

ВПЛИВ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОЇ РАДІАЦІЇ НА БІОСИНТЕЗ ПІГМЕНТІВ У ЛИСТАХ КАРТОПЛІ (*SOLANUM TUBEROSUM*)

Дослідили вплив ультрафіолетової радіації (УФР) сумарного діапазону на біосинтез пігментів листя меристемних регенерантів картоплі сортів Скарб та Одісей білоруської селекції. Встановили, що різні дози УФР мають як стимулюючу, так і інгібуючу дію на біосинтез пігментів. Зміни концентрації пігментів у листях меристемних регенерантів картоплі досліджуваних сортів мають динаміку переважно коливального характеру.

Ключові слова: ультрафіолет, *Solanum*, біосинтез.

Вступ

У зв'язку з інтенсифікацією антропогенної дії на атмосферу землі, в останні роки набуває все більше теоретичного і практичного значення знання природи чутливості різних сільгоспкультур до ультрафіолетової радіації (УФР) та адаптогенних механізмів її регуляції. На сьогодні достовірно встановлено, що короткохвильове світло впливає на перебіг практично всіх біологічних процесів, що відбуваються у вищих рослин, і під дією ультрафіолетового (УФ) випромінювання змінюються чисельні морфо-фізіологічні та біохімічні параметри рослинних клітин [8]. Ці зміни залежать від тканини, стадії розвитку організму, його генотипу і умов опромінення: тривалості та спектрального складу випромінювання. Випромінювання з різною довжиною хвиль по-різному діє на рослинні клітини. Мішенню короткохвильової УФ-С радіації в клітині є ДНК, мішенню УФ-В - переважале білки [14; 1]. УФ-А має, в основному, фітотрегуляторну дію і визначає зміну метаболізму рослинних тканин при стресовій дії. Але у високих дозах УФ-А також здатний викликати пошкодження в живих клітинах [6]. Пігментна система хлоропластів є важливим структурним та функціональним компонентом фотосинтетичного апарату. Вивчення утворення пігментів у зеленій рослині – одна з центральних проблем у дослідженні фотосинтезу, бо хлоропласт – основна ланка в забезпеченні живої клітини енергетичним і пластичним матеріалом [6]. У зв'язку з цим цікавими є спроби дослідників оцінити роль УФ світла в утворенні пігментів у листях. Згідно Годнева Т.Н., Кахалевич Л.В. добре відома негативна дія УФР на біосинтез пігментів і ферментну систему рослин. Але цими ж авторами було показано [5], що УФ світло (лампа АРК-2, інтенсивність УФ радіації $1,4\text{--}2,6\cdot 10^{-4}$ ерг/см²-сек, опромінення 1–3 хвилини) на фоні додаткового освітлення люмінесцентними лампами ДС-30 при доборі оптимального дозування (30 сек і 1 хв.) допомагає збільшенню вмісту пігментів (дослідження проводились на шпинаті, цибулі, салаті, редисці). Шахов А. А. и Шищенко С. В. у своїх дослідженнях по додатковому опроміненню УФ світлом капусти, буряку, ріпки, гороху (бактерицидні лампи) також відмічають позитивний вплив УФР на біосинтез пігментів. У цих дослідженнях [11; 12] було виявлено, що біосинтез пігментів не тільки не порушується, але під впливом середньохвильових чи навіть короткохвильових УФ променів йде більш інтенсивно в рослин у перші один-два тижні їх опромінення. Шайдунов В.С. у своїх статтях також відмічає, що додаткове УФ опромінення (лампа ПРК-2; $t=5\text{--}30$ хв) викликає збільшення кількості пігментів редиски, дзвоників, манжетки, ячменю [9]. Знання природи чутливості до УФР та механізмів її регуляції в різних сільськогосподарських культур має велике теоретичне і практичне значення. До початку наших досліджень, згідно літературних даних, проводились дослідження більш ніж 200 видів культурних рослин на чутливість до УФР. Але, для картоплі даних про механізм дії УФ світла недостатні. Метою нашого дослідження було вивчення впливу УФР на біосинтез пігментів у листях меристемних регенерантів картоплі сортів Скарб та Одісей, вирощених в умовах *in vivo* на штучних йонообмінних субстратах у закритих приміщеннях.

Матеріали та методи

Дослідження виконані на меристемних регенерантах картоплі сортів Скарб та Одісей, які вирощували *in vivo* протягом 14 діб під джерелами світла ДНАЗ-400 – натрієві лампи високого тиску з дзеркальними відображувачами, $\lambda_{\text{max}} = 610$ нм, інтенсивність світлового потоку – 18 тис. лк, фотоперіод 16/8 годин, у пластикових контейнерах на штучних йонообмінних субстратах при температурі $20\pm 2^{\circ}\text{C}$. Джерело УФР – ртутна лампа ДРТ – 1000 ($\lambda=240\text{--}320$ нм). Для контролю величини дози опромінення рослин використовували УФР – дозиметр ДАУ–8. Однократна доза УФР рослин картоплі була 120 Дж/м² або $1,2\cdot 10^5$ ерг/м². Контролем служили ідентичні рослини, що не опромінювались раніше ультрафіолетом. Визначення пігментів здійснювали згідно стандартних методик [2].

Результати та обговорення

Стимуляція біосинтезу обох компонентів хлорофілу і каротиноїдів внаслідок опромінення УФР має принципове значення для розуміння не тільки пігментоутворення, але і механізму позитивної дії квантів УФ променів, які, маючи високу фотохімічну активність, імовірно, можуть діяти на різні ланки біосинтетичного ланцюга утворення хлорофілу, починаючи з синтезу ацетату та циклу трикарбонових кислот і закінчуючи протопорфірином і реакціями, що ведуть до утворення хлорофілу [3]. У проведеному досліді встановлено

(табл.1), що при опроміненні меристемних регенерантів картоплі сорту Скарб повним УФ спектром дозою 120 – 240 Дж/м² (часовий інтервал 24 години) спостерігається збільшення вмісту в листях хлорофілу *a* та *b*, каротиноїдів в порівнянні з контролем. Наступне опромінення зразків УФР (варіант з сумарною дозою опромінення 360 Дж/м²) викликало зменшення концентрації пігментів. При збільшенні дози опромінення до 480 Дж/м², біосинтез пігментів знову посилювався. Схожа картина спостерігається і з меристемними регенерантами сорту Одісей. Отримані результати дозволяють прийти до висновку, що зміни концентрації пігментів у листях меристемних регенерантів картоплі досліджуваних сортів мають динаміку переважно коливального характеру. Аналізуючи отримані дані (табл. 1), можна відмітити парадоксальне, явище: збільшення дози понад стимулюючу призводить до зменшення утворення пігментів, а ще більше опромінення стабілізує рівень пігментів і наближує його до контрольного.

Таблиця 1. Вплив УФ опромінення сумарного діапазону на біосинтез пігментів листя меристемних регенерантів картоплі сортів Скарб та Одісей.

Сорт	Варіанта		Хлорофіл (мг/г)				Каротиноїди (мг/г)
			a	b	a+b	a/b	
Скарб	I	Контроль	2,52±0,3	2,0±0,6	4,52	1,26	2,09±0,3
	II	+УФР 120Дж/м ²	4,65±0,1	3,05±0,3	7,7	1,52	3,52±0,3
	III	+УФР 240Дж/м ²	3,91±0,1	2,38±0,1	6,29	1,64	3,01±0,3
	IV	+УФР 360Дж/м ²	2,25±0,2	1,42±0,1	3,67	1,58	1,83±0,2
	V	+УФР 480Дж/м ²	3,98±0,6	2,77±0,4	6,75	1,43	3,26±0,5
Одісей	I	Контроль	2,85±0,1	1,67±0,5	4,52	1,70	3,28±0,3
	II	+УФР 120Дж/м ²	1,62±0,3	2,38±0,4	4,0	0,68	2,20±0,4
	III	+УФР 240Дж/м ²	4,6±0,3	2,32±0,4	6,92	1,98	3,29±0,5
	IV	+УФР 360Дж/м ²	2,40±0,2	1,48±0,3	3,88	1,62	2,32±0,8
	V	+УФР 480Дж/м ²	2,67±0,2	3,3±0,2	5,97	0,8	3,24±0,2

Цей вплив можна пояснити, якщо визнавати правильним думку про наявність чотирьох зон дії УФР: нейтральної 1-го порядку, стимулюючої, нейтральної 2-го порядку і пригнічуючої [7]. Безпосередньо причиною вказаної радіаційної відповіді рослин може бути відмінна ступінь впливу радіації на роботу систем регуляції. Крім того, стимулююча і подавлююча дія УФР зв'язана з пошкодженням метаболітичних систем, пострадіаційними реакціями, різної ступені радіаційної стійкості рослин до УФ опромінення. Ця версія підтверджується нашими експериментами, оскільки при порівнянні двох досліджуваних сортів можна відмітити, що зміни в хлорофілопоезі в листях меристемних регенерантів картоплі сорту Одісей характеризують його як більш чутливий до дії УФР, ніж сорт Скарб. Крім того, відомо, що пігментний апарат рослин пристосовується до дії світла високої інтенсивності зменшенням вмісту хлорофілу, збільшенням відносної долі (в порівнянні з хлорофілами) каротиноїдів, посиленням міцності хлорофілбілково-ліпоїдального комплексу і збільшенням активності ферменту хлорофілази [10]. Можливо, що активація за допомогою УФР пігментного синтезу у рослинній клітині опосередкована переважно, процесом запуску системи фотореактивації, яка залежить від ступеня дезактивації клітини, інтенсивності фотореактивуючого світла, пошкодження ферментних систем клітини, змін в ліпідному метаболізмі. Відповідальними за фотореактивацію є рибофлавіни, цитохроми, порфірини та ін. [6]. Є дані щодо фотореактивації фотосинтетичного апарату, які показали, що інактивація розвитку хлоропластів і синтезу хлорофілу нелетальними дозами УФ випромінювання, може бути повністю фотореактивована в *Euglena gracilis* [15]. Фотореактивація перешкоджала руйнуванню хлоропластів у квасолі [13] і зниженню вмісту хлорофілу в листях соєвих бобів [16]. Є припущення, що реактивуючими хромофорами є молекули порфіринів або каротиноїдів. Можливо, що сильне збільшення вмісту каротиноїдів — захисна реакція рослини і допомагає збереженню хлорофілу від фоторозпаду, на що вказують фотобіологічні дослідження [6]. Годнев Т. Н. і Єфремова Р. В., виходячи з експериментальних даних стверджують, що активування синтезу хлорофілу може бути пов'язане зі стимуляцією утворення протохлорофіліду і його переходу в хлорофіл [4].

Висновки

По ходу проведеного досліді встановлено, що використані дози УФР мають як стимулюючу, так і інгібуючу дію на біосинтез пігментів і динаміка змін їх концентрації в листях меристемних регенерантів картоплі досліджуваних сортів носить, переважно, коливальний характер. Так, наприклад, в сорті Скарб дози опромінення в $120\text{--}240$ Дж/м² є найбільш оптимальними для збільшення вмісту пігментів у листях. Крім цього відмічено, що сорт Одісей більш чутливий до УФР, ніж сорт Скарб. Тому для стимулювання процесу біосинтезу пігментів у листях меристемних регенерантів картоплі досліджуваних сортів необхідно використовувати різні дози опромінення УФР. Отримані результати свідчать про різноманітну дію УФ на регенеранти картоплі, що може служити моделлю для подальшого дослідження дії УФ з метою оптимізації світлового спектру для підвищення фотосинтетичної активності і продуктивності картоплі на штучних

йонообмінних субстратах в умовах штучного освітлення.

Література

1. Ауэрбах Ш. Проблемы мутагенеза. - М.: Мир, 1978. - 461 с.
2. Годнев Т. Н. Строение хлорофилла и методы его количественного определения. - Минск: Изд-во АН БССР, 1952. - 240 с.
3. Годнев Т. Н. Хлорофилл, его строение и образование в растении. - Минск, 1963. - 310 с.
4. Годнев Т. Н., Ефремова Р. В., Кравцова Л. А. Об участии коротковолновой радиации в реакции перехода протохлорофилла в хлорофилл «а». // ДАН СССР. - 1959. - № 6. - С. 129-134.
5. Годнев Т. Н., Кахнович Л. В. Влияние добавочной коротковолновой радиации на содержание пигментов у некоторых растений. // Физиология древесных растений. - М., 1962. - С. 171-176.
6. Дубров А. П. Генетические и физиологические эффекты действия ультрафиолетовой радиации на высшие растения. - М.: Наука, 1968. - 250 с.
7. Сидоренко И. Д. Влияние предпосевного облучения семян на рост, развитие и физиолого-биохимические процессы кукурузы. Автореферат канд. диссертации. - К., 1964. - 18 с.
8. Усманов П. Д. и др. Генотипические особенности реакции растений на средневолновую ультрафиолетовую радиацию // Физиология растений - 1987. - Т. 34. вып. 4. - С. 720 - 729.
9. Шайдуров В. С. и др. Влияние повышенного естественного и искусственного УФ излучения на содержание пигментов в листьях растений // Биологический журнал Армении. - 1966. - Т. 19, № 3. - С. 14-20.
10. Шалиго Н. В. Биосинтез хлорофилла и фотодинамические процессы в растениях. - Минск: Право и экономика, 2004. - 156 с.
11. Шахов А.А., Голубкова Б.М., Шищенко С.В. Структура хлоропластов и митохондрий гороха при УФ облучении растений // Докл. АН СССР. - 1967. - Т. 174, № 6. - С. 1439.
12. Шахов А.А., Шищенко С.В. Действие коротковолновых УФ лучей на биосинтез у растений // Физиология растений. - 1965. - Т. 12, вып. 3. - С. 432-439.
13. Blakely L.M., Chessin M. Disappearance of guard cell chloroplasts in ultraviolet-irradiated leaves// Science. - 1959. - V. 130. - P. 500-501.
14. Bornman J.F. UV-radiation as an environmental stress in plants// J. Photochem. Photobiol. - 1991. - V. 8, № 3. - P. 337-341.
15. Lyman H., Epstein H.T. Studies of chloroplast development in Euglena. I. Inactivation of green colony formation by u.v. light // Biochim Biophys Acta. - 1961. - V. 50. - P. 301-309.
16. Tanada T., Hendricks S. Photoreversal of Ultraviolet Effects in Soybean Leaves // Amer. J. Botany. - 1953. - V. 40. - P. 634-637.

Have studied influence of UV radiation of a total range on biosynthesis of pigments of leaves regenerants a potato. Have established, that various dozes UV radiation possess as stimulating, and inhibition action on biosynthesis of pigments and changes of concentration of pigments in leaves regenerants a potato of investigated grades have dynamics of mainly oscillatory character. Therefore for stimulation of process of biosynthesis of pigments in leaves regenerants of a potato of studied grades it is necessary to use various dozes of irradiate.

Key words: ultraviolet, *Solanum*, biosynthesis.

УДК 630*2+630*453.768.24+630*443.3

Володимир Крамарець, Світлана Петрус

ВПЛИВ ЛІСОВИХ ПАТОЛОГІЙ НА СТАН НАСАДЖЕНЬ ЗАПОВІДНОГО УРОЧИЩА «МАКІВКА»

Проаналізовано причини всихання ялинових лісів на території заповідного урочища «Маківка» розташованого у Головецькому лісництві державного підприємства «Славське лісове господарство».

Ключові слова: ліс, охорона.

Вступ

В останні роки на території Карпат спостерігається всихання насаджень ялини європейської. Переважна більшість ялинових лісостанів у Прикарпатті та Сколівських Бескидах – це похідні насадження другого-третього покоління, котрі зростають на місці корінних буково-ялицевих лісів. В цих умовах деревостани ялини відзначаються інтенсивним ростом, однак вони вразливі до впливу комплексу абіотичних та біотичних чинників [3, 4, 8, 12]. Періодичні всихання ялинових лісів спостерігалися неодноразово на значних площах [1]. Однак, погіршення стану похідних лісостанів ялини в Бескидах в останні роки відбувається дуже інтенсивно. Розвиток патологічних процесів в таких насадженнях набуває катастрофічного характеру –

поширення збудників корневих гнилей (кореневої губки та опенька) досягло рівня епіфітотії, в уражених ялиниках формуються стійкі хронічні вогнища масового розмноження короїдів та інших стовбурових шкідників.

Матеріали і методи

Особливості розвитку патологічних процесів у ялиниках ми досліджували в заповідному урочищі місцевого значення «Маківка» (квартали 6, 7, 13, 14 Головецького лісництва ДП «Славське лісове господарство»). Для закладання пробних площ використовували стандартні методики лісотаксаційних та лісопатологічних робіт [2, 5]. На першому етапі було проведено рекогносцирувальне обстеження. Для детальних досліджень закладали пробні площі, на яких при переліку дерев відмічали наявність плодівих тіл грибів-збудників стовбурових гнилей, ознак ураження корневими гнилями, заселення комахами-ксилофагами та інші пошкодження [6, 9]. Класи санітарного стану дерев визначали за «Санітарними правилами в лісах України» [11]. За ступенем ураження деревостанів вогнища корневих гнилей ділили на три групи: слабке – уражено до 30% дерев; середнє – уражено 31-60% дерев; сильне – уражено більше 60% дерев.

Підбір ділянок для дослідження і закладання пробних площ проводили з врахуванням вимог лісовпорядчої інструкції [7], ОСТу на польові роботи [10]. На пробних площах дерева нумерували, вимірювали їх окружність на висоті 1,3 м (для більш точного визначення діаметра), а також визначали категорію санітарного стану і клас Крафта. Висоти вимірювали висотоміром *Блюма-Лейса*.

Детальні дослідження були проведені на 4 пробних площах, закладених в 2005 р. Перша пробна площа (ПП-1) характеризується такими таксаційними показниками: склад 10Ял, од. Бк, вік – 85 р., Н сер. – 31 м, d сер. – 31,3 см, повнота 0,47, бонітет I^a, запас насадження 395 м³/га, в т.ч. сухоостою – 132 м³/га. Таксаційні показники на пробній площі ПП-6(3с): склад 10Ял, вік – 70 р., Н сер. – 30 м, d сер. – 25,9 см, повнота 0,83, бонітет I^b, запас насадження 321 м³/га, в т.ч. сухоостою – 70 м³/га. На цих пробних площах вивчалася зміна санітарного стану дерев. На двох інших ділянках в 2006 р. було проведено суцільну санітарну рубку. Таксаційні показники цих площ (до рубки): ПП-2 – склад 10Ял, од. Бб, вік – 60 р., Н сер. – 23 м, d сер. – 22,6 см, повнота 0,91, бонітет I^a, запас насадження 895 м³/га, в т.ч. сухоостою – 334 м³/га; ПП-3 – склад 10Ял, вік – 70 р., Н сер. – 30 м, d сер. – 25,1 см, повнота 0,76, бонітет I^b, запас насадження 607 м³/га, в т.ч. сухоостою – 120 м³/га.

Результати досліджень

За результатами рекогносцирувального обстеження було виявлено ділянки з деревостанами, ураженими корневими гнилями. Найбільші площі займають ялинові насадження слабкого ступеня ураження дерев корневими гнилями – 197,6 га (64%). Середня ступінь ураження деревостанів виявлена на площі 44,8 га (14%), а сильна на 16,8 га (5%). Одиночні пошкодження дерев корневими гнилями зафіксовані на площі 61,3 га (в т.ч. і в лісостанах, де ялина є домішкою в складі деревостану).

Розвиток корневих гнилей, стовбурових шкідників та інших несприятливих чинників призвели до нагромадження на території урочища значної кількості сухостійної деревини: 29,4 га займають насадження із запасом сухоостою до 5 м³/га, 100,3 га – 6-20 м³/га, 113,7 га – 21-50 м³/га, 72,6 га – 51-100 м³/га і 3,4 га із запасом більше 100 м³/га.

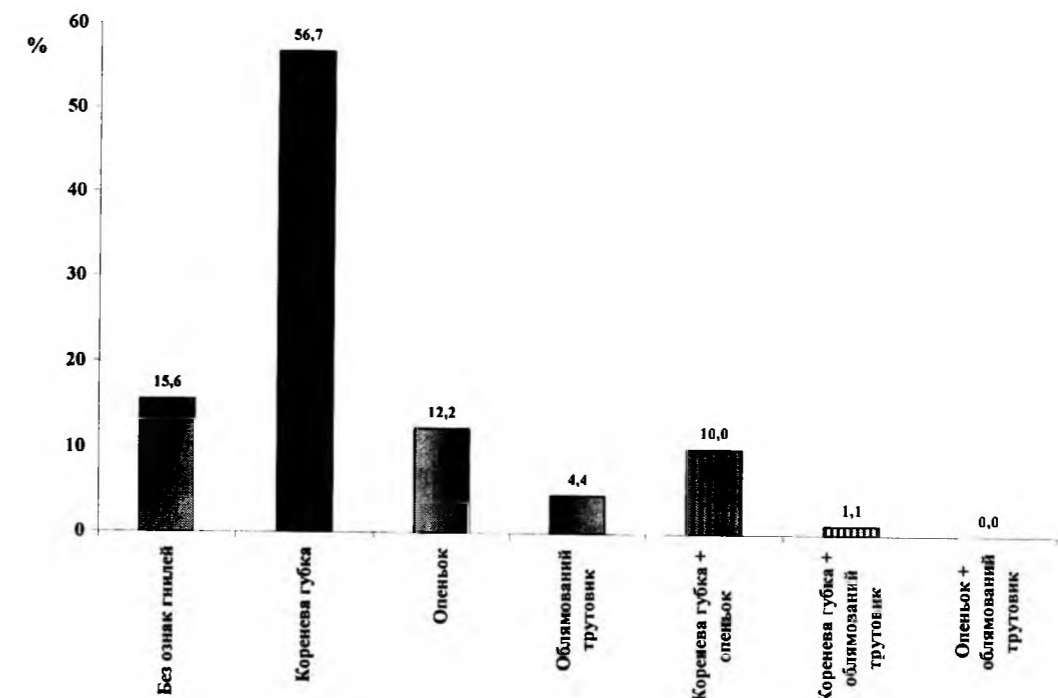


Рисунок 1. Кількість пнів, уражених корневими гнилями на зрубі в кв. 13 вид. 7 (ПП-3), %