

ЗМІНА ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ПІД ВПЛИВОМ ФАКТОРІВ СЕРЕДОВИЩА

Безсмертний Богдан, Боброва Марія

Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені

Володимира Винниченка, м. Кропивницький, Україна.

Анотація: у статті розглядається вплив факторів зовнішнього середовища на інтенсивність фотосинтезу. Проведене дослідження по впливу освітлення на різні екологічні групи рослин по відношенню до вологи. Визначено, що у C_3 -рослин насичення світлом відбувається при нижчій його інтенсивності, ніж у C_4 -рослин. У C_4 -рослин висока швидкість фотосинтезу спостерігається в основному при високому рівні освітленості. Експериментально підтверджено що світлолюбні і тіньовитривалі рослини розрізняються за своїм відношенням до точки світлової компенсації.

Ключові слова: фотосинтез, інтенсивність фотосинтезу, продуктивність фотосинтезу, фотосинтетична активність, екологічні фактори.

.Change of photosynthetic activity under the influence of environmental factors

B. Bezsmertniy, M. Bobrova

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, Kropyvnytsky, Ukraine

Abstract: the article considers the influence of environmental factors on the intensity of photosynthesis. A study on the effect of light on different ecological groups of plants in relation to moisture. It is determined that in C_3 plants light saturation occurs at its lower intensity than in C_4 plants. In C_4 plants, a high rate of photosynthesis is observed mainly at high light levels. It has been experimentally confirmed that light-loving and shade-tolerant plants differ in their attitude to the point of light compensation.

Key words: photosynthesis, intensity of photosynthesis, productivity of photosynthesis, photosynthetic activity, ecological factors.

Постановка проблеми. Зовнішні екологічні впливи на рослини є лабільними і по різному впливають на зміну фотосинтетичної інтенсивності та

продуктивності рослин. Інтенсивність фотосинтезу визначається за кількістю вуглекислого газу, яка поглинається в процесі фотосинтезу одним м² листя за 1 год. Інтенсивність фотосинтезу визначає продуктивність сільськогосподарських рослин, а значить і ефективність рослинництва загалом. Отже, вивчення механізмів, що регулюють інтенсивність фотосинтезу в лабільних умовах навколишнього середовища, а також важелів впливу на них має вагоме практичне та прикладне значення, що посилює актуальність обраної теми дослідження.

Аналіз досліджень і публікацій. Термін «фотосинтез» був запропонований у 1897 р. німецьким ученим В. Пфєффером за аналогією з терміном «хемосинтез», запропонованим у 1890 р. мікробіологом С. Н. Виноградським [1, с. 97]. Фотосинтетична діяльність рослин зумовлює надходження в атмосферу вільного кисню. В. І. Вернадським було доведено, що первинна атмосфера Землі мала відновлювальний характер і не мітила вільного кисню. Увесь кисень атмосфери – продукт фотосинтезу рослин [2, с. 46].

Феоктістов П. О., Кірізій Д. А., Григорюк І. П. виявили, що інтенсивність або швидкість процесу фотосинтезу в рослині залежить від ряду внутрішніх і зовнішніх чинників. З внутрішніх чинників найбільш важливе значення мають структура листка і вміст у ньому хлорофілу, швидкість накопичення продуктів фотосинтезу в хлоропластах, вплив ферментів, а також наявність малих концентрацій необхідних неорганічних речовин. Зовнішні параметри – це кількість і якість світла, що потрапляє на листя, температура довкілля, концентрація вуглекислоти і кисню. Тому, щоб добитися управління цим процесом, потрібно глибоко і усесторонньо розкрити цей зв'язок і залежність [3, с. 29].

Основні дослідження щодо встановлення різних показників фотосинтезу у дикорослих лучних представників проведені ще за часів Радянського Союзу. Серед них класичними можуть бути результати робіт Л. М. Алексеєнко щодо з'ясування продуктивності лучної флори залежно від умов середовища. Багато авторів визначали особливості інтенсивності фотосинтезу у представників

Roaseae. Зокрема, К. Я. Біль та І. Р. Фоміна встановили взаємозв'язок між фотосинтетичним вуглецевим (карбоновим) метаболізмом і фотосинтетичною активністю хлоропластів на прикладі *Zea mays* L [4, с. 99].

Мета статті: дослідити та виокремити особливості зміни інтенсивності фотосинтезу у рослин різних екологічних груп під впливом зміни умов середовища.

Виклад основного матеріалу (результатів) дослідження. Фотосинтез перш за все характеризується швидкістю і інтенсивністю.

Для вимірювання інтенсивності визначають зменшення кількості вуглекислого газу в закритій камері, що містить листок. Важливими характеристиками фотосинтетичних реакцій рослин є показники: максимальна інтенсивність фотосинтезу (P_{max}), квантова ефективність (АКЕ), області світлонасичення ($T_{сн}$) та світлокомпенсації ($T_{ск}$). Інтенсивність, або швидкість процесу фотосинтезу в рослині залежить від ряду внутрішніх і зовнішніх чинників. З внутрішніх чинників найбільш важливе значення мають структура листка і вміст у ньому хлорофілу, швидкість накопичення продуктів фотосинтезу в хлоропластах, вплив ферментів, а також наявність малих концентрацій необхідних неорганічних речовин [5, с. 114].

Для проведення експериментальної частини роботи використовували рослини, наявні на кафедрі біології в достатній кількості. Після проведення аналізу видового складу рослин, всі вони були розподілені на екологічні групи по відношенню до вологості і освітленості. У подальших експериментах використані найхарактерніші представники кожної екологічної групи: пеларгонія, драцена облямована, дифенбахія п'ятниста, бегонія п'ятниста (таблиця 1).

Методи дослідження: визначення видової належності рослин здійснювали за допомогою визначників; належність рослин до певної екологічної групи визначали, використовуючи літературні ресурси.

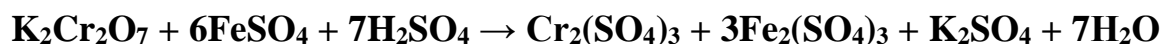
Характеристика дослідних рослин

Назва рослини	Екологічна група		Тип фотосинтезу	Фізіологічні особливості
	По відношенню до вологи	По відношенню до світла		
Пеларгонія	Мезофіти	Світлолюбні	С ₃ -шлях фотосинтезу	Помірний клімат, оптимальна денна температура для фіксації CO ₂ у них від 15 до 25 °С
Драцена облямована				
Спатифілум				
Дифенбахія п'ятниста	Мезофіти	Тіньовитривалі	С ₃ -шлях фотосинтезу	Помірний клімат, оптимальна денна температура для фіксації CO ₂ у них від 15 до 25 °С
Бромелія каратас				
Бегонія п'ятниста				

Лабораторне дослідження інтенсивності фотосинтезу полягає у визначенні органічної речовини перед початком експерименту та після 3 год перебування рослини за умов достатнього освітлення. Вуглець органічних речовин визначали за методом І. В. Тюріна, який заснований на мокрому спаленні рослинних тканин у суміші біхромату калію та сірчаної кислоти:



Кількість біхромату калію, який залишився після окислення органічного вуглецю, визначали титруванням розчином солі Мора або сірчаноокислою заліза закисного:



Для визначення площі фотосинтетичної поверхні з досліджуваних рослин вирізали дираколом диски з однієї половини листка рослини, не відділяючи його від гілки, загальна площа яких складає приблизно 2–3 см² і переносили у колбу з біхроматом калію, колбу закривали маленькою лійкою і ставили на електричну плитку. Кінцевою точкою титрування є поява зеленого забарвлення від однієї краплі солі Мора. Після двох або трьох годин освітлення з другої половини листка знову відбирали висічки такої ж площі. Зразки спалювали у біхроматі калію і визначали кількість вуглецю, згідно описаної вище методики.

Слід звернути увагу на те, що отримані результати після перебування рослин під освітленням будуть менші за дійсну інтенсивність фотосинтезу, оскільки частина синтезованої органічної речовини витрачається на дихання та відтік до інших органів, що враховано в обраній методиці.

Аналізуючі отримані результати, можна стверджувати, що інтенсивність фотосинтезу у листках світлолюбної Пеларгонії (*Pelargonium*) до початку освітлення становила – 0,15 С/дм²/ч, після освітлення цей показник змінився – 0,24 С/дм²/ч, у листках (*Dracaena marginata*) до освітлення інтенсивність фотосинтезу – 0,74 С/дм²/ч, після перебування 3 годин під світлом – 0,49 С/дм²/ч. У листках (*Spathiphyllum*) інтенсивність фотосинтезу до освітлення становить – 0,26 С/дм²/ч, після освітлення – 0,13 С/дм²/ч (рис.1).

У порівнянні інтенсивність фотосинтезу тіньовитривалих рослин у листках (*Dieffenbachia maculata*) до освітлення становить – 0,43 С/дм²/ч, після освітлення – 0,4 С/дм²/ч, різниця у показниках незначна, але все ж ми бачимо зміни, що підтверджують наявність інтенсивності фотосинтезу під впливом освітлення. Інтенсивність фотосинтезу у листках (*Bromelia karatas*) до початку дослідження становила – 0,56 С/дм²/ч, після освітлення – 0,4 С/дм²/ч. Інтенсивність фотосинтезу у листках (*Begonia maculata*) до освітлення – 0,21 С/дм²/ч, після перебування в умовах освітлення – 0,16 С/дм²/ч.

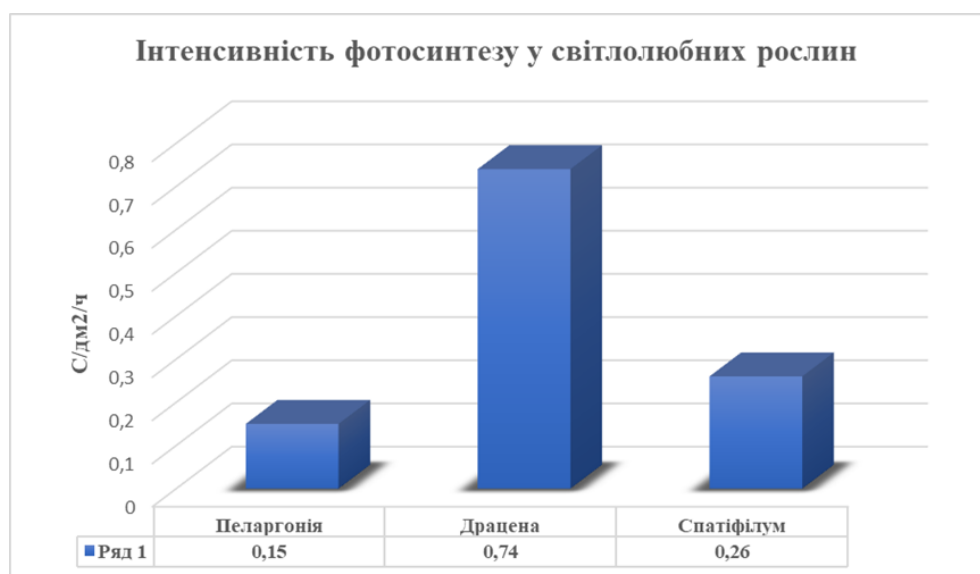


Рис. 1. Порівняння інтенсивності фотосинтезу у світлолюбних рослин

За результатами дослідження можемо простежити, що інтенсивність фотосинтезу у тіньовитривалих рослин менш виражена у порівнянні зі світлолюбними рослинами. У світлолюбних рослин палісадна паренхіма часто буває багат шаровою, хлоропласти дрібні. Число продихів на одиницю поверхні велике, що полегшує надходження вуглекислоти усередину листа.

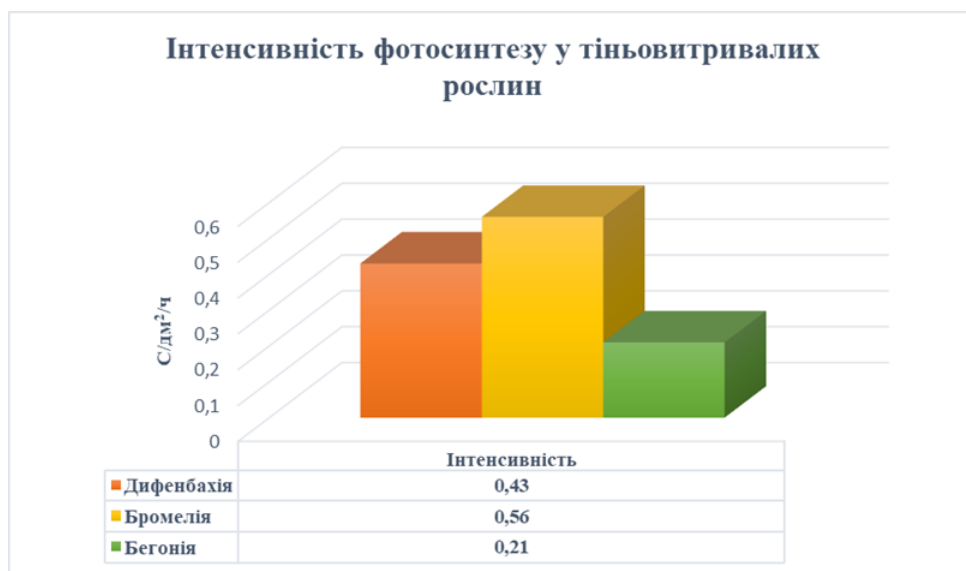


Рис. 2. Інтенсивність фотосинтезу у тіньовитривалих рослин

Відношення «хлорофілу а: хлорофілу б» у світлолюбних рослин вище, ніж у затінкових, тобто пристосування до високої інтенсивності світла пов'язане зі зменшенням окислених форм пігментів: хлорофілу б і ксантофілу.

У тіньовитривалих рослин збільшується розмір листків і хлоропластів, підвищується вміст хлорофілу, що дозволяє їм активніше використовувати низькі інтенсивності світла (рис. 2). У природних умовах верхні і найбільш виступаючі листки мають характер світлових, а листки біля основи гілки за своєю анатомією відповідають затінковим. Світлолюбні і тіньовитривалі рослини розрізняються за своїм відношенням до точки світлової компенсації.

З'ясовано, що вміст вуглецю, який був визначений в процесі титрування у світлолюбних рослин переважає, що пояснюється відношенням до освітлення, до компенсаційної точки насичення, однак із збільшенням концентрації O_2 в повітрі зменшується асиміляція CO_2 і виділення O_2 (ефект Варбурга). Це явище спостерігається в усіх C_3 -рослин (рис. 3). Біохімічною основою фотодихання є

подвійна функція основного ферменту циклу Кальвіна – рибульозобіфосфаткарбоксилази, що при низькому вмісті CO_2 і високому – O_2 може функціонувати як оксигеназа.

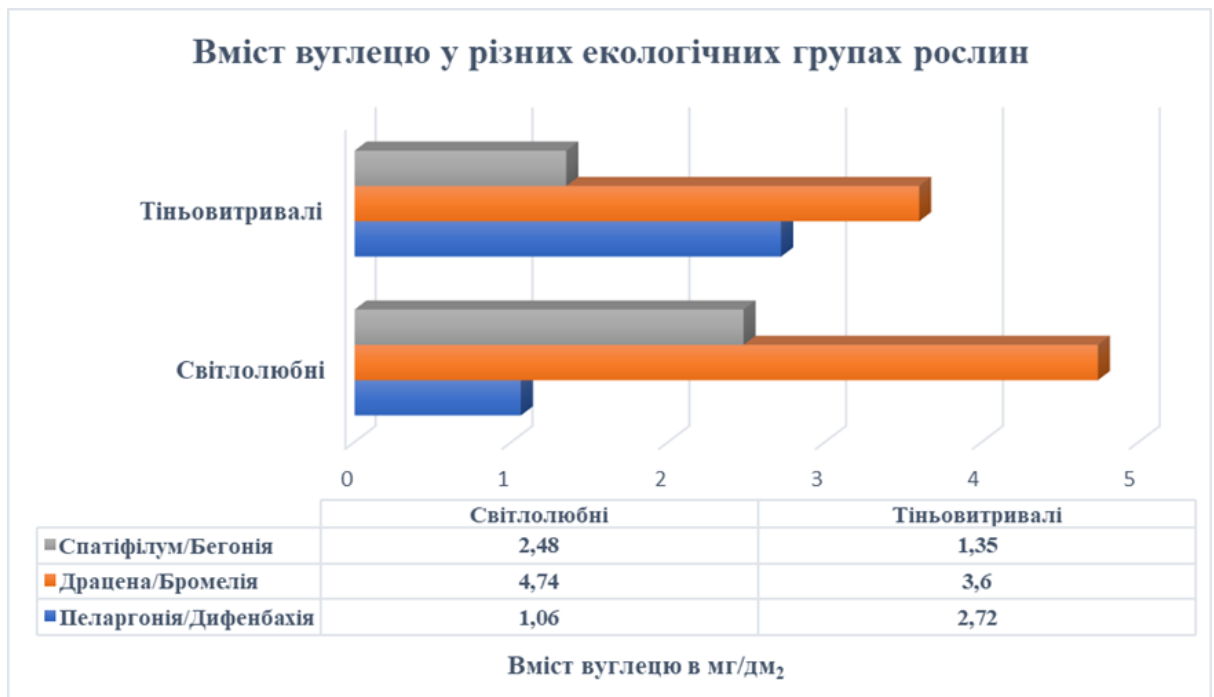


Рис. 3. Вміст вуглецю у різних екологічних групах рослин

У природних умовах цей фермент на кожні два-три карбоксилювання викликає одне оксигенування [3, с. 126-135].

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження.

Інтенсивність фотосинтезу залежить від впливу ряду зовнішніх і внутрішніх факторів. Якщо внутрішні фактори переважно обумовлені генетично, то змінюючи зовнішні чинники можна спричинити зміну фотосинтетичної інтенсивності в межах норми реакції. У C_3 -рослин насичення світлом відбувається при нижчій його інтенсивності, ніж у C_4 -рослин. У C_4 -рослин висока швидкість фотосинтезу спостерігається в основному при високому рівні освітленості. **Перспективи подальших досліджень** вбачаємо у вивченні залежності змін інтенсивності фотосинтезу від змін інтенсивності дихання в рослин різних екологічних груп.

Список використаної літератури

1. Т.П. Василюк. Особливості фотосинтезу рослин виду *eichhornia crassipes* (mart.) Solms в зоні полісся України. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. - 2012. № 2(1). С. 114-120. URL: http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/275/1/Vasilyuk_T_Photosynthetic_charac_teristics.pdf
2. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В., Мельников М. М. Фізіологія рослин. /За редакцією професора М. М. Макрушина. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с. URL: https://snvkl.at.ua/_id/0/2_Fisiologi_m.pdf
3. Екологічна фізіологія рослин. В. Г. Скляр, Ю. А. Злобін / за ред. Ю. Л. Злобіна. – Суми : Університетська книга, 2015. 271 с. URL: <https://www.twirpx.com/file/2595428/>
4. Р. О. М'ялковський. Особливості фотосинтетичної активності рослин картоплі в умовах правобережного лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія». 2018. Вип. 286. С. 27-35. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Agronomija/article/view/10832>
5. Фізіологія рослин: практикум / За заг.ред. Т.В. Паршикової. Луцьк : Терен, 2010. 420 с. URL: <http://biol.univ.kiev.ua/metod/fbr/PRAKTYKUM.pdf>