

**ВПЛИВ ЗНЕВОДНЕННЯ НА ПОКАЗНИКИ ІНДУКЦІЇ ФЛУОРЕСЦЕНЦІЇ
ХЛОРОФІЛУ У ЛИСТКАХ САЛАТУ**
(*Lactuca sativa* L.)

Ю.І. Посудін, доктор біологічних наук
О.О. Годлевська, кандидат фізико-математичних наук
І.А. Залоїло, кандидат біологічних наук

Запропоновано метод реєстрації індукції флуоресценції хлорофілу для дослідження стану рослин салату під впливом зневоднення. Вимірювання параметрів флуоресценції хлорофілу, зокрема індексів життєдіяльності Rfd' при 740 нм та Rfd'' при 690 нм, дає можливість отримати корисну інформацію щодо стану рослини протягом розвитку та залежності від стресових умов.

Флуоресценція, індукція флуоресценції, салат.

Одним із перспективних методів дослідження впливу водного дефіциту на рослини є реєстрація індукції флуоресценції хлорофілу – залежності інтенсивності флуоресценції від часу при освітленні зеленого листка, що знаходився попередньо у темряві. Флуоресценція хлорофілу в останньому набуває індукційної кінетики – повільного спадання інтенсивності від максимального рівня до стаціонарного протягом 3–5 хв, відомої як “ефект Каутського” [1]. Співвідношення між флуоресценцією хлорофілу і загальним процесом фотосинтезу носять досить складний характер; слід однак зауважити, що процес реєстрації флуоресценції хлорофілу зеленого листка рослини може бути використаний для аналізу стану рослини під впливом різноманітних стресів як у лабораторних, так і польових умовах [2, 3].

Методи флуоресцентної спектроскопії було використано для дослідження впливу водного дефіциту на фотосинтетичну активність листків, сумарну ефективність фотосинтезу, захист фотосинтезу рослини від інтенсивного освітлення, газовий обмін, вміст хлорофілу в різних видах рослин [4, 5, 6].

Мета досліджень – встановлення шляхом флуоресцентного аналізу показників індексів життєдіяльності та адаптації до стресів на різних стадіях зневоднення рослини.

Матеріали та методика досліджень. В експериментах були використані листки салату (*Lactuca sativa* L.): *Лолла Росса*, *Лолла Біонда*, *Майская королева* та *Одеський кучерявець*. Рослини викопували разом з коренем і через певні проміжки часу вимірювали $Rfd''(690)$ та $Rfd'(740)$ за допомогою портативного флуориметра. Для досліду використовувались

листки, які максимально схожі між собою за розташуванням на рослині (одного ярусу) за розміром та кольором.

Зразок перед вимірюванням тримають у кліпсі 4 хв у темряві, після чого здійснюють реєстрацію індукції флуоресценції одразу на обох довжинах хвиль (690 і 740 нм) протягом наступних чотирьох хвилин. Функції флуоресцентних індексів виконує індекс життєздатності Rfd , який вимірюють на двох довжинах хвиль: $Rfd''(690)$ і $Rfd'(740)$ [2, 3]. Цей показник є чутливим до змін стану фотосинтетичного апарату у результаті дії несприятливих факторів або фізіологічно-активних речовин.

Всі вимірювання проводили від шести до десяти разів, для можливості обчислення похибок.

Результати досліджень Залежність флуоресцентних параметрів листків салату від рівня зневоднення наведено на рисунках 1 та 2.

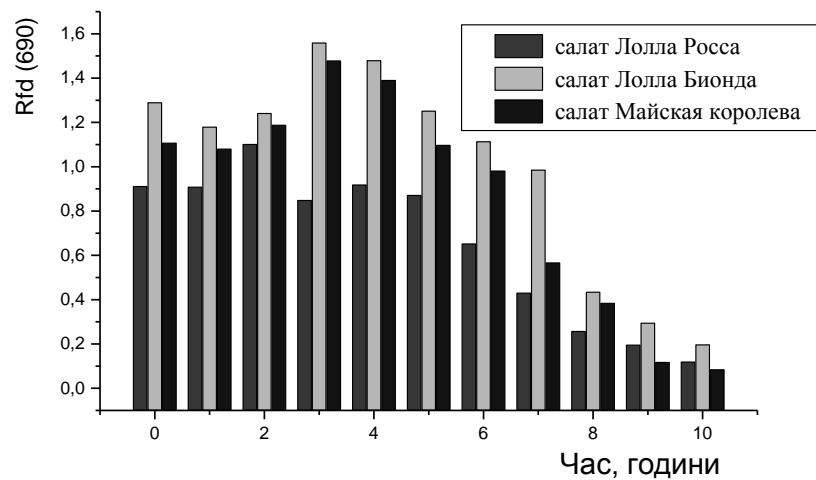


Рис. 1. Залежність індексу життєздатності $Rfd(690)$ від часу зневоднення для трьох сортів салату

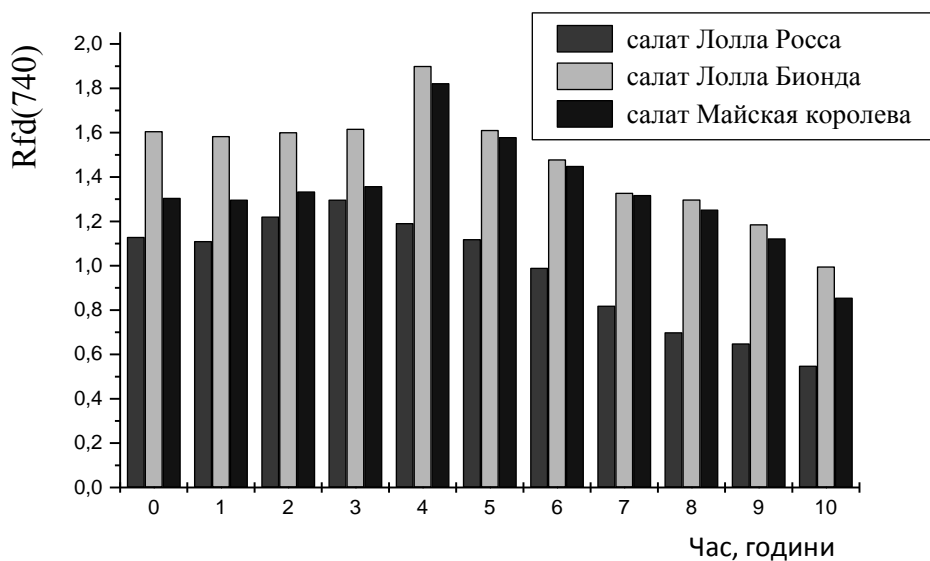


Рис. 2. Залежність індексу життєздатності $Rfd(740)$ від часу зневоднення для трьох сортів салату

Результати вимірювань свідчать про те, що флуоресцентні індекси чутливі до впливу такого зовнішнього фактора як зневоднення. Так, водний дефіцит призводить до зменшення індексів $Rfd''(690)$ і $Rfd'(740)$ за 10 год. Зневоднення листків супроводжується серйозним порушенням фотосинтетичного апарату і відповідним зменшенням флуоресцентних індексів. Вплив водного дефіциту на фотосинтетичну активність рослини та флуоресцентні індекси можна пояснити перевищенням втрати води через транспірацію порівняно з її постачанням через кореневу систему та стеблину, що викликає відповідне руйнування хлоропластів та порушення їх функцій.

Суттєву роль у реакції рослини на зневоднення відіграє абсцизова кислота [7]. Особливістю дії цієї речовини є її швидке накопичення під час водного дефіциту, що викликає часткове запирання продихів за рахунок дегідратації цитоплазми та строми хлоропластів: цитоплазма висихає, а хлоропласти упаковуються щільніше, що призводить до пригнічування короткохвильової (690 нм) флуоресценції завдяки перепоглинанню флуоресценції хлорофілом (максимум поглинання хлорофілу знаходиться при 660 нм).

Висновки

Отже, використовуючи запропонований метод, можна одержувати інформацію щодо можливих змін або руйнування фотосинтетичного апарату під впливом стресових ситуацій; для кількісної оцінки цього впливу доцільно використовувати флуоресцентні індекси $Rfd''(690)$ та $Rfd'(740)$.

Метод реєстрації індукції флуоресценції хлорофілу є перспективним для діагностики вікових та морфологічних змін салату впродовж його розвитку та під впливом зневоднення. Флуоресцентні індекси, чутливі до змін стану фотосинтетичного апарату рослини, можуть бути використані в польових умовах.

Список літератури

1. Kautsky H. Neue Versuche zur Kohlenstoffassimilation/ Kautsky H., Hirsch A. // *Naturwissenschaften*. – 1931. – 19. – P. 964.
2. Lichtenthaler H.K. The role of chlorophyll fluorescence in the detection of stress conditions in plants/ Lichtenthaler H.K., Rinderle U. // *CRC Critical Reviews in Analytical Chemistry*. – 1988. – 19. – P. 29-85.
3. Lichtenthaler H.K. *In vivo* chlorophyll fluorescence as a tool for stress detection in plants/ Lichtenthaler H.K. In: *Application of Chlorophyll Fluorescence in Photosynthesis Research, Stress Physiology, Hydrobiology and Remote Sensing* (Lichtenthaler H.K., ed.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1988. – P. 129–142.
4. Daniel E. Effects of severe dehydration on leaf photosynthesis in *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.: photosystem II efficiency, photochemical and nonphotochemical fluorescence quenching and electrolyte leakage/ Daniel E., Erwin D. // *Tree Physiology*. – 1992. – 10(3) . – P. 273-84.
5. Changes in Chlorophyll Fluorescence in Maize Plants with Imposed Rapid Dehydration at Different Leaf Ages/ Xu Z. Z., Zhou G. S., Wang Y. L., Han G. X. Et al. // *Journal of Plant Growth Regulation*. – 2008. – 27(1) . – P. 83–92.

6. Посудін Ю.І. Флуоресцентний аналіз гороху посівного *Pisum sativum* впродовж розвитку та під впливом зовнішніх факторів / Ю.І. Посудін, О.В. Богдашева. // Наукові доповіді НУБіП України. – 2010. – №5(21). – С.123–128.

7. Seo M., Koshiha T. Complex regulation of ABA biosynthesis in plants/ Seo M., Koshiha T. // *Trends Plant Sci.* . – 2002. – 7. –P. 41–48.

Предложен метод регистрации индукции флуоресценции хлорофилла для исследования состояния салата под влиянием обезвоживания. Измерение параметров флуоресценции хлорофилла, в частности индексов жизнедеятельности Rfd' при 740 нм и Rfd'' при 690 нм, дает возможность получить полезную информацию относительно состояния растения в течение развития и в зависимости от стрессовых условий.

Флуоресценция, индукция флуоресценции, салат.

It is proposed to use method of registration of chlorophyll fluorescence induction for studying the status of the salad plants under water deficit is discussed. Measurement of fluorescence parameters such as Rfd'(740 nm) and Rfd''(690 nm) makes it possible to obtain useful information concerning the status of plant during development and under stress conditions.

Fluorescence, induction of fluorescence, salad.

УДК 621.31

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ РІДКИХ СЕРЕДОВИЩ ОПТИЧНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

**Т.С. Книжка, кандидат технічних наук
Л.С. Червінський, доктор технічних наук**

Проведено дослідження енергетичної ефективності роботи технологічних схем об'ємного опромінення рідких середовищ. Визначено параметри, за допомогою яких можна оцінити енергетичну ефективність конкретної технологічної схеми об'ємного опромінення, що сприятиме її вдосконаленню.

Ультрафіолетове випромінювання, опромінення рідких середовищ, електротехнологічний процес.

Оптичне опромінення – це цілеспрямований процес впливу енергією на матеріальне середовище, що має певні властивості та обмежені просторові координати. Важлива особливість цього процесу полягає в тому, що середовище, взаємодіючи з оптичною енергією безпосередньо,