БІОХІМІЯ

УДК 579.64:632.3:581.132: 58.035:581.2: 635.07

Г. Б. ГУЛЯЄВА, О. О. ЛИТВИНЧУК

Інститут мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України
вул. Заболотного,154, Київ, 03143

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗБУДНИКА ПЛЯМИСТОСТІ ПЕРЦЮ *XANTHOMONAS VESICATORIA* НА АКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ

В статті проаналізовано дані щодо дослідження впливу штучного інфікування штамами збудника бактеріальної плямистості перцю роду *Xanthomonas* на фотохімічну активність листків рослин перцю овочевого чотирьох сортів – Дружок, Лада, Світлячок та Світозар. Виявлено, що патогенна дія штамів збудника на фотосинтетичний апарат рослин перцю різних сортів обумовлена зниженням ефективності поглинання квантів світла у процесі фотосинтезу, завдяки скороченню вмісту фотохімічно активного хлорофілу в листках. Найбільш стійким до ураження досліджуваними патогенними штамами виявився сорт Лада, а більш вразливими – сорти Світозар і Світлячок.

Ключові слова: Capsicum annuum L., перець овочевий, Xanthomonas vesicatoria, бактеріальна плямистість перцю, індукція флуоресценції хлорофілу

Перешкодою для отримання високоякісної продукції перцю є хвороби, зокрема бактеріальні, які викликають щонайменше як 12 видів бактерій [10]. Серед найбільш розповсюджених збудників є *Xanthomonas vesicatoria*, що викликає чорну бактеріальну плямистість перцю. Збудник уражує листя, черешки, стебла, плоди. Спочатку, на нижній поверхні листка з'являються невеликі плями. Пізніше плями приймають кутасту форму або залишаються округлими, тканина центральної частини жовтіє або чорніє, висихає та випадає, утворюючи в листках дірки з вузькою темно-коричневою або жовтою облямівкою. На плодах з'являються випуклі чорні плями з водонасиченою облямівкою, що збільшуються до 6-8 мм. В зв'язку із цим дослідження ураження фітопатогенними мікроорганізмами та їх шкодочинна дія є підґрунтя для пошуку заходів захисту, зокрема від ураження плодів перцю як у вегетаційний період, так і надалі – для подовження строків зберігання отриманого урожаю.

Відомо, що продуктивність біомаси рослин тісно пов'язана із їх фотосинтетичною активністю [3]. Тому, актуальним є дослідження фізіологічної реакції рослин за впливу фітопатогенів, зокрема, на фотохімічну активність листків.

Метою роботи є дослідження фотохімічної активності листків перцю овочевого, ураженого різними штамами збудника чорної плямистості перцю *Xanthomonas vesicatoria*, методом індукції флуоресценції хлорофілу.

Матеріал і методи досліджень

Рослини перцю сортів Дружок, Лада, Світлячок та Світозар вирощували у вегетативних дослідах на сірому опідзоленому ґрунті в умовах теплиці до фази повної стиглості плодів. Штучне інфікування бактеріальною суспензією збудника плямистості перцю різними за походженням штамами проводили у фазу наливу плодів різних сортів штамами *Xanthomonas vesicatoria*: 33 і 45 – виділені з перцю та 7862 – виділені з томату.

Схема досліду: I. К- Контроль (неінокульовані рослини перцю); II. Варіанти інокуляції: 1- шт. 33 на перці сорту Дружок; 2- шт. 33 на перці сорту Лада; 3- шт. 33 на перці сорту Світлячок; 4- шт. 45 на перці сорту Дружок; 5 – шт. 45 на перці сорту Лада; 6 - штам 45 на перці сорту Світозар; 7 – шт. 7862, виділений із томату на перці сорту Дружок; 8 – шт. 7862 на перці сорту Світозар; 9 – шт. 7862 на перці сорту Світлячок; 10 – шт. 7862 на перці сорту Лада. Повторність у досліді 3-х кратна.

Фотохімічну активність листків досліджували біофізичним методом індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) за допомогою портативного приладу «Floratest», сконструйованого у Інституті кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України [11]. Темнова адаптація перед вимірюванням становила 20 хв. Повторюваність вимірювань у досліді 5-кратна. Отриманий масив цифрових даних обчислювали і представляли у графічному вигляді (кривих Каутського). Розраховували наступні параметри флуоресценції хлорофілу: фонова флуоресценція (F_0); F_v – варіабельна флуоресценція хлорофілу $(F_v = F_m - F_0)$; F_v/F_m - квантовий вихід фотохімічного перетворення енергії; K_{pl} - кількість Qb-невідновлювальних комплексів, що не приймають участь у лінійному транспорті електронів $K_{pl} = (F_{pl} - F_0)/(F_m - F_0))$; коефіцієнт індукції ($K_i = (F_m - F_t)/F_m$), що корелює із активністю рибульозобісфосфаткарбоксилази (основного ферменту циклу Кальвіна)[1, 5]. Обчислювання масиву дослідних даних робили за допомогою електронних таблиць Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Встановлено, що ізоляти *X.vesicatoria* – 33 і 45, виділені з перцю при штучному зараженні, викликають характерні ознаки ураження на всіх 4 сортах перцю. При цьому у різному ступені уражуються листя, стебла і плоди. За штучної інокуляції на плодах перші симптоми з'явилися на 3-4 добу у вигляді випуклих, темно-зелених круглих плям діаметром до 2 мм, з водянистою облямівкою. На листі та стеблах симптоми з'явилися пізніше на – 10-12 добу. На листі у вигляді блідо-коричневих з жовтуватою облямівкою плям. На стеблах плями видовжені, чорні (рис. 1).

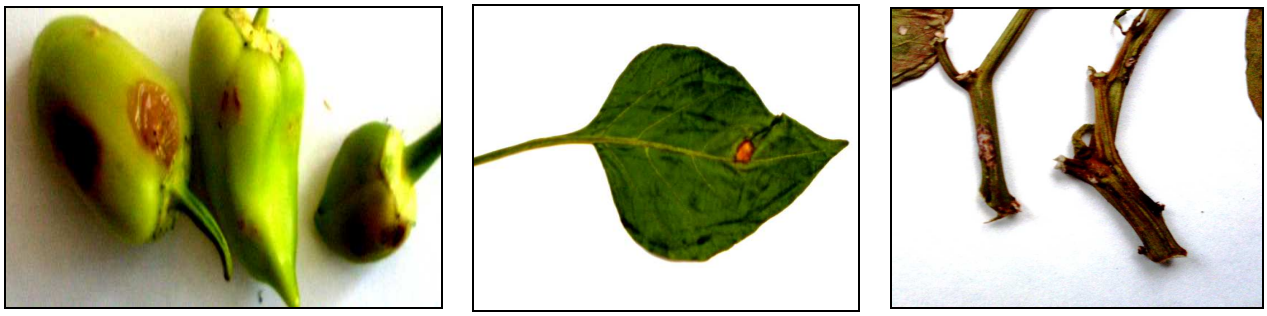


Рис. 1. Прояви штучного зараження плодів, листя та живців перцю овочевого штамами *X. vesicatoria.*

За штучної інокуляції рослин колекційним штамом *X. vesicatoria* 7862, виділеним із томату симптоми з'являлися на плодах сортів Дружок, Світозар. Листя сортів Світозар та Світлячок мали слабкі ознаки ураження.

У наступному етапі нашої роботи визначені дані фотохімічної активності листків перцю різних сортів за дії патогенних штамів роду *Xanthomonas* і побудовані криві ІФХ (криві Каутського) (рис. 2).

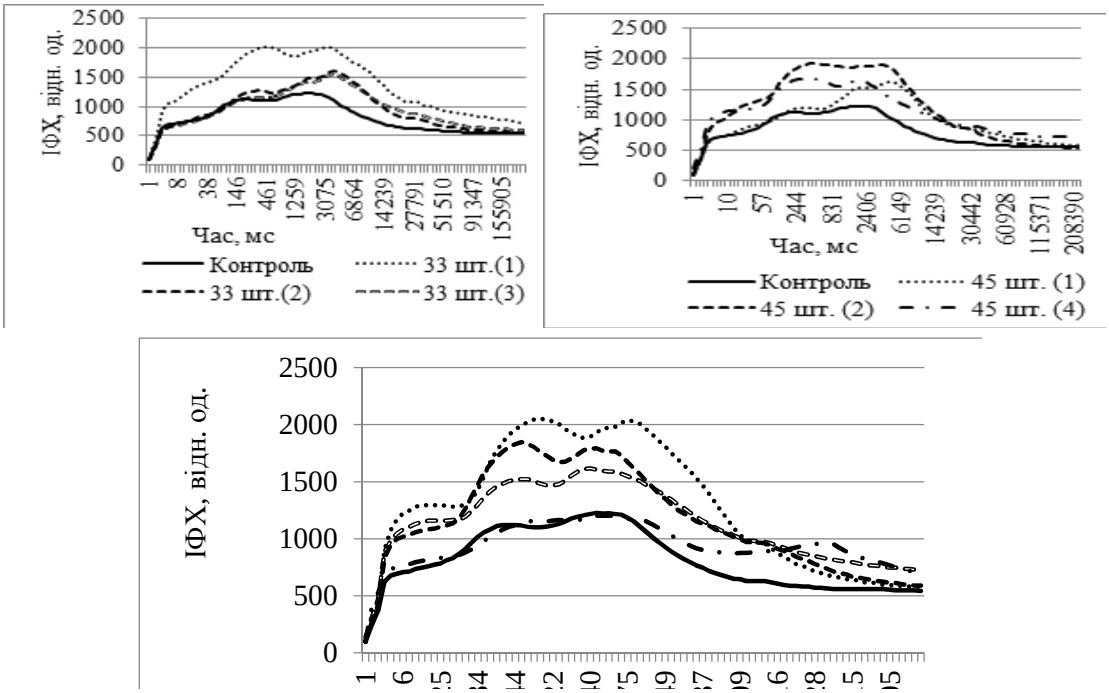


Рис. 2. ІФХ листків перцю різних сортів за дії штамів збудника плямистості перцю (Інокульовані штамами *X.vesicatoria* сорти перцю: (1)- Дружок; (2)- Лада; (3)- Світлячок; (4) – Світозар).

Показано, що збільшення рівня ІФХ інфікованих рослин по відношенню до інтактних рослин контролю відбувалося на всіх варіантах досліду, але не в однаковому ступені. Для з'ясування ступеню ушкодження фотосинтетичного апарату перцю за дії фітопатогенів розрахували критичні флуоресцентні параметри, зміни яких відображені на рис. 3 і 4. Величина фонової флуоресценції зростала в листках рослин, інокульованих штамами збудника плямистості перцю, від більшого до меншого в такому порядку: Дружок (шт.7862 і 33), Світозар (шт.45), Світлячок (шт.7862), Лада (шт. 7862 і 45), Світозар (шт.7862) та Дружок (шт.45) (тенденція) (див. рис. 3).

Відомо, що у сприятливих умовах рівень фонової флуоресценції, що йде при відкритих реакційних центрах, сягає не більше 3 %, але за дії будь-яких стресових чинників - підвищення температури, дефіциту живлення, дія фітопатогенів та ін. його величина зростає, а отже зменшується частка поглинутої енергії збудження, яка проходячи крізь електрон транспортний ланцюг, залучається у темнових процесах фіксації вуглецю [12-14]. Але таке зростання F_0 відмічене не у всіх досліджуваних листках перцю, оскільки за інфікування шт. 33 сорту Лада і Світлячок фонова флуоресценція дорівнювала її величині в листках контрольних рослин.

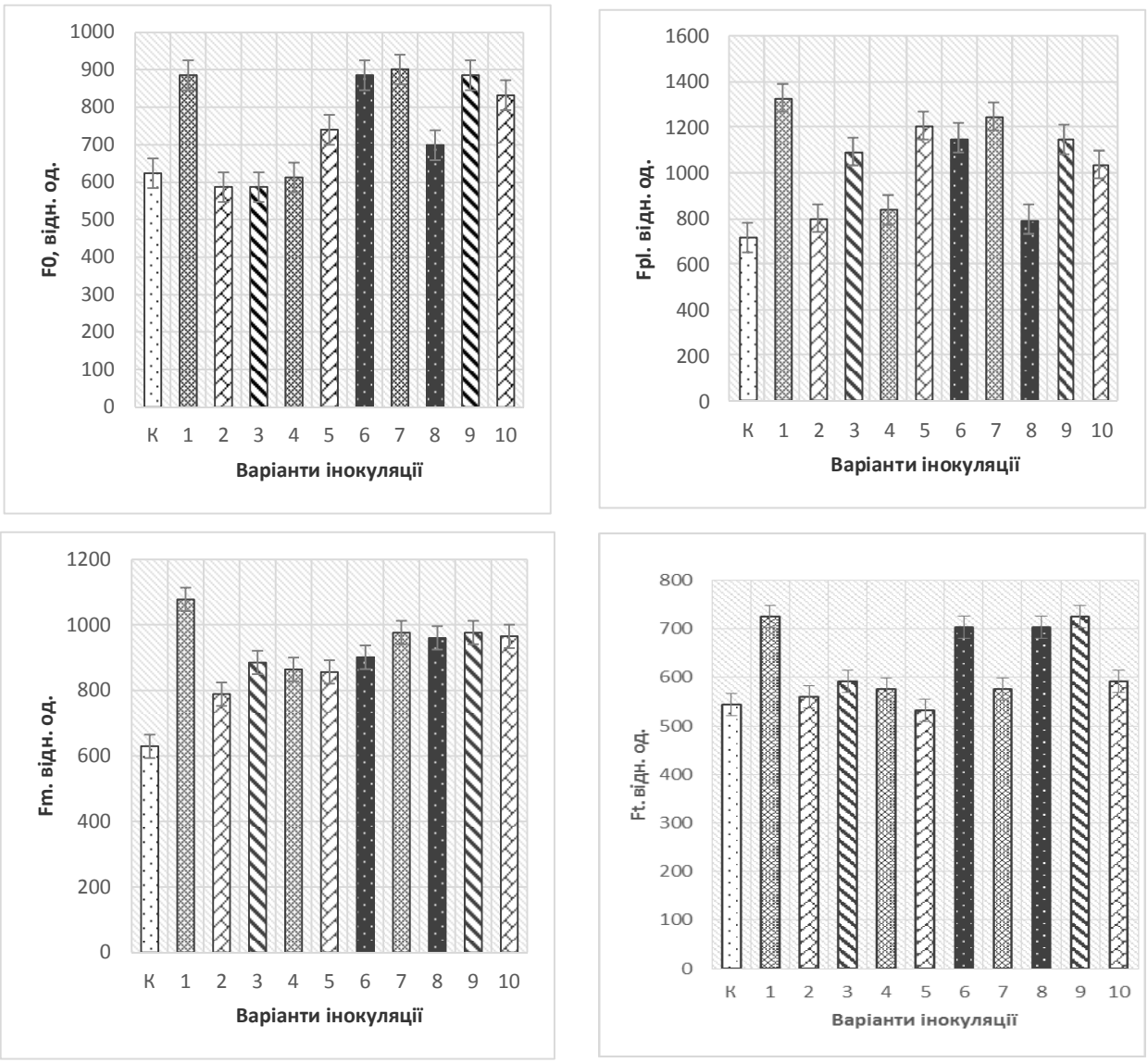


Рис. 3. Зміни параметрів флуоресценції хлорофілу F_0, F_{pl}, F_m, F_t за дії різних штамів збудника плямистості перцю. (К-Контроль; 1-10 - інокуляція сортів перцю штамами збудника: Дружок -1 (шт. 33), 4 (шт. 45), 7 (шт. 7862); Лада – 2 (шт. 33), 5 (шт. 45); 10 (шт. 7862); Світлячок – 3 (шт. 33), 9 (шт. 7862); Світозар 6 (шт. 45); 8 (шт. 7862).

Також відмічене зростання рівня F_m – максимуму флуоресценції – тої, що йде при закритих центрах на всіх варіантах інокуляції і відповідає відновленості основного переносника електронів ФС II хінної природи - Q_A. Найбільш суттєве зростання цієї величини було відмічене за інфікування 33 шт. в листках перцю сорту Дружок (на 71 %) (див. рис. 3). Разом з тим, зростання параметра Ft, що свідчить про сповільнення відтоку електронів й погіршення їх передачі на процеси темнової фіксації вуглецю, відбувалося на більшості варіантів інфікування. Причому, найбільш суттєвого впливу на цей показник зазнав фотосинтетичний апарат рослин сорту Дружок за дії шт.33, Світлячок за дії шт.7862 та Світозар за дії штамів – 45 та 7862. Разом із тим, рослини перцю сорту Лада за цим показником виявилися найбільш стійкими, оскільки дія штаму 33 за цим параметром була на рівні контролю, а штаму 45 навіть дещо знижувалася.

Зростання показника F_{pl} за дії інфікування патогенними штамами рослин перцю різних сортів відбувалося у наступній послідовності (від більшої до меншої величини): Дружок (шт.33 і шт.7862), Лада (шт.45), Світозар (шт.45), Світлячок (шт. 33 і 7862), Лада (шт.7862), Дружок

(шт.45), Лада (шт.33), Світозар (шт.7862), що свідчить про блокування електронного транспорту за умов інфікування.

Отже, показаний суттєвий ріст інтенсивності показників F_0, F_m та F_t в листках рослин перцю сортів Дружок і Світлячок за дії 33 і 7862 штамів та Світозар за дії штамів 45 і 7862. Такі зміни індукції флуоресценції зумовлені збільшенням концентрації неактивного хлорофілу, який не передає енергію збудження реакційним центрам. Цей процес супроводжується зростанням «інтеграла індукційних втрат», тобто зниження ефективності залучення квантів у процесі фотосинтезу, що висвічуються у повільних фазах індукційної кривої. Помірно стійкішим до інфікування штамом 33 виявився сорт Світлячок, а до штаму 45 помірну стійкість виявив сорт Дружок. Найбільш стійким до інфікування штамами 33 і 45 виявився сорт Лада.

Показано також зростання параметру K_{pl}, що відповідає кількості Qb-невідновлювальних комплексів, що не беруть участь у лінійному транспорті електронів, особливо за інфікування 33 штамом рослин перцю сорту Світлячок де цей показник підвищувався у п’ять разів, в той час як за дії шт. 7862 на сорт Світозар і Лада зростання цього показника було помірним – на 22,2 і 16,7 відповідно (див. рис.4). Відомо, що деяка кількість цих комплексів (близько 20%) існує у динамічній рівновазі між деградацією і відновленням ФС II, але стресові умови зрушують цю рівновагу у бік сповільнення їх відновлення чи деструкції акцепторного боку ФС II [5]. Отже за цим показником можна розташувати інфіковані різними штамами сорти рослин перцю у наступному порядку за ступенем стресової дії: Світлячок (шт.33 та шт.7862), Лада (шт.45), Дружок (шт.33 та шт.45), Світозар (шт.45), Лада (шт.33), Дружок (шт.7862), Світозар (шт.7862), Лада (шт.7862) (див. рис. 4).

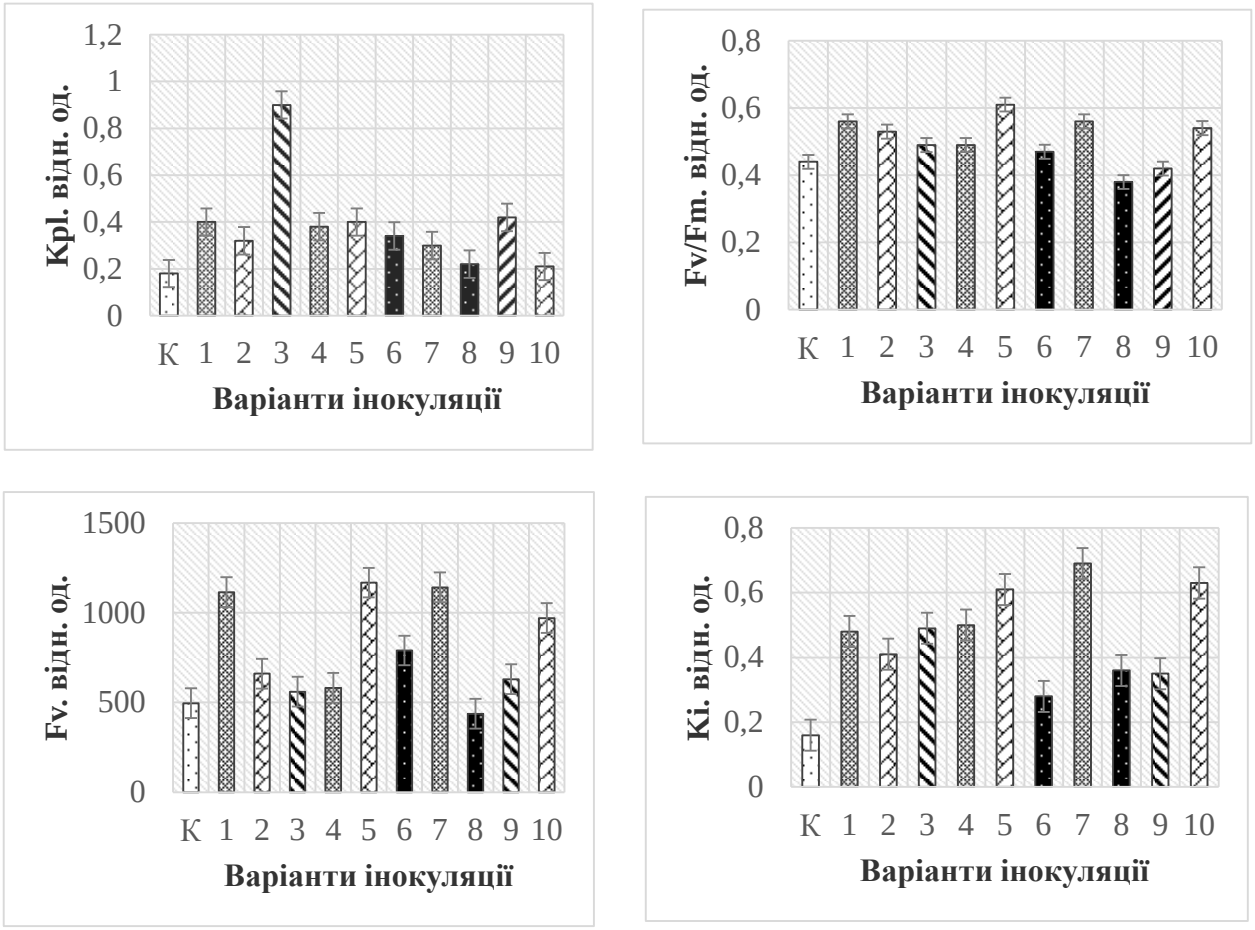


Рис.4. Зміни параметрів флуоресценції хлорофілу K_{pl}, F_v/F_m, F_v та K_i за дії різних штамів збудника плямистості перцю. (К-Контроль; 1-10 - інокуляція сортів перцю штамами збудника: Дружок -1 (шт. 33), 4 (шт. 45), 7 (шт. 7862); Лада – 2 (шт. 33), 5 (шт. 45); 10 (шт. 7862); Світлячок – 3 (шт. 33), 9 (шт. 7862); Світозар 6 (шт. 45); 8 (шт. 7862).

Разом із тим, розрахунки величини F_v/F_m, що відповідає квантовому виходу фотохімії показали зниження цього показника лише за дії штаму 7862 на сорти перцю Світозар і Світлячок (тенденція). В усіх інших випадках ця величина зростала в наступному порядку (від більшого до меншого значення): Лада (шт.45), Дружок (шт.7862, шт.33), Лада (шт.7862), Світлячок (шт.33), Дружок (шт.45), Світозар (45), Світлячок (шт.7862), Світозар (шт.7862). Варіабельна флуоресценція також збільшувалася за умов інфікування на всіх варіантах (окрім варіанту інокуляції сорту Світлячок шт.7862), що також свідчить про блокування переносу електронів у «швидкій» фазі - між Q_A і Q_b [9, 11]. Розрахунки індукційного коефіцієнта, що відповідає ефективності темнових реакцій фотосинтезу показали його зростання у послідовності від більшого до меншого: Дружок (шт.7862), Лада (шт.7862, шт.45), Світлячок (шт.33), Дружок (шт.45, шт.33), Лада (шт.33), Світозар (шт. 7862), Світлячок (шт.7862), Світозар (шт.45). Ймовірно, що таке зростання ефективності РБФК, а отже і циклу Кальвіна є адаптивним, що спричинено регуляторною підтримкою, на фоні зростання відносної кількості Q_b-невідновлювальних комплексів. Таке активування на короткому проміжку часу може бути сприятливим, але на більш тривалому - призводити до виснаження систем, що підтримують гомеостаз та порушення метаболізму рослини.

Висновки

Отже, штами збудника чорної плямистості перцю овочевого *X.vesicatoria* з різною інтенсивністю діяли на фотохімічну активність листків, знижуючи кількість фотохімічно активного хлорофілу, завдяки чому блокувався електронний транспорт у електрон-транспортному ланцюгу швидкої фази фотосинтезу. Перебування рослин у стані стресу підтверджує зростання за умов інфікування кількості Qb-невідновлювальних комплексів, що не беруть участь у лінійному транспорті електронів. Фотосинтетичний апарат рослин перцю сорту Дружок і Світлячок за дії 33 і 7862 штамів та Світозар за дії штамів 45 і 7862 характеризувався зростанням «інтеграла індукційних втрат», що відповідає зниженню ефективності залучення квантів світла у процесі фотосинтезу. Найбільш стійким до дії збудників штамів 33 і 45 виявилися рослини перцю сорту Лада. В той же час, на даному етапі ураження патогеном регуляторна система фотосинтетичного апарату рослин уражених більшістю штамів реагувала зростанням кількості фотохімічно активних комплексів ФС II, окрім інфікування штамом 7862 рослин перцю сорту Світозар, в листках якого почалися процеси деградації світлозбиральних комплексів за помірного підвищення активності РБФК. Така ж тенденція спостерігалася у листках сорту Світлячок. Активація карбоксилювання за впливу збудника плямистості перцю може бути викликана акцепторною дією патогенних бактеріальних штамів, що використовують продукти вуглеводного метаболізму рослини у якості поживного середовища. З часом, таке активування на фоні зниження фотохімічно активного хлорофілу призведе до виснаження регуляторної системи й поглиблення процесів деградації фотосинтетичного апарату, а також загального пригнічення біосинтетичних процесів та зниження стійкості до біотичних факторів, що у підсумку погіршує якісні і кількісні показники урожаю перцю.

1. *Брайон О. В.* Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції флуоресценції хлорофілу: Методичні вказівки для студентів біологічного факультету / [Брайон О. В. Корнєєв Д. Ю., Снєгур О. О., Китаєв О. І.]. — К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2000. — 15 с.
2. *Бухов Н. Г.* Механизмы и функции альтернативных путей переноса электронов в хлоропласте, связанные с ФС 1 / Н. Г. Бухов, Е. А. Егорова // Физиология растений. — 2006. — Т. 53, № 5. — С. 645-657.
3. *Гуляев Б. И.* Фотосинтетическая продуктивность агроэкосистем / Б. И. Гуляев // Физиология и биохимия культурных растений. — 2003. — Т. 35, № 5. — С. 371—381.
4. *Китаєв О. І.* Про хлорофіломіри / О. І. Китаєв // Садівництво по-українські. — К., 2014. — № 4. – С. 66—68.
5. *Кирик М. М.* Діагностика вірусної інфекції смородини чорної та малини методом індукції флуоресценції хлорофілу листків / [М. М. Кирик, Ю. М. Таранухо, М. П. Таранухо та ін.] // Вісник аграрної науки. — 2011. — № 10. – С. 26—28.

6. *Корнеев Д. Ю.* Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла / Д. Ю. Корнеев. — К.: Альтерпрес, 2002. — 191 с.
7. *Портативний* флуорометр «Флоротест»: настанова з експлуатації. — Інститут Кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України, 2013. — 24 с.
8. *Рибейро Р. В.* Фотохимическая реакция листьев фасоли на тепловой стресс после предварительного водного дефицита / Р. В. Рибейро, М. Г. Сантос, Е. С. Мачадо, Р. Ф. Оливейра // Физиология растений. — 2008. — Т. 55, № 3. — С. 387—396.
9. *Фітопатогенні* бактерії, бактеріальні хвороби рослин: монографія / [Р. І. Гвоздяк, Л. А. Пасічник, Л. М. Яковлева та ін.]; за ред. В. П. Патики. — К.: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. —444 с.
10. *Baena-Gonzalez E.* Deletion of the tobacco plastid psb A gene triggers an upregulation of the thylakoid-associated NAD(P)H dehydrogenase complex and the plastid terminal oxidase (PTOX) / [Baena-Gonzalez E, Allahverdiyeva Y, Svab Z, Maliga P et al.] // Plant Journal. — 2003. — September. — Vol. 35, №. 6. — P. 704—716.
11. *Joshi M.* Chlorophyll a Fluorescence as a Probe of Heavy Metal Ion Toxicity in Plants – In: Chlorophyll fluorescence: a signature of photosynthesis / [M. Joshi, P. Mohanty]; ed. by Papageorgiou GC, Govindjee. — Springer. — The Netherlands, Dordrecht, 2004. — P. 447 —461.
12. *Joshi M.* Probing photosynthetic performance by chlorophyll a fluorescence: Analysis and interpretation of fluorescence parameters / M. Joshi, P. Mohanty // J. Sci. Ind. Res. — 1995. — Vol. 54. — P. 155—174.
13. *Henriques F. S.* Leaf Chlorophyll Fluorescence: Background and Fundamentals for Plant Biologists/ F. S. Henriques // Bot. Rev. — 2009. — Vol. 75. — P. 249—270.
14. *Schreiber U.* Chlorophyll fluorescence as a non-intrusive indicator for rapid assessment of in vivo photosynthesis. — In: Ecophysiology of photosynthesis . (Ecological Studies, vol 100) / U. Schreiber, W. Bilger, C. Neubauer; ed. by Schulze E.D., Caldwell, M.M. — Springer. — Berlin, Heidelberg, New York, 1994. — P. 49—70.

А. Б Гуляева, А. А. Литвинчук
Институт микробиологии и вирусологии имени Д. К. Заболотного НАН Украины

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ПЯТНИСТОСТИ ПЕРЦА *XANTHOMONAS VESICATORIA* НА АКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА

В статье проанализированы данные исследования по влиянию искусственного инфицирования штаммами возбудителя бактериальной пятнистости перца рода *Xanthomonas* на фотохимическую активность листьев растений перца овощного четырех сортов - Дружок, Лада, Светлячок и Светозар. Выявлено, что патогенное действие штаммов возбудителя на фотосинтетический аппарат растений перца разных сортов обусловлено снижением эффективности поглощения и использования энергии квантов света в процессе фотосинтеза, за счет сокращения содержания фотохимически активного хлорофилла в листьях. Наиболее устойчивым к влиянию исследуемых патогенных бактериальных штаммов оказался сорт Лада, а наиболее уязвимыми - сорта Светозар и Светлячок.

Ключевые слова: Capsicum annuum L., перец овощной, Xanthomonas vesicatoria, бактериальная пятнистость перца, индукция флуоресценции хлорофилла

A. B. Gulyaeva, A. A. Litvinchuk
Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS, Ukraine

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF PEPPER PATHOGEN SPOT *XANTHOMONAS VESICATORIA* ON THE ACTIVITY OF THE PHOTOSYNTHETIC APPARATUS

Pepper vegetable plants of four varieties Druzhok, Lada, Svitliachok and Svitozar grown within the greenhouse environments were artificially infected with different strains *Xanthomonas vesicatoria*: 33 and 45 – extracted from pepper and 7862 - extracted from tomato. The phenological observation of the bacterial spot development showed the presence of characteristic features on all the plants of studied varieties which were infected with pathogenic strains extracted from pepper. The symptoms of the affection in the form of convex dark-green roundish patches of watery borders firstly appeared on the pepper products – on 3-4 days after the infection and much later on the stems and leaves – on 10-12 days. The infection features of in the form of spots on different plant organs were slightly different in shape and color - pale brown with yellowish border located on the leaves and elongated black ones

placed on the stems. The plants being inoculated by strains extracted from tomato, symptoms of the infection were observed on the plants of pepper varieties Druzhok and Svitozar, while the leaves of plants Svitozar and Svitliachok varieties had mild symptoms of the infection.

In parallel we investigated the photochemical activity of pepper leaves of the following varieties by means of the method of induction of chlorophyll fluorescence using a portable device «Floratest». It has been found the increased level of chlorophyll fluorescence in the infected plants according to the control, at the same time fluorescent indicators varied in size. As a result of the infection on the photosynthetic apparatus of pepper plants of different varieties, a significant increase of parameters F_0, F_m and F_t was observed in leaves. It should be noted that the increase of the parameter F_t indicated a slowdown in the outflow of electrons and transmission reduction of processes of dark carbon fixation, which took place in leaves of most infected plants. The variety Svitliachok had moderate resistant to the infection of strain 33 and the variety Druzhok demostrated moderate resistance to strain 45. In most plants of the variety Lada, which appeared to be more resistant to affection, this parameter remained at the control under inoculation by strain 33 and slightly decreased under the action of strain 45. The observed changes of fluorescent parameters in pepper plants of the varieties Druzhok and Svitliachok under the action of 33 and 7862 strains and of variety Svitozar – under the infection of 45 and 7862 strains indicate an increase of inactive chlorophyll concentration, that does not transfer the excitation energy to reaction centres, and the reduced efficiency of absorption and utilization of quanta light energy during photosynthesis. We observed the increase of number of non-renewable Qb-complexes that do not participate in the linear electron transport, which confirms the stress for plants under the infection.

The pathogenic effect of strains *X.vesicatoria* on the photosynthetic apparatus of different varieties of pepper plants caused a significant increase of chlorophyll fluorescence emission which corresponds to reduction of efficiency of absorption and utilization of energy light quanta in the photosynthesis process by means of the method of chlorophyll fluorescence induction.

However, the regulatory system of the photosynthetic apparatus of pepper plants in their more resistant varieties react adaptively to increasing of the number of photochemical activity complexes of PS II, except the infection of pepper plants of the variety Svitozar by strain 7862, in the leaves of which the processes of degradation of light-harvesting complexes have begun.

Calculations of Fv / Fm parameters corresponding to the quantum yield of photochemistry and the number of photochemically active complexes PSII showed its increasing under the artificial infection of most studied varieties of plants. This reaction of the regulatory system of the photosynthetic apparatus is adaptable to more resistant varieties of pepper. An increase of the number of photophysical complexes PS II occurs as follows (from high to low parameters): Lada (strain 45), Druzhok (strains 7862 and 33), Lada (strain 7862), Svitliachok (strain 33), Druzhok (strain 45) Svitozar (strain 45), Svitliachok (strain 7862), except the pepper plants of the variety Svitozar infected by strain 7862, the leaves of which have started their light-degradation complexes. The increased variable fluorescence for the infection of studied strains (except the variety Svitliachok inoculated by strain 7862) indicates the blocking of electron transfer in the «fast» phase - between Q_A and Q_b. At the same time there was an increase of the induction coefficient, whose parameter correlates closely with RBPK activity - the main limiting enzyme Calvin cycle that occurred in the following order (from the largest to the smallest): Druzhok (strain 7862), Lada (strains 7862 and 45), Svitliachok (strain 33), Druzhok (strains 45 and 33), Lada (strain 33) Svitozar (strain 7862), Svitliachok (strain 7862) Svitozar (strain 45). It is possible that such an increase of RBPK efficiency and, consequently, of the Calvin cycle is adaptive at regulatory support while increasing of relative quantities of non-renewable Qb-complexes. Such activation in a short period of time may be favorable, but more longer it can lead to the depletion of supporting homeostasis and disrupt the metabolism of plants, which ultimately reduces the yield and quality. According to the degree of resistance to pathogenic bacterial strains on the particular photophysical and photochemical parameters of the photosynthetic apparatus of pepper plants of four different varieties, the most resistant was the variety Lada and the most sensitive were varieties Svitozar and Svitliachok.

The data of the research performed by means of the chlorophyll fluorescence induction method demonstrating the resistance of different varieties of pepper plants which were infected by bacterial spot are confirmed by the phenological observations.

Keywords: Capsicum annuum L., plants of pepper, Xanthomonas vesicatoria, bacterial spot of pepper, chlorophyll fluorescence induction

Рекомендує до друку Надійшла 18.01.2016
В. З. Курант

УДК 616-073.756.8-073.8:616.831-006.484-005.98-0024

Т. С. КОМШУК
ВДНЗУ «Буковинський державний медичний університет»
вул. Головна, 137, Чернівці, 58005

КОРЕЛЯЦІЙНІ ЗВ'ЯЗКИ МІЖ ОКРЕМИМИ СТРУКТУРАМИ ЛІКВОРНОЇ СИСТЕМИ

У ході морфометричного дослідження магнітно-резонансних томограм дано комплексну прижиттєву характеристику вентрикулярної системи головного мозку людини літнього віку. Вивчені гендерні особливості та міжпівкульна асиметрія відповідних показників.

Ключові слова: вентрикулярна система, чоловіки, жінки, МРТ, кореляційні зв'язки

Вступ. На сучасному етапі розвитку медичної науки помітно зростає роль фундаментальних дисциплін, у тому числі анатомії людини, медичної та інтегративної антропології [1]. Чим точніше і достовірніше стають методи медичної візуалізації, тим актуальніше постає проблема правильної інтерпретації та стандартизації даних одержуваного зображення [3, 7].

Введення в медичну практику нових методів нейровізуалізації — комп'ютерної та магнітно-резонансної томографії змінило принципи діагностики морфологічних змін головного мозку і відкрило нові горизонти у вивченні його будови [2].

Характерні анатомічні особливості органів з урахуванням їх індивідуальної мінливості, а також статевих відмінностей, вивчені поки недостатньо. З цієї точки зору, не заслужено мало вивчена індивідуальна мінливість головного мозку людини. Бурхливий розвиток морфології і фізіології нервової системи відволікло увагу дослідників від питань загальної кількісної характеристики мінливості мозку, а це призвело до того, що і по теперішній час у більшості посібників і оглядах наводяться суперечливі і неоднорідні дані про вагу головного мозку і його розміри, а особливо вентрикулярну систему [4].

Головний мозок людини володіє значною мінливістю. Він різниться у чоловіків і жінок, у різних рас, етнічних груп. Ознаки відмінностей зберігаються з покоління в покоління і можуть бути важливою характеристикою варіабельності мозку людини, як біологічного виду [6].

У той же час, практично відсутні роботи із застосуванням класичного методу анатомії — "описувально-вимірювального", тобто роботи по індивідуальній мінливості людей із залученням морфометричних методів із використанням методів варіаційної статистики [5, 8].

Недостатньо розроблена проблема індивідуального розвитку головного мозку в постнатальному періоді онтогенезу. Процес розвитку людського організму після народження більше вивчений лише щодо періоду дитинства [4] і мало щодо періодів літнього та старечого віку.

У зв'язку з цим актуальним є вивчення прижиттєвих морфометричних характеристик, насамперед для вентрикулярної системи головного мозку у людей літнього віку.

Робота виконана відповідно до основного плану НДР Буковинського державного медичного університету і являє собою фрагмент комплексної міжкафедральної теми