

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ТА ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

Представлено результати застосування сучасних інформаційно-аналітичних методів і технологій під час відбору, нагромадження та аналізу параметрів функціонування різних компонент біогеоценозів, необхідних для просторово-часового оцінювання впливу лісових формацій на киснево-вуглецевий баланс біосфери.

Ключові слова: моніторинг, лісові екосистеми, флуоресценція хлорофілу, математичні моделі, геоінформаційні системи.

Сучасні концепції управління лісовими екосистемами ґрунтуються на широкому використанні даних комплексних моніторингових досліджень. Комплексний моніторинг рослинного покриву реалізується на основі кореляційного синтезу біологічних, біометричних та морфофізіологічних даних із математичними моделями та інформаційними технологіями просторово-часової інвентаризації парникових газів у секторі лісового господарства.

Метою досліджень є математична інтерпретація даних експрес-діагностики морфофізіологічних показників рослин біогеоценозів, вимірюваних флуоресцентним методом, необхідних для якісного оцінювання біопродуктивності зелених насаджень та їхнього вкладу в киснево-вуглецевий баланс біосфери.

Методом фотоіндукованої флуоресценції хлорофілу (ФХ) досліджено активність фотосинтетичного апарату основних лісоутворюючих порід на відокремлених від рослин листках [1]. Перед вимірюванням листки адаптуються до умов, за яких визначатимуть флуоресценцію. Листок перед встановленням у відсік для зразків необхідно адаптувати до темряви ще протягом трьох хвилин. Індукційні криві ФХ вимірюються динамічним флуориметром. Спектральну селекцію збуджуючого ($\lambda=450-550$ нм) і реєстрованого випромінювання ($\lambda=680-760$ нм) здійснюють за допомогою скляних світлофільтрів. Тривалість реєстрації – 3 хв. Часова залежність ФХ реєструється самописцем. Відношення максимальної і фонові амплітуд індукційних переходів ФХ реєструють осцилографом. Математичні моделі графіків кінетики ФХ виконано в Excel, з використанням програми "Graph2Digit".

Об'єктом комплексних досліджень вибрано регіональний ландшафтний парк (РЛП) "Знесіння", розташований в центрі м. Львова, де накладається кілька типів функціонального використання території: від кар'єрно-промислового та селітебного (грунтовий покрив парку зазнав докорінних трансформацій внаслідок розроблення запасів піску) до рекреаційного. Кар'єри та змінені ними території займають близько 1/4 площі парку. Сьогодні в днищі кар'єрів ведеться житлове будівництво, працюють промислові підприємства, формується парковий комплекс. Оскільки ділянки РЛП "Знесіння" зазнають повторного антропогенного навантаження іншого функціонального спрямування, що, в більшості випадків, сповільнює процеси ґрунтоутворення та процеси росту рослинності, тому можуть використовуватись як екологічні полігони для комплексних лісоекологічних та урбоекологічних досліджень.

Під час освітлення адаптованих до темряви зелених рослин інтенсивним світлом, спостерігається індукція флуоресценції хлорофілу (ФХ), що від-

значається складними змінами в часі квантового виходу. В багатьох дослідженнях виявлено тісний зв'язок індукованих процесів ФХ з функціонуванням фотосинтетичного апарату. З'ясування природи процесів, які зумовлюють складну кінетичну криву ФХ, дали змогу використовувати це явище для дослідження стану фотосинтетичного апарату. Розгляд результатів моделювання параметрів фотоіндукованої ФХ для розв'язку біофізичних задач становить предмет нашого дослідження.

На тісний зв'язок змінної ФХ із інтегральним процесом фотосинтезу вказує кореляція багатьох параметрів кінетичних кривих ФХ і газообміну CO_2 або O_2 на світлі. У загальному вигляді антипаралелізм кінетичних кривих повільних змін ФХ і фотосинтезу був зареєстрований в попередніх дослідженнях [2]. В умовах, коли кінетичні криві цих процесів проявляли властиву осциляцію, антипаралелізм повільного світлового спаду ФХ і збільшення швидкості фотосинтезу було доведено найбільш переконливо, причому як для поглинання CO_2 , так і для виділення O_2 . Зафіксовані, зміни на ділянці кінетичної кривої *OIDPS*, яка відповідає зростанню інтенсивності ФХ до першого максимуму, не супроводжуються фотосинтетичним поглинанням CO_2 . Таким чином, швидкість повільних стадій світлового спаду ФХ характеризує найважливішу адаптивну ознаку фотосинтетичного апарату – його реактивність, тобто здатність більш або менш швидко реагувати на зміну інтенсивності світла та інших екологічних чинників. В цьому аспекті метод індукції ФХ має істотні переваги перед іншими способами характеристики реактивності фотосинтетичного апарату (інфрачервоний газоаналіз, радіоізотопний метод), внаслідок простішої апаратури та меншої її інерційності.

Отже, індукційна крива (ФХ) є відображенням багатьох процесів, які відбуваються у фотосинтетичному апараті під час переходу від темноти до світла, а вивчення кінетики переходів ФХ може дати важливу інформацію про його функціонування. Складність кінетичної кривої ФХ інтактних об'єктів дещо утруднює її математичне моделювання. Найпростіше описується кінетика наростання ФХ в ізольованих хлоропластів у присутності діурону, блокуючого перенесення електрона між ФС II і ФС I. На підставі експериментально виміряних кінетичних кривих, виконано математичне моделювання кінетики змінної ФХ нормально функціонуючого фотосинтетичного апарату дуба звичайного (рис.).

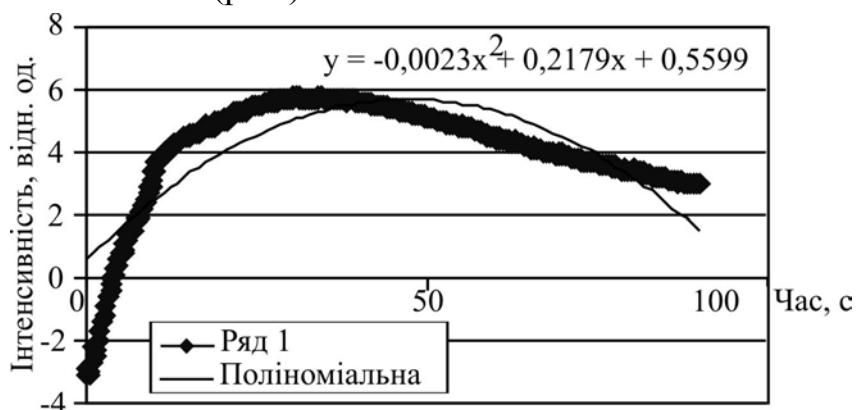


Рис. Кінетика (ряд 1) і поліноміальна функція фотоіндукованої флуоресценції хлорофілу листків дуба звичайного

Отримані дані забезпечують можливість розрахунку елементарних констант швидкостей реакції на ділянці електрон-транспортного ланцюга, якій відповідає кінетична крива повільного світлового спаду ФХ. Більшій швидкості фотосинтезу відповідає інтенсивніше світлове гасіння змінної ФХ до рівня *SMT*, що відповідає найменшому стаціонарному рівню кінетичної кривої ФХ [3].

Аналіз біопродуктивності зелених насаджень на основі кореляційних співвідношень між швидкістю асиміляції CO_2 та кінетикою ФХ доцільно використати під час кількісного оцінювання балансу газів парникового ефекту, що необхідно для практичних задач зменшення дефіциту спроможності нагромадження вуглецю рослинними компонентами біогеоценозів.

Математичні моделі флуоресцентних параметрів рослин доцільно адаптувати з алгоритмами розробленої авторами [4] геоінформаційної технології просторової інвентаризації парникових газів. Пропонована інформаційно-аналітична система, яка базується на створених програмних модулях в Delphi, з використанням георозподілених баз даних статистичної інформації, даних дистанційного зондування і геоінформаційної системи MapInfo Professional, дасть змогу аналізувати внесок окремих ділянок та типів лісу, а також отримувати прогноз сумарної емісії/поглинання вуглекислого газу та киснево-вуглецевого балансу в секторі лісового господарства.

Література

1. Капустяник В.Б. Оптико-спектральні методи в науково-технічній експертизі : практикум / Капустяник В.Б., Мокрий В.І. – Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2004. – С. 207.
2. Карапетян Н.В. Переменная флуоресценция хлорофилла как показатель физиологического состояния растений / Карапетян Н.В., Бухов Н.Г. // Физиология растений. – 1986. – Т. 33. – Вып. 5. – С. 1013.
3. Krause G.H. Biochim. et biophys. acta, 1973. – Vol. 292, № 3. – P. 715.
4. Бунь Р.А. Геоінформаційні системи як засіб моніторингу кругообігу вуглецю та інвентаризації парникових газів в західному регіоні України // Гори і люди у контексті сталого розвитку : матер. Міжнар. конф. / Бунь Р.А., Олексів Б.Я., Клим З.І. та ін. – Т. 2. – Рахів : Карпатський біосферний заповідник, 2002. – С. 21-25.

Мокрий В.И., Лэский О.О. Информационно-аналитические технологии мониторинга и инвентаризации парниковых газов

Представлены результаты применения современных информационно-аналитических методов и технологий во время отбора, нагромождения и анализа параметров функционирования разных компонент биогеоценоза, необходимого для пространственно-временного оценивания влияния лесных формаций на кислородно-углеродный баланс биосферы.

Ключевые слова: мониторинг, лесные экосистемы, флуоресценция хлорофилла, математические модели, геоинформационные системы.

Mokryy V.I., Leskiv O.O. Information-analytics technologies of monitoring and equipments of greenhouse gases

The results of application of modern information-analytics methods and technologies are presented at a selection, accumulation and analysis of parameters functioning's different component of biogeocenoses, necessary for the spatio-temporal estimation of influencing of forest structures on oxygen-carbon balance of biosphere.

Keywords: monitoring, forest ecosystems, fluorescence of chlorophyll, mathematical models, geoinformation's systems.