

## ЛАНДШАФТНА АРХІТЕКТУРА І ДЕКОРАТИВНЕ САДІВНИЦТВО

УДК 581.132.1:582.675.1]:681.7(477-25)

### ІНДУКЦІЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦІЇ ХЛОРОФІЛУ ЛИСТКІВ У ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *Clematis L.* В УМОВАХ КИЄВА

І. Б. КОВАЛИШИН, аспірантка \*

А. П. ПІНЧУК, кандидат сільськогосподарських наук,

М. В. ТАРАН, аспірантка \*\*

Р. Л. ШВЕЦЬ, науковий співробітник

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ*

E-mail: Ira\_Kovalyshyn@ukr.net

**Анотація.** Фактори урбанізованого середовища негативно впливають на ріст і розвиток рослин. Це спричиняє ослаблення їхнього організму та підвищення чутливості до захворювань. Використання експрес-методів діагностики, до яких належить метод індукції флуоресценції хлорофілу, дає змогу в польових умовах на ранніх стадіях виявити та усунути ураження або дефіцит елементів живлення. Об'єктами досліджень були види та культивари з родини *Clematis L.* Метою роботи був аналіз фотосинтетичного апарату ломиносів для визначення загального стану рослин та впливу на них факторів довкілля. Вимірювання здійснювали за допомогою портативного приладу «Флоратест». Під час аналізу кривих Каутського було визначено ряд основних показників ІФХ та коефіцієнтів, що дають змогу оцінити вплив факторів довкілля та видо- чи сортоспецифічних властивостей на стан рослини та охарактеризувати перебіг світлових фаз фотосинтезу й ефективність фотохімічних процесів для темнових фаз засвоєння енергії світла. За результатами аналізу індукційних кривих флуоресценції хлорофілу встановлено високу пластичність у структурній організації хлоропластів листків для представників роду *Clematis*, що характеризується параметрами  $F_0$ ,  $F_p$ ,  $F_v/F_p$ . Пігментній системі ФС(II) властива достатньо ефективна структурна організація. Результати отримані після розрахунку індикаторного показника свідчать про те, що рослини вільні від вірусної інфекції. Хлоропласти листків характеризувались значним спадом флуоресценції хлорофілу до стаціонарного рівня, що є ознакою інтенсивного перебігу темнових фотохімічних реакцій.

**Ключові слова:** індукція флуоресценції хлорофілу, крива Каутського, фотосинтез, *Clematis L.*

\* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, доцент А. П. Пінчук.

\*\* Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор М. Ф. Стародуб.

© І. Б. Ковалишин, А. П. Пінчук,  
М. В. Таран, Р. Л. Швець, 2016

**Актуальність.** Зростаючи в урбанізованому середовищі, рослина опиняється під впливом комплексу несприятливих факторів, серед яких забруднення повітря вихлопними газами, накопичення у ґрунті солей важких металів, специфічна аеродинамічна система міст. При цьому рослинний організм виснажується і стає вразливим до ураження захворюваннями вірусної, бактеріальної, грибової природи, а також пошкодження комахами-шкідниками. Проте урбоекосистеми потребують збагачення насаджень і розширення асортименту їхніх компонентів. За таких умов у системі догляду за зеленими насадженнями міст необхідно ширше використовувати заходи експрес-діагностики стану рослин, одним з яких є метод індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ).

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Метод ІФХ дає змогу охарактеризувати фотосинтетичний апарат рослин завдяки його тісному зворотному зв'язку з інтенсивністю флуоресценції хлорофілу [2; 4; 6]. Отримані дані використовують для оцінювання загального стану рослин, оскільки порушення в фотосинтезі починаються, як правило, задовго до зміни зовнішнього вигляду рослини. За їх виявлення можна за допомогою відповідних заходів на ранніх стадіях усувати інфекційні захворювання та оптимізувати умови вирощування рослин [1; 3; 5].

**Мета дослідження** – визначення фізіологічного стану представників роду *Clematis* L. та впливу на нього екзогенних факторів за параметрами індукційної кривої флуоресценції (кривої Каутського).

**Матеріали і методи дослідження.** Об'єктами досліджень були дрібноквіткові представники роду *Clematis* L.: *Clematis viticella* L., *C. tibetana* Kuntze, *C. heracleifolia* DC., *C. fargesii* 'Paul Farges', *C. Integrifolia* 'Aljonushka', *C. ispananica* 'Zvezdograd' з колекції витких рослин Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України, та *C. texensis* 'Princess Diana', *C. macropetala* 'Maidwell Hall' і *C. alpina* 'Pamela Jackman', що зростають на території навчально-дослідного розсадника кафедри лісовідновлення та лісорозведення навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства НУБіП України.

Аналіз функціонального стану листків було здійснено за допомогою портативного приладу «Флоратест», розробленого державним науково-інженерним центром мікроелектроніки Інституту кібернетики ім. В. М. Глушкова, що дає змогу проводити оцінку стану рослин у польових умовах. Для цього листки з середньої частини пагонів об'єктів дослідження розміщуються в оптичному блоці. Зміну флуоресценції хлорофілу реєстрували протягом 3 хв. Оцінювання функціонального стану листків проводили за основними параметрами індукційної кривої:  $F_0$  – фоновий рівень флуоресценції на момент повного відкриття затвору;  $F_1$  – рівень флуоресценції на час досягнення тимчасового сповільнення зростання сигналу («плато»);  $F_p$  – максимальне значення флуоресцентності;  $F_m$  – квазістаціонарний рівень флуоресценції;  $F_{st}$  – стаціонарний рівень флуоресценції.

Після визначення основних параметрів було здійснено ряд розрахунків для характеристики перебігу фотосинтезу та, відповідно, загального стану рослини:

- наростання флуоресценції:  $dF_1 = F_1 - F_0$  . (1);

- варібельна флуоресценція:  $F_v = F_p - F_0$  (2);

- показник ефективності структурної організації пігментної системи (ФС2):  $F_v / F_p$ ;

- індикаторний показник впливу екзогенних факторів:  $K_1 = \frac{F_m - F_1}{F_m}$  (3);

- коефіцієнт індукції флуорисценції (квантовий показник квантового виходу):  $K_2 = \frac{F_m - F_0}{F_m}$  (4);

- індикаторний показник вірусної інфекції:  $K_3 = \frac{F_0}{F_m}$  (5);

- коефіцієнт спаду флуорисценції:  $K_{F_{st}} = \frac{F_{p2} - F_{st}}{F_{p2}}$  (6).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Під час аналізу кривих Каутського було визначено ряд основних показників ІФХ та коефіцієнтів, що дають змогу оцінити вплив факторів довкілля та видо- чи сортоспецифічних властивостей на стан рослини та охарактеризувати перебіг світлових фаз фотосинтезу й ефективність фотохімічних процесів для темнових фаз засвоєння енергії світла (табл. 1).

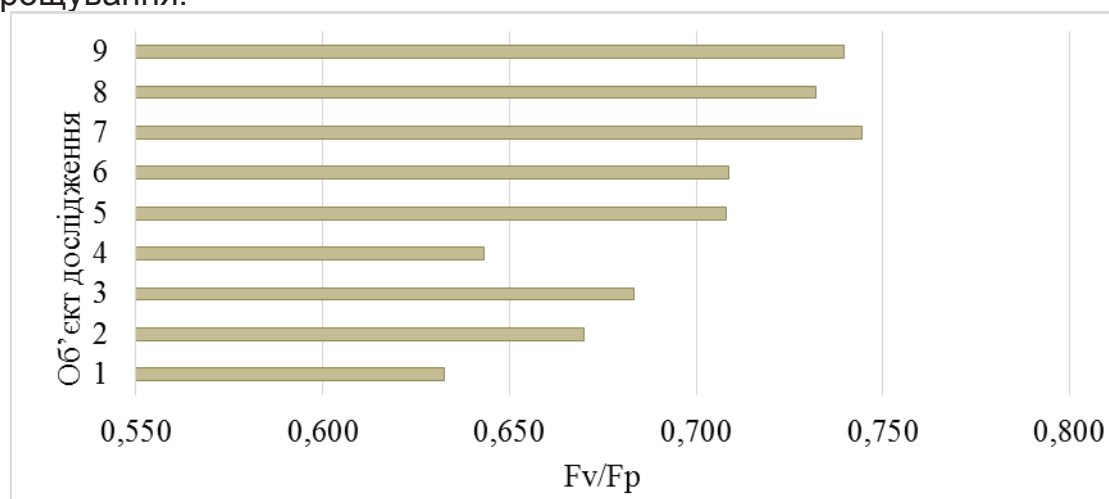
### 1. Індукція флуоресценції хлорофілу листків у представників роду *Clematis* L.

Показник	<i>C. integrifolia</i> 'Aljonushka'	<i>C. heracleifolia</i>	<i>C. ispanica</i> 'Zvezdograd'	<i>C. tibetana</i>	<i>C. fargesii</i> 'Paul Farges'	<i>C. viticella</i>	<i>C. macropetala</i> 'Maidwell Hall'	<i>C. alpina</i> 'Pamela Jackman'	<i>C. texensis</i> 'Princess Diana'
$F_0$	<b>554,7</b>	714,7	<b>581,3</b>	<b>529,0</b>	666,7	762,7	485,3	<b>560,0</b>	<b>576,0</b>
$F_1$	922,7	1146,7	981,3	890,0	1141,3	1312,0	752,0	840,0	855,3
$F_p$	1509,3	2165,3	1834,7	1482,7	2282,7	2618,7	1898,7	2090,7	2213,3
$F_m$	1541,3	2122,7	2021,3	1589,3	2293,3	2629,3	1845,3	2066,7	2176,0
$F_{st}$	777,3	1098,7	954,7	800,0	970,7	1520,0	834,7	893,3	970,7
$dF_1$ (1)	368,0	432,0	400,0	361,0	474,6	549,3	266,7	280,0	279,3
$F_v$ (2)	954,6	1450,6	1253,4	953,7	1616,0	1856,0	1413,4	1530,7	1637,3
$dF_1/F_v$	<b>0,386</b>	<b>0,298</b>	<b>0,319</b>	<b>0,379</b>	<b>0,294</b>	<b>0,296</b>	<b>0,189</b>	<b>0,183</b>	<b>0,171</b>
$F_v/F_p$	0,632	0,670	0,683	0,643	0,708	0,709	0,744	0,732	0,740
$kF_{st}$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6
K1	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
K2	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
K3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Варто зазначити, що  $F_0$  – рівень флуоресценції, випромінюваний комплексом ФС(II), який відповідає за початковий рівень ІФХ. Він зумовлений енергією світла, що випромінюється хлорофілом, який не бере участі в процесі фотосинтезу. Це явище пояснюється тим, що у початковий момент всі канали фотосинтетичного переносу електронів відкриті і максимум енергії збуджених електронів витрачається на фотосинтез (енергія від них не надходить до реакційних центрів).

Інтервал значень  $F_0$  об'єктів дослідження лежить у межах від 480 до 780 відн. од. У *C. heracleifolia*, *C. fargesii* 'Paul Farges', *C. viticella* було виявлено вищі показники  $F_0$ , що становили, відповідно, 714,7; 666,7; 762,7 відн. од. Найнижче значення було виявлено у *C. macropetala* 'Maidwell Hall' – 485,3 відн. од. Цей факт може бути обумовленим структурною зміною пігментного комплексу, що спрямована на ефективніше засвоєння сонячної енергії в зв'язку з впливом місць зростання. Так, при збільшенні кількості антенних хлорофілів підвищується початковий рівень флуоресценції і навпаки.

Коефіцієнт  $F_v/F_p$  є найбільш інтегрованим показником, що характеризує ефективну структуру організації пігментної системи ФС (II) (рис. 1). В досліджуваних зразках його значення коливалося в межах від 0,63 (*C. integrifolia* 'Aljonushka') до 0,73 (*C. alpina* 'Pamela Jackman') та 0,74 (*C. texensis* 'Princess Diana', *C. macropetala* 'Maidwell Hall'). Високі показники коефіцієнта свідчать про пластичність структурних змін в організації пігментного комплексу хлоропластів роду *Clematis* L., які відображають їхню пристосованість до умов освітлення на місці вирощування.

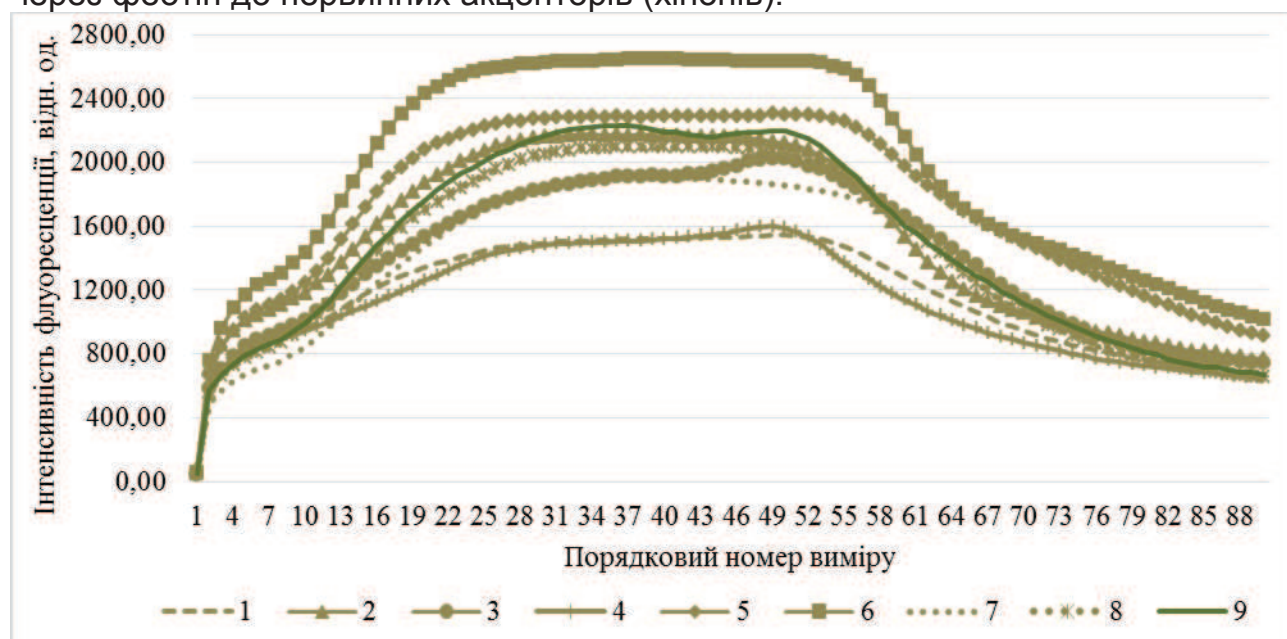


**Рис. 1. Значення коефіцієнта  $F_v/F_p$  для представників роду *Clematis*. 1 – *C. integrifolia* 'Aljonushka', 2 – *C. heracleifolia*, 3 – *C. isphanica* 'Zvezdograd', 4 – *C. tibetana*, 5 – *C. fargesii* 'Paul Farges', 6 – *C. viticella*, 7 – *C. macropetala* 'Maidwell Hall', 8 – *C. alpina* 'Pamela Jackman', 9 – *C. texensis* 'Princess Diana'**

Інтервал  $F_0 - F_1 - F_p$  на графіку кривих індукції флуоресценції хлорофілу (рис. 2) відповідає переносу електронів від реакційних центрів ФС (II), яка практично повністю визначає флуоресценцію в червоному



діапазоні і зумовлює більшу частину флуоресценції дальнього діапазону, через феотін до первинних акцепторів (хінонів).



**Рис. 2. Індукційні криві флуоресценції хлорофілу листків ломиносів.** 1 – *C. integrifolia* 'Aljonushka', 2 – *C. heracleifolia*, 3 – *C. isphanica* 'Zvezdograd', 4 – *C. tibetana*, 5 – *C. fargesii* 'Paul Farges', 6 – *C. viticella*, 7 – *C. macropetala* 'Maidwell Hall', 8 – *C. alpina* 'Pamela Jackman', 9 – *C. texensis* 'Princess Diana'

Збільшення флуоресценції під час переходу F0 – F1 зумовлено відновленням QA в комплексах ФС(II), які не спроможні здійснювати електронний транспорт між QA и QB, так званих QB-невідновлюваних ФС(II). Ці комплекси не зв'язані з пулом переносників електронів, тому фотоіндуковане окислення QA відбувається швидше, ніж у QB-відновлюваних комплексах ФС(II), і є реакцією першого порядку.

Перехід F1 – Fp не завжди проявляється, тому на його місці можна побачити так зване «плато». Сигмоїдальне збільшення інтенсивності флуоресценції на відріжку F1 – Fp викликане поступовим відновленням компонентів електрон-транспортної системи, що було характерним для всіх досліджуваних представників роду *Clematis*. У результаті відсутності відтоку електронів до пулу рухомих переносників відбувається відновлення QA и QB-відновлюваних комплексах ФС(II), що супроводжуються підвищенням квантового виходу флуоресценцій цих комплексів. Коли QA всіх комплексів ФС (II) відновлені, тоді флуоресценція досягає максимального значення Fm.

Параметр Fp характеризує найвищий рівень флуоресценції, що реєструється у вигляді максимуму на індукційній кривій. Йому властивий найбільш варіабельний характер, що характеризується адаптивними змінами в структурі пігментного комплексу досліджуваних представників роду *Clematis* і лежав у межах 1400 – 2600. Найменші показники було виявлено в *C. integrifolia* 'Aljonushka' (1509,3) та *C. tibetana* (1482,7).

Найбільше значення показника для *C. viticella* (2618,7) міг бути спричиненим збільшенням кількості як світлозбиральних так і антенних хлорофілів. Слід виокремити проміжну групу об'єктів для яких цей показник змінювався в межах від 2090,7 (*C. alpina* 'Pamela Jackman') до 2282,7 (*C. Fargesii*'Paul Farges').

Поява другого максимуму  $F_m$  на індукційній кривій спричинена процесом фотохімічного засвоєння енергії та її теплової дисипації, що конкурують з темновими фотосинтетичними циклами. У нашому випадку значення  $F_p$  менше за  $F_m$ , для *C. integrifolia* 'Aljonushka', *C. ispanica* 'Zvezdograd', *C. tibetana*, *C. fargesii* 'Paul Farges', *C. viticella* в зв'язку з активацією біохімічних реакцій, в яких використовується відновлюваний ферредоксин. Це призводить до реокислення електронно-транспортної системи, яке розпочинається до того, як пул QA буде повністю відновлено. Значення цих параметрів майже рівне, в умовах високої інтенсивності діючого світла для *C. heracleifolia* чи при інгібуванні процесів флуоресценції хлорофіла *C. macropetala* 'Maidwell Hall', *C. alpina* 'Pamela Jackman', *C. texensis* 'Princess Diana'.

Крім того, за даними вірусолога М. М. Кирика зі співавторами [3], перевищення значення 0,4 для відношення  $dF1/F_v$  свідчить про високий вірогідний рівень ураження рослин вірусною інфекцією. В досліджуваних зразках цей показник лежав у межах 0,29–0,31, що свідчить про неінфікованість досліджуваних зразків. Унаслідок зростання *C. integrifolia* 'Aljonushka' на колекційній ділянці ломиносів підвищення значення відношення до рівні 0,39 відображає негативний вплив монокультурного вирощування.

Повільна індукція флуоресценції фотосинтезуючих об'єктів спостерігається в зміні інтенсивності флуоресценції від максимального рівня  $F_p$  до стаціонарного значення  $F_{st}$ . Стадія  $F_p - F_{st}$  зв'язана з початком активації циклу Кельвіна, при цьому збільшується циклічний потік електронів в ФС (I). У стадії  $F_p - F_{st}$  відбувається сповільнення електронного транспорту між ФС у зв'язку зі встановленням протонного градієнта. У стадії  $F_m - F_{st}$  продовжується структурна перебудова мембран і перехід частини світлозбираючого комплексу ФС(II) з області гран в область стром. Активація циклу Кельвіна знімає блокування нециклічного електронного потоку.

**Висновки і перспективи.** Отже, за результатами аналізу індукційних кривих флуоресценції хлорофілу встановлено високу пластичність у структурній організації хлоропластів листків для представників роду *Clematis*, що характеризується параметрами  $F_0$ ,  $F_p$ ,  $F_v/F_p$ . Пігментній системі ФС (II) властива достатньо ефективна структурна організація. Результати отримані після розрахунку індикаторного показника вірусної інфекції свідчать про те, що рослини вільні від вірусної інфекції.

Хлоропласти листків характеризувались значним спадом флуоресценції хлорофілу до стаціонарного рівня, що є ознакою інтенсивного перебігу темнових фотохімічних реакцій.

### Список використаних джерел

1. Груша В. В. Оцінювання фізіологічного стану посівів сільськогосподарських культур методом фітоіндукції флуоресценції хлорофілу / В. В. Груша, Т. І. Гордієнко, М. В. Патика // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». – 2014. – Вип. 1–2. – С. 55–60.
2. Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції флуоресценції хлорофілу: методичні вказівки для студентів біологічного факультету / КНУ ім. Тараса Шевченка ; уклад. О. В. Байрон, Д. Ю. Корнєєв, О. О. Снегур, О. І. Китаєв. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2000. – 15 с.
3. 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 : зб. наук. праць. – 2011. – Вип. 10. – С. 26–28.
4. Корнєєв Д. Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла / Д. Ю. Корнєєв. – К. : Вид-во «Альтерпрес», 2002. – 188 с.
5. Костенко С. М. Індукція флуоресценції хлорофілу листків представників роду *Philadelphus* L. в умовах Києва / С. М. Костенко, О. І. Китаєв, С. Б. Ковалевський // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.4. – С. 209–213.
6. Пат. 103536 Україна, МПК G01N 21/33, 21/63, 21/64. Пристрій для визначення параметрів явища фотосинтезу хлорофілу у листках рослин / В. Т. Кондратов, В. О. Романов, Ю. О. Брайко, А. В. Мільченко. – № 201200060; заявл. 03.01.2012; опубл. 25.10.2013, Бюл. № 20.

### References

1. Hrusha, V. V. (2014). Otsinyuvannya fiziologichnoho stanu posiviv sul's'kohospodars'kykh kul'tur metodom fitoinduktsiyi fluorestsentsiyi khlorofilu [Evaluation of Crops Physiological Condition by the Chlorophyll Fluorescence Phytoinduktion method]. Zbirnyk naukovykh prats' NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN», 1–2, 55–60.
2. Bayron, O. V., Kornyejev, D. Yu., Snyehur, O. O., Kytayev, O. I. (Eds.) (2000). Instrumental'ne vyvchennya fotosyntetychnoho aparatu za dopomohoyu induktsiyi fluorestsentsiyi khlorofilu: metodychni vkazivky dlya studentiv biolohichnoho fakul'tetu [Instrumental study photosynthetic apparatus using chlorophyll fluorescence induction: guidance for students of biological faculty]. Kyiv: VPTs "Kyivskyy universytet", 15.
3. Kyryk, M. M., Taranukho, Yu. M., Taranukho, M. P. et al. (2011). Diahnostyka virusnoyi infektsiyi smorodyny chornoyi ta malyny metodom induktsiyi fluorestsentsiyi khlorofilu lystkiv [Viral Infection Diagnosis of Black Currants and Raspberries Leaves by the Chlorophyll Fluorescence Induction Method]. Visnyk ahrarynoyi nauky, 10, 26–28.

4. Korneev, D. Yu. (2002). Informatyionnye vozmozhnosti metoda induktsii fluorestsentsii khlorofilla [Information Capabilities of the Chlorophyll Fluorescence Induction Method]. Kyiv: Al'terpres, 188.
5. Kostenko, S. M., Kytayev, O. I., Kovalevss'kyu, S. B. (2014). Induktsiya fluorestsentsiyi khlorofilu lystkiv predstavnykiv rodu Philadelphus L. v umovakh Kyueva [Induction of Chlorophyll Fluorescence of the Genus *Philadelphus* L. Leaves in Kuiv]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny, 24.4, 209–213.
6. Pat. 103536 Ukrayina, MPK G01N 21/33, 21/63, 21/64. Prystriy dlya vyznachennya parametriv yavvshcha fotosyntezy khlorofilu u lystkakh roslyn [The device for determining parameters of chlorophyll photosynthesis phenomenon in the plants leaves] / V. T. Kondratov, V. O. Romanov, Yu. O. Brayko, A. V. Mil'chenko. – № 201200060; zayavl. 03.01.2012; opubl. 25.10.2013, Byul. № 20.

## ИНДУКЦИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА ЛИСТЬЕВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *CLEMATIS* L. В УСЛОВИЯХ КИЕВА

И. Б. Ковалышин, А. П. Пинчук, М. В. Таран, Р. Л. Швец

**Аннотация.** Факторы урбанизированной среды негативно влияют на рост и развитие растений. Это приводит к ослаблению их организма и повышению чувствительности к заболеваниям. Использование экспресс-методов диагностики, к которым относится метод индукции флуоресценции хлорофилла, позволяет в полевых условиях на ранних стадиях выявлять и устранять заболевания или дефицит элементов питания. Объектами исследований были виды и культивары из семейства *Clematis* L. Целью работы был анализ фотосинтетического аппарата клематисов для определения общего состояния растений и влияния на них факторов окружающей среды. Измерения проводились с помощью портативного прибора «Флоратест». При анализе кривых Каутского был определен ряд основных показателей ИФХ и коэффициентов, позволяющих оценить влияние факторов окружающей среды и видо- или сортоспецифичных свойств на состояние растения, а также охарактеризовать ход световых фаз фотосинтеза и эффективность фотохимических процессов для темновых фаз освоения энергии света. По результатам анализа индукционных кривых флуоресценции хлорофилла установлено высокую пластичность в структурной организации хлоропластов листьев для представителей рода *Clematis*, характеризующееся параметрами  $F_0$ ,  $F_p$ ,  $F_v/F_p$ . Пигментной системе ФС (II) присуща достаточно эффективная структурная организация. Результаты, полученные после расчета индикаторного показателя, свидетельствуют о том, что растения свободны от вирусной инфекции. Хлоропласты листьев характеризовались значительным спадом флуоресценции хлорофилла к стационарному уровню, что является признаком интенсивного течения темновых фотохимических реакций.

**Ключевые слова:** индукция флуоресценции хлорофилла, кривая Каутского, фотосинтез, *Clematis*.



## CHLOROPHYLL FLUORESCENCE INDUCTION OF THE GENUS CLEMATIS L. REPRESENTATIVES LEAVES IN KIEV CONDITIONS

I. Kovalyshyn, A. Pinchuk, M. Taran, R. Shvets

**Abstract.** *Urban environment factors affect adversely on growth and development of plants which are cultivated there. This situation leads to weakening of their body and increase susceptibility to disease. The use of rapid diagnostic methods (one of them is chlorophyll fluorescence induction method) allows to identify and eliminate the lesion or nutrition elements deficiency at early stages for in-the-field replacement. The objects of research are species and cultivars from genus Clematis L.. The aim of reseach was analysis of clematises photosynthetic apparatus for determination of plants general state and environmental factors influence on them. Measurements were carried out using a portable device "Floratest". For a number of CFI key indicators and ratiosdetermination the Kautsky curves had been analyzed. This information allows to estimate the influence of environmental factors and paticular species or cultivar fitures on plants state and describe the progress of photosynthesis light phase and photochemical processes efficiency for assimilating light energy in dark phase. Results of chlorophyll fluorescence induction curves analysis releav high flexibility in the leaves chloroplasts structural organization of genus Clematis represenratives, which had been characterized by parameters  $F_0$ ,  $F_p$ ,  $F_v / F_p$ . Enough effective structural organization inherent for Pigment System FS (II). Obtained after calculating indicator index show that the plants are free from virus infection. Leaves chloroplasts had been characterized by significant chlorophyll fluorescence decline to a stationary level. It's a sign of intensive passing of dark photochemical reactions.*

**Keywords:** *chlorophyll fluorescence induction, Kautsky curve, photosynthesis, Clematis.*

УДК 502.476

### ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЗОНУВАННЯ ТА ЦІННІСТЬ ПАРКУ-ПАМ'ЯТКИ САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА «БАЙРАК» (ВОЛИНСЬКА ОБЛАСТЬ)

К. Г. ПОКОТИЛОВА, магістр \*

А. А. ДЗИБА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Національний університет біоресурсів і природокористування  
України

E-mail: Ang@email.ua

**Анотація.** *Заповідні об'єкти залежно від розмірів, категорії, режиму, ступеня збереженості мають ряд цінностей. Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва відіграють значну роль як для рекреації*

\* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, доцент А. А. Дзиба.