

території лісового фонду підприємств, в першу чергу по видам занесеним до Червоної книги України та змінами їх чисельного та якісного складу;

- 4) доведення до широкого кола громадськості всіх результатів моніторингу підприємства в рамках допустимих норм комерційної конфіденційності. Для цього доцільно використовувати всі сучасні інформаційні засоби, зокрема Інтернет, публікації в засобах масової інформації, розміщення інформації на інформаційних стендах у конторах підприємств.

Література

1. Букша І.Ф. Стале управління лісами і моніторинг: огляд сучасних тенденцій / І.Ф. Букша // Науковий вісник НАУ : зб. наук. праць. – Сер.: Лісівництво. – К. : Вид-во НАУ. – 2000. – Вип. 25. – С. 123-129.
2. Букша І.Ф. Методичні рекомендації з моніторингу лісів України І рівня / І.Ф. Букша. – Харків : Вид-во УкрНДДЛГА, 2009. – 48 с.
3. Ковалишин В.Р. Аналіз типових невідповідностей господарської діяльності лісових підприємств України вимогам стандарту FSC, які виникають в процесі сертифікації лісів / В.Р. Ковалишин // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.17. – 400 с.
4. Тимчасова інструкція з електронного обліку продукції лісозаготівель, лісопиляння і деревообробки на підприємствах Державного агентства лісових ресурсів України. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://lespravo.org.ua/art/333-Timchasoვა_instrukciya_z_elektronno-go_obliku_derevini_2012_rik/
5. FSC International Standard. FSCPrinciplesandCriteriaforforeststewardship. [Electronic resource]. – Mode of access <http://ic.fsc.org/principles-and-criteria>

Ковалишин В.Р. Усовершенствование мониторинга производственно-хозяйственной деятельности лесных предприятий Украины с учетом требований экологической сертификации лесов

Рассмотрены вопросы мониторинга производственно-хозяйственной деятельности лесных предприятий Украины в соответствии с существующей практикой и требованиями стандарта экологической сертификации лесов. Проведен анализ основных видов деятельности, подлежащих мониторингу, отмечены исполнители и перечислены основные формы отчетности лесных предприятий. Сделан акцент на мониторинге видов деятельности, которые требуются стандартом сертификации лесов по системе FSC, и в то же время отсутствуют или недостаточно внедрены на лесных предприятиях Украины. Предложены меры по совершенствованию мониторинга для охвата всех аспектов производственно-хозяйственной деятельности лесных предприятий с целью соответствия требований стандартам экологической сертификации лесов.

Ключевые слова: производственно-хозяйственная деятельность, лесные предприятия, мониторинг, экологическая сертификация лесов, стандарты.

Kovalyshyn V.R. Improving Monitoring of Forest Enterprise Management of Ukraine to Meet the Requirements of Environmental Certification of Forests

This paper deals with the issue of monitoring of forest management activities of forestry enterprises in Ukraine in accordance with existing practices and requirements of environmental certification of forests. The analysis of the main types of activities subject to monitoring as well as responsible persons are identified and main monitoring documents of forest enterprises are considered. The accent is done on the monitoring activities required by FSC standard of forest certification, while absent or insufficiently implemented in practices of forest management of Ukraine. Some measures to improve monitoring to cover all aspects of forest management and to meet requirements of forest certification are proposed.

Key words: forest management, forest enterprises, monitoring, forest certification, standards.

УДК 537.85:581.132.1:582.711.11(477-25) *Аспір. С.М. Костенко¹; пров. наук. співроб. О.І. Китаєв², канд. біол. наук; проф. С.Б. Ковалевський¹, д-р с.-г. наук*

ИНДУКЦИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛУ ЛИСТКІВ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *PHILADELPHUS L.* В УМОВАХ МІСТА КИЄВА

Наведено результати досліджень індукції флуоресценції хлорофілу листків представників роду *Philadelphus L.* За аналізом змін індукції флуоресценції хлорофілу листків визначено вплив умов місця зростання та генотипової специфічності досліджуваних чубушників на окремі показники та коефіцієнти, що характеризують перебіг світлових фаз фотосинтезу й ефективність фотохімічних процесів для темнових фаз засвоєння енергії світла. Відзначено високу пластичність у структурній організації хлоропластів листків чубушника, яка характеризується інтенсивним спадом флуоресценції хлорофілу до стаціонарного рівня, що є ознакою високої ефективності темнових фотохімічних реакцій.

Ключові слова: індукція флуоресценції хлорофілу, фотосинтез, *Philadelphus*.

Відомо, що в умовах значного антропогенного навантаження на зовнішнє середовище вивчення оптичних властивостей листя і поглинання ними світла має велике значення для розуміння загальних принципів засвоєння сонячної енергії, механізмів фотосинтезу й адаптаційних процесів у рослинах. Для одержання найбільш повної інформації про структурно-функціональні характеристики фотосинтетичної активності (ФСА) листків рослин широко використовується метод індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) [5, 8-12].

Флуоресценція хлорофілу є тим показником, який дає змогу досліджувати в живих об'єктах перебіг фотохімічних реакцій, пов'язаних із роботою так званої фотосистеми 2 (ФС2), яка є найчутливішою до факторів зовнішнього середовища. Первинні процеси фотосинтезу поглинають енергію випромінювання та перетворюють її на хімічну енергію, а не засвоєне хлорофілом світло – флуоресціює. Процеси світлової та темної фази фотосинтезу відображають зміну флуоресценції хлорофілу [7, 8].

Метою дослідження було вивчення ступеня адаптації фотосинтетичного апарату листків різних чубушників до світлового фактора за допомогою методу ІФХ.

Матеріали і методи дослідження. Оцінку функціонального стану листків представників роду *Philadelphus L.* здійснювали портативним приладом "Флора-тест", який розроблений державним науково-інженерним центром мікроелектроніки Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова. Цей прилад дає змогу реєструвати індукційну криву флуоресценції ("криву Каутського"), за параметрами якої можна з'ясувати перебіг процесів як світлової, так і темної фаз фотосинтезу. Форма ІФХ чутлива до всіх змін у будь-якій ланці фотосинтезу, спричинених факторами зовнішнього середовища [1, 2, 4, 7].

Для інтегральної оцінки стану фотосинтетичного апарату методом ІФХ зелений листок чубушника розташовували між пластинами виносного оптичного сенсора приладу "Флора-тест" і впродовж 3 хв реєстрували зміни флуоресценції

¹ НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

² Інститут садівництва НААН України;

хлорофілу. За основними параметрами кривої ІФХ: F_o – фоновий рівень флуоресценції на момент повного відкриття затвору; F_{pl} – рівень її на час досягнення тимчасового сповільнення зростання її сигналу, так зване "плато"; F_p – максимальне значення флуоресценції; F_t – стаціонарний рівень її через 3 хв після початку освітлення, проводили оцінку функціонального стану листків. Дані з приладу передаються на ПК, де інтерпретуються програмою "Florates" в MS Excel.

Результати досліджень. Внаслідок проведеного аналізу змін ІФХ визначено вплив умов місця зростання та генотипової специфічності на окремі показники ІФХ листків досліджуваних чубушників та коефіцієнти, що характеризують перебіг світлових фаз фотосинтезу й ефективність фотохімічних процесів для темнових фаз засвоєння енергії світла. Так, показник F_o відповідає за початковий рівень ІФХ і зумовлений енергією світла, що випромінюється хлорофілами, які не беруть участі в процесі фотосинтезу (енергія від них не надходить до реакційних центрів). Його рівень для більшості представників роду *Philadelphus* L. змінюється у межах 73-85 у.о. (табл.).

Табл. Індукція флуоресценції хлорофілу листків у представників роду *Philadelphus* L.

Показник	<i>Ph. l. In-pocence</i>	<i>Ph. l. Manteau d'Hermine</i>	<i>Ph. l. Albatre</i>	<i>Ph. l. Avalanche</i>	<i>Ph. coronarius Nana</i>	<i>Ph. coronarius</i>
F_o	82,81	73,04	80,47	85,16	65,23	102,74
F_{pl}	101,17	88,29	104,69	103,12	96,87	146,09
dF_{pl}	18,36	15,25	24,22	17,97	31,64	43,35
F_p	148,83	129,30	160,94	151,56	149,62	231,62
F_v	66,02	56,26	80,47	66,40	84,39	128,88
dF_{pl}/F_v	0,28	0,27	0,30	0,27	0,37	0,34
F_v/F_p	0,44	0,44	0,50	0,44	0,56	0,56
F_{p2}	135,16	125,00	148,05	139,46	143,36	213,25
F_t	58,99	58,20	51,56	56,64	64,06	117,19
$F_{p2}-F_t/F_{p2}$	0,56	0,53	0,65	0,59	0,55	0,45
F_p-F_v/F_t	1,52	1,22	2,12	1,68	1,34	0,98

Цей показник істотно вирізняється лише у *Ph. coronarius* Nana та *Ph. coronarius* він і становить відповідно 65,23 і 102,74 у.о. Така різниця може бути пов'язана з умовами їх зростання і передусім надходження сонячної радіації. Для *Ph. coronarius* Nana відзначено більш високий рівень освітлення, що зумовлює зменшення параметра F_o . Для *Ph. coronarius* умови освітлення хоч і достатні, але він дещо притінений сусідніми деревами, завдяки чому відзначено структурні зміни пігментного комплексу, спрямовані на ефективніше засвоєння сонячної енергії. В останньому випадку від збільшення кількості антенних хлорофілів, що найвірогідніше зумовлює підвищення початкового рівня флуоресценції.

Найбільш інтегрованим показником, який характеризує ефективну структуру організації пігментної системи (ФС2), є коефіцієнт F_v/F_p . Варто зауважити, що для досліджуваних зразків він найбільший у *Ph. coronarius* Nana та *Ph. coronarius* і дорівнює 0,56, що є свідченням пластичності структурних змін в організації пігментного комплексу хлоропластів роду *Philadelphus* L., що за-

кономірно відображає їх приналежність до рослин другого ярусу. Для цих рослин саме пристосованість до умов освітлення є вирішальною ознакою, що допомагає їм вижити в складних умовах зовнішнього середовища. В інших дослідних культиварів цей показник був у межах 0,44-0,50 у.о. що є достатнім для забезпечення функціонування пігментного комплексу ФС2.

Показник флуоресценції на рівні F_{pl} зумовлений швидким насиченням енергії по реакційних центрах (РЦ), які не передають енергію на електрон транспортний ланцюг (вони не відновлюють первинний акцептор Q_A і таким чином є РЦ, що не відновлюють електрон транспортний ланцюг). Наростання флуоресценції від F_o до F_{pl} характеризується показником dF_{pl} і в нашому випадку він знаходиться в межах від 15 до 43 у.о. Вважається, що за умов насичення за інтенсивністю збуджуючого світла співвідношення dF_{pl}/F_v де остання зміна флуоресценції, яка дорівнює $F_{pl}-F_o$, характеризує частку Q_A не відновлюваних реакційних центрів. У нашому експерименті рівень інтенсивності збуджуючого світла був меншим, тому співвідношення dF_{pl}/F_v було значно більшим. Однак за таких умов збуджуючого світла цей показник може характеризувати інфікованість рослин вірусами [6].

За даними вірусолога М.М. Кирик із співавторами, перевищення рівня dF_{pl}/F_v більше 0,4 при інтенсивності збуджуючого світла, що не насичують за енергією пігментну матрицю, свідчить про високий рівень вірогідності ураження рослин вірусною інфекцією [6]. У нашому експерименті цей коефіцієнт знаходиться в межах 0,27-0,37, що може бути свідченням неінфікованості досліджуваних зразків.

F_p параметр, який характеризує найвищий рівень флуоресценції Хл а, що реєструється у вигляді максимуму на індукційній кривій. За умов насиченої інтенсивності світла максимальне значення флуоресценції на індукційній кривій зобов'язане динамічній рівновазі між процесами флуоресценції, фотохімії та теплової дисипації. Вважається, що в точці F_p , за умов максимальної флуоресценції, фотосинтез знаходиться на мінімальному рівні [9]. Для досліджуваних нами рослин він знаходиться в межах 129-230 у.о. Цей показник найбільш варіабельний з усіх інших, що зумовлено адаптивними змінами в структурі пігментного комплексу. При недостатньому освітленні відбувається збільшення як світлозбиральних, так антенних хлорофілів, що супроводжується зростанням рівня F_p , особливо у виду *Ph. coronarius*, у якого він становив 231,62 у.о. В інших представників цей показник був меншим і варіював від 129,30 у *Ph. l. 'Manteau d'Hermine'* до 160,94 у *Ph. l. 'Albatre'*.

Поява другого максимуму на індукційній кривій зобов'язана процесу фотохімічного засвоєння енергії та її тепловою дисипацією, конкуренцією темнових фотосинтетичних циклів. У нашому випадку інтенсивність флуоресценції у другому максимумі змінюється від 125 у.о. до 213 у.о. Вважається, що за умов недостатньої освітленості інтенсивність параметра F_{p2} може бути вищою за F_p . При цьому ми не реєстрували жодного випадку перевищення F_{p2} над F_p , що свідчить про достатнє освітлення дослідних рослин. Спадання флуоресценції від F_{p2} супроводжується зростанням інтенсивності фотосинтезу, активацією основного ферменту циклу Кальвіна, рибульоза біфосфат карбоксилази, тому

прилади типу "Флора тест", які дають змогу оцінити наростання ефективності циклу Кальвіна за параметром F_p-F_t/F_t часто називають "Rubisco-мірами" [7, 12]. У досліджених нами рослин цей коефіцієнт змінюється в межах 0,98-2,12, а найнижчу ефективність фотохімічних процесів зафіксовано у *Ph. coronarius*, що можливо пов'язано з реакцією ферментів циклу Кальвіна на недостатню освітленість.

Інтенсивність спаду флуоресценції до рівня F_t характеризується коефіцієнтом $F_{p2}-F_t/F_{p2}$. У нашому випадку цей коефіцієнт змінюється від 0,45 у *Ph. coronarius* до 0,65 у *Ph. l. Albatre*. Для інших культиварів він знаходиться в межах 0,53-0,59 що вказує на високу інтенсивність фотохімічних процесів у цих рослин.

Висновки. Таким чином, встановлено високу пластичність у структурній організації хлоропластів листків представників роду *Philadelphus* L., що характеризується параметрами F_o , F_p , F_v/F_p . При цьому навіть за умов високої ІФХ визначено достатньо ефективну структурну організацію пігментної системи (ФС2), що характеризується коефіцієнтом F_v/F_p .

За коефіцієнтом "плато" dF_p/F_v показано, що дослідні рослини вільні від вірусної інфекції. Хлоропласти листків досліджуваних чубушників, характеризуються значним спадом флуоресценції хлорофілу до стаціонарного рівня, що є ознакою інтенсивного перебігу темнових фотохімічних реакцій.

Література

- Брайко Ю.А. Хронофлуорометр "Флоратест": инструкция по эксплуатации прибора / Ю.А. Брайко, Р.Г. Имамудинова. – К. : Вид-во "Лібра", 2007. – 11 с.
- Брайон А.В. Флуоресцентно-микроскопическое исследование некоторых физиологических свойств тканей и клеток многолетних растений : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. биол. наук: спец. № 101 "Физиология растений" / А.В. Брайон. – К., 1968. – 19 с.
- Кучерявий В.П. Дослідження флуоресцентних параметрів листового апарату дерев урбогенних ландшафтів / В.П. Кучерявий, В.І. Мокрий, С.Д. Гридчук та ін. // Проблеми ЛА та СПБ : матер. І Міжнар. семінару. – Т. 1. Проблеми ландшафтної архітектури, урбоекології та озеленення населених місць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ, 1997. – С. 139-142.
- Брайон О.В. Инструментальное вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою флуоресценції хлорофілу / О.В. Брайон, Д.Ю. Корнеев, О.О. Снегур, О.І. Китаев. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2000. – 13 с.
- Карпетян Н.В. Переменная флуоресценция хлорофилла как показатель физиологического состояния растений / Н.В. Карпетян, Н.Г. Бухов // Физиология растений. – 1986. – Т. 33, вып. 5. – С. 1013-1026.
- Кирик М.М. Диагностика вірусної інфекції смородини чорної та малини методом індукції флуоресценції хлорофілу листків / М.М. Кирик, Ю.М. Тарануха, М.П. Тарануха та ін. // Вісник аграрної науки : зб. наук. праць. – 2011. – Вип. 10. – С. 26-28.
- Корнеев Д.Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла / Д.Ю. Корнеев. – К. : Вид-во "Альтерпрес", 2002. – 188 с.
- Мерзляк М.Н. Пигменты, оптика листа и состояние растений / М.Н. Мерзляк // Соросовский образов. журн. – 1998. – № 4. – С. 19-24.
- Kautsky H. Das Fluoreszenzverhalten grüner Pflanzen / H. Kautsky, A. Hirsch // Biochem Z. – 1934. – Vol. 274. – S. 422-434.
- Krause, G.H. Chlorophyll Fluorescence and Photosynthesis: The Basis / G.H. Krause, E. Weis // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. – 1991. – Vol. 42. – Pp. 313-349.
- Lazar D. Chlorophyll a fluorescence induction / D. Lazar // Biochim. et Biophys. Acta. – 1999. – Vol. 1412, № 1. – Pp. 1-28.
- Lichtenthaler H.K. The Kautsky effect 60 years of chlorophyll fluorescence induction kinetics / H.K. Lichtenthaler // Photosynthetica. – 1992. – Vol. 27, № 1-2. – Pp. 45-55.

Костенко С.М., Китаев О.И., Ковалевский С.Б. Индукция флуоресценции хлорофилла листьев представителей рода *Philadelphus* L. в условиях города Киева

Приведены результаты исследований индукции флуоресценции хлорофилла листьев представителей рода *Philadelphus* L. По анализу изменений индукции флуоресценции хлорофилла листьев определено влияние условий места произрастания и генотипической специфичности исследуемых чубушников на отдельные показатели и коэффициенты, характеризующие ход световых фаз фотосинтеза и эффективность фотохимических процессов для темновых фаз усвоения энергии света. Отмечена высокая пластичность в структурной организации хлоропластов листьев чубушников, которая характеризуется интенсивным спадом флуоресценции хлорофилла к стационарному уровню, что является признаком высокой эффективности темновых фотохимических реакций.

Ключевые слова: индукция флуоресценции хлорофилла, фотосинтез, *Philadelphus*.

Kostenko S.M., Kytayev O.I., Kovalevskiy S.B. Induction of Chlorophyll Fluorescence of the Genus *Philadelphus* L. Leaves in Kyiv

The results of the research on the induction of chlorophyll fluorescence of leaves of the genus *Philadelphus* L. are presented. The influence of conditions on the place of growth and genotypic specificity for certain values of fluorescence induction of *Philadelphus* leaves concerning the analysis of changes in chlorophyll fluorescence induction are determined. The factors that characterize the progress of the light phase of photosynthesis and photochemical efficiency for the dark phase processes of the assimilation of light energy are studied. The high ductility in the structural organization of chloroplasts in *Philadelphus* leaves is proved to be characterized by an intense decline of chlorophyll fluorescence to a stationary level, that is a sign of the high efficiency of dark photochemical reactions.

Key words: induction of chlorophyll fluorescence, photosynthesis, *Philadelphus* leaves, genotype, efficiency.