

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
Український центр наукової медичної інформації
та патентно-ліцензійної роботи
(Укрмедпатентінформ)

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ЛИСТ

ПРО НОВОВВЕДЕННЯ В СФЕРІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

№ 35 - 2016

Випуск 11 з проблеми
«Гігієна навколишнього середовища»
Підстава: Рішення ПК
«Гігієна навколишнього середовища»
Протокол № 1 від 26.01. 2016 р.

ГОЛОВІ ДЕРЖАВНОЇ САНІТАРНО-
ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ
НАЧАЛЬНИКУ ГОЛОВНОГО УПРАВЛІННЯ
ДЕРЖСАНЕПІДСЛУЖБИ ОБЛАСТЕЙ
УКРАЇНИ
ДИРЕКТОРУ ДЕРЖАВНОЇ УСТАНОВИ
ОБЛАСНИХ ТА МІСЬКИХ
ЛАБОРАТОРНИХ ЦЕНТРІВ ДСЕС УКРАЇНИ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ РАДІОУГЛЕЦЮ В ДЕРЕВИНІ ТА ОДНОРІЧНИХ РОСЛИНАХ (ТРАВІ)

УСТАНОВИ-РОЗРОБНИКИ:

ДУ «ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я
ІМ.О.М.МАРЗЄЄВА НАМН УКРАЇНИ»

УКРМЕДПАТЕНТІНФОРМ
МОЗ УКРАЇНИ

А В Т О Р И:

д-бiол. н. БУЗИННИЙ М.Г.,
н.с. МИХАЙЛОВА Л.Л.,
СИМОВИЧ С.В.,
м.н.с. САХНО В.І.,
м.н.с. РОМАНЧЕНКО М.О.,
м.н.с. ЧИРКОВ В.С.

м. Київ

Суть впровадження:

рекомендації щодо вимірювання вмісту радіовуглецю в деревині та однорічних рослинах (трави) на основі рідинно-сцинтиляційного лічення.

Пропонується для впровадження в практику роботи установ санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України, а також організацій інших міністерств і відомств, що здійснюють контроль екологічного стану довкілля.

Рекомендації можуть бути взятими до уваги організаціями, діяльність яких здійснюється в галузі теплоенергетики та інших, пов'язаних зі спалюванням вичопного палива.

Усі живі організми, у тому числі рослини, у процесі розвитку засвоюють із атмосфери CO_2 , а разом із ним – радіоактивний ізотоп ^{14}C . Загальновідомо, що накопичення радіовуглецю в деревах відбуває вмісту цього ізотопу в атмосферному повітрі під час їх росту. Аналізуючи активність ^{14}C у річних кільцях дерев, отримують інформацію про рівень цього ізотопу в атмосфері. Зміни концентрації вуглецю в однорічній рослиності є індикатором варіацій атмосферного CO_2 , що надходить у повітря при спалюванні вичопного палива. Радіовуглецевий аналіз при цьому можна використовувати як дуже чутливий інструмент для встановлення величини забруднення відпрацьованими газами у промислових центрах, біля автомагістралей або в забруднених районах великих міст.

Щорічний приріст деревини є зручним матеріалом для проведення досліджень інтегрального вмісту радіовуглецю за час росту. Кожному вегетаційному періоду в стовбурі дерева відповідає природно сформований прошарок, який має візуальні межі, адже протягом року формується дві частини: світла – рання та темна – пізня. Щорічний приріст деревини добре видно на перерізі дерева. Рання та пізня деревина мають різну густину та міцність. За умов помірного клімату найбільш зручною для досліджень є деревина сосни звичайної. Ця порода дерева має хорошу реакцію на зміни CO_2 в повітрі впродовж всього вегетаційного періоду, які і відображаються у річних кільцях. Структура деревини хвойних порід дерев обумовлює чітко

виражені річні кільця, що спрощує дослідження. Різниця між ранньою і пізньою деревиною мало помітна (невиражена) за умов тропічного клімату, коли формування деревини відбувається протягом круглого року (*rain forest*). Для досліджень приросту деревини за таких умов часто використовують інші матеріали щорічного приросту: пагони, стебла, гілки, пелюстки тощо.

Місце відбору зразків визначається планом або сценарієм досліджень, напрямком та відстанню від досліджуваного об'єкту. Для досліджень радіовуглецю найбільше підходять поодинокі дерева та такі, що знаходяться на околиці, за умови їх розвинutoї крони, що є умовою суттєвого щорічного приросту деревини – вона визначає ширину річних кілець. Прийнятною є ширина щонайменше 1 - 2 мм.

Підготовка деревини. Для досліджень використовують нижній фрагмент стовбура, який відбирають на висоті 20 - 50 см від поверхні ґрунту. Фрагмент висотою 10 - 20 см відрізають пилкою з дрібними зубцями а у разі використання моторної пилки додатково шліфують. У залежності від стану (вологості) деревини її просушують на повітрі, попередньо очистивши від кори та розколовши на поздовжні сегменти клиноподібної форми в перетині. На сегментах зачищають бокові сторони, де роблять позначення для відслідковування їх взаємної відповідності. Це робить можливим використання більш ніж одного сегменту для відбору серії проб щорічного приросту з одного зрізу дерева та контролювати відповідність послідовного відбору щорічних проб. Роботу розпочинають з одного сегменту деревини, а потреба у використанні додаткового матеріалу (іншого сегменту) виникає по мірі заглиблення в глибину стовбура до центру деревини, де кількість матеріалу деревини все менша для кожного наступного шару.

Щеплення деревини, тобто відбір матеріалу однорічного шару виконують після попередньої підготовки кількох сегментів деревини. Ця підготовка містить очистку від кори, лубу та частково сформованого приросту, якщо такий є у залежності від того, в яку пору року зрізане дерево. Для відбору деревини використовують зручний стіл з рівною поверхнею, на якому розміщують для упору невеличку дощечку з міцного виду дерева, фрагмент міцної фанери або міцної пластмаси. Щеплення виконують гострим ножом клиноподібної форми з асиметричним

лезом. Щеплення виконують починаючи із зовнішніх шарів. Шар річного приросту деревини відділяють тонкими прошарками сполучку пізно деревину (темну), потім ранню (світлу). У разі потреби ранню і пізно деревину складають у окремі пакети. Відбір однієї проби виконують одночасно з усього матеріалу 1-3 сегментів до досягнення маси проби не менше 20-25 грамів. При завершенні відбору однієї проби проводять ретельну перевірку її матеріалу для виключення попадання стороннього матеріалу.

Видалення смол. Для видалення смол, які мігрують в матеріалі деревини в наступні після її формування роки, використовують екстрактор Сокслета з робочою камерою 100 або 200 мл. Екстракцію проводять сумішно (1:1) етилацетату з етиловим спиртом. За робочу зміну 8 годин відбувається 15 - 20 циклів очистки деревини. Очищену в екстракторі деревину обвуглюють при високій (~ 500 °C) температурі при обмеженому доступі повітря, що також сприяє видаленню смол.

Далі із вугілля отримують карбід літію. Для цього досліджувану пробу (вугілля) розміщують у реакторі разом з металевим літієм. Процес сплавлення вугілля з літієм в карбід проводять у металевому реакторі після його вакуумування при зануренні реактора у розігріту вертикальну муфельну піч. У міру розплаву літію та його наступного розігріву відбувається швидке утворення карбіду літію.

Однорічні рослини (трава). На матеріалі однорічних рослин можна проводити дослідження коливань радіовуглецю як локального, так і глобального характеру, що відбуваються в межах одного вегетаційного періоду. Місця досліджень глобальних змін радіовуглецю вибирають далеко за межами зон впливу локальних джерел викиду CO₂. Використовують культурні рослини (кукурудза, овес, соняшник) або дикоростучі трав'янисті рослини – траву. У першому випадку виключені міжвидові коливання, проте певна рослина може бути відсутня в місці інтересу. В той же час трава – це певний рослинний конгломерат, який тільки умовно однаковий у всіх місцях досліджень, проте він дає добре усереднення міжвидових коливань.

Відбір трави проводять за один день, по декілька пучків на кожному місці збору проб (близько 100 г). При відборі запобігають потраплянню сухої трави минулого сезону та рослин,

які мають значно більшу висоту зросту, адже засвоєння в них вуглекислого газу може відповідати іншому шару приземного повітря.

З метою запобігання можливого впливу зовнішнього забруднення зразки промивають гарячою водою. Трав'янисту масу подрібнюють, висушують при кімнатній температурі, а після цього досушують в сушильній шафі при температурі 150 °C.

Наступна підготовка проб до вимірювань включає ланцюжок перетворень для отримання бензолу (вуглець-карбід-ацетилен-бензол). Високий вміст кремнію - зольність трави визначає те, що для отримання карбіду літію використовують метод вакуумного піролізу.

Для перетворень вуглецю з метою отримання бензолу використовують вакуумовану лінію. Вакуумний піроліз проводять у два етапи. Спочатку на дні металевого реактору розміщують літій, а над ним в металевому стакані - досліджуваній органічній матеріал (траву). Загерметизований вакуумований реактор занурюють у розігріту вертикальну шахтну піч. З підвищенням температури літій розплавається і діє як сорбент вуглемістких газів. З наступним ростом температури іде розпад органічних речовин з виділенням газів, які засвоює розплав літію та залишається вугілля. По завершенні першого етапу реактор охолоджують. Для проведення другого етапу використовують той же реактор. На дно реактора додають літій, а в металевому стакані розміщують обвуглений матеріал проби, до якого додають окиснювач – піролюзіт (окис марганцю). Загерметизований вакуумований реактор знову занурюють у розігріту вертикальну шахтну піч. З підвищенням температури літій розплавається і сорбує вуглекислий газ, при цьому окиснювач постійно виділяє кисень, який спалює вугілля проби до вуглекислого газу. Процес формування карбіду літію завершується по мірі вигорання вугілля та по завершенні виділення кисню.

Розкладання карбіду літію та синтез бензолу. Для розкладання карбіду літію до гідролізатора приєднують металевий реактор з карбідом літію, вакуумують цей фрагмент обладнання. У міру подачі води в реактор іде перетворення карбіду в ацетилен. Ацетилен очищують хромовим розчином і акумулюють в

кріогенній пастці. По завершенню процесу накопичення ацетилен переносять у іншу кріогенну пастку меншого розміру.

Для синтезу бензолу використовують хромовий або ванадієвий катализатор. Катализатор активують за температури 400 – 500 °С, після чого вакуумують у герметичній емності і охолоджують. Для синтезу бензолу в охолоджену емність з катализатором подають ацетилен за невисокого тиску.

Для очистки бензолу до нього на декілька годин додають сірчану кислоту. Кислота руйнує домішки і забирає на себе воду. Для остаточного очищення бензолу застосовують сублімаційну очистку-перегонку, після чого до зразка додають скінтилятор і проводять його вимірювання.

Вимірювання проб бензолу проводять використовуючи спеціальну конфігурацію приладу з високим нижнім порогом. Тефлонові пляшечки вибирають у відповідності до наявного розміру проби бензолу. Час вимірювань проб визначається вимогами статистичної невизначеності результату, розміром проб та очікуваною питомою активністю бензолу.

Метод стандартизації спектрів шляхом їх зміщення та багатовіконної оптимізації. Метод розроблено для обробки бета-спектрів рідинно-сцинтиляційного спектрометра Quantulus 1220TM для вимірювання ¹⁴C при використанні різних тефлонових флаконів. Для стандартизації належить використовувати набори спектрів калібрування та фону, виміряні протягом тривалого часу для кількох різних рівнів гасіння. При обробці спектрів застосовується контрольоване зміщення спектрів для їх збігу за верхньою межею, а розрахунки проводяться для кількох високоенергетичних ділянок спектрів, що перекриваються між собою. Застосування методу та його межі для спектрів, записаних для інших приладів, вимагає тестування.

Візуальний підбір межі збігу кінцевої точки спектрів досягається контрольованим зміщенням спектру зразка відносно калібрувальних спектрів (Рисунк 1). Для зручності візуального порівняння спектрів використовується автоматичний режим вибору шкали для кожного із них. Розв'язок на основі візуально досяжного збігу ділянок спектрів за кінцевою точкою виконується за рахунок підбору величини зміщення спектру проби відносно спектрів калібрування і фону та їх сумісного візуального відображення "на око".

Покроковий оптимізаційний розв'язок дає точніший розв'язок. У цьому випадку проводяться множинні розрахунок спектру проби для декількох варіантів його зміщення в інтервалі, що відповідає зміщенню спектру на відповідну кількість каналів вліво або вправо для декількох ділянок спектру. Крок зміщення спектрів може бути фіксованим, наперед заданим або таким, що встановлюється експериментально, починаючи з мінімального зміщення. Далі проводять аналіз результатів і з набору розв'язків вибирають оптимальний за мінімальним значенням стандартного відхилення.

Використання для зчитування спектрів приладових програм дозволяє за один крок вибрати спектри калібрування і фону із бібліотеки, а також задати індивідуальні параметри декількох вікон для зчитування, проводити множинну обробку спектру, а потім зберегти отримані параметри зчитування спектру від кожної проби у форматі електронної таблиці для наступних розрахунків. У процесі обробки застосовується згладжування за один крок для попередження деформації спектрів, оскільки після застосування декількох згладжувачів звує спектрів перестає бути плавним, що утруднює досягнення збігу кінцевих точок спектрів.

Тестування методу проводили для вимірювання радіовуглецю в кількох пробах з різним рівнем гасіння, які готували з одного зразка бензолу шляхом розведення фоновим бензолом. Показано, що найкращим оптимізаційним варіантом є той, якому відповідає мінімальне значення середньоквадратичного відхилення.

Отже, виконання розрахунків для декількох ділянок спектру для зміщених спектрів дозволяє вибрати оптимальний розв'язок та водночас провести оцінку його стійкості (невизначеності).

Обробка спектру одночасно на декількох ділянках дозволяє отримати кращу (меншу) невизначеність для зміщених спектрів навіть у випадку, коли результати є сумісними, навіть без зміщення.

За додатковою інформацією з проблеми звертатися до авторів листа: Бузинний М.Г., Михайлова Л.Л., Сахно В.І., Романченко М.О., Чирков В.С., Симович С.В. 02660, Київ, вул. Попудренка, 50, тел (044) 513-70-74.