УДК 581.132. 577.151

ВПЛИВ ПОЛІСТИМУЛІНУ К НА ФОТОХІМІЧНУ АКТИВНІСТЬ ХЛОРОПЛАСТІВ ДЕЯКИХ ВИДІВ ДЕКОРАТИВНО-КВІТНИКОВИХ РОСЛИН ЗА УМОВ ЗАБРУДНЕННЯ ВИКИДАМИ АВТОТРАНСПОРТУ

Приймак О.П.

Дніпропетровський державний аграрний університет

Действие ингредиентов автотранспортных выбросов отрицательно сказывается на фотохимической активности хлоропластов цветочных растений. Обработка декоративных растений *Begonia* × *semperflorens* hotr., *Petunia* × *hybrida* hotr. и *Tagetes patula* L. полистимулином К в условиях загрязнения среды автотранспортными выбросами повышает фотохимическую активность хлоропластов относительно необработанных растений.

Декоративные растения, автотранспортные выхлопы, фотохимическая активность хлоропластов

ВСТУП

Висока продуктивність декоративних рослин залежить від фотосинтетичної продуктивності. Але в умовах забруднення довкілля процес фотосинтезу пригнічується [5]. При цьому негативний вплив забруднювачів проявляється на різних стадіях фотосинтезу. У прикладному аспекті заслуговує на увагу можливість оптимізувати фотосинтетичні процеси рослин, що зазнають дії забруднювачів довкілля.

До протекторних речовин відноситься цитокініни. Відомий їх позитивний вплив на рослини за дії різних несприятливих чинників: озону [20], хлоридного засолення [16, 21], рентгенівського опромінювання [14, 16], низьких температур та інших стресових діях [12, 18], в тому числі і антропогенних забруднювачів [3, 4].

Оскільки світлова стадія фотосинтезу відповідна як за утворення відновника для CO_2, так і АТФ, що забезпечує реакцію карбоксилування енергетично, то вона здебільшого визначає хід темнових стадій [1]. У зв’язку з цим заслуговує на увагу дослідження впливу цитокінінів на можливість нормалізації світлових реакцій фотосинтезу. Метою даної роботи є вивчення впливу полістимуліну К на фотохімічну активність хлоропластів рослин, що зазнають постійної дії викидів автотранспорту.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Об'єктами дослідження були декоративні рослини *Begonia* × *semperflorens* hotr. (бегонія завждиквітуча), *Petunia* × *hybrida* hort. (петунія гібридна), *Tagetes patula* L. (чорнобривці розлогі).

Контрольні рослини знаходилися в умовно чистій зоні, дослідні – біля автомагістралі з інтенсивністю руху 28 тис. авт./добу. Рослини висаджували на ділянки розсадою у віці 60 діб, за винятком *Begonia* × *semperflorens* (вік рослин 2 роки). Назви рослин подані за В.Н. Головкіним [8]. Через 7 діб половину особин як контрольних, так і дослідних ділянок обприскували розчином полістимуліну К у концентрації 10 мг/л, другу половину рослин – водопровідною водою. Обприскували тричі, з інтервалом 5 діб. У середині наступних місяців росту проводили одноразову обробку. При вирощуванні контрольних і дослідних рослин дотримувалися вирівняності агрохімічного фону. Вологість ґрунту підтримували на рівні 60–68 % від повної вологоємності шляхом поливу. Догляд за рослинами контрольної і дослідних ділянок був однаковим.

Виділення хлоропластів з листків рослин проводили за методом Ватлі і Арнона [2]. Концентрацію хлорофілу в суспензії хлоропластів визначали за Арноном [2], а фотохімічну активність (ФХА) за швидкістю відновлення фериціаніду калію [7]. Отримані дані обробляли статистично за допомогою багатофункціонального пакету прикладних програм „*Statistic for Windows*".

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

У рослин контрольного варіанту фотохімічна активність хлоропластів максимальна у листках всіх видів у червні, потім вона поступово знижується (рис. 1). У досліді така картина встановлена у листках *Petunia* × *hybrida*. У листках *T. patula* та *B.* × *semperflorens* у травні і червні виявлена майже однакова активність.

У рослин, що зростали біля автошляху фотохімічна активність хлоропластів знижується порівняно з контролем (рис. 2). Суттєвіше цей показник за дії комплексу забруднювачів падає в листках найбільш чутливого до забруднення виду *B.* × *semperflorens*. У дати проведення експерименту даний показник у цього виду зменшується стосовно контрольних значень на 23,5–41,8 % (рис. 3). Рівень зниження ФХА як у хлоропластах *T. patula*, так і у *P.* × *hybrida* стосовно контролю менша.

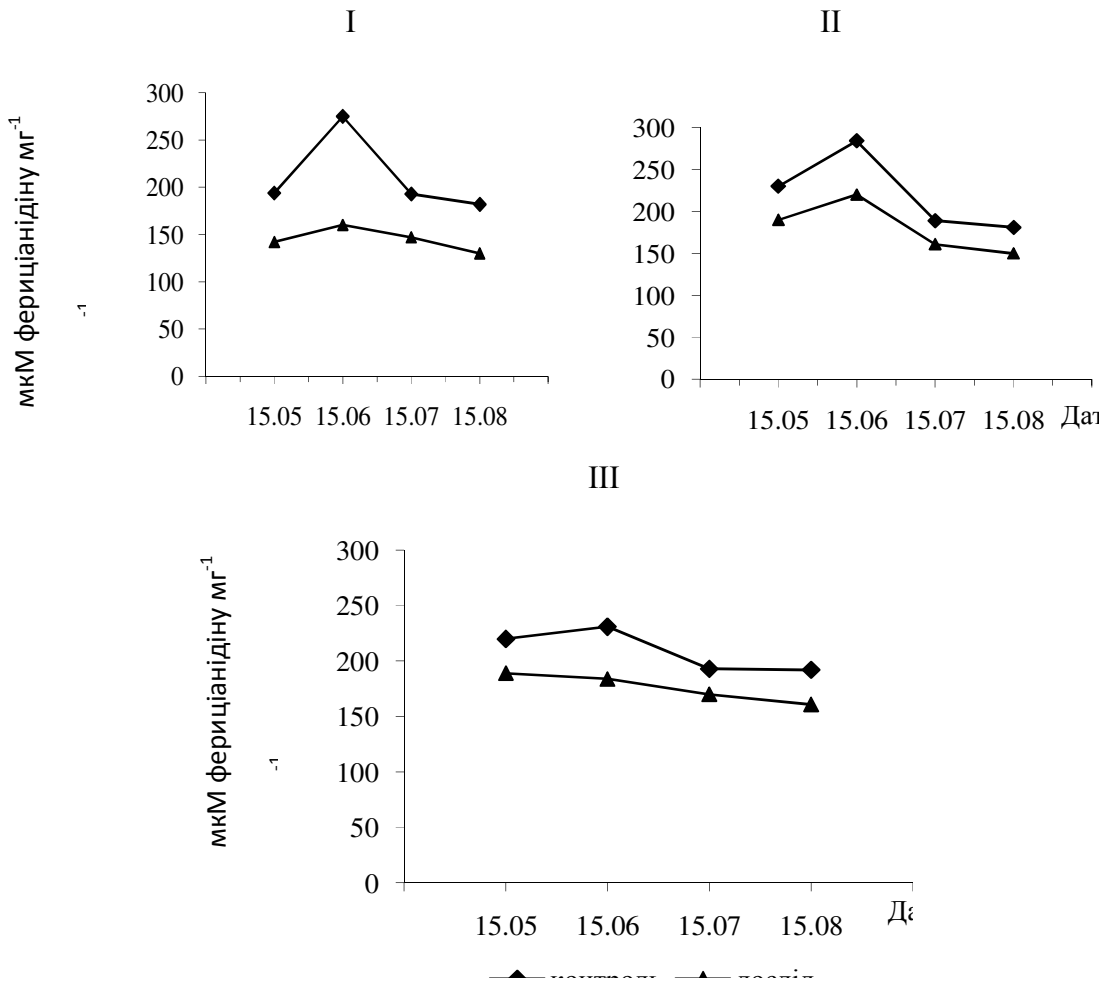


Рисунок 1 – Вплив вихлопів автотранспорту на фотохімічну активність хлорофілу, мкМ фериціанідину мг$^{-1}$хл·годину$^{-1}$: I – *Begonia* × *semperflorens*, II – *Petunia* × *hybrida*, III – *Tagetes patula*

Отже, у всіх досліджуваних видів найсуттєвіше ФХА падає за дії вихлопів автотранспорту в червні.

Слід зазначити, що ряд дослідників також вказує на інгібуючу дію забруднювачів довкілля на світлові реакції фотосинтезу. Так, В.П. Бессонова зі співавт. [5] виявили гальмування ФХА хлоропластів за дії надлишку макроелементів і двоокису сірки.

У рослин, оброблених цитокініном, ФХА зростає (табл. 1). Характерно, що значніше під впливом цитокініну активується ФХА хлоропластів у листках *B.* × *semperflorens*, тобто виду, у якого даний показник під впливом забруднювачів автотранспорту зменшується найсильніше. Так, у цього виду ФХА під дією полістимуліну К збільшується у травні на 27,5 %, у червні на 28,4 % порівняно з необробленими варіантом забрудненої зони. В листках *T. patula* підвищення рівня ФХА у оброблених стимулятором рослин у травні і

червні також майже однакове. В цей же період у *P.* × *hybrida* ця величина становить 17 і 20,9 % відповідно.

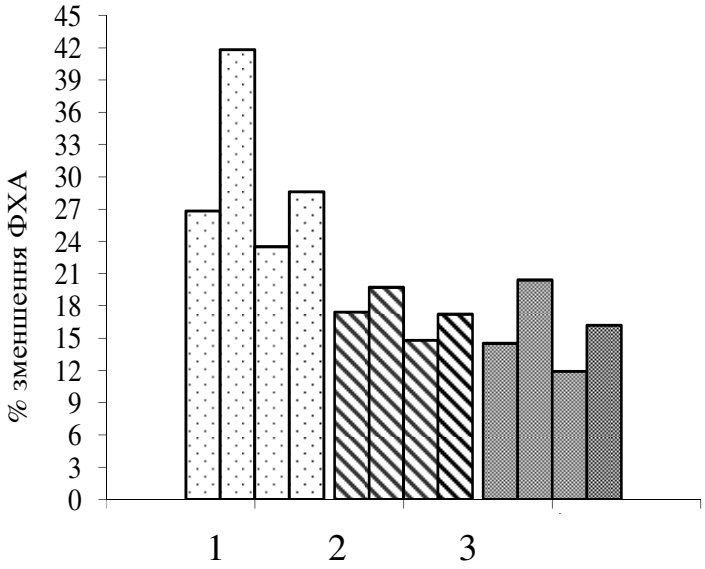


Рисунок 2 – Рівень зменшення ФХА хлоропластів рослин забрудненої зони, % до контролю: 1 – *Begonia* × *semperflorens*, 2 – *Petunia* × *hybrida*, 3 – *Tagetes patula*

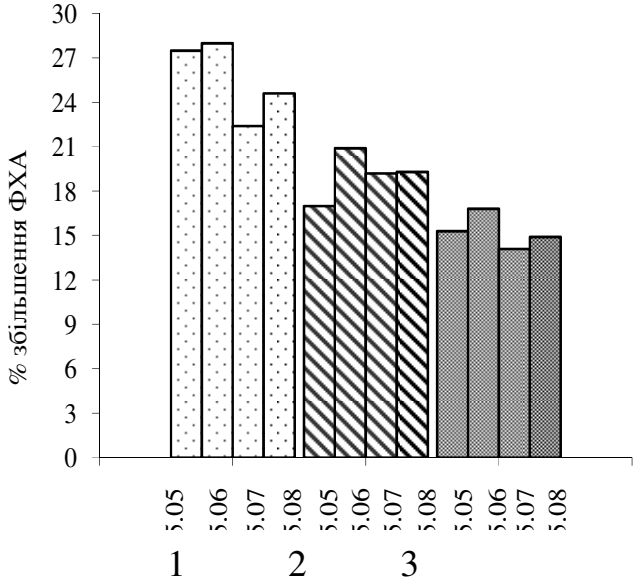


Рисунок 3 – Збільшення ФХА хлоропластів рослин забрудненої зони під впливом обробки полістимуліном К, % до необроблених рослин: 1 – *Begonia* × *semperflorens*, 2 – *Petunia* × *hybrida*, 3 – *Tagetes patula*

Вважається, що фотохімічна активність хлоропластів у певній мірі відбиває реакції неушкоджених тканин листків [2, 10]. Її показники можуть слугувати критерієм фотосинтетичної активності листків, що має велике значення для синтезу асимілятів, необхідних для процесів цвітіння. Нами

досліджено вплив полістимуліну К на фотохімічну активність хлоропластів рослин у період початкової бутонізації (табл. 2).

Отримані результати свідчать, що забруднення довкілля вихлопами автотранспорту інгібує фотохімічну активність хлоропластів у період бутонізації, як і у інші дати вегетації рослин. Цей показник у період бутонізації знижується на 13,6–29,8 % стосовно даних, отриманих у рослин відносно чистої зони. Найсуттєвіше ФХА падає у хлоропластах листків *B.* × *semperflorens*, найменше у найбільш стійкого до забруднення виду *T. patula*. Оскільки реакції фотохімічної активності є моделлю утворення асимілюючого фактору і складовою частиною реакцій фотофосфорилування, вважають, що хлоропласти, які мають більш високі показники ФХА мають і підвищенні потенціальні можливості утворення органічної речовини [1, 2]. Отже, потенційні можливості синтезу органічної речовини у рослин забрудненої території падають порівняно з контрольними, що має негативне значення для їх генеративного розвитку. Обприскування рослин, що зростали у відносно чистій зоні, у період бутонізації розчином полістимуліну К призводить до незначного підвищення ФХА хлоропластів. Обробка цитокініном рослин забрудненої зони викликає активацію фотохімічної активності хлоропластів у листках всіх досліджуваних видів. У *B.* × *semperflorens* зростання інтенсивності процесу становить 20,8 %, у *P.* × *hybrida* – 27,0 %. Менший рівень підвищення ФХА виявлений у хлоропластах *T. patula*, тобто у найбільш стійкого виду. Отже, дія полістимуліну К на даний процес виражена у толерантного до викидів автотранспорту виду в меншій мірі, ніж у більш чутливих.

У літературі є відомості про благоприємний вплив цитокінінів на ФХА хлоропластів. Так, підвищення ФХА пов’язують з позитивним впливом полістимуліну К на ультраструктурну організацію хлоропластів [9]. Відомо, що цитокініни збільшують новоутворення гран і ламел строми хлоропластів, а також подовжують термін життя цих органоїдів [13]. Поряд зі збільшенням пігментного фонду під впливом цитокінінів відбувалося підсилення фотохімічної активності хлоропластів та фотофосфорилування, синтезу АТФ

Таблиця 1 – Вплив обробки декоративних квіткових рослин забрудненої зони полістимуліном К на фотохімічну активність хлоропластів, мкМ фериціанідину $мг^{-1}хл \cdot годину^{-1}$

Дата	*Begonia × semperflorens*		t_d	*Petunia × hybrida*		t_d	*Tagetes patula*		t_d
	без обробки	з обробкою		без обробки	з обробкою		без обробки	з обробкою	
15.05	142,1±9,2	181,3±7,1	3,37	190,0±7,1	222,3±8,2	2,97	189,1±6,7	218,8±8,5	2,74
15.06	160,2±8,6	205,7±10,2	3,41	220,1±11,3	266,1±9,4	3,13	231,2±7,2	270,7±12,4	2,75
15.07	147,4±7,4	180,1±8,0	3,00	161,0±6,8	192,0±9,5	2,65	170,1±6,1	194,8±6,3	2,82
15.08	130,5±10,3	162,3±5,4	2,73	150,2±9,6	179,0±8,7	2,64	161,3±6,4	185,5±7,0	2,55

Таблиця 2 – Вплив обробки декоративних квіткових рослин на початку бутонізації полістимуліном К на фотохімічну активність хлоропластів, мкМ феріцианіду $мг^{-1}хл \cdot годину^{-1}$

Вид	Не оброблені	Оброблені	t_d	% до контролю (необроблених)	% до необроблених
Варіант 1 (контроль)					
Begonia × semperflorens	210,3±8,6	225,6±6,4	1,43	-	107,27
Petunia × hybrida	274,7±8,1	300,7±6,2	2,55	-	109,58
Tagetes patula	250,5±6,7	268,8±7,4	1,83	-	107,30
Варіант 2					
Begonia × semperflorens	147,6±5,3	178,4±6,3	3,74	70,18	120,8
Petunia × hybrida	225,3±8,1	286,13±7,9	5,37	82,12	127,9
Tagetes patula	216,4±7,9	247,5±8,4	2,69	86,38	114,6

[19], що є необхідною умовою нормальної роботи електрон-транспортного ланцюга хлоропластів. Цитокініни забезпечують формування активності функціонуючого фотосинтетичного апарату (компонентів електрон-транспортного ланцюга, структурних і функціональних білків, ферментів) [12, 19], що обумовлює нормальне протікання світлових реакцій фотосинтезу.

За даними деяких авторів позитивна дія цитокінінів на фотосинтез за несприятливого впливу посухи опосередкована і пов'язана з їх впливом на систему біосинтезу білка [14]. В останній час у хлоропластах був визначений повний спектр цитокінінів та продемонстровано наявність білків, що зв'язують ці фітогормони, які специфічні для транскрипційної системи хлоропластів [13].

Більш суттєве підвищення ФХА хлоропластів за умов хронічної дії на рослини інгредієнтів автотранспортних викидів порівняно з рослинами умовно чистої зони можна пояснити тим, що при виникненні стресових умов порушується гормональний баланс рослин [13] в тому числі і за умов впливу на рослини забруднювачів довкілля [6]. Обробка рослин придорожньої зони синтетичним цитокініном у певній мірі компенсує нестачу цього фітогормону в тканинах.

Дослідження впливу цитокінінових препаратів на квітникові рослини допоможе більш глибокому розумінню механізмів адаптації до стресових факторів декоративних рослин, які застосовуються в озелененні територій з різним рівнем антропогенного забруднення. На підставі отриманих нами даних перспективним є дослідження впливу полістимуліну К на систему біосинтезу білка в листках декоративно квітникових рослин за умов забруднення середовища викидами автотранспорту.

ВИСНОВКИ

1. Фотохімічна активність хлоропластів у *Begonia* × *semperflorens*, *Petunia* × *hybrida* та *Tagetes patula* достовірно знижується за умов дії на рослини інгредієнтів автотранспортних викидів порівняно з такою у рослин умовно чистої зони.
2. Обробка полістимуліном К в концентрації 10 мг/л *Begonia* × *semperflorens*, *Petunia* × *hybrida* та *Tagetes patula* в умовах відносно чистої

зони достовірно підвищує фотохімічну активність лише у *Petunia* × *hybrida*.

3. Обробка рослин *Begonia* × *semperflorens*, *Petunia* × *hybrida* та *Tagetes patula* полістимуліном К в концентрації 10 мг/л за умов дії інгредієнтів автотранспортних викидів достовірно підвищує фотохімічну активність хлоропластів у порівнянні з необробленими рослинами.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Албегов Р.Б. Изменение ультраструктуры и функциональной активности хлоропластов кукурузы в зависимости от условий минерального питания растений // Физиология и биох. культ. растений. – Т. 15, № 5. – 1983. – С. 433–440.*
2. *Арнон Д. Хлоропласты и фотосинтез. Структура и функции фотосинтетического аппарата. – М.: Ил, 1962. – С. 161–236.*
3. *Бессонова В.П., Лыженко И.И., Михайлов О.Ф., Кулаева О.Н. Влияние цитокинина на рост растений и содержание хлорофилла в листьях в условиях загрязнения среды // Физиология растений. – 1984. – Т. 31. – № 6. – С. 1149–1153.*
4. *Бессонова В.П., Лыженко И.И., Михайлов О.Ф., Кулаева О.Н. Влияние кинетина на рост проростков гороха и содержание пигментов при избытке цинка в питательном растворе // Физиология растений. – 1985. – Т. 32. – № 1. – С. 153–159.*
5. *Бессонова В.П., Козюкина Ж.Т, Лыженко И.И. Влияние избытка макроэлементов и двуокиси серы на световые реакции фотосинтеза в хлоропластах гороха // Физиология и биох. культ. растений. – 1990. – Т. 22. – № 3. – С. 220–225.*
6. *Бессонова В.П. Влияние тяжелых металлов на фотосинтетический аппарат Lathyrus odoratus L. // Рукопись депонирована в ВИНИТИ №3024-В90 от 06.06.90 г., г. Днепропетровск, 1990 "Депонированные рукописи", № 10 б/о 369. – 11 с.*
7. *Гавриленко В.Г., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. – М.: Высшая школа, 1975. – 392 с.*
8. *Головкин Б.Н., Китаева Л.А., Демченко Э.П. Декоративные растения СССР. – М.: Мысль, 1986. – 320 с.*

9. *Григорюк И.А., Шматько И.П. Реакция фотосинтетического аппрата картофеля на обработку полистимулином К при различной влажности почвы // Физиология и биох. культ. растений. – Т. 2, № 3. – 1989. – С. 255–261.*
10. *Жакотэ А.Г. Минеральное питание и активность фотосинтетического аппарата растений. – Кишенев: Штинца, 1975. – 155 с.*
11. *Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.*
12. *Кулаева О.Н. Цитокинины, их структура и функции. – М.: Наука, 1973. – 264 с.*
13. *Кулаева О.Н. Гормональная регуляция физиологических процессов у растений на уровне синтеза РНК и белка // 41-е Тимирязевское чтение. – М.: Наука, 1982. – 83 с.*
14. *Монакова О.Ф., Чернядьев И.И. Влияние цитокининовых препаратов на стабильность фотосинтетического аппарата двух сортов пшеницы при водном дефиците) // Прикл. биохимия и микробиология – 2004. – Т. 40, № 6. – С. 659–667.*
15. *Михайлов О.Ф., Бессонова В.П., Корытова А.И. Влияние кинетина и рентгеновского облучения на ростовые процессы и накопление пигментов в проростках гороха // Физиология и биох. культ. растений. – 1978. – 10, № 1. – С. 70–76.*
16. *Михайлов О.Ф., Бессонова В.П. Влияние NaCl и кинетина на некоторые физиолого-биохимические показатели в изолированных семядолях подсолнечника // Интродукция и акклиматизация в Днепропетровском ботаническом саду. – Днепропетровск: ДГУ, 1978. – С. 24–31.*
17. *Свешникова И.К., Дежи Л., Болякина Ю.П., Кулаева О.Н. Действие цитокинина на подверженные рентгеновскому облучению листья махорки // Докл. АН СССР. – 1970. – 193, №3. – С. 707–708.*
18. *Чернядьев И.И. Регуляторы фотосинтеза синтетическими цитокининами и повышение продуктивности растений // Прикладная биохимия и микробиология. – 1989. – 25, № 2. – С. 147–165.*
19. *Чернядьев И.И. Онтогенетические изменения фотосинтетического аппарата и влияние цитокининов (обзор) // Прикл. биохимия и микробиология – 2000. – Т. 36, № 6. – С. 611–625.*
20. *Adedipe W.O., Ormrode D.P. Hormonal regulation of ozone phytotoxicity in Raphanus sativus L. // Physiol. Plant. – 1972. – Vol. 8. – P. 254–257.*

21.Benzioni A., Mizrahi J., Richmond A.E. Effect of kinetin on plant-response to salinity // New physiol. – 1974. – 73, N 2. – P. 315–318.

INCREMENT CLOROPLASTS PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF THE SOME ORNAMENTAL PLANTS BY POLYSTIMULIN K IN THE CONDITION OF ENVIRONMENTAL POLLUTION BY MOTOR-CAR EMISSION

Priymak O.P.

The ingredients of motor transport emission were negatively for photochemistry activity of chloroplasts of ornamental plants. Treatment by polystimulin K *Begonia* × *semperflorens* hotr., *Petunia* × *hybrida* hotr. and *Tagetes patula* L. in the conditions of motor transport emission promotes photochemistry activity of chloroplasts in relation to untilled plants.

УДК 581.132. 577.151

Приймак О.П. Вплив полістимуліну К на фотохімічну активність хлоропластів деяких видів декоративно-квітникових рослин за умов забруднення викидами автотранспорту // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2008. – Вип. 13, № 2. – С. 78–87.

Дія інгредієнтів автотранспортних викидів негативно позначається на фотохімічній активності хлоропластів квіткових рослин *Begonia* × *semperflorens* hotr., *Petunia hybrida* hotr. і *Tagetes patula* L. Їх обробка полістимуліном К за цих умов підвищує фотохімічну активність хлоропластів щодо необроблених рослин.

Бібл. 21. Рис. 3. Табл.2