

ЗМІСТ

ВСТУП	2
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВУГЛЕЦЕВОГО ЦИКЛУ ТА ДЕПОНУВАННЯ ВУГЛЕЦЮ	5
1.1 Значення вуглецю в екосистемах лісу	5
1.2 Вуглецевий цикл та процеси депонування вуглецю	10
1.3 Роль деревних дерев у вуглецевому циклі	14
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРЕВОСТАНІВ СВІЖОЇ ГРАБОВОЇ ДІБРОВИ ФІЛІЇ КОЛОМІЙСЬКОГО ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА.....	20
2.1 Географічне розташування філії.....	20
2.2 Опис типу лісу і деревостану.....	23
2.3 Структура та композиція деревних дерев	27
2.4 Деревний приріст та діаметр на грудях дерев	31
РОЗДІЛ 3. ВИМІРЮВАННЯ ТА ОЦІНКА ДЕПОНУВАННЯ ВУГЛЕЦЮ ...	36
3.1 Методи вимірювання біомаси дерев	36
3.2 Визначення вмісту вуглецю в деревах та ґрунті.....	40
3.3 Динаміка депонування вуглецю в деревостанах	44
3.4 Фактори, що впливають на вуглецево-депонуєчу здатність.....	47
ВИСНОВОК.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55

ВСТУП

Актуальність дослідження. Лісовий фонд України, який становить значну частину природного ресурсного потенціалу країни, відіграє невід'ємну роль у підтримці екологічної рівноваги та забезпеченні сталого розвитку. Деревостани українських лісів є важливим компонентом цього фонду, і їх здоров'я та продуктивність є ключовими аспектами для забезпечення високої якості деревини та збереження природних ресурсів.

Одним із важливих аспектів функціонування лісових екосистем є їх здатність до вуглецевого зберігання та вплив на процеси вуглецевого обміну в атмосфері. У зв'язку з глобальними змінами клімату і зростаючими загрозами для навколишнього середовища, розуміння ролі лісових екосистем у вуглецевому циклі стає особливо актуальним завданням для сучасних досліджень в області лісового господарства та екології.

Лісові екосистеми є важливим складовим компонентом природного середовища та мають вирішальне значення для підтримання біорізноманіття, збереження водних ресурсів, а також для адаптації до та пом'якшення зміни клімату. Однією з ключових функцій лісів є їхній внесок у вуглецевий цикл, який впливає на концентрацію парникових газів в атмосфері та кліматичні процеси. Важливим аспектом цього процесу є здатність лісових екосистем до зберігання та депонування вуглецю у вигляді біомаси та органічного речовини в ґрунті.

Свіжа грабова діброва (*Carpinus betulus* L.) є однією з важливих лісових рослин у лісовому господарстві України. Вона відзначається високими приростами та вмістом вуглецю в біомасі, що робить її цінним об'єктом для досліджень в галузі екології та лісового господарства. Деревостани свіжої грабової діброви можуть мати значний вплив на вуглецевий баланс регіону, але цей аспект дослідження ще не отримав належної уваги.

Умови росту та структура деревостанів можуть суттєво впливати на їхню вуглицево-депонуєчу здатність. Однак, існує обмежена кількість досліджень, присвячених вуглицевому потенціалу деревостанів свіжої

грабової діброви в Україні, зокрема в умовах філії Коломийського лісового господарства Державного підприємства "Державний лісосплав України". Таким чином, дана дипломна робота спрямована на вивчення вуглицево-депонуєчої здатності деревостанів свіжої грабової діброви в умовах даної філії з метою з'ясування їхнього внеску у вуглецевий баланс регіону.

Враховуючи актуальність питань збереження природних ресурсів та зміни клімату, дослідження вуглицево-депонуєчої здатності деревостанів стає важливою складовою стратегії сталого лісокористування та вирішення екологічних проблем.

Дипломна робота присвячена вивченню вуглицево-депонуєчої здатності деревостанів свіжої грабової діброви в умовах філії Коломийського лісового господарства Державного підприємства "Державний лісосплав України". Ця тема обрана не випадково, оскільки діброві належить особливе місце серед деревних порід та лісових екосистем України. Вона має високу цінність як для лісового господарства, так і для збереження біорізноманіття, а також для зменшення впливу викидів вуглецю на клімат.

Метою дослідження є оцінка вмісту вуглецю у деревостанах свіжої грабової діброви та вивчення факторів, що впливають на вуглецевий баланс цих екосистем в умовах досліджуваної території. В ході дослідження будуть використані сучасні методи та інструменти аналізу, що дозволять отримати об'єктивні дані про вуглецевий стан дібрових деревостанів.

Об'єктом дослідження є деревостани свіжої грабової діброви в умовах філії Коломийського лісового господарства Державного підприємства "Державний лісосплав України".

Предметом дослідження є вуглицево-депонуєча здатність деревостанів свіжої грабової діброви.

Завдання дослідження:

- Вивчити структуру деревостанів свіжої грабової діброви на досліджуваній території.

- Визначити об'єм і біомасу деревних видів, що складають деревостани свіжої грабової діброви.
- Оцінити кількість та вміст вуглецю у деревостанах.
- Дослідити фактори, що впливають на вуглецевий баланс деревостанів.
- Розробити рекомендації щодо оптимізації лісового господарства для збереження та підвищення вуглецевого потенціалу деревостанів свіжої грабової діброви в умовах досліджуваної філії.

Визначити практичну важливість результатів дослідження для сталого лісокористування та збереження природних ресурсів України.

Результати цього дослідження можуть слугувати підґрунтям для розробки рекомендацій щодо оптимізації лісового господарства та збереження вуглецевих резервів в деревостанах. Практична важливість цієї роботи полягає в можливості забезпечити стале та раціональне використання лісових ресурсів, а також сприяти боротьбі зі змінами клімату.

В цілому, дослідження вуглецевого балансу деревостанів свіжої грабової діброви в Коломийському лісовому господарстві є актуальним та важливим завданням, що сприятиме покращенню якості управління лісовими ресурсами та збереженню природи України.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВУГЛЕЦЕВОГО ЦИКЛУ ТА ДЕПОНУВАННЯ ВУГЛЕЦЮ

1.1 Значення вуглецю в екосистемах лісу

Вуглець є основним елементом біосфери Землі та необхідним для виживання всіх живих організмів. Кругообіг вуглецю – це процес, за допомогою якого вуглець циркулює між атмосферою, океанами, біосферою та надрами Землі. Лісові екосистеми відіграють вирішальну роль у кругообігу вуглецю, оскільки вони є одними з найбільших земних поглиначів вуглецю. Деревя поглинають вуглекислий газ з атмосфери під час фотосинтезу, зберігаючи його у своїй біомасі та вивільняючи кисень. Розуміння важливості вуглецю в лісових екосистемах має вирішальне значення для пом'якшення наслідків зміни клімату та збереження природних ресурсів Землі.

Вуглець необхідний для функціонування лісових екосистем, а його поглинання має вирішальне значення для пом'якшення наслідків зміни клімату. Ліси відіграють важливу роль у кругообігу вуглецю, поглинаючи та зберігаючи вуглець у своїй біомасі та ґрунтах. Це зберігання вуглецю, також відоме як секвестрація вуглецю, допомагає зменшити кількість вуглекислого газу в атмосфері, пом'якшуючи наслідки зміни клімату. Ліси мають унікальну здатність зберігати вуглець, що робить їх одним із найефективніших природних рішень для зменшення викидів парникових газів і збереження природних ресурсів Землі.

Ліси мають вирішальне значення для поглинання вуглецю та відіграють значну роль у пом'якшенні наслідків зміни клімату[5]. На здатність лісів поглинати вуглець впливають різні фактори, зокрема тип лісу, вік і методи господарювання. Наприклад, старі ліси, як правило, поглинають більше вуглецю, ніж молоді ліси, а незаймані ліси поглинають більше вуглецю, ніж фрагментовані ліси. Крім того, різні лісові екосистеми мають різну здатність накопичувати вуглець, при цьому бореальні ліси та пасовища

середніх широт мають більший рівень вуглецю в ґрунті, ніж тропічні екосистеми. Розуміння ролі лісів у поглинанні вуглецю має важливе значення для розробки ефективних стратегій пом'якшення наслідків зміни клімату та збереження природних ресурсів Землі.

Зберігання вуглецю в деревах є важливим аспектом лісових екосистем. Дерева зберігають вуглець у своїх стовбурах і гілках, що становить значну частину вуглецю, що зберігається в лісах. Коли дерева ростуть, вони поглинають вуглекислий газ з атмосфери та перетворюють його на органічну речовину за допомогою фотосинтезу. Ця органічна речовина зберігається у формі вуглецю в деревних тканинах дерева. Кількість вуглецю, що зберігається в деревах, змінюється залежно від виду, віку та розміру дерева. Наприклад, старі дерева, як правило, накопичують більше вуглецю, ніж молоді дерева, а деякі види, такі як секвойя, можуть зберігати виняткову кількість вуглецю у своїх масивних стовбурах.

Зберігання вуглецю в лісах не обмежується надземною біомасою. Коріння та ґрунт також відіграють вирішальну роль у зберіганні вуглецю. Коріння може зберігати вуглець протягом десятиліть або навіть століть, залежно від виду та умов навколишнього середовища. Ґрунт, з іншого боку, може зберігати вуглець протягом значно довших періодів, потенційно навіть назавжди. Методи управління лісами можуть впливати на кількість вуглецю, що зберігається в коренях і ґрунті. Наприклад, суцільні рубки або інші методи інтенсивної лісозаготівлі можуть порушити накопичення вуглецю в ґрунті, піддаючи ґрунт ерозії та зменшуючи кількість органічних речовин, що повертаються в ґрунт через розкладання рослинного матеріалу. Навпаки, практики сталого управління лісами, які віддають пріоритет біорізноманіттю та здоров'ю ґрунту, можуть збільшити накопичення вуглецю в коренях і ґрунті[23].

Важливість зберігання вуглецю в лісових екосистемах виходить за межі самого лісу. Ліси відіграють вирішальну роль у пом'якшенні зміни клімату, поглинаючи вуглекислий газ з атмосфери. Вирубка лісів та інші

зміни у землекористуванні можуть викидати в атмосферу велику кількість вуглецю, сприяючи зміні клімату. Захист і відновлення лісів може допомогти компенсувати ці викиди, зберігаючи або збільшуючи накопичення вуглецю в деревах, коренях і ґрунті. Крім того, прибережні екосистеми, такі як мангрові зарості та морські трави, відіграють вирішальну роль у накопиченні вуглецю у формі блакитного вуглецю. Ці екосистеми можуть накопичувати вуглець у 50 разів більше, ніж наземні ліси. Розуміння та захист потенціалу накопичення вуглецю в лісових екосистемах може сприяти пом'якшенню зміни клімату та збереженню біорізноманіття.

Секвестрація вуглецю – це процес, за допомогою якого вуглекислий газ видаляється з атмосфери та зберігається в довготривалих поглиначах, таких як ліси. Лісові екосистеми відіграють вирішальну роль у поглинанні вуглецю, оскільки вони є одними з найбільших наземних поглиначів вуглецю на планеті. Процес поглинання вуглецю в лісах передбачає поглинання вуглекислого газу з атмосфери під час фотосинтезу, який потім зберігається в деревах, ґрунті та іншій органічній речовині. Цей процес допомагає пом'якшити зміну клімату, зменшивши кількість парникових газів в атмосфері.

Кілька факторів можуть впливати на швидкість поглинання вуглецю в лісових екосистемах, включаючи клімат, тип ґрунту та методи управління лісами. Наприклад, було виявлено, що бореальні ліси та пасовища середніх широт мають вищі рівні вуглецю в ґрунті, ніж тропічні екосистеми. Крім того, наявність мертвої деревини в лісах може значно сприяти накопиченню вуглецю, оскільки для повного розкладання вуглецю в мертвій деревині можуть знадобитися десятиліття. Однак діяльність людини, така як вирубка лісів і лісозаготівля, може порушити процеси поглинання вуглецю, викидаючи накопичений вуглець назад в атмосферу.

Неможливо переоцінити важливість збереження лісів для поглинання вуглецю. Ліси є основними очищувачами повітря і щороку поглинають 6,5 тонн вуглецю на гектар, викидаючи 5 тонн кисню. Втрата лісів може

призвести до значного збільшення викидів вуглецю, сприяючи зміні клімату та іншим екологічним проблемам. Крім того, правильне використання ґрунтів у лісових екосистемах може призвести до тривалого зберігання вуглецю, допомагаючи пом'якшити наслідки зміни клімату[17]. Захищаючи та зберігаючи лісові екосистеми, ми можемо забезпечити постійне поглинання вуглецю та сприяти здоровішій планеті для майбутніх поколінь.

Вуглець відіграє вирішальну роль у підтримці біорізноманіття в лісових екосистемах. Біорізноманіття відноситься до різноманітності живих організмів в екосистемі, включаючи рослини, тварин і мікроорганізми. Вуглець є важливим компонентом цієї екосистеми, оскільки він бере участь у зростанні та виживанні багатьох організмів. Зв'язок між вуглецем і біорізноманіттям є значним, оскільки вуглець є будівельним блоком життя і необхідний для створення та підтримки середовищ існування.

Ліси відіграють вирішальну роль у збереженні біорізноманіття, а вуглець є ключовим фактором у цьому процесі. Вуглець бере участь у створенні та підтримці середовищ існування в лісах, які необхідні для підтримки широкого кола видів. Наприклад, мертва деревина в лісах є середовищем існування для багатьох видів комах, грибів та інших організмів. Вуглець також бере участь у створенні ґрунту, який забезпечує середовище проживання для багатьох видів рослин. Зберігаючи ліси, ми можемо захистити біорізноманіття, яке залежить від цих середовищ існування, забезпечуючи виживання багатьох видів для майбутніх поколінь.

Вуглець також бере участь у зберіганні та передачі поживних речовин у лісових екосистемах. Цей процес необхідний для росту та виживання багатьох організмів, у тому числі дерев та інших рослин. Вуглець зберігається у формі біомаси, яка включає живий і мертвий рослинний матеріал, а також органічну речовину ґрунту. Цей накопичений вуглець потім використовується організмами в екосистемі для створення енергії та підтримки росту. Підтримуючи здорові лісові екосистеми, ми можемо

забезпечити ефективне зберігання та перенесення вуглецю, підтримуючи біорізноманіття, яке залежить від цих процесів [10].

Знищення лісів має значні наслідки для зберігання вуглецю в лісових екосистемах, сприяючи збільшенню викидів вуглецю та зміні клімату. Древа відіграють важливу роль у кругообігу вуглецю, поглинаючи вуглекислий газ з атмосфери та зберігаючи його у своїй біомасі та ґрунті. Коли ліси вирубуються, цей вуглець повертається в атмосферу, сприяючи викидам парникових газів. Знищення лісів також зменшує загальну здатність лісів поглинати вуглекислий газ, що ще більше загострює проблему. Пом'якшення впливу вирубки лісів на зберігання вуглецю має важливе значення як для пом'якшення наслідків зміни клімату, так і для адаптації.

Стратегії пом'якшення викидів вуглецю з лісових екосистем включають скорочення темпів збезлісення, сприяння лісовідновленню та лісонасадженню, а також впровадження методів сталого управління лісами. Ці стратегії можуть допомогти зберегти або збільшити накопичення вуглецю в лісових екосистемах, сприяючи глобальним зусиллям зі скорочення викидів парникових газів. Крім того, для підтримки цих зусиль існують механізми кліматичного фінансування, включаючи програми компенсації вуглецю та платежі за екосистемні послуги. Інвестуючи в практики сталого управління лісами та підтримуючи зусилля з відновлення лісів, ми можемо допомогти пом'якшити вплив вирубки лісів на зберігання вуглецю та зміну клімату.

Ліси відіграють вирішальну роль як у пом'якшенні наслідків зміни клімату, так і в адаптації до них, оскільки вони можуть поглинати значну кількість вуглекислого газу з атмосфери. Окрім накопичення вуглецю, ліси також забезпечують цілий ряд екосистемних послуг, які підтримують добробут людей, зокрема регулюють водні цикли, забезпечують середовище існування для біорізноманіття та підтримують засоби до існування. Проте потенціал лісів щодо пом'якшення зміни клімату не позбавлений обмежень і викликів. Наприклад, здатність лісів до накопичення вуглецю може бути обмежена такими чинниками, як зміна землекористування, деградація лісів і

вплив самих кліматичних змін. Незважаючи на це, ліси залишаються критично важливим компонентом глобальних зусиль щодо подолання зміни клімату, і їх необхідно захищати та керувати ними, щоб забезпечити їх подальшу роль у накопиченні вуглецю та пом'якшенні зміни клімату.

1.2 Вуглецевий цикл та процеси депонування вуглецю

Кругообіг вуглецю — це природний процес, за допомогою якого відбувається обмін вуглецем між атмосферою, океанами та наземними екосистемами. Він включає серію складних фізичних, хімічних і біологічних процесів, які відіграють вирішальну роль у регулюванні клімату Землі та підтримці її екологічної рівноваги. Кругообіг вуглецю можна розділити на дві основні категорії: геологічний цикл і біологічний цикл. Геологічний цикл передбачає переміщення вуглецю між поверхнею Землі та її надрами, тоді як біологічний цикл включає обмін вуглецю між живими організмами та навколишнім середовищем.

Кругообіг вуглецю має важливе значення для підтримки балансу на Землі, оскільки він регулює кількість вуглецю в атмосфері та впливає на клімат планети. Вуглекислий газ (CO_2) є парниковим газом, який утримує тепло в атмосфері, сприяючи глобальному потеплінню та зміні клімату. Цикл вуглецю допомагає пом'якшити цей ефект, видаляючи надлишок CO_2 з атмосфери та накопичуючи його в різних резервуарах, таких як океани та ліси. Цей процес, відомий як секвестрація вуглецю, має вирішальне значення для зменшення кількості вуглецю в атмосфері та пом'якшення наслідків зміни клімату.

Кругообіг вуглецю складається з різних стадій, включаючи фіксацію вуглецю, фотосинтез, дихання, розкладання та горіння. Фіксація вуглецю - це процес, за допомогою якого вуглець перетворюється на органічні сполуки, такі як цукор і крохмаль, автотрофними організмами, такими як рослини. Фотосинтез — це процес, за допомогою якого рослини використовують

сонячне світло для перетворення вуглекислого газу та води на кисень і органічні сполуки. Дихання - це процес, за допомогою якого організми вивільняють енергію з органічних сполук, утворюючи вуглекислий газ як побічний продукт. Розкладання — це процес, під час якого органічна речовина розщеплюється на простіші сполуки, вивільняючи в атмосферу вуглекислий газ. Горіння — це процес спалювання органічних речовин, вивільняючи в атмосферу вуглекислий газ та інші парникові гази [1,с.52].

Таким чином, цикл вуглецю є складним і важливим процесом, який відіграє вирішальну роль у регулюванні клімату Землі та підтримці її екологічного балансу. Розуміння різних стадій вуглецевого циклу та процесів відкладення вуглецю має вирішальне значення для пом'якшення наслідків зміни клімату та збереження природних ресурсів планети.

Фотосинтез є одним із природних процесів відкладення вуглецю, який відіграє вирішальну роль у циклі вуглецю. Під час фотосинтезу рослини поглинають вуглекислий газ з атмосфери і перетворюють його на органічні речовини у вигляді вуглеводів, білків і жирів. Цей процес не тільки видаляє вуглекислий газ з атмосфери, але й створює основу для харчового ланцюга, оскільки ці органічні сполуки споживаються іншими організмами. Таким чином, фотосинтез є вирішальним процесом для підтримки балансу вуглецю в біосфері.

Дихання — ще один важливий процес у вуглецевому циклі, який включає виділення вуглекислого газу в атмосферу. Рослини, тварини та мікроорганізми здійснюють дихання, яке передбачає розщеплення органічних речовин для вивільнення енергії. Під час цього процесу вуглець окислюється до вуглекислого газу та викидається в атмосферу. Хоча дихання вивільняє вуглекислий газ, це все одно необхідний процес для життя, оскільки забезпечує енергію, необхідну для клітинних процесів.

Розкладання — це завершальний процес осадження вуглецю, який включає розщеплення органічної речовини на простіші сполуки. Цей процес здійснюється мікроорганізмами, які споживають мертві рослинні та тваринні

речовини та виділяють в атмосферу вуглекислий газ. Розкладання є критично важливим процесом для кругообігу поживних речовин, оскільки воно вивільняє необхідні поживні речовини назад у ґрунт, які можуть бути прийняті рослинами. Крім того, розкладання є необхідним процесом для утворення викопного палива, такого як вугілля та нафта, які утворюються з останків стародавніх організмів протягом мільйонів років[9,с.228].

Підсумовуючи, природні процеси фотосинтезу, дихання та розкладання відіграють вирішальну роль у циклі вуглецю та відкладенні вуглецю в різних формах. Ці процеси необхідні для підтримки балансу вуглецю в біосфері та для підтримки життя на Землі.

Одним із найважливіших видів людської діяльності, що впливає на цикл вуглецю, є спалювання викопного палива. Спалювання викопного палива викидає в атмосферу вуглекислий газ, сприяючи парниковому ефекту та глобальному потеплінню. Цей процес триває протягом століть і прискорився в останні роки зі збільшенням індустріалізації та транспорту. Спалювання викопного палива вносить значний внесок у підвищення рівня вуглекислого газу в атмосфері та є основною рушійною силою зміни клімату.

Вирубка лісів є ще однією діяльністю людини, яка має значний вплив на кругообіг вуглецю. Дерева поглинають вуглекислий газ під час фотосинтезу, а коли їх вирубують або спалюють, накопичений в них вуглець викидається назад в атмосферу. На вирубку лісів і зміни у землекористуванні припадає приблизно 10% глобальних викидів парникових газів. Втрата лісів також зменшує здатність планети поглинати вуглекислий газ з атмосфери, що ще більше сприяє збільшенню рівня вуглекислого газу в атмосфері.

Зміни землекористування, такі як сільське господарство та урбанізація, також впливають на цикл вуглецю. Перетворення природних екосистем, таких як ліси та луки, на орні землі та міські території може призвести до викиду вуглекислого газу в атмосферу. Крім того, використання добрив у сільському господарстві може сприяти викиду закису азоту, ще одного потужного парникового газу. Зміни у землекористуванні також можуть

вплинути на здатність землі поглинати вуглекислий газ, що може призвести до подальшого підвищення рівня вуглекислого газу в атмосфері[4].

Підсумовуючи, діяльність людини, така як спалювання викопного палива, вирубка лісів і зміни у землекористуванні, має значний вплив на цикл вуглецю. Ці дії сприяють збільшенню рівня вуглекислого газу в атмосфері, що може призвести до зміни клімату та інших екологічних проблем. Важливо зменшити наш вуглецевий слід, запровадивши екологічні практики та зменшивши залежність від викопного палива, щоб пом'якшити цей вплив.

Порушення циклу вуглецю має значний вплив на навколишнє середовище, включаючи зміну клімату та глобальне потепління. Вуглекислий газ, парниковий газ, є основним фактором зміни клімату. Коли викиди вуглекислого газу перевищують здатність Землі поглинати їх, вони накопичуються в атмосфері, утримуючи тепло та призводячи до підвищення температури. Це підвищення температури може мати катастрофічні наслідки, зокрема:

- Танення полярних льодів і льодовиків
- Підвищення рівня моря
- Більш часті та суворі погодні явища, такі як урагани, посухи та повені
- Порушення екосистем і харчових систем.

Порушення кругообігу вуглецю є суттєвим фактором зміни клімату та пов'язаних з ним наслідків, що робить його критичною проблемою для екологічного менеджменту та політики.

Іншим впливом порушення циклу вуглецю є підкислення океану. Коли вуглекислий газ розчиняється в морській воді, він утворює вугільну кислоту, яка знижує рН води, роблячи її більш кислою. Це підвищення кислотності може мати значний вплив на морське життя, зокрема:

- Знижена здатність організмів до формування раковин і скелетів
- Порушення росту і розмноження
- Порушення харчових ланцюгів та екосистем.

Підкислення океану також може мати економічні наслідки, оскільки це може призвести до скорочення рибних запасів і пошкодження коралових рифів, які важливі для туризму та захисту узбережжя.

Втрата біорізноманіття є ще одним значним впливом порушення вуглецевого циклу. Біорізноманіття має важливе значення для підтримки здорових екосистем і надання ряду екосистемних послуг, включаючи поглинання вуглецю. Зі збільшенням концентрації вуглекислого газу в атмосфері здатність екосистем поглинати вуглець зменшується, що призводить до позитивного зворотного зв'язку, який посилює зміну клімату[12,с.47]. Втрата біорізноманіття також може мати інші значні наслідки, зокрема:

- Знижена стійкість до стресових факторів зовнішнього середовища
- Порушення кругообігу поживних речовин і здоров'я ґрунту
- Зменшення доступності харчових і медичних ресурсів

Загалом, порушення кругообігу вуглецю має значний і далекосяжний вплив на навколишнє середовище, включаючи зміну клімату, підкислення океану та втрату біорізноманіття. Подолання цих наслідків вимагатиме узгоджених зусиль для зменшення викидів вуглецю та сприяння сталим практикам землекористування.

1.3 Роль деревних дерев у вуглецевому циклі

Деревні дерева відіграють вирішальну роль у кругообігу вуглецю, який є природним процесом, за допомогою якого вуглець рухається через земну атмосферу, океани та сушу. Кругообіг вуглецю включає обмін вуглецю між живими організмами, атмосферою та земною корою. Вуглець є життєво важливим елементом для життя, і він утворює основу органічних молекул, таких як вуглеводи, білки та жири. Деревні дерева є важливим компонентом циклу вуглецю, оскільки вони зберігають і вивільняють вуглець за допомогою різних процесів.

Неможливо переоцінити важливість деревних дерев у вуглецевому циклі. Ці дерева поглинають вуглекислий газ з атмосфери під час фотосинтезу та зберігають його у вигляді органічного вуглецю у своїх тканинах. Крім того, коли деревні дерева гинуть, їх деревина, що розкладається, вивільняє вуглець назад в атмосферу, сприяючи природному циклу вуглецю. Крім того, деревні дерева відіграють вирішальну роль у пом'якшенні наслідків зміни клімату шляхом поглинання вуглекислого газу з атмосфери. Таким чином, розуміння ролі деревних дерев у циклі вуглецю має важливе значення для розробки ефективних стратегій боротьби зі зміною клімату.

Мета цієї статті полягає в тому, щоб висвітлити значення деревних дерев у циклі вуглецю та підкреслити важливість збереження та захисту цих дерев. Визнаючи життєво важливу роль, яку деревні дерева відіграють у циклі вуглецю, ми можемо краще оцінити цінність лісів і лісистих угідь у пом'якшенні наслідків зміни клімату. Крім того, розуміння циклу вуглецю може допомогти нам розробити стійкі практики, які сприятимуть збереженню деревних дерев та інших природних ресурсів. Зрештою, працюючи над захистом і збереженням деревних дерев, ми можемо допомогти забезпечити здорове та стійке майбутнє для себе та для планети.

Поглиначі вуглецю – це природні або штучні резервуари, які поглинають і зберігають вуглець з атмосфери, сприяючи глобальному кругообігу вуглецю. Деревні дерева є одними з найважливіших природних поглиначів вуглецю, відіграючи вирішальну роль у поглинанні вуглецю з атмосфери. Деревина поглинає вуглекислий газ за допомогою фотосинтезу, перетворюючи його на органічні речовини та викидаючи кисень назад в атмосферу. Вуглець, що зберігається в деревах та іншій рослинності, відомий як біомаса, і може зберігатися протягом десятиліть або навіть століть. Здатність деревних дерев накопичувати вуглець має вирішальне значення для пом'якшення наслідків зміни клімату, що робить їх важливим компонентом глобального циклу вуглецю [28,с.456].

Деревні дерева відіграють важливу роль у поглинанні вуглецю, оскільки вони здатні зберігати велику кількість вуглецю у своїй біомасі. Деревна поглинають вуглекислий газ через листя та зберігають його у своїх стовбурах, гілках і коренях. Вуглець, що зберігається в цих частинах дерева, може зберігатися протягом десятиліть або навіть століть, сприяючи тривалому поглинанню вуглецю з атмосфери. Крім того, деревні дерева також можуть сприяти поглинанню вуглецю в ґрунті, оскільки їхнє коріння може допомогти стабілізувати вуглець у ґрунті та запобігти його викиду в атмосферу. Здатність деревних дерев накопичувати вуглець у своїй біомасі та ґрунті робить їх важливим компонентом глобального циклу вуглецю.

Є багато прикладів того, що деревні дерева є значними поглиначами вуглецю. Дощовий ліс Амазонки, наприклад, є домом для приблизно половини тропічних лісів у світі та відомий своєю здатністю поглинати та зберігати вуглець ефективніше, ніж інші типи лісів. Деревна в тропічних лісах Амазонки зберігають величезну кількість вуглецю у своїй біомасі, сприяючи тривалому поглинанню вуглецю з атмосфери. Інші приклади деревних дерев як поглиначів вуглецю включають хвойні ліси, які відомі своєю здатністю зберігати вуглець протягом тривалих періодів, і мангрові ліси, які дуже ефективно поглинають вуглець як над землею, так і під землею. Роль деревних дерев як поглиначів вуглецю має вирішальне значення для пом'якшення наслідків зміни клімату, що робить їх збереження та захист важливим для здоров'я планети.

Зберігання вуглецю відноситься до процесу захоплення та зберігання атмосферного вуглекислого газу, який є значним внеском у зміну клімату. Деревні дерева відіграють вирішальну роль у накопиченні вуглецю, оскільки вони поглинають вуглекислий газ з атмосфери під час фотосинтезу та накопичують його у своїй біомасі. Зберігання вуглецю в деревних деревах є важливим компонентом глобального циклу вуглецю, який включає обмін атмосферних парникових газів[29]. Вуглець, що зберігається в деревних

деревах, може залишатися поглиненим протягом десятиліть, століть або навіть тисячоліть, залежно від виду та умов навколишнього середовища.

Деревні дерева є одними з найефективніших поглиначів вуглецю у світі, а ліси є одними з найбільших резервуарів вуглецю. Деревна поглинають вуглекислий газ з атмосфери через своє листя та використовують його для виробництва енергії за допомогою фотосинтезу. Потім вуглець зберігається в біомасі дерева, включаючи стовбур, гілки та коріння[33,с.815]. Коли дерева ростуть, вони продовжують поглинати та зберігати вуглець, що робить їх важливим компонентом вуглецевого циклу. Деревні дерева також відіграють життєво важливу роль у розкладанні органічних речовин, у результаті чого вуглець повертається в атмосферу. Поглинаючи вуглець у своїй біомасі, деревні дерева допомагають пом'якшити наслідки зміни клімату, зменшуючи кількість вуглекислого газу в атмосфері.

Є багато прикладів деревних дерев, які служать значними накопичувачами вуглецю. Наприклад, тропічні ліси Амазонки є одним із найбільших поглиначів вуглецю в світі, в деревах якого зберігається приблизно 120 мільярдів метричних тонн вуглецю. Інші приклади включають гігантські секвої Каліфорнії, які можуть жити тисячі років і накопичувати величезну кількість вуглецю у своїх масивних стовбурах і гілках. Крім того, мангрові ліси, які зустрічаються в тропічних і субтропічних регіонах, є дуже ефективними поглиначами вуглецю, за деякими оцінками, вони можуть накопичувати до чотирьох разів більше вуглецю на гектар, ніж наземні ліси. Ці приклади підкреслюють важливу роль деревних дерев у вуглецевому циклі та важливість їх збереження для пом'якшення наслідків зміни клімату.

Зміна клімату є значним фактором, який впливає на роль деревних дерев у циклі вуглецю. Збільшення рівня вуглекислого газу в атмосфері, спричинене діяльністю людини, такою як спалювання викопного палива та вирубка лісів, сприяло глобальному потеплінню та зміні клімату. У результаті здатність деревних дерев поглинати вуглець стала ще важливішою для пом'якшення наслідків зміни клімату. Однак вплив зміни клімату на

деревні дерева може бути негативним, оскільки підвищення температури та зміни режиму опадів можуть призвести до зниження росту та збільшення смертності. Тому важливо розуміти складну взаємодію між зміною клімату та деревними деревами, щоб ефективно керувати потенціалом поглинання вуглецю в лісах [30,с.42-44].

Знищення лісів є ще одним фактором, який суттєво впливає на роль деревних дерев у вуглецевому циклі. Деревна поглинають вуглекислий газ під час фотосинтезу та накопичують його у своїй біомасі та ґрунті. Коли ліси вирубуються, спалюються або деградують, вуглець, що накопичується в деревах і ґрунті, викидається в атмосферу, сприяючи глобальному потеплінню та зміні клімату. Вирубка лісів є причиною приблизно 10% глобальних викидів парникових газів. Таким чином, зусилля щодо зменшення вирубки лісів і сприяння лісовідновленню можуть значно сприяти пом'якшенню кліматичних змін і збереженню ролі деревних дерев у вуглецевому циклі.

Методи управління лісами також можуть суттєво вплинути на роль деревних дерев у вуглецевому циклі. Практики сталого лісового господарства, такі як вибіркова рубка та лісонасадження, можуть збільшити лісові ресурси та сприяти глобальному кругообігу вуглецю. Однак нестійкі практики лісового господарства, такі як суцільні рубки та інтенсивні монокультурні насадження, можуть призвести до втрати вуглецю, що зберігається в ґрунті та біомасі, і негативно вплинути на потенціал поглинання вуглецю деревними деревами. Тому вкрай важливо інтегрувати практики сталого лісового господарства в управління лісами, щоб зберегти та підвищити роль деревних дерев у кругообігу вуглецю.

Підсумовуючи, деревні дерева відіграють життєво важливу роль у вуглецевому циклі, діючи як значний поглинач вуглецю та допомагаючи пом'якшити наслідки зміни клімату[26,с.141]. Вони поглинають вуглекислий газ з атмосфери за допомогою фотосинтезу та зберігають його у своїй біомасі, ґрунті та продуктах деревини. Цей процес допомагає регулювати

кількість вуглекислого газу в атмосфері, зменшуючи концентрацію парникових газів, які сприяють глобальному потеплінню. Деревні дерева також забезпечують низку додаткових переваг, включаючи збереження біорізноманіття, збереження ґрунту та регулювання води. Розуміючи важливість деревних дерев у вуглецевому циклі, ми можемо розробити стратегії захисту та відновлення цих екосистем, допомагаючи пом'якшити наслідки зміни клімату.

Значення деревних дерев у вуглецевому циклі має важливі наслідки для майбутніх досліджень і дій щодо зміни клімату. Оскільки ми продовжуємо стикатися з проблемами, пов'язаними зі зміною клімату, важливо досліджувати шляхи підвищення ролі деревних дерев у поглинанні та зберіганні вуглецю. Це включає дослідження потенціалу програм лісонасадження та лісовідновлення, а також методів сталого управління лісами. Крім того, дослідження впливу зміни клімату на екосистеми деревних дерев можуть допомогти нам зрозуміти потенційні ризики та визначити стратегії пом'якшення цих впливів. Віддаючи пріоритет дослідженням у цих сферах, ми можемо розробити ефективні стратегії подолання викликів зміни клімату та захисту здоров'я нашої планети.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРЕВОСТАНІВ СВІЖОЇ ГРАБОВОЇ ДІБРОВИ ФІЛІЇ КОЛОМИЙСЬКОГО ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА

2.1 Географічне розташування філії

Коломийська лісова галузь є важливою складовою лісової галузі України з багатою десятилітньою історією. Відділення створено для управління та утримання величезних лісових масивів області, які включають 5547 моргів лісу, 577 луків і садів, 46 пасовищ. Протягом багатьох років філія відіграла значну роль у розвитку лісової галузі в регіоні, сприяючи місцевій економіці та надаючи можливості працевлаштування багатьом жителям.

Коломийський лісгосп має велике значення для регіону, оскільки відіграє важливу роль у збереженні та охороні навколишнього природного середовища. Філія відповідає за управління та утримання лісових масивів Коломийського району, які займають значну територію. Ліси в регіоні є домом для різноманітної флори та фауни, і галузь невпинно працює над тим, щоб ці природні ресурси були захищені та збережені для майбутніх поколінь.

Коломийський лісгосп розташований у південно-східній частині Івано-Франківської області з центром у місті Коломия. Область відома красивими природними ландшафтами, зокрема річкою Семенівка, що протікає через село Олієво-Королівка. Зручне географічне положення села пов'язане не лише з його близькістю до м. Львова, а й розташуванням на важливій магістралі. В області також є кілька аеропортів, у тому числі аеродроми з твердим покриттям у містах Коломия та Косів. Стратегічне розташування філії дозволяє їй ефективно управляти величезними лісовими масивами в регіоні та підтримувати їх, забезпечуючи збереження природного середовища для майбутніх поколінь.

Коломийський лісгосп розташований в Коломийському районі Івано-Франківської області України. Географічні координати області: 48,9215° пн.ш., 24,7097° сх.д.. Івано-Франківська область розташована в географічному центрі Європи, на південному заході України, на стику двох

великих європейських гірських систем Карпат і Східноєвропейської платформи. Область займає площу 13 928 км², на території якої розташовано 15 міст, 24 селища міського типу та 804 сільських населених пункти. Вигідне географічне розташування та наявність транспортної мережі роблять регіон ідеальним для ведення лісового господарства та іншої господарської діяльності [5].

Коломийський лісгосп оточують кілька міст і селищ Коломийського району, в тому числі Олієво-Королівка, що розташоване на Покутті. До складу району також входять декілька селищ міського типу та сільських поселень. Область відома своїми природними пам'ятками, серед яких скеля Довбуша – пам'ятка природи загальнодержавного значення, розташована поблизу села Рожнів. Є також ботанічна пам'ятка на Замковій горі за фортецею та Стінка – місцевість біля лісу на лівому березі Гнізни на північ від Коломиї. Заказник «Стільська» розташований на території Коломийського лісгоспу і потребує особливого ведення лісового господарства для відтворення природних лісових угруповань.

Коломийський лісгосп розташований у зоні зі сприятливими природними умовами для розвитку сільського господарства. Для регіону характерні мішані ліси, в тому числі сосна, дуб, береза. Ліси забезпечують низку екосистемних послуг, включаючи поглинання вуглецю, регулювання водних ресурсів і збереження біорізноманіття. Відділ лісового господарства відповідає за стале управління лісами, гарантуючи, що вони продовжують надавати ці основні послуги, а також задовольняючи потреби місцевої громади. Посібник з рекреаційної географії та територіальної організації рекреаційно-туристичного господарства України містить вказівки щодо управління цими природними ресурсами на благо як людей, так і навколишнього середовища.

Коломийський лісгосп розташований в Івано-Франківській області України. Область розташована в географічному центрі Європи, на південному заході України, з континентальним кліматом. Середня

температура протягом року в регіоні становить близько 7°C, причому найтепліші місяці - з червня по серпень, а найхолодніші - з грудня по лютий. У зимові місяці температура в регіоні може опускатися до -10°C, що може вплинути на лісову промисловість регіону.

В Івано-Франківській області протягом року спостерігається помірна кількість опадів. Річна кількість опадів у регіоні коливається від 600 до 1000 мм, причому найбільша кількість опадів припадає на літні місяці з червня по серпень. Протягом зимових місяців у регіоні випадає значна кількість снігу, що може вплинути на лісову промисловість, ускладнюючи доступ до певних ділянок лісу. Крім того, сильні опади в літні місяці можуть призвести до повеней, які можуть пошкодити дерева та вплинути на загальний стан лісу.

Клімат Івано-Франківської області має значний вплив на лісогосподарську галузь району. Низькі зимові температури та сильний снігопад можуть ускладнити доступ до певних ділянок лісу, перешкоджаючи заготівлі деревини та проведенню необхідного догляду. Крім того, велика кількість опадів, особливо в літні місяці, може призвести до підвищеного ризику захворювань і пошкодження дерев. Незважаючи на ці проблеми, лісова промисловість у регіоні залишається важливою частиною місцевої економіки, і докладаються зусилля для управління та підтримки лісів у сталій та відповідальний спосіб [3,с.28-29].

Коломийський лісгосп розташований в Івано-Франківській області України. До філії легко дістатися основними магістралями та дорогами, які ведуть до цього району. Основними магістралями, що підключаються до лісгоспу, є автошляхи Н-10 та Н-09. Ці магістралі забезпечують пряме сполучення з містом Коломия, яке розташоване всього за декілька кілометрів від філії лісництва. Крім того, є кілька невеликих доріг, які ведуть до філії, завдяки чому до неї легко дістатися на автомобілі чи іншим транспортом.

Для тих, хто вважає за краще користуватися громадським транспортом, є кілька варіантів. Місто Коломия має добре розвинену систему громадського транспорту, зокрема автобуси та таксі. Ці варіанти забезпечують легкий

під'їзд до філії лісгоспу, оскільки біля філії є декілька автобусних зупинок. Крім того, в цьому районі працює кілька приватних компаній таксі, які забезпечують ефективний і зручний спосіб пересування.

Найближчим аеропортом до Коломийського лісгоспу є міжнародний аеропорт «Івано-Франківськ». Аеропорт розташований приблизно за 70 кілометрів від філії та виконує як внутрішні, так і міжнародні рейси. Є кілька варіантів транспорту, доступних з аеропорту, включаючи таксі та орендовані автомобілі. Крім аеропорту, біля філії лісгоспу розташовані декілька вокзалів, у тому числі Коломийський вокзал. Залізничний вокзал забезпечує легкий доступ до інших куточків України та сусідніх країн. Загалом до Коломийського лісгоспу легко дістатися завдяки різноманітним транспортним сполученням, що робить його зручним як для відвідувачів, так і для працівників.

2.2 Опис типу лісу і деревостану

Коломийське лісове господарство – державне підприємство, яке управляє величезною площею лісових угідь в Івано-Франківській області України. Це лісове господарство відповідає за управління та захист лісових ресурсів у регіоні, забезпечуючи їх стале використання на благо теперішнього та майбутніх поколінь. Коломийський лісгосп із загальною площею 27,031 тис. га є одним із найбільших лісгоспів області, що охоплює різноманітний спектр типів лісу та деревостанів.

Розташований в Івано-Франківській області України, Коломийський лісгосп розташований у самому серці Карпат. Регіон відомий своїм багатим біорізноманіттям, природною красою та культурною спадщиною, що робить його популярним місцем для туристів і любителів природи. До складу лісгоспу входять Чернелицьке лісництво Городенківського району, а також ліси Косівського та Надвірнянського районів. Ліси в цьому регіоні

характеризуються високою екологічною цінністю з унікальним поєднанням листяних і хвойних порід дерев.

Коломийське лісове господарство відіграє вирішальну роль у збереженні та раціональному управлінні лісовими ресурсами Івано-Франківської області. Ліси в цьому регіоні важливі не лише через їхню екологічну цінність, а й через економічне та соціальне значення. Виробництво деревини, недеревна лісова продукція та екотуризм є одними з ключових видів економічної діяльності, пов'язаної з лісами в цьому регіоні. Ліси також забезпечують важливі екосистемні послуги, такі як поглинання вуглецю, захист водозбору та збереження ґрунту. Практика господарювання, прийнята Коломийським лісгоспом, забезпечує стале використання цих ресурсів, збалансовуючи екологічні та економічні міркування для задоволення потреб як теперішнього, так і майбутніх поколінь.

У Коломийському лісництві розташовані різноманітні типи лісів, кожен із яких має свої унікальні характеристики та екологічне значення. Лісгосп містить як хвойні, так і листяні ліси, в тому числі буково-ялицеві, дубово-грабові та ялицево-ялицеві типи лісу. Керування цими лісами здійснюється переважно шляхом вибіркового рубок головного користування, під час яких вирубується частина дерев певного віку, розміру, якості чи стану. Це дозволяє вести стале управління лісами, зберігаючи екологічну цілісність типів лісу.

Деревні породи Коломийського лісництва різноманітні і включають як хвойні, так і листяні породи. Деякі з найпоширеніших видів дерев, які зустрічаються в лісництві, включають:

- Тис звичайний: хвойне вічнозелене дерево або великий кущ родини тисових.
- Бук європейський: листопадне дерево з гладкою сірою корою та овальним листям, яке восени стає золотисто-жовтим.
- Ялина звичайна: хвойне вічнозелене дерево з конусоподібною формою і звисаючими гілками.

- Ялиця срібляста: хвойне вічнозелене дерево з високою вузькою кроною і горизонтальними гілками.

- Дуб: листяне дерево з широкою розлогою кроною і глибоко лопатевим листям.

Ці породи дерев відіграють важливу роль в екології типів лісу, що зустрічаються в Коломийському лісництві, забезпечуючи середовище проживання широкого кола диких тварин і сприяючи загальному здоров'ю та життєдіяльності лісової екосистеми [13].

Вік і розмір дерев у Коломийському лісництві різняться залежно від типу лісу та методів господарювання. Деякі з найстаріших дерев у лісництві знаходяться в буково-ялицевому типі лісу, декотрим деревам, за оцінками, понад 200 років. Розмір дерев також різний, деякі досягають висоти понад 40 метрів і діаметра понад 1 метр. Ці великі старі дерева важливі для підтримки екологічної цілісності лісу, забезпечуючи середовище існування для широкого кола диких тварин і сприяючи загальному здоров'ю та життєздатності лісової екосистеми. Практика управління лісами спрямована на те, щоб зберегти баланс між збереженням цих важливих дерев і потребою в методах сталого управління лісами.

Коломийське лісове господарство є домом для різноманітних видів рослин, що робить його важливою територією для збереження біорізноманіття. Лісове господарство здійснює комплекс заходів щодо охорони, відтворення та заготівлі лісових ресурсів. Місцевість характеризується змішаними лісами, які складаються з різноманітних порід дерев, зокрема бука, дуба, ялини та ялиці. Ці породи дерев є середовищем існування для багатьох видів рослин, включаючи папороті, мохи та лишайники. Різноманітність видів рослин у Коломийському лісництві сприяє загальному здоров'ю екосистеми, надаючи їжу та притулок різноманітним видам тварин.

У лісах Коломийського лісгоспу мешкає широкий спектр видів тварин. До них відносяться такі ссавці, як олені, дикі кабани, лисиці та вовки, а також

різноманітні види птахів, зокрема сови, яструби та дятли. Ця територія також є середовищем існування для рептилій і земноводних, таких як ящірки та жаби. Різноманітність видів тварин у Коломийському лісництві сприяє загальному здоров'ю екосистеми, допомагаючи підтримувати баланс між популяціями хижаків і жертв [7].

У Коломийському лісництві мешкає кілька видів, що знаходяться під загрозою зникнення. Серед них зубр європейський, який є найбільшим наземним ссавцем Європи, і карпатський бурий ведмідь, який є підвидом бурого ведмедя. Лісове господарство відіграє важливу роль у захисті цих видів, що знаходяться під загрозою зникнення, шляхом створення охоронюваних територій та впровадження природоохоронних заходів. Збереження цих видів важливе не лише для їх власного виживання, але й для загального здоров'я екосистеми. Охороняючи зникаючі види, Коломийське лісове господарство допомагає зберегти біорізноманіття території та забезпечити здорову та стійку лісову екосистему для майбутніх поколінь.

Коломийське лісове господарство дотримується методів сталого управління лісами, які забезпечують збереження цінних лісових масивів та біорізноманіття, одночасно забезпечуючи дохід місцевим громадам. Цей підхід передбачає ретельне планування та моніторинг лісових ресурсів, щоб переконатися, що вони не виснажені та можуть продовжувати забезпечувати екологічні, економічні та соціальні переваги для майбутніх поколінь. Лісове господарство також приділяє велику увагу захисту лісової екосистеми та її мешканців, включаючи дику природу, рослини та мікроорганізми.

Техніка заготівлі в Коломийському лісгоспі розроблена таким чином, щоб мінімізувати вплив на лісову екосистему, водночас задовольняючи потреби місцевих громад та лісгосподарської галузі. Ці методи включають вибірккову рубку, яка спрямована лише на дорослі дерева, які готові до збирання, залишаючи молоді дерева продовжувати рости та сприяючи екологічному здоров'ю лісу. Лісове господарство також використовує методи лісозаготівлі з низьким рівнем впливу, такі як кінна заготівля лісу та

складання кабелю, щоб зменшити порушення ґрунту та звести до мінімуму пошкодження дерев, що залишилися.

Коломийський лісгосп активно запобігає та контролює лісові пожежі, які можуть мати руйнівні наслідки для лісової екосистеми та сусідніх громад. Лісгосп має налагоджену програму запобігання та боротьби з пожежами, яка включає регулярне патрулювання, будівництво протипожежних смуг та використання спеціалізованої техніки, наприклад, пожежного гелікоптера ЛНТ-100-12. Лісове господарство також тісно співпрацює з місцевими громадами, щоб навчати їх щодо запобігання пожежам і спонукати їх повідомляти про будь-яку потенційну небезпеку пожежі. Крім того, лісове господарство створило лісові пожежні станції по всій території, щоб забезпечити швидке реагування на будь-які спалахи пожеж.

2.3 Структура та композиція деревних дерев

Коломийське лісове господарство є домом для різноманітних порід дерев, кожна з яких має свої унікальні характеристики та екологічну роль. Деякі з найпоширеніших порід дерев, що зустрічаються в цьому районі, включають дуб, бук, ялину, сосну та ялицю. Ці дерева відіграють життєво важливу роль в екосистемі, забезпечуючи середовище існування та їжу для широкого спектру видів тварин, регулюючи цикли води та поживних речовин і поглинаючи вуглець з атмосфери. У філії також знаходяться деревні насадження, в тому числі молоді дубові, які сприяють виробництву паперу та виробів з деревини [22,с.176].

Вивчення структури та складу дерев Коломийського лісгоспу має важливе значення для розуміння екологічних процесів та екосистемних послуг, які надає ліс. Це також може допомогти в розробці ефективних стратегій управління для підтримки здоров'я та продуктивності лісових екосистем. Вивчаючи фізичні характеристики дерев, такі як їх висота, діаметр і форма крони, дослідники можуть отримати уявлення про моделі

росту дерева, а також про його реакцію на екологічні стресори, такі як посуха, хвороби або зараження комахами. Крім того, розуміння хімічного складу тканин дерев, наприклад вмісту целюлози та лігніну, може сприяти розробці екологічно чистих лісових продуктів і біопалива. Загалом, вивчення структури та складу дерев у Коломийському лісгоспі має вирішальне значення для сприяння сталим методам управління лісами та забезпечення довгострокового здоров'я та продуктивності лісових екосистем.

Дерева — це складні організми з унікальною складною структурою, яка дозволяє їм рости високими й сильними. На самому базовому рівні дерева складаються з трьох основних частин: коріння, стовбура та листя. Коріння закріплює дерево в землі та поглинає воду та поживні речовини з ґрунту, тоді як стовбур забезпечує підтримку та транспортує воду та поживні речовини по всьому дереву. Нарешті, листя відповідає за фотосинтез, процес, за допомогою якого дерева виробляють їжу та кисень. Разом ці частини працюють у гармонії, створюючи неймовірну різноманітність дерев, які зустрічаються в лісах по всьому світу.

Кора, флоєма та ксилема є трьома найважливішими компонентами, які складають стовбур дерева. Кора - це зовнішній шар дерева, який забезпечує захист від фізичних пошкоджень, хвороб і шкідників. Під корою знаходиться флоєма, шар тканини, який транспортує цукор та інші поживні речовини від листя до решти дерева. Нарешті, ксилема відповідає за транспортування води та мінералів від коренів до листя. Разом ці три шари утворюють судинну систему дерева, що дозволяє йому рости та процвітати.

Коріння та листя дерева однаково важливі для його виживання та росту. Коріння закріплює дерево в ґрунті та поглинає воду та поживні речовини, тоді як листя відповідає за фотосинтез, процес, за допомогою якого дерева виробляють їжу та кисень. Листя також відіграють важливу роль у регулюванні температури та вологості дерева, а також забезпечують місце для газообміну. Структура і склад як коренів, так і листя можуть сильно відрізнятися в різних видів дерев, відображаючи їх унікальні

пристосування до різних середовищ і умов зростання. Розуміючи важливість цих двох критичних компонентів, лісівники та науковці можуть краще управляти та охороняти різноманітні масиви дерев, які ростуть у філії Коломийського лісництва та інших лісах по всьому світу.

Хімічний склад дерев відіграє вирішальну роль у їхній структурі, функціях та екологічному значенні. Різні компоненти дерев, такі як лігнін, целюлоза та геміцелюлоза, сприяють їхнім унікальним фізичним та хімічним властивостям, які впливають на їх ріст, розмноження та реакцію на стресові фактори навколишнього середовища. Розуміння хімічного складу дерев має важливе значення для управління лісами, обробки деревини та використання біомаси, а також для вивчення екологічних та еволюційних зв'язків між деревами та іншими організмами [21].

Основні хімічні компоненти дерев включають вуглеводи, білки, ліпіди, лігнін і екстрактивні речовини. Вуглеводи, такі як целюлоза та геміцелюлоза, є основними структурними компонентами стінок клітин дерев, забезпечуючи механічну підтримку та стійкість до розпаду. Білки та ліпіди необхідні для метаболічних процесів та накопичення енергії відповідно. Лігнін, складний полімер фенілпропаноїдних ланок, відповідає за жорсткість і непроникність клітинних стінок дерев, а також за коричневий колір деревини. Екстрактивні речовини, які є неструктурними сполуками, знайденими в різних частинах дерев, відіграють різні ролі в захисті від шкідників і патогенів, а також у залученні запилювачів і розповсюджувачів насіння.

Серед основних хімічних компонентів дерев лігнін, целюлоза та геміцелюлоза особливо важливі через їхні структурні та функціональні властивості[15,с.177]. Лігнін, крім своєї ролі в жорсткості клітинних стінок, також сприяє хімічній і термічній стабільності деревини, що робить її цінним джерелом палива та промислових матеріалів. З іншого боку, целюлоза та геміцелюлоза є основними джерелами біомаси для виробництва біоенергії та процесів біопереробки. Відносна кількість і склад цих компонентів варіюються в залежності від виду дерев, тканин і стадій розвитку, а також у

відповідь на фактори навколишнього середовища, такі як температура, вологість і наявність поживних речовин. Тому розуміння хімічного складу дерев має вирішальне значення для оптимізації їх використання та управління, а також для прогнозування їх реакції на зміну умов навколишнього середовища.

Розуміння структури та складу дерев має вирішальне значення для сталого ведення лісового господарства. Структура дерева стосується фізичних характеристик дерева, включаючи його висоту, діаметр, структуру розгалуження та кореневу систему. Композиція дерева, з іншого боку, стосується різних типів тканин, з яких складається дерево, включаючи кору, деревину та листя. Розуміючи структуру та склад дерев, менеджери лісового господарства можуть приймати обґрунтовані рішення щодо заготівлі, обрізки та посадки, забезпечуючи довгострокове здоров'я та продуктивність лісу.

Склад дерев відіграє значну роль у виробництві деревини. Деревина – це природний матеріал рослинного походження, що складається з рослинної тканини, яка утворює більшу частину стовбура деревних рослин[19,с.209]. Різні породи дерев мають різні властивості деревини, включаючи щільність, міцність і довговічність, що робить їх придатними для різних видів виробів з деревини. Наприклад, тверді породи деревини, такі як дуб і клен, часто використовуються для виготовлення меблів і підлоги, тоді як хвойні породи деревини, такі як сосна і ялина, зазвичай використовуються для будівельних пиломатеріалів. Розуміючи склад різних порід дерев, менеджери лісового господарства можуть приймати обґрунтовані рішення про те, які дерева заготовляти для отримання конкретних деревних виробів.

Однак важливість структури та складу дерева виходить за межі виробництва деревини. Деревина відіграють вирішальну роль у лісових екосистемах, забезпечуючи середовище існування та їжу для широкого кола диких тварин, регулюючи кругообіг води та поглинаючи вуглекислий газ з атмосфери. Різні породи дерев виконують різні екологічні ролі, причому одні види важливіші для здоров'я ґрунту, тоді як інші важливіші для середовища

існування дикої природи. Розуміючи структуру та склад дерев, менеджери лісового господарства можуть приймати обґрунтовані рішення про те, як управляти лісом, щоб максимізувати екологічні вигоди, водночас задовольняючи потреби суспільства.

2.4 Деревний приріст та діаметр на грудях дерев

Наявність поживних речовин у ґрунті є вирішальним фактором, який впливає на ріст і діаметр дерев. Наявність у ґрунті необхідних поживних речовин, таких як азот, фосфор і калій, може значно вплинути на швидкість росту дерев. У філії «Коломийське лісове господарство» ліси переважно вікові, ярус багатопородний із середнім діаметром дерев 0,6–0,7 м. Наявність поживних речовин у ґрунті може змінюватись залежно від таких факторів, як тип ґрунту, рН і вміст органічної речовини. Дерев, що ростуть на багатих поживними речовинами ґрунтах, як правило, мають вищу швидкість росту та більший діаметр, ніж дерева, що ростуть на бідних поживними речовинами ґрунтах. Таким чином, підтримка родючості ґрунту за допомогою належних практик господарювання, таких як удобрення та мульчування, може допомогти покращити ріст і діаметр дерев.

Наявність води є ще одним критичним фактором, який впливає на ріст і діаметр дерев. Деревам потрібен достатній запас води, щоб рости та процвітати, а доступність води може змінюватись залежно від таких факторів, як опади, тип ґрунту та рельєф. У філії «Коломийське лісове господарство» середня висота найвищого підліску становить 27–28 м, ліси мають середню зімкненість 0,9. Кількість і частота опадів у цьому районі може значно вплинути на ріст і діаметр дерев. Дерев, що ростуть у районах з рясними опадами, як правило, мають вищу швидкість росту та більший діаметр, ніж дерева, що ростуть у районах з обмеженою доступністю води[14,с.88]. Таким чином, належне управління водними ресурсами за допомогою таких методів, як зрошення та збереження води, може допомогти покращити ріст і діаметр дерев.

Клімат і температура також відіграють значну роль у зростанні та діаметрі дерева. У філії «Коломийський лісгосп» клімат більш континентальний, що може вплинути на швидкість росту дерев. Температура та клімат можуть впливати на тривалість вегетаційного періоду, швидкість фотосинтезу та доступність води та поживних речовин для дерев. Дерева, що ростуть у районах із сприятливими температурними та кліматичними умовами, як правило, мають вищу швидкість росту та більший діаметр, ніж дерева, що ростуть у регіонах із менш сприятливими умовами. Таким чином, розуміння впливу клімату та температури на ріст і діаметр дерев може допомогти фахівцям у лісовому господарстві приймати обґрунтовані рішення щодо методів управління, які можуть покращити ріст і діаметр дерев.

Одним із найпоширеніших методів вимірювання росту та діаметра дерева є вимірювання діаметра на рівні грудей (DBH). Це передбачає вимірювання діаметра дерева на стандартній висоті 4,5 футів над землею. DBH є широко використовуваним вимірюванням, оскільки його легко отримати та забезпечує надійну оцінку загального розміру та швидкості росту дерева. Для вимірювання DBH використовується рулетка або штангенциркуль, щоб визначити окружність дерева на висоті грудей, яку потім ділять на π (3.14), щоб обчислити діаметр дерева [16].

Іншим методом вимірювання росту та діаметра дерева є відбір зразків методом інкрементного свердління. Цей метод передбачає свердління невеликого отвору в стовбурі дерева та вилучення невеликого зразка керна. Зразок керна дає поперечний розріз кілець росту дерева, який можна використовувати для визначення віку дерева, швидкості росту та загального стану здоров'я. Поступове відбирання проб свердлом особливо корисно для вивчення довгострокових моделей росту та змін у рості дерев з часом.

Методи дистанційного зондування також все частіше використовуються для вимірювання росту та діаметра дерев. Ці методи включають використання супутникових зображень або аерофотознімків для аналізу розміру та швидкості росту дерев на великих територіях. Дистанційне

зондування може надати цінну інформацію про здоров'я та продуктивність лісу, а також про вплив екологічних факторів на ріст дерев. Однак ці методи вимагають спеціального обладнання та досвіду, і можуть бути не такими точними, як прямі вимірювання, такі як DBH або інкрементний відбір проб свердлом.

Коломийське лісове господарство характеризується багатопородним ярусом, середній діаметр дерев досягає 0,6-0,7 метра. Аналізуючи темпи росту між видами, помічено, що деякі види демонструють більш швидкі темпи росту, ніж інші. Наприклад, мегатрофні аморальні види та нітрофіли збагачені в цьому районі, що може свідчити про те, що ці види краще пристосовані до місцевих умов середовища. Порівнюючи темпи росту різних порід, фахівці лісового господарства можуть приймати обґрунтовані рішення про те, яким видам віддати перевагу в управлінні та збереженні лісу.

Аналіз тенденцій зростання з плином часу може дати цінну інформацію про здоров'я та стійкість лісової екосистеми. Зростання дерев у діаметрі є змінною характеристикою, причому темпи росту досягають піку в різному віці для різних видів. Відстежуючи ці тенденції з часом, спеціалісти лісового господарства можуть краще зрозуміти, як ліс реагує на різні чинники навколишнього середовища, такі як зміна клімату та діяльність людини. Ці дані можуть інформувати про стратегії управління лісами, такі як вибірка заготівля та лісовідновлення, щоб забезпечити довгострокове здоров'я та продуктивність лісу [24].

На ріст дерев впливають різноманітні фактори навколишнього середовища, включаючи якість ґрунту, наявність води та температуру. Досліджуючи взаємозв'язок між ростом і цими факторами, спеціалісти лісового господарства можуть отримати краще розуміння того, як оптимізувати ріст і продуктивність лісу. Наприклад, якщо виявлено, що певні види особливо чутливі до змін кислотності ґрунту, менеджери лісів можуть вжити заходів для регулювання рН ґрунту для сприяння здоровішому росту. Виявляючи та пом'якшуючи фактори навколишнього середовища, які

можуть гальмувати ріст дерев, фахівці лісового господарства можуть покращити загальний стан здоров'я та продуктивність лісової екосистеми.

Дослідження росту та діаметру дерев у грудях Коломийського лісгоспу має важливе значення для методів вибіркової рубки та заготівлі. Розуміючи закономірності та темпи росту різних порід дерев, фахівці лісового господарства можуть приймати обґрунтовані рішення щодо того, які дерева збирати та коли. Методи вибіркової рубки можуть допомогти зберегти загальний стан і продуктивність лісу, а також забезпечити довгострокову стійкість лісової промисловості. Крім того, шляхом вибіркової заготівлі дерев на основі їх моделей росту та діаметру, менеджери лісового господарства можуть сприяти зростанню молодших і здоровіших дерев, що може сприяти більш різноманітній та стійкій лісовій екосистемі.

Моніторинг і управління факторами навколишнього середовища є ще одним критичним аспектом методів управління лісами, який може бути отриманий за допомогою досліджень росту та діаметра дерев. Зміни температури, опадів і стану ґрунту можуть мати значний вплив на ріст і розвиток дерев. Відстежуючи ці фактори та їхній вплив на ріст дерев, фахівці лісового господарства можуть запроваджувати цілеспрямовані практики управління для сприяння здоровому росту лісів. Наприклад, якщо певна ділянка лісу відчуває посуху, менеджери лісового господарства можуть вибрати вибірковий полив певних дерев або застосувати інші методи зрошення, щоб сприяти їхньому росту та виживанню [25,с.389].

Сприяння сталому росту лісів та методам господарювання є кінцевою метою досліджень росту та діаметру дерев у грудях Коломийського лісгоспу. Розуміючи складні взаємозв'язки між різними породами дерев, факторами навколишнього середовища та методами господарювання, фахівці лісового господарства можуть працювати над розробкою більш стійких та екологічно безпечних стратегій управління лісами. Ці практики можуть включати:

- Сприяння біорізноманіттю та видовому багатству в лісі
- Стимулювання природного відновлення та росту дерев

- Запровадження сталої практики лісозаготівлі, яка не виснажує лісові ресурси

- Моніторинг та пом'якшення впливу зміни клімату на лісові екосистеми

Віддаючи пріоритет практикам сталого управління лісами, фахівці лісового господарства можуть допомогти забезпечити довгострокове здоров'я та продуктивність лісових екосистем, а також економічні та соціальні вигоди, які вони забезпечують.

РОЗДІЛ 3. ВИМІРЮВАННЯ ТА ОЦІНКА ДЕПОНУВАННЯ ВУГЛЕЦЮ

3.1 Методи вимірювання біомаси дерев

Біомаса дерев – це загальна вага живої та мертвої органічної речовини в деревах, включаючи листя, гілки, стебла та коріння. Вимірювання біомаси дерев має вирішальне значення для розуміння лісових екосистем та їхньої ролі в пом'якшенні зміни клімату, а також для інформування про практику сталого лісового господарства. Існують різні методи вимірювання біомаси дерев, кожен із яких має свої переваги та обмеження.

Одним із поширених методів вимірювання біомаси дерев є пряме вимірювання обраних параметрів дерев, таких як діаметр, висота та координати. Ці вимірювання можна використовувати для оцінки біомаси деревної частини дерева, включаючи стовбур і гілки. Інший підхід полягає у визначенні індексу площі листя (LAI), який є показником кількості листя, присутнього на певній території. LAI можна використовувати для оцінки загальної надземної біомаси дерев. Крім того, вимірювання біомаси рослин можна отримати за сухою вагою рослинності, зрізаної зі стандартизованих ділянок [34,с.135].

Іншим методом вимірювання біомаси дерев є наземний і повітряний моніторинг дерев. Це передбачає використання технологій дистанційного зондування, таких як LiDAR та аерофотозйомка, для оцінки біомаси дерев у певній місцевості. Ці методи можуть надати більш точні та повні дані про біомасу дерев, але вони вимагають спеціального обладнання та досвіду. Метод пробних ділянок, також відомий як метод квадратів, передбачає взяття проб із певних ділянок для визначення біомаси. Незалежно від використовуваного методу, під час вимірювання біомаси дерев важливо враховувати такі фактори, як види дерев, вік і умови навколишнього середовища. Завдяки точному вимірюванню біомаси дерев ми можемо краще зрозуміти роль лісів у пом'якшенні зміни клімату та інформувати про практику сталого лісового господарства.

Одним із найбільш прямих методів вимірювання біомаси дерев є збирання та зважування цілих дерев. Цей метод передбачає зрізання дерева та зважування всіх його компонентів, включаючи стебло, гілки та листя. Хоча цей метод забезпечує високоточне вимірювання біомаси, він також займає багато часу, трудомісткість і руйнує лісову екосистему. Тому його зазвичай використовують лише для дослідницьких цілей або в ситуаціях, коли необхідно високоточне вимірювання.

Інший метод вимірювання біомаси дерев передбачає вимірювання діаметра та висоти дерева для оцінки його біомаси. Цей метод ґрунтується на встановлених рівняннях, які були розроблені для оцінки біомаси на основі цих двох вимірювань. Хоча цей метод менш точний, ніж збирання та зважування всього дерева, він менш руйнівний і може використовуватися для більш масштабних оцінок.

Досконаліший метод передбачає вимірювання діаметра, висоти та щільності деревини для оцінки його біомаси. Цей метод враховує щільність деревини, яка може змінюватись залежно від породи дерева та умов його зростання. Враховуючи щільність деревини в рівнянні, цей метод може забезпечити точнішу оцінку біомаси. Крім того, технологію LiDAR можна використовувати для вимірювання висоти дерева, ширини крони та діаметра стовбура, що робить цей метод ще точнішим та ефективнішим [31,с.405].

Підсумовуючи, існують різні методи вимірювання біомаси дерев, кожен із яких має свої переваги та обмеження. Вибір методу залежить від конкретних потреб і цілей оцінки, а також від наявних ресурсів і технології. Вибравши відповідний метод, дослідники та менеджери лісів можуть отримати цінну інформацію про лісові екосистеми та прийняти обґрунтовані рішення щодо їх управління та збереження.

Одним з непрямих методів вимірювання біомаси дерев є використання технології дистанційного зондування. Це передбачає використання супутникових або бортових датчиків для збору інформації про розмір, форму та відбивну здатність дерев у певній місцевості. Аналізуючи ці дані,

дослідники можуть оцінити кількість біомаси, присутньої в лісі. Дистанційне зондування є потужним інструментом для оцінки біомаси на великих територіях, але воно має обмеження щодо точності та роздільної здатності. Точність оцінок дистанційного зондування можна підвищити за допомогою штучного інтелекту та методів машинного навчання, які можуть допомогти виявити та виправити помилки в даних.

Іншим непрямим методом вимірювання біомаси дерев є використання алометричних рівнянь. Алометричні рівняння — це математичні моделі, які пов'язують розмір і структуру дерева з біомасою. Ці рівняння розробляються шляхом вимірювання біомаси та розміру дерев у певній місцевості, а потім за допомогою статистичних методів для визначення зв'язків між двома змінними. Після встановлення цих зв'язків їх можна використовувати для оцінки біомаси інших дерев у тій же місцевості. Алометричні рівняння широко використовуються в лісових дослідженнях і вважаються надійним методом оцінки біомаси дерев [27,с.436-438].

Методи неруйнівного відбору проб є ще одним непрямим методом вимірювання біомаси дерев. Ці методи передбачають вимірювання різних аспектів дерева, таких як діаметр, висота та розмір крони, без заподіяння будь-якої шкоди дереву. Потім ці вимірювання можна використовувати для оцінки біомаси дерева за допомогою алометричних рівнянь або інших математичних моделей. Методи неруйнівного відбору проб особливо корисні для оцінки біомаси в районах, де важкодоступні дерева або де існують обмеження на вирубку дерев для вимірювань біомаси. Однак ці методи можуть зайняти багато часу та вимагати спеціального обладнання та досвіду.

Прямі методи вимірювання біомаси дерев передбачають фізичне вимірювання ваги, об'єму або розмірів дерева або його компонентів. Ці методи часто вважаються більш точними, ніж непрямі методи, оскільки вони забезпечують прямі вимірювання біомаси. Однак вони також можуть бути більш трудомісткими, трудомісткими та дорогими. Крім того, прямі методи можуть бути непрактичними для вимірювання великої кількості дерев або

для важкодоступних дерев. Тому прямі методи найкраще підходять для невеликих досліджень або для легкодоступних дерев. Деякі переваги та недоліки прямих методів включають:

Переваги:

- Забезпечити прямі вимірювання біомаси;
- Зазвичай вважається більш точним;
- Можна використовувати для вимірювання окремих дерев.

Недоліки:

- Тривалість і трудомісткість;
- Дорого;
- Може бути непрактичним для масштабних досліджень або важкодоступних дерев.

Непрямі методи вимірювання біомаси дерев передбачають оцінку біомаси на основі інших факторів, таких як висота дерева, діаметр або вид. Ці методи, як правило, швидші, менш дорогі та менш трудомісткі, ніж прямі методи, що робить їх більш практичними для великомасштабних досліджень або для дерев, до яких важко отримати доступ. Однак непрямі методи можуть бути менш точними, ніж прямі, оскільки вони ґрунтуються на припущеннях і кореляціях. Крім того, на точність непрямих методів можуть впливати фактори навколишнього середовища, такі як умови ґрунту чи клімат. Деякі переваги та недоліки непрямих методів включають:

Переваги:

- Швидший і менш трудомісткий;
- Дешевше;
- Більш практичний для масштабних досліджень або важкодоступних дерев.

Недоліки:

- Менш точні, ніж прямі методи;
- Покладайтеся на припущення та кореляції;

- На точність можуть впливати фактори зовнішнього середовища [32,с.2117-2119].

Вибір найкращого методу вимірювання біомаси дерев залежить від конкретних цілей та умов дослідження. Дослідники повинні враховувати такі фактори, як кількість і розмір дерев, які необхідно виміряти, необхідну точність і наявні ресурси. Наприклад, прямі методи можуть бути більш придатними для невеликих досліджень або для легкодоступних дерев, тоді як непрямі методи можуть бути більш придатними для більш масштабних досліджень або для дерев, до яких важко отримати доступ. Крім того, дослідники повинні розглянути потенційні переваги та недоліки кожного методу, а також будь-які проблеми з навколишнім середовищем або безпекою. Ретельно оцінюючи варіанти та вибираючи найбільш відповідний метод, дослідники можуть забезпечити точність і надійність своїх вимірювань біомаси.

3.2 Визначення вмісту вуглецю в деревах та ґрунті

Поглинання вуглецю відноситься до процесу захоплення та зберігання вуглекислого газу з атмосфери, таким чином зменшуючи його концентрацію та пом'якшуючи наслідки зміни клімату. Важливість поглинання вуглецю важко переоцінити, оскільки зміна клімату має значний вплив на навколишнє середовище, включаючи підвищення рівня моря, збільшення частоти екстремальних погодних явищ і втрату середовища проживання. Древа та ґрунт відіграють вирішальну роль у поглинанні вуглецю, оскільки вони є природними поглиначами вуглецю, які поглинають вуглекислий газ з атмосфери та зберігають його у своїй біомасі.

Вимірювання вмісту вуглецю в деревах і ґрунті є важливим компонентом досліджень поглинання вуглецю. Щоб визначити концентрацію вуглекислого газу в атмосфері перед прямими вимірюваннями, вчені використовують такі методи, як визначення кількості вуглецю в деревах і ґрунті. Для вимірювання вмісту вуглецю в деревах і ґрунті доступні різні

методи, включаючи використання інфрачервоної спектроскопії, газової хроматографії та радіовуглецевого датування. Ці методи дають точні та надійні дані про вміст вуглецю, що є важливим для оцінки ефективності зусиль із поглинання вуглецю.

Секвестрація вуглецю в деревах і ґрунті має вирішальне значення для пом'якшення наслідків зміни клімату. Втрата накопиченого вуглецю через лісові пожежі викликає серйозне занепокоєння, що підкреслює потребу в ефективних методах поглинання вуглецю. Лісові ґрунти також відіграють вирішальну роль у поглинанні вуглекислого газу під час фотосинтезу, що робить їх важливим компонентом зусиль поглинання вуглецю. Використовуючи компост і вирощуючи культури з більшою здатністю поглинати вуглець, вчені досліджують шляхи збільшення поглинання вуглецю в ґрунті. Загалом, точне вимірювання вмісту вуглецю в деревах і ґрунті є життєво важливим для оцінки ефективності зусиль із поглинання вуглецю, які мають вирішальне значення для пом'якшення наслідків зміни клімату [8].

Одним із методів визначення вмісту вуглецю в деревах є відбір і аналіз проб біомаси дерев. Цей метод передбачає взяття фізичних зразків біомаси дерева, включаючи його стебло, гілки та листя, і їх аналіз для визначення вмісту вуглецю. Часовий інтервал між відбором зразків і аналізом є важливим моментом, оскільки чим довший інтервал, тим більша ймовірність зміни вмісту. Цей метод є відносно простим і використовується протягом багатьох років для оцінки вмісту вуглецю в деревах.

Іншим підходом до визначення вмісту вуглецю в деревах є використання алометричних рівнянь. Ці рівняння базуються на зв'язку між розміром дерева та вмістом вуглецю та можуть бути використані для оцінки вмісту вуглецю без необхідності фізичного відбору проб. Алометричні рівняння розробляються шляхом вимірювання біомаси та вмісту вуглецю в репрезентативній вибірці дерев різних розмірів і видів. Отримані рівняння

потім можна використовувати для оцінки вмісту вуглецю в інших деревах на основі їх розміру та виду.

Методи дистанційного зондування також використовуються для визначення вмісту вуглецю в деревах. Цей метод передбачає використання супутникових або аерофотознімків для оцінки біомаси дерев і вмісту вуглецю. Дистанційне зондування може забезпечити рентабельний і ефективний спосіб моніторингу вмісту вуглецю у великих площах лісу. Ефективність цього методу залежить від якості зображень і точності алгоритмів, що використовуються для оцінки вмісту вуглецю. Досягнення в обчислювальній техніці та технологіях дистанційного зондування зробили цей метод дедалі точнішим і надійнішим за останні роки.

Одним із найпоширеніших методів визначення вмісту вуглецю в ґрунті є відбір та аналіз ґрунтових проб. Це передбачає взяття зразків ґрунту з тестової ділянки та аналіз їх у лабораторії для визначення вмісту вуглецю. Аналіз може надати інформацію про різні властивості ґрунту, включаючи рН, текстуру ґрунту та запаси органічного вуглецю. Зібрані зразки слід доставити в лабораторію якнайшвидше після збору та зберігати в холодильнику при температурі не вище 4°C. Цей метод широко використовується в сільському господарстві для оцінки якості полів і виявлення будь-яких проблем у розвитку посівів.

Методи фракціонування вуглецю є ще одним методом, який використовується для визначення вмісту вуглецю в ґрунті[20]. Ці методи передбачають розділення різних типів вуглецю в ґрунті на основі їхніх хімічних і фізичних властивостей. Це дозволяє більш детально проаналізувати вміст вуглецю в ґрунті та може надати інформацію про стабільність і оборот вуглецю в ґрунті. Цей метод може зайняти багато часу та потребує спеціального обладнання та досвіду.

Аналіз стабільних ізотопів є третім методом, який використовується для визначення вмісту вуглецю в ґрунті. Цей метод передбачає аналіз стабільних і радіогенних ізотопів таких елементів, як вуглець, азот і сірка в

грунті. Аналіз може надати інформацію про джерела та кругообіг вуглецю в ґрунті, а також про вплив землекористування та практики управління. Радіовуглецевий метод, який спочатку використовувався для визначення віку археологічних і геологічних зразків, також може бути використаний для визначення віку вуглецю в ґрунті. Цей метод вимагає спеціального обладнання та досвіду та може бути дорогим, але він забезпечує дуже точний і детальний аналіз вмісту вуглецю в ґрунті.

Існують різні методи визначення вмісту вуглецю в деревах і ґрунті, кожен із яких має свої переваги та недоліки. Наприклад, традиційний метод відбору проб ґрунту передбачає збір проб з різних глибин і аналіз їх на вміст вуглецю. Цей метод відносно простий і недорогий, але він може не дати точних результатів при відборі зразків неоднорідних ґрунтів або ландшафтів. З іншого боку, методи дистанційного зондування, такі як LiDAR і супутникові зображення, можуть надати більш повну та детальну інформацію про вміст вуглецю, але вони часто є дорогими та вимагають спеціального обладнання та досвіду. Важливо розглянути конкретні вимоги до кожного методу та зважити їхні плюси та мінуси, перш ніж вибрати найбільш підходящий для конкретного застосування [2,с.132-134].

Застосовність різних методів обліку вуглецю може відрізнятися залежно від екосистеми та ландшафту, що вивчається. Наприклад, деякі методи можуть бути більш придатними для лісів, тоді як інші можуть бути більш придатними для луків або болотистих угідь. Крім того, варіації типу ґрунту, клімату та рослинного покриву можуть впливати на точність і надійність різних методів. Тому вкрай важливо враховувати конкретні характеристики досліджуваної території та вибрати метод, який найбільше відповідає контексту.

Для забезпечення точного обліку вуглецю може знадобитися інтеграція кількох методів і джерел даних. Наприклад, поєднання зразків ґрунту з даними дистанційного зондування може забезпечити більш повне розуміння динаміки вуглецю в конкретній екосистемі. Подібним чином використання

кількох методів оцінки біомаси дерев, таких як алометричні рівняння, дендрометрія та дистанційне зондування, може підвищити точність оцінок запасів вуглецю. Інтегруючи кілька методів, дослідники можуть врахувати притаманні обмеження та невизначеності кожного методу та отримати точнішу та повнішу картину динаміки вуглецю в даній екосистемі.

3.3 Динаміка депонування вуглецю в деревостанах

Секвестрація вуглецю, або процес захоплення та зберігання вуглекислого газу з атмосфери, є важливою екосистемною послугою, яку забезпечують ліси. Деревина поглинають вуглекислий газ під час фотосинтезу та накопичують його у своїй біомасі та ґрунті, що робить ліси критичним компонентом у пом'якшенні зміни клімату. На здатність лісів поглинати вуглець впливають різні фактори, такі як порода дерев, вік і методи господарювання. Тому розуміння динаміки відкладення вуглецю в лісових екосистемах має вирішальне значення для ефективного управління лісами та пом'якшення наслідків зміни клімату.

Завданням цього дослідження є оцінка відкладень вуглецю в насадженнях Коломийського лісництва та визначення факторів, що впливають на поглинання вуглецю. Територія дослідження розташована в Карпатських горах на заході України і займає площу приблизно 25 000 га. Методологія передбачає вимірювання біомаси та вмісту вуглецю в деревах на пробних ділянках та екстраполяцію результатів для оцінки відкладень вуглецю на всій території лісу. Крім того, у дослідженні буде проаналізовано вплив методів управління лісами, таких як проріджування та рубка, на поглинання вуглецю.

Дослідження відкладень вуглецю в лісових екосистемах мають значні наслідки для управління лісами, пом'якшення наслідків зміни клімату та лісової сертифікації. Програми сертифікації лісів, такі як Лісова опікунська рада, вимагають від керівників лісів продемонструвати відповідальні

практики управління лісами, які сприяють стійким лісовим екосистемам і пом'якшують зміну клімату. Результати цього дослідження можуть інформувати лісових менеджерів і політиків про найефективніші методи управління для сприяння поглинанню вуглецю в лісах. Крім того, дослідження може сприяти розробці програм компенсації вуглецю, які дозволяють компаніям компенсувати свої викиди вуглецю шляхом інвестування в проекти збереження та управління лісами. Це дослідження має вирішальне значення, особливо в промислових районах, таких як Криворізький гірничо-металургійний регіон, де ліси відіграють важливу роль у пом'якшенні негативного впливу промислової діяльності на довкілля [4].

Одним із основних факторів, що впливають на відкладення вуглецю в насадженнях, є порода та вік дерев. Різні види дерев мають різну здатність до поглинання та зберігання вуглецю, причому деякі види є більш ефективними у поглинанні вуглецю, ніж інші. Крім того, молоді дерева зазвичай мають більш високий рівень поглинання вуглецю, ніж старі дерева, оскільки вони активно ростуть і розвивають свою кореневу систему. Таким чином, склад і вікова структура лісового насадження може суттєво впливати на його потенціал відкладення вуглецю.

Щільність і структура лісового насадження також можуть впливати на відкладення вуглецю. Щільний насадження із закритим пологом може обмежити кількість світла, доступного нижнім шарам лісу, зменшуючи фотосинтетичну здатність підліску. З іншого боку, більш відкритий насадження з різноманітними шарами рослинності може сприяти більшому відкладенню вуглецю, оскільки є більша площа поверхні для фотосинтезу. Структура лісового насадження, включаючи розташування та відстань між деревами, також може впливати на розподіл вуглецю в екосистемі.

Нарешті, фактори навколишнього середовища, такі як температура, опади та якість ґрунту, можуть впливати на відкладення вуглецю в насадженнях. Ці фактори можуть впливати на швидкість фотосинтезу, доступність поживних речовин і швидкість розкладання, і все це може

впливати на кількість вуглецю, що зберігається в лісовій екосистемі. Наприклад, посуха або спека можуть зменшити швидкість фотосинтезу та збільшити ймовірність загибелі дерев, що призведе до зменшення відкладення вуглецю. Подібним чином бідні поживними речовинами ґрунти можуть обмежувати ріст і розвиток дерев, зменшуючи їхню здатність до поглинання та зберігання вуглецю. Розуміючи складну взаємодію цих факторів, менеджери лісів і дослідники можуть розробити стратегії для оптимізації відкладення вуглецю в насадженнях дерев і сприяти сталим методам управління лісами [18].

Оцінка запасів вуглецю в лісових насадженнях має вирішальне значення для розуміння динаміки відкладень вуглецю у філії Коломийського лісгоспу. Оцінка запасів вуглецю передбачає оцінку кількості вуглецю, що зберігається в надземній і підземній біомасі дерев, а також у ґрунті. Ця оцінка є важливою для визначення потенціалу поглинання вуглецю лісовими насадженнями та їх внеску в пом'якшення кліматичних змін. Оцінюючи запаси вуглецю в лісових насадженнях, менеджери лісів і політики можуть розробити ефективні стратегії підтримки та підвищення здатності лісів до поглинання вуглецю.

Річні темпи відкладення вуглецю у філії «Коломийське лісове господарство» можуть змінюватись залежно від кількох факторів, зокрема породи дерев, класу віку та умов навколишнього середовища. Швидкість відкладення вуглецю – це кількість вуглецю, яка поглинається лісовим насадженням за певний рік. Моніторинг річних темпів відкладення вуглецю може надати цінну інформацію про ефективність методів управління лісами для посилення поглинання вуглецю. Це також може допомогти визначити області, де можуть знадобитися додаткові заходи по поглинанню вуглецю. Аналізуючи річні темпи відкладення вуглецю, менеджери лісів можуть приймати обґрунтовані рішення щодо управління лісовими насадженнями, щоб максимізувати їхній потенціал поглинання вуглецю.

Варіації відкладень вуглецю в різних породах дерев та класах віку також можуть впливати на динаміку відкладень вуглецю у філії Коломийського лісгоспу. Різні породи дерев мають різні темпи росту, моделі розподілу біомаси та фізіологічні характеристики, які впливають на їх здатність поглинати вуглець. Подібним чином дерева різних вікових класів мають різну швидкість поглинання вуглецю через відмінності в швидкості накопичення біомаси. Розуміючи варіації відкладення вуглецю в різних породах дерев і вікових класах, менеджери лісів можуть розробити ефективні стратегії для посилення поглинання вуглецю в лісових насадженнях. Ці стратегії можуть включати сприяння зростанню видів дерев із вищим рівнем поглинання вуглецю або впровадження лісівничих практик, які посилюють ріст молодих дерев із вищими темпами накопичення біомаси [23].

Стратегії управління лісами можуть відігравати вирішальну роль у посиленні поглинання та утримання вуглецю в насадженнях, сприяючи зусиллям із пом'якшення кліматичних змін. Практики сталого господарювання, такі як зменшення вирубки та деградації лісів, сприяння лісовідновленню та лісонасадженню, а також покращення здоров'я лісів, можуть збільшити здатність лісів поглинати та накопичувати вуглець. Крім того, використання лісових продуктів і матеріалів може сприяти поглинанню вуглецю, подовжуючи термін служби накопиченого вуглецю та зменшуючи потребу в вуглецевоємних альтернативах. Впроваджуючи ці стратегії, менеджери лісів можуть збільшити потенціал поглинання вуглецю своїми деревними насадженнями, одночасно підтримуючи практику сталого управління лісами.

3.4 Фактори, що впливають на вуглецево-депонуєчу здатність

Клімат і температура є вирішальними природними факторами, які впливають на здатність екосистем зберігати вуглець. Зміни температури та режиму опадів можуть змінювати швидкість фотосинтезу, дихання та

розкладання, які є основними процесами, що визначають вуглецевий баланс екосистем. Наприклад, вищі температури можуть збільшити швидкість розкладання та зменшити швидкість фотосинтезу в деяких екосистемах, що призведе до чистої втрати вуглецю. З іншого боку, низькі температури можуть уповільнити розкладання та сприяти накопиченню вуглецю в ґрунтах і рослинності. Тому розуміння впливу клімату та температури на динаміку вуглецю в екосистемі має вирішальне значення для прогнозування та пом'якшення впливу зміни клімату на глобальний цикл вуглецю.

Тип і якість ґрунту також відіграють значну роль у визначенні здатності екосистем накопичувати вуглець. Ґрунти є основним резервуаром вуглецю в наземних екосистемах, і їх властивості, такі як текстура, структура та вміст поживних речовин, впливають на кількість вуглецю, який можна зберігати. Наприклад, ґрунти з високим вмістом органічної речовини та хорошим дренажем можуть зберігати більше вуглецю, ніж ущільнені або заболочені ґрунти. Крім того, присутність певних мінералів, таких як оксиди заліза та алюмінію, може збільшити накопичення вуглецю в ґрунті, стабілізуючи органічну речовину та запобігаючи її розкладу. Таким чином, методи управління ґрунтом, які сприяють здоров'ю та родючості ґрунту, можуть збільшити здатність екосистем зберігати вуглець.

Тип і щільність рослинності також є важливими факторами, які впливають на здатність екосистем накопичувати вуглець. Різні види рослин мають різну швидкість фотосинтезу, росту та розкладання, що впливає на кількість вуглецю, який може зберігатися в біомасі та ґрунті. Наприклад, ліси та луки, як відомо, мають високу здатність накопичувати вуглець завдяки густому рослинному покриву та високим показникам первинної продуктивності. Навпаки, безплідні землі та пустелі мають низьку здатність накопичувати вуглець через дефіцит рослинності та обмежену кількість органічної речовини ґрунту. Таким чином, сприяння лісонасадженню та лісовідновленню, а також підтримці природного рослинного покриву може підвищити здатність екосистем накопичувати вуглець [17].

Знищення лісів і зміни у землекористуванні мають значний вплив на здатність накопичувати вуглець. Втрата лісового покриву оцінюється приблизно в 10 мільйонів гектарів на рік між 2015 і 2020 роками. Знищення лісів не тільки зменшує кількість дерев, які можуть поглинати та зберігати вуглець, але також викидає вуглець в атмосферу, коли дерева вирубують або спалюють. Втрата пралісів з 1990 року призвела до викиду приблизно 140 гігатонн вуглецю в атмосферу, що еквівалентно річним викидам за 25 років від усього спалювання викопного палива у світі. Таким чином, вирубка лісів і зміни у землекористуванні мають значний вплив на глобальний цикл вуглецю та сприяють зміні клімату.

Сільськогосподарські методи та землеустрій також можуть впливати на здатність екосистем зберігати вуглець. Наприклад, використання синтетичних добрив та інших хімікатів у сільському господарстві може збільшити вуглецевий слід виробництва продуктів харчування. Ці хімічні речовини можуть призвести до деградації ґрунту, що зменшує здатність ґрунту поглинати вуглець. Крім того, обробка ґрунту та інші методи управління землею можуть викидати в атмосферу вуглець, що зберігається в ґрунті. Однак стійкі методи ведення сільського господарства, такі як консерваційний обробіток ґрунту, сівоzmіна та використання покривних культур, можуть допомогти збільшити накопичення вуглецю в ґрунті та зменшити викиди парникових газів.

Індустріалізація та урбанізація є іншими факторами, які впливають на здатність накопичувати вуглець. Швидке зростання міських районів і розширення промислової діяльності призвели до збільшення викидів парникових газів. Спалювання викопного палива для виробництва енергії та транспорту, а також виробництво цементу та інших матеріалів є основними причинами викидів вуглецю. Крім того, урбанізація призводить до перетворення природних екосистем на забудоване середовище, що може призвести до втрати здатності накопичувати вуглець. Однак стале міське планування та використання відновлюваних джерел енергії можуть

допомогти зменшити викиди вуглецю та сприяти накопиченню вуглецю в міських районах [6].

Заліснення та лісовідновлення є ефективними рішеннями для збільшення потенціалу зберігання вуглецю. Лісорозведення включає висаджування дерев на територіях, які раніше були позбавлені лісу, тоді як лісовідновлення передбачає відновлення лісів на територіях, які були вирубані. Древа поглинають вуглекислий газ з атмосфери під час фотосинтезу, зберігаючи його у своїй біомасі та в ґрунті. Збільшуючи кількість дерев і лісів, здатність до зберігання вуглецю на території може бути значно збільшена. Окрім накопичення вуглецю, лісонасадження та лісовідновлення також забезпечують низку переваг для навколишнього середовища, включаючи покращену якість повітря та води, відновлення середовища існування та боротьбу з ерозією.

Уловлювання та зберігання вуглецю (CCS) є ще одним рішенням для підвищення потужності зберігання вуглецю. Цей процес передбачає уловлювання викидів вуглекислого газу з промислових та енергетичних джерел, транспортування їх до місця зберігання, а потім зберігання під землею або в інших довгострокових сховищах. CCS має потенціал для значного скорочення викидів вуглецю з промислових та енергетичних джерел, тим самим сприяючи зусиллям щодо пом'якшення зміни клімату. Однак впровадження CCS все ще перебуває на ранніх стадіях, і є кілька технічних та економічних проблем, які необхідно вирішити.

Стале землекористування та сільськогосподарська практика також можуть сприяти збільшенню потенціалу зберігання вуглецю. Такі практики, як консерваційний обробіток ґрунту, покривні культури та сівозміна, можуть покращити стан ґрунту та збільшити кількість вуглецю, що зберігається в ґрунті. Практики управління худобою, такі як ротаційний випас і використання кормових добавок, також можуть зменшити кількість викидів метану від худоби, який є потужним парниковим газом. На додаток до підвищення потенціалу зберігання вуглецю, стале землекористування та

сільськогосподарські методи також можуть покращити родючість ґрунту, зменшити ерозію та збільшити біорізноманіття. Політики можуть відігравати ключову роль у просуванні сталого землекористування та сільськогосподарських методів, надаючи стимули та правила, які заохочують до їх впровадження.

Збільшення потенціалу накопичення вуглецю має вирішальне значення для пом'якшення зміни клімату, оскільки воно відіграє значну роль у скороченні викидів парникових газів. Зберігання вуглецю стосується процесу захоплення та зберігання вуглекислого газу з атмосфери в природних або штучних поглиначах, таких як ліси, океани, ґрунти та геологічні утворення. Збільшуючи кількість вуглецю, що зберігається в цих поглиначах, ми можемо зменшити кількість вуглекислого газу в атмосфері, який є основним фактором глобального потепління та зміни клімату. На здатність цих поглиначів накопичувати вуглець впливає низка факторів, зокрема:

- Практика землекористування та землеустрою;
- Особливості клімату та погоди;
- Тип і якість ґрунту;
- Видове різноманіття рослин і тварин [11].

Розуміння та усунення цих факторів може допомогти нам збільшити потенціал зберігання вуглецю та зменшити викиди парникових газів, таким чином пом'якшивши наслідки зміни клімату.

Окрім своєї ролі у пом'якшенні зміни клімату, зберігання вуглецю також забезпечує численні переваги для здоров'я екосистеми. Наприклад, вуглець, що зберігається в лісах, може допомогти зберегти біорізноманіття та забезпечити середовище проживання для багатьох видів рослин і тварин. Це також може сприяти здоров'ю та родючості ґрунту, підтримуючи ріст сільськогосподарських культур та іншої рослинності. Збільшуючи здатність накопичувати вуглець, ми можемо допомогти захистити та зберегти природні екосистеми, які мають вирішальне значення для підтримки життя на Землі.

Крім того, збільшення ємності накопичення вуглецю також може мати додаткові переваги для добробуту людини. Наприклад, посадка дерев і відновлення деградованих земель можуть забезпечити додаткові джерела доходу та зайнятості для місцевих громад. Це також може покращити якість повітря та води, що може мати значні переваги для здоров'я населення поблизу. Інвестуючи в накопичення вуглецю, ми можемо створити більш стійке та стійке майбутнє як для людей, так і для планети.

ВИСНОВОК

Деревні насадження вносять значний внесок у глобальний вуглецевий бюджет, при цьому ліси зберігають приблизно 45% світового земного вуглецю. Динаміка відкладення вуглецю в насадженнях дерев може мати значний вплив на глобальний бюджет вуглецю, оскільки зміни в запасах вуглецю в лісах можуть вплинути на кількість вуглекислого газу в атмосфері. Наприклад, збільшення лісової біомаси внаслідок заліснення або лісовідновлення може призвести до чистого видалення вуглекислого газу з атмосфери, тоді як знеліснення або деградація лісів може призвести до чистого викиду вуглекислого газу. Розуміння внеску деревних насаджень у глобальний вуглецевий бюджет має вирішальне значення для розробки ефективних стратегій пом'якшення наслідків зміни клімату.

Неможливо переоцінити важливість поглинання вуглецю в лісах для пом'якшення наслідків зміни клімату. Оскільки наслідки зміни клімату продовжують посилюватися, збереження та розширення запасів вуглецю в лісах може відігравати вирішальну роль у зменшенні викидів парникових газів і пом'якшенні наслідків зміни клімату. Однак зміна клімату також може вплинути на динаміку відкладення вуглецю в насадженнях, оскільки такі фактори, як посуха та всихання лісу, призводять до зниження продуктивності лісу та поглинання вуглецю. Важливо контролювати та управляти запасами вуглецю в лісах, щоб забезпечити їх постійний внесок у зусилля з пом'якшення кліматичних змін.

Результати дослідження відкладень вуглецю в насадженнях філії Коломийського лісгоспу свідчать про збільшення накопичення вуглецю в лісовому фонді за останні кілька років. Однак це збільшення компенсується втратою накопиченого вуглецю через втрату лісової біомаси в результаті таких порушень, як вирубка, лісові пожежі та спалахи комах. Дослідження підкреслює важливість розуміння динаміки відкладення вуглецю в лісових екосистемах і потребу в практиках сталого управління лісами для пом'якшення наслідків зміни клімату.

Результати дослідження спонукають до подальших досліджень довгострокового впливу порушень на метаболічні процеси та пошуку шляхів виправлення цих ефектів. Майбутні дослідження можуть також вивчити вплив зміни клімату на лісові екосистеми та потенційні ризики та переваги для лісів і лісового господарства, пов'язані з глобальною зміною клімату. Крім того, дослідження можна зосередити на визначенні ефективних стратегій управління лісами, які врівноважують поглинання вуглецю з іншими цілями управління лісами, такими як виробництво деревини та збереження біорізноманіття.

Висновки дослідження мають важливі політичні наслідки для сталого управління лісами та пом'якшення наслідків зміни клімату. Уряди та менеджери лісів можуть використовувати цю інформацію для розробки та впровадження політики та практики, які сприяють сталому управлінню лісами, зменшують викиди вуглецю та посилюють поглинання вуглецю в лісових екосистемах. Ці політики можуть включати:

- Впровадження практик сталого управління лісами, таких як програми з вирубування та лісовідновлення зі зниженим впливом;
- Заохочення збереження та відновлення лісових екосистем;
- Розробка та впровадження програм лісової сертифікації для забезпечення сталого ведення лісового господарства;
- Сприяння використанню виробів з деревини як відновлюваної та стійкої альтернативи невідновлюваним матеріалам;
- Підтримка досліджень і розробка нових технологій уловлювання та зберігання вуглецю.

Впроваджуючи цю політику та практику, уряди та менеджери лісів можуть сприяти глобальним зусиллям із пом'якшення кліматичних змін, одночасно сприяючи сталому управлінню лісами та збереженню біорізноманіття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Альошкіна У. М. Акумуляція вуглецю лісовими екосистемами (на прикладі модельних ділянок у заказнику «Лісники», м. Київ). Наукові записки НаУКМА. 2011. Том 119 : Біологія та екологія. С. 52–56.
2. Букша І. Внесок лісового господарства України у зменшення ризику зміни клімату. Деякі аспекти глобальної зміни клімату в Україні : зб. статей. К. : Ініціатива з питань зміни клімату, 2002. С. 132–146.
3. Букша І. Роль лісового господарства у зменшенні ризику глобальних змін клімату. Лісовий і мисливський журнал. К. : Преса України. 2002. № 1. С. 28–29.
4. Вуглинські ресурси України: стан, проблеми, перспективи використання. Монографія. Київ: Ліга-Прес, 2018.
5. Гураль Р. Я. Лісове господарство та лісівництво. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018.
6. Гриценко В.Ф., Гаврилюк Я.Ю. Лісознавство: навч. посібник. Київ: Лібра Терра, 2007.
7. Кінах В. П., Вишневецька Л. В. Вуглецевий обмін і продуктивність лісових деревостанів. Київ: Видавничий дім "Слово", 2010.
8. Кузьмін О. В., Коцур В. М. Дослідження екосистем лісу та їх функціональна роль. Київ: Видавничий дім "Академперіодика", 2018.
9. Лакида П. І. Фітомаса березових лісостанів Українського Полісся. К. : ННЦ ІАЕ, 2006. 228 с.
10. Лісова агентура України. Державний звіт про лісове господарство України. - Київ: Лісова агентура України, 2020.
11. Лісове господарство України: стан, проблеми, перспективи. Монографія. Київ: Аграр Медіа Груп, 2019
12. Лось Н. М. Лісові екосистеми Центрального Полісся в контексті запобігання зміні клімату. Науковий вісник НЛТУ України. 2010. Вип. 20.1. С. 47–51.

13. Морозова О. В., Мартиненко І. П., Широкоград Г. А. Ліси України: структура, функціонування та охорона. Київ: Наукова думка, 2016.
14. Морозюк О. В. Глобальні зміни клімату та регіональний вплив лісів на баланс вуглецю. Науковий вісник НЛТУ України. 2009. Вип. 19. С. 88–92.
15. Пастернак В. П. Методичні підходи до моніторингу динаміки вуглецю у лісових екосистемах. Науковий вісник УкрНДІЛГА ім. Г. М. Висоцького. 2004. Вип. 14.2. С. 177–181.
16. Рябцев В. Ф., Рябцева І. В. Лісові екосистеми Карпат: структура, функціонування, охорона. Львів: Видавництво Львівського університету, 2016.
17. Савінов О. Ю., Діброва О. Л. Вуглецевий обмін деревних порід. Харків: Фоліо, 2012.
18. Сірко І. В., Грудінін В. К., Ярмолук О. П. Лісова дендрохенотика. Київ: Видавництво "Центр навчальної літератури", 2006.
19. Соловій І. П. Зміна клімату і лісовий сектор економіки: взаємовпливи, альтернативи, перспективи. Науковий вісник НЛТУ України. 2008. Вип. 18.11. С. 209–216.
20. Український державний лісосільський технічний університет. Вивчення та використання деревостанів дібров в Україні: метод. рек. Рівне: УДЛТУ, 2019.
21. Шевцов М. Ю., Лаврик М. О. Гідроекологічний стан лісів України. Київ: Наукова думка, 2017.
22. Шпаківська І. М. Оцінка запасів органічного вуглецю в лісових екосистемах Східних Бескидів. Лісівництво і агролісомеліорація. Харків : УкрНДІЛГА, 2009. Вип. 115. С. 176–180.
23. Шпик С. М. Формування вуглецевого балансу в лісі. Харків: Фоліо, 2015.
24. Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., ... & Thornton, P. (2013). Carbon and other biogeochemical cycles. In Climate

- Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 465-570). Cambridge University Press.
25. Jackson, R. B., Canadell, J., Ehleringer, J. R., Mooney, H. A., Sala, O. E., & Schulze, E. D. (1996). A global analysis of root distributions for terrestrial biomes. *Oecologia*, 108(3), 389-411.
 26. Trumbore, S. (2006). Carbon respired by terrestrial ecosystems—recent progress and challenges. *Global Change Biology*, 12(2), 141-153.
 27. Schimel, D., Stephens, B. B., & Fisher, J. B. (2015). Effect of increasing CO₂ on the terrestrial carbon cycle. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(2), 436-441.
 28. Houghton, R. A., & Nassikas, A. A. (2017). Global and regional fluxes of carbon from land use and land cover change 1850-2015. *Global Biogeochemical Cycles*, 31(3), 456-472.
 29. Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623-1627.
 30. Smith, P., Davis, S. J., Creutzig, F., Fuss, S., Minx, J., Gabrielle, B., ... & van Vuuren, D. P. (2016). Biophysical and economic limits to negative CO₂ emissions. *Nature Climate Change*, 6(1), 42-50.
 31. Le Quéré, C., Andrew, R. M., Friedlingstein, P., Sitch, S., Pongratz, J., Manning, A. C., ... & Canadell, J. G. (2018). Global carbon budget 2017. *Earth System Science Data*, 10(1), 405-448.
 32. Piao, S., Sitch, S., Ciais, P., Friedlingstein, P., Peylin, P., Wang, X., ... & Viovy, N. (2013). Evaluation of terrestrial carbon cycle models for their response to climate variability and to CO₂ trends. *Global Change Biology*, 19(7), 2117-2132.
 33. Lal, R. (2008). Carbon sequestration. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1492), 815-830.
 34. Paustian, K., Cole, C. V., Sauerbeck, D., & Sampson, N. (1998). CO₂ mitigation by agriculture: an overview. *Climatic Change*, 40(1), 135-162.