



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37596 (13) U
(51) МПК (2006)
A01G 23/00
A01G 17/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПРИРОСТУ ФІТОМАСИ ДЕРЕВОСТАНІВ

1

(21) u200802387
(22) 25.02.2008
(24) 10.12.2008
(46) 10.12.2008, Бюл.№ 23, 2008 р.
(72) ВАЙДАНИЧ ВАСИЛЬ ІВАНОВИЧ, UA
(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ, UA
(57) Спосіб визначення приросту фітомаси деревостанів, що включає знаходження наземної час-

2

тини приросту сухої фітомаси деревостанів, який відрізняється тим, що приріст сухої фітомаси деревостанів визначається як надземної, так і підземної складових фітомаси, за прямим показником надходження енергії сонячної радіації, кількісно вираженої поглинутими хлорофілом фотонами, враховуючи, що на лінійний фрагмент вихідної молекули вуглеводу клітковини витрачається фіксований пакет фотонів падаючої сонячної радіації.

Корисна модель відноситься до галузі лісового господарства і може бути використана для визначення приросту фітомаси деревостанів: добового, місячного, вегетаційного циклів і продуктивний вік за відомою величиною енергії сонячної радіації, що надійшла за цей час.

Відомі ваговий та стереометричний [1] способи визначення фітомаси деревостанів.

Ваговий спосіб ґрунтується на використанні модельних дерев, на кожному з яких за допомогою ваг визначається маса деревної зелені, гілок у свіжозрубаному стані та в абсолютно сухому після висушування в сушильній шафі при температурі 105°C [1, с.33, 38].

Стереометричний спосіб визначення окремих компонентів фітомаси дерев (стовбура, гілок, крони) зводиться до визначення об'єму стовбурової деревини, тоді за значенням щільності та співвідношенню різних її фракцій визначається відсоток кори і проводиться перерахунок на масу сухого стану деревини. Частина компонентів (деревна зелень, дрібні гілки) як і в попередньому випадку зважуються безпосередньо в польових умовах [2, с.43].

Оба методи винятково трудомісткі та енергозатратні, супроводжуються, як правило, руйнуванням ростучого дерева, до того ж враховують тільки наземну частину фітомаси.

Найбільш близьким способом визначення параметрів фітомаси деревостанів є застосування аерокосмічних методів [3]. Він дозволяє визначити наземну частину приросту сухої фітомаси за встановленими стохастичними залежностями між діа-

метром стовбура і крони, висоти, ярусності дерева тощо та відповідних параметрів фітомаси насаджень, визначених іншими незалежними методами. Цей спосіб не супроводжується руйнування насаджень. Він більш придатний для однорідних і одновікових насаджень та великих лісових площ, тому в Україні поширення не набув [2]. Недоліком цього способу є те, що визначається лише надземна складова фітомаси і, головне, він не враховує основного чинника приросту фітомаси – енергію сонячної радіації.

Суть корисної моделі - визначення приросту як надземної так і підземної складових фітомаси деревостанів у сухому стані неруйнівним способом за основним параметром, який характеризує приріст фітомаси, - енергією сонячної радіації, що вирізняє його від вагового, стереометричного та аерокосмічного методів. Цей спосіб дозволяє визначати приріст фітомаси за показниками надходження енергії сонячної радіації як у дискретному (добовому, місячному, вегетаційному циклі), так і в неперервному (за продуктивний вік насаджень) автоматизованому режимі, якщо відома енергія сонячної радіації, що надійшла за цей час. При цьому дерева не зрубують, не подрібнюють, не зважують, не висушують, що робить пропонуваний спосіб і найменш трудомістким, і найменш енергозатратним.

Вказана мета досягається знаходженням чerez енергію сонячної радіації числа фотонів - квантів світла, необхідних для утворення фрагментів молекул клітковини, - вуглеводів C(H₂O). Накопичення сонячної енергії рослинами і утворення фі-

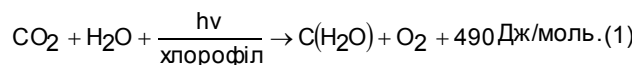
(13) U

(11) 37596

(19) UA

томаси в процесі фотосинтезу здійснюється завдяки фотохімічним реакціям, важлива роль в яких належить квантам світла - фотонам. Сумарне рів-

няння фотосинтезу відбувається за схемою [4, с.593]:



На кожен молекулу вуглекислого газу, що вступає в реакцію фотосинтезу, припадає утворений елементарний фрагмент лінійної молекули вуглевода клітковини $\text{C}(\text{H}_2\text{O})$ з молекулярною масою $\mu=0,030 \text{ кг/моль}$. Кількість таких фрагментів молекул $N_{\text{мол}}$:

$$N_{\text{мол}} = N_{\text{ф}} \cdot B, (2)$$

де $N_{\text{ф}}$ - число пакетів фотонів, які беруть участь у синтезі фрагментів молекул вуглеводів клітковини;

B - коефіцієнт, що визначає квантову ефективність процесів фотосинтезу.

Тому утворена суха фітомаса

$$m = \frac{\mu \cdot N_{\text{мол}}}{N_A} = \frac{\mu \cdot N_{\text{ф}} \cdot B}{N_A}, (3)$$

де N_A - число Авогадро.

Кількість пакетів фотонів, які беруть участь у процесах фотосинтезу, можна знайти через коефіцієнт витрат фотонів у пакеті:

$$N_{\text{ф}} = N'_{\text{ф}} / f,$$

де $N'_{\text{ф}}$ - загальне число фотонів енергії сонячної радіації;

f - коефіцієнт квантових витрат, який визначає кількість фотонів одного пакета, що бере участь у синтезі одного фрагмента молекули клітковини.

У фотосинтезі приймає участь видима ділянка оптичного спектра, яка отримала назву фотосинтетично активної радіації (ФАР), з максимумами поглинання хлорофілу 440 і 660 нм. Тому загальна кількість фотонів енергії сонячної радіації $N'_{\text{ф}}$, що надходить на ділянку лісового масиву

$$N'_{\text{ф}} = \frac{W}{h(\nu_c + \nu_q)},$$

звідки

$$N_{\text{ф}} = \frac{W}{h(\nu_c + \nu_q) \cdot f} = \frac{W \cdot \lambda_c \cdot \lambda_q}{h \cdot c(\lambda_c + \lambda_q) \cdot f}, (4)$$

де ν_c і λ_c та ν_q і λ_q - відповідно частоти і довжини хвиль поглинання хлорофілом синього і червоного світла;

c - швидкість світла;

h - постійна Планка.

Тому для приросту сухої фітомаси зімкнених деревостанів, з врахуванням рівнянь (3) і (4), отримаємо вираз:

$$m = \frac{\mu \cdot B \cdot \lambda_c \cdot \lambda_q}{h \cdot c \cdot (\lambda_c + \lambda_q) \cdot f \cdot N_A} \cdot W = A \cdot W (5)$$

де A , як видно з (5), для вибраного типу лісу приймає постійне значення.

Оскільки на утворення однієї молекули кисню O_2 у рівнянні (1) витрачається 8-12 фотонів [4, с.593], то ця кількість фотонів в першу чергу затрачується на перетворення однієї молекули вуглекислого газу в реакції фотосинтезу в фрагмент молекули вуглеводу клітковини. Якщо прийняти, що на синтез такого фрагмента потрібно в середньому 10 фотонів, то для коефіцієнта квантових витрат можна прийняти значення $f=10$. Далі, на процеси фотосинтезу використовується не більше 5% сонячної радіації [5, с.302], тому $B=0,05$. Підставляючи у коефіцієнті необхідні величини, отримаємо

$$A = \frac{0,03 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot 0,44 \cdot 0,66 \cdot 10^{-12}}{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{-8} (0,44 + 0,66) \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} \text{ кг / Дж} = 0,331 \cdot 10^{-9} \text{ кг / Дж}$$

З (5) для сухої фітомаси m маємо кінцевий вираз:

$$m = 0,331 \cdot 10^{-9} \cdot W \text{ кг/Дж}. (6)$$

Зауважимо, що границі ділянки ФАР знаходяться в діапазоні 380-710 нм. На цю ділянку припадає 41,3% від загального значення сонячної енергії. Радіометр фіксує в додаток до видимої, як ультрафіолетову так і інфрачервону ділянку спектра. Цю розбіжність враховує коефіцієнт квантової ефективності процесів фотосинтезу B .

Згідно з виразом (6), величина приросту сухої фітомаси знаходиться в лінійній залежності від надходження енергії сонячної радіації. Якщо визначати останню в Дж/га, то отримаємо можливість знаходити приріст фітомаси на вибраній ділянці лісу за певний проміжок часу як за окремими дискретними значеннями W , так і в неперервному автоматизованому режимі.

Блок-схема автоматизованого неруйнівного способу визначення приросту фітомаси представлена на Фіг. Величина енергії сонячної радіації,

виміряна радіометром (P) або іншим приладом, передається на аналого-цифровий перетворювач (АЦП), з якого поступає на персональний комп'ютер (ПК), в якому оброблена інформація, з врахуванням постійної величини A , виводиться на друк (П), або самописець для неперервного запису. Сучасні радіометри дозволяють виносити чутливий до радіації елемент за межі приміщення і встановлювати на відкритій для сонячного світла площадці.

Постійна $A=0,331 \cdot 10^{-9} \text{ кг/Дж}$ у виразі (6) знайдена для повністю зімкнених деревостанів лісу. Для незімкнених деревостанів, різних культур та типів лісу, його вікового складу, стану вологості тощо потрібно вводити корелювальні коефіцієнти k_1, k_2, \dots, k_n , які визначаються експериментально або на підставі існуючих таблиць, встановлених традиційними методами. Стан зімкненості намету деревостану та характер культур лісу є можливим визначати за аерокосмічними знімками (АКЗ).

Для прикладу, наводимо розрахунки річного

приросту фітомаси зімкнених деревостанів за запропонованою формулою розрахунку (6) та показниками актинометричних станцій (АМС) Архангельська (Росія), Ковель (Волинська обл.) та Берегово (Закарпатська обл.). Середньорічне надходження енергії сонячної радіації W за вегетаційний період, взяте для $t_{\text{сер}} \geq 5^\circ\text{C}$, для вибраних місцевостей становить [6, с.19-20]:

- $W_1 = 24,6 \text{ ккал/см}^2 = 10,28 \cdot 10^{12} \text{ Дж/га}$ (для Архангельська);

- $W_2 = 36,4 \text{ ккал/см}^2 = 15,22 \cdot 10^{12} \text{ Дж/га}$ (для Ковеля);

- $W_3 = 42,9 \text{ ккал/см}^2 = 17,93 \cdot 10^{12} \text{ Дж/га}$ (для Берегова).

Річний приріст фітомаси зімкнених деревостанів для цих же місцевостей, знайдений за запропонованою формулою (6), відповідно становить: $m_1 = 3,4 \text{ т/га}$; $m_2 = 5,04 \text{ т/га}$ і $m_3 = 5,93 \text{ т/га}$.

Перше отримане нами значення $m_1 = 3,4 \text{ т/га}$ співпадає з величиною річного приросту фітомаси зімкнених деревостанів соснових насаджень Архангельська вікової групи 78-80 років, розрахованої за таблицями Тюрина [7].

Максимальне значення річного приросту надземної фітомаси деревостанів культур сосни Полісся України за даними [1, с.130] становить $m = 3,22 \text{ т/га}$ для вікової групи 60-80 років. Якщо зважити на те, що в наведеному значенні фітомаси відсутня підземна частина і врахувати коефіцієнт зімкненості деревостану, то отримаємо величину близьку до m_2 .

Нарешті, за даними [6, с.201] середній приріст сухої стовбурової деревини з корою за період вегетації для листяних лісів Українських Карпат віком 100 років становить $4,62-5,08 \text{ т/га}$, що з поправкою

на вклад кореневої системи, гілля, листя та коефіцієнта зімкненості непогано узгоджується з розрахованим значенням m_3 .

Таким чином, запропонований спосіб може використовуватись для визначення добового, місячного, вегетаційного циклів і, навіть, за продуктивний вік приросту фітомаси деревостану, якщо відома енергія сонячної радіації W , що надійшла за цей період. Важливо, що приріст фітомаси пов'язується з енергією падаючої сонячної радіації, вираженої через енергію фотонів, що поглинаються хлорофілом. Найкраще співпадіння спостерігається для зімкнених деревостанів віком 60-80 років. Для решти вікових груп, як і інших характеристик лісу, необхідно вводити корелювальні коефіцієнти k_i .

Джерела інформації

1. Лакида П.І. Фітомаса лісів України. - Тернопіль: Збруч, 2002. - 254с.

2. Лакида П.І., Лашенко А.Г., Лашенко М.М. Біологічна продуктивність дубових деревостанів Поділля. - К.: ННЦІАЕ, 2006. - 196с.

3. Данилин И.М. Определение параметров надземной фитомассы древостоев по аэроснимкам // Лесное хозяйство. - 1993. - №1. - С.35-36.

4. Большая Советская Энциклопедия / Под редакцией Прохорова А.М. - М.: Советская энциклопедия. - 3-е изд. 1977. - Т.27. - 623с.

5. Кучерявий В.П. Екологія: Навч. Посіб. - Львів: Світ, 2001. - 480с.

6. Алексеев В.А. Световой режим леса. - Ленинград: Наука, 1975. - 228с.

7. Хильми Г.Ф.. Энергетика и продуктивность растительного покрова суши. - Гидрометиздат, 1976. - 147с.

