова // Укр. ботан. журн. – 2001. – Т.58, №1. – С. 121–127.
7. *Современные* методы исследований и оценки засухо- и жароустойчивости растений / И. А. Григорюк, В. И. Ткачев, С. В. Савинский, Н. Н. Мусиенко. – Київ : Науковий світ, 2003. – 139 с.
8. Соколовська-Сергієнко О. Г. Особливості реакції фотосинтетичного апарату контрастних за посухостійкістю сортів озимої пшениці на ґрунтову посуху / О. Г. Соколовська-Сергієнко, О. О. Стасик // Вісн. Укр.тов-ва генетиків і селекціонерів. – 2008. – Т. 6, № 1. – С. 137–144.
9. Стаценко А. П. Биохимический прогноз жаростойкости у зерновых и бобовых культур / А. П. Стаценко // Достижения науки и техники АПК. – 1999. – № 7. – С. 29–30.
10. Таран Н. Ю. Каротиноїди фотосинтетичних тканин за умови посухи / Н. Ю Таран // Физиология и биохимия культ. растений . – 1999. – № 6. – С. 414–422.

Н.В. Росицкая

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

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ *Pinus sylvestris* L. К ДЕЙСТВИЮ ЗАСУХИ

Показаны результаты исследования влияния водного режима на накопление продуктов перекисного окисления липидов и свободного пролина в хвое *Pinus sylvestris*. Установлена прямая связь между продуктами перекисного окисления липидов и водным дефицитом в хвое сосны обыкновенной. Значительное повышение концентрации продуктов перекисного окисления липидов и свободного пролина в хвое в течение дня указывает на рост адаптивного потенциала растений.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris*, водный стресс, пероксидное окисления липидов, пролин, углеводы, каталаза, пероксидаза

N.V. Rositska

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

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL STABILITY ASPECTS OF *Pinus sylvestris* L. TO DROUGHT

The results of investigation water regime influence on accumulation the content of lipid peroxidation product and free proline in *Pinus sylvestris* needles were shown. The direct relationship between the lipid peroxidation product content and water degree in the *Pinus sylvestris* needles was established. The significant increasing of lipid peroxidation product content and free proline in needles during the day has been shown adaptive potential growth in plants.

Keywords: *Pinus sylvestris*, drought stress, lipid peroxidation product, free proline, sugar, catalase, peroxidase.

Рекомендує до друку

Н.М. Дробик

Надійшла 27.02.2011