

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства
та екології
Кафедра біології та захисту лісу
Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Боричевський Валентин Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти)

УДК 630*161:581.143:581.412:581.132

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Біологічна продуктивність дубових насаджень Яворівського НПП
(тема роботи)

205 – лісове господарство
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Мороз Віра Василівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

К.С.-Г.Н.

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2021

Висновок кафедри _____

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ ___ від «___» грудня 2021 р.

Завідувач кафедри

д.б.н., професор

(науковий ступінь, вчене звання)

Житова Олена Петрівна

(підпис)

(прізвище ,ім'я, по батькові)

«___» грудня 2021 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Боричевський Валентин Михайлович** захистив
(прізвище, ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Боричевський В.М.: «Біологічна продуктивність дубових насаджень Яворівського НПП». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 205 – лісове господарство – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Кваліфікаційна робота присвячена біологічній продуктивності дубових лісів Яворівського національного природного парку (Яворівський НПП).

Встановлено особливості ходу росту за дубових деревостанів за біометричними показниками. Визначено, що дубові ліси заповідної частини парку за висотою є вищими на 2 м показників які зазначені у нормативних таблицях. Збільшення показників також спостерігається при аналізі ходу росту дубових лісів заповідної зони парку за віком і діаметрі з нормативними таблицями для масивних насаджень, діаметр в молодому віці є більшим за нормативні показники на 1 см, а у старшому віці на 16 см.

Також з'ясовано, що накопичення фітомаси у крони залишається стабільним на впродовж всього існування деревної рослини, кількість фітомаси становить 10 т на 1 га.

Визначено, що вуглецепоглинаюча здатність дубових лісів зростає до 100 років, далі вона залишається стабільною в межах 90 т/га.

Ключові слова: дуб, діаметр, висота, вік, статистика, біопродуктивність.

ANNOTATION

Borychevsky V. M.: "Biological productivity of oak plantations of Yavoriv NNP". Qualification work for a master's degree in 205 - forestry - Polissia National University, Zhytomyr, 2021.

Qualification work is devoted to the biological productivity of oak forests of Yavoriv National Nature Park (Yavoriv National Nature Park).

The peculiarities of the growth course of oak stands according to biometric indicators have been established. It is determined that the oak forests of the protected part of the park are 2 m higher in height than the indicators indicated in the normative tables. The increase is also observed in the analysis of the growth of oak forests in the protected area of the park by age and diameter with normative tables for massive plantations, the diameter at a young age is greater than the norm by 1 cm and in older age by 16 cm.

It was also found that the accumulation of phytomass in the crown remains stable throughout the existence of the woody plant, the amount of phytomass is 10 tons per 1 ha.

It is determined that the carbon absorption capacity of oak forests increases up to 100 years, then it remains stable within 90 t / ha.

Key words: oak, diameter, height, age, statistics, bioproductivity.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	3
ЗМІСТ.....	5
СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ В СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДУБА..	9
РОЗДІЛ II МЕТОДИКА, ПРОГРАМА, ТА ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	14
2.1. Коротка характеристика об'єкту досліджень.....	14
2.2. Методика проведення досліджень.....	16
2.3. Збір дослідного матеріалу.....	19
РОЗДІЛ III ХІД РОСТУ ДУБОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ЗАПОВІДНОЇ ЧАСТИНИ ПАРКУ.....	23
РОЗДІЛ IV БІОЛОГІЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ ПАРКУ.....	29
ВИСНОВКИ.....	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	33

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ В СКОРОЧЕНЬ

НПП – національний природний парк;

ПОНДВ – природоохоронне науково-дослідне відділення;

ТПП – тимчасова пробна площа;

Сз – сосна звичайна;

Дз – дуб звичайний;

Гз – граб звичайний;

Ос – осика;

Яле – ялина європейська;

Бп – береза повисла;

кв. – квартал;

в. – виділ;

м³ – метр кубічний;

кг – кілограм;

т – тонна;

см – сантиметр;

га – гектар;

км – кілометр.

ВСТУП

Залежно від природо-кліматичних і гідро-едафічних умов зростання змінюється приріст деревини за висотою і діаметром та віком дерева. Важливим питанням залишається з'ясувати розвиток деревної рослини, що зростає на територіях з мінімальним впливом людини на оточення.

Кліматичні зміни є однією з головних причин зменшення біологічної продуктивності лісів. Через втрату біологічної стійкості деревні рослини часто потерпають від хвороб лісу і шкідників. Пониження ґрунтових вод, зменшення середньої річної кількості опадів, буревії призводить до висихання та загибелі деревних рослин. У природі часто можна спостерігати стійкі деревні рослини на яких дія антропогенного навантаження є обмеженою. На таких територіях деревні рослини краще розвиваються і дають значний приріст.

Від біологічної продуктивності лісів залежить їх здатність зменшувати обсяги CO₂ в середовищі, шляхом акумулювання вуглецю фітомасою, за рахунок процесу фотосинтезу.

Актуальність теми у встановленні біопродуктивності дубових лісів заповідної зони Яворівського національного природного парку.

Мета і завдання. Метою кваліфікаційної роботи – визначити біологічну продуктивність дубових лісів заповідної зони національного парку в залежності вік їх віку.

Завдання:

- встановити приріст дубових лісів за біометричними показниками;
- провести порівняльний аналіз одержаних показників з нормативними;
- одержати емпіричні залежності за віком, висотою та діаметром;
- встановити фітомасу дубових лісів;
- визначити вуглецепоглиняльну здатність дубових лісів заповідної території парку.

Об'єкт досліджень – дубові ліси заповідної зони Яворівського НПП.

Предмет досліджень – особливості ходу росту дубових лісів за діаметром, віком, висотою, визначення їх біопродуктивної здатності.

Методи досліджень: *польовий* – збір показників для проведення аналізу; *лісівничо-таксаційний* – встановлення біометричних показників дерева, склад насадження, повнота, бонітет; *математико-статистичні* – проведення статистичного аналіз за допомогою пакету аналізу даних Microsoft Excel, *екологічні* – встановлення вуглецепоглиняльної здатності букових лісів заповідної території парку.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

Мороз В.В., Вірко П.О., Гриб Я.Л., Боричевський В.М., Овсійчук В.Б. Ріст та розвиток панівних деревних порід у Яворівському національному природному парку. *Scientific discussion*. 2021. № 61. С. 6-11.

Практичне значення отриманих результатів.

Результати кваліфікаційної роботи можна використовувати для обліку букових деревостанів заповідної території Яворівського національного природного парку.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновку. Викладена на 37 сторінках комп'ютерного тексту. Робота містить 4 таблиці, ілюстрована 7 рисунками. Список використаної літератури нарахує 54 літературних джерела.

РОЗДІЛ І

ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДУБА

Морфологія. Дуб звичайний (*Quercus robur* L.) – велике могутнє дерево першої величини, висотою 25–36 (до 40) м, належить до відділу покритонасінні (*Magnoliophyta*), класу дводольні (*Magnoliopsida*), порядку букоцвіті (*Fagales*), родини букові (*Fagaceae*), роду дуб (*Quercus*) [16]. На рис. 2.1. зображено дуб звичайний, що зростає як солітер. Крона таких дерев широко розкинута, чітко простежується галуження гілок, майже до висоти живого надґрунтового покриву.



Рис. 2.1. Дуб звичайний (*Quercus robur* L.).

Товщина стовбура досягає 1,5–2,0 м, що є природнім для дерева, вік якого може бути 400–600, а інколи – 1500 років. Крона дуже розвинута, велика, розгалужена. Її форма у молодому віці обернено-яйцеподібна або округла, у старшому віці – шатроподібна або широкопірамідальна з міцними скелетними гілками [16, 18]. У дуба, який зростає у полезахисних лісових смугах, крона

звичайно добре розвинена і складається з 3–15 потужних скелетних гілок. Тут вона низько опущена, висота прикріплення першої живої гілки у дерев узлісних рядів не перевищує 2–3 м, та широко розкинута, поперечник у віці 50 років сягає 16–19 м (рис. 2.1.). Стовбур у молодих дерев часто викривлений, але з віком і ростом у висоту він стає добре сформованим, повнодеревним і прямим. У лісових смугах виявлено кілька форм ритидому, який представлений гладкою, блискучою, оливково-бурою корою у молодому віці. З часом товщина кори досягає 10 см, з'являються глибокі поздовжні тріщини, колір її стає буро-сірим або сірим – у старих дерев. Молоді пагони голі, оливково-бурі, ребристі, з овальними бруньками. Листки прості, чергові, короткочерешкові, перистолопатові, на кінцях пагонів зібрані в пучки. Форма листкової пластинки продовгувато-обернено-яйцеподібна, звужена донизу, 7–30 см завдовжки. Колір листя зверху темно-зелений, блискучий, знизу світло-зелений, молоді листки опушені, у старих опушення спостерігається тільки на жилках. Лопаті тупі, округлі, їх кількість може змінюватись від трьох до семи, вирізи між ними неглибокі заокруглені [4, 9].

Коренева система дуба стрижнева, глибока (до 12–15, іноді – 22 м), із дуже розвинутими боковими і якірними коренями. У насадженнях вегетативного походження дерева цієї породи не утворюють стрижневих коренів і формують багаторушну кореневу систему переважно поверхневого типу [3]. Формування міцної глибинної кореневої системи зумовлює біологічну стійкість згаданої породи, але потребує великої кількості поживних речовин і є причиною низької інтенсивності росту надземної частини в перші роки життя. Так, у десять років стрижневий корінь сягає глибини чотирьох метрів, а довжина горизонтальних скелетних коренів становить близько 2,7 м [13].

Ареал дуба звичайного охоплює лісову, лісостепову і степову зони європейської частини материка. Дуб звичайний утворює чисті деревостани і часто домінує у складі мішаних лісів. Північною межею поширення дуба звичайного є широта Санкт-Петербурга, а східною – Урал. Дуб погано переносить холодний і вологий клімат, тоді як на півдні умови для його розвитку

сприятливіші. В Україні дуб звичайний поширений у Лісостепу та нижніх поясах Карпат, де є основною лісоутворюючою породою. На Поліссі площі його деревостанів значно менші, їх продуктивність нижча, проте тут дуб виступає постійним цінним супутником сосни [13]. У степовій зоні дуб займає переважно долини річок та представлений штучними захисними насадженнями [18].

Територія, на якій зростає ця порода, характеризується різноманітними ґрунтовими умовами: від каштанових та чорноземних до сірих лісових і дерново-підзолистих ґрунтів. Не придатні для зростання дуба солончаки, солонці, занадто кислі землі. Дуб може зростати в умовах надмірного зволоження на сирих ґрунтах, але із проточними водами, довготривалого затоплення не витримує [3, 13]. Найпридатнішими для росту дуба звичайного вважаються свіжі діброви на сірих або темно-сірих ґрунтах [4, 13].

Біологічні властивості. Дуб звичайний – однодомна рослина з одностатевими квітками. Чоловічі або тичинкові квітки зібрані у своєрідні суцвіття – довгі й тонкі жовтувато-зеленуваті пониклі сережки, що нагадують сережки ліщини. Ці сережки цілими пучками звисають із гілок і майже не відрізняються за кольором від молодих маленьких листочків. Жіночі або маточкові квітки дуба сидячі зібрані по 2–5 у пазухах верхніх листків на довгих квітконосах, дрібні (до 2 мм у діаметрі), з редукованою оцвітиною [4, 16]. Цвітіння відбувається разом із розпусканням листя.

Плід – горіх (жолудь) голий, бурувато-коричневий (1,5–3,5 см завдовжки), сидить у плюскі на 1/3–1/4 довжини. Дозріває на довгих черешках по 2–3 штуки [16]. Плодоношення починається у віці 25–50 років, залежно від зріженості деревостану [4]. Плоди дозрівають восени, в рік цвітіння. Урожайність жолудів коливається в межах 0,7–2,0 т/га, а вага 1000 шт. цих плодів в середньому становить 5,5 кг [16].

Розмноження дуба звичайного можливе як насіннєвим так і вегетативним шляхом. При його природному поновленні основним завданням лісівників є забезпечення верхівкової освітленості [9, 18]. Вегетативне розмноження застосовується в умовах значної і надмірної зволоженості при веденні

низькостовбурного господарства дуба. Насіннєві деревостани відрізняються більш високою енергією та тривалістю періоду інтенсивного росту, а також довговічністю. Вважається, що лісові культури, створені сівбою чи “шпигуванням” жолудів, переважають за біологічною стійкістю, приживлюваністю, адаптацією та швидкістю росту над їх аналогами, створеними за допомогою сіянців чи саджанців [3, 13]. Але у них є значний недолік, який полягає у можливості пошкодження висаджених жолудів тваринами, хворобами чи морозами навіть до повного знищення, тому застосування цього способу обмежене.

Залежно від часу розпускання листя і початку цвітіння розрізняють дві фенологічні форми дуба звичайного – ранню та пізню [4]. Вегетація ранньої форми дуба починається і закінчується на 2–3 тижні раніше, її листя опадає на зиму, а в пізньої форми листя розпускається пізніше і може залишатися на дереві взимку, особливо у молодих рослин. Таким чином, рання форма починає розвиток при нижчих температурах і кількості сонячної енергії. Деревя різних форм добре співіснують на одних ділянках і утворюють мішані насадження, та все ж спостерігаються певні закономірності переваги одних особин над іншими. Так, рання форма заселяє в основному підвищені, сухіші ділянки території, також вона більш солевитривала та посухостійка. Пізня форма переважає у понижених, вологих і холодних середовищах [4, 9, 18]. Гордієнком М.І. були проведені дослідження вмісту поживних речовин у підстилці та ґрунті під деревостанами різних форм, які показали сприятливіший вплив на родючість ґрунту деревостанів ранньої форми [13]. На противагу цьому, деревина, утворена пізньою формою дуба, має вищу якість за рахунок меншої кількості ранньої деревини [16], а її насадження менше потерпають від пошкодження ентомошкідниками [13].

Екологічні характеристики. Дуб звичайний є світлолюбною рослиною, яка погано витримує верхівкове затінення. Проте для вирощування якісної його деревини у високопродуктивних насадженнях необхідно створити бокову тінь. Для цього в деревостани водяться так звані підгінні породи, які

характеризуються більшою тіневитривалістю. У Карпатах підгінними породами виступають липа дрібнолиста (*Tilia cordata* L.), клен гостролистий (*Acer platanooides* L.) і польовий (*Acer campestre* L.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.) і пенсільванський (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.), в'яз (*Ulmus* spp.), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.). Основна функція підгінних порід полягає у інтенсифікації росту дерев дуба у висоту, запобіганні задернінню ґрунту та кущінню, сприянні очищенню від гілок, а у лісових смугах ще й забезпеченні формування і дотримання проектної конструкції [3, 9, 13]. Опад супутніх порід сприяє додатковому збагаченню ґрунту поживними речовинами, а їх часте й інтенсивне вирубування під час рубок догляду може призвести до зниження стійкості насадження проти шкідників і хвороб [3, 13].

Континентальний клімат загалом сприятливий для росту дуба звичайного, але ця порода досить чутлива до різкого коливання температур. Насамперед дуб чутливий до сильних заморозків, від яких в першу чергу страждають молоді пагони та стовбури, які уражуються морозобійними тріщинами. Особливо чутливо реагує на різке пониження температури ґрунту коріння дуба [18].

РОЗДІЛ II

МЕТОДИКА, ПРОГРАМА, ТА ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Коротка характеристика об'єкту досліджень

В 2019 р. Яворівський національний природний парк рішенням Комітету МАБ ЮНЕСКО включений до світової мережі біосферних резерватів як складова українсько-польського Міжнародного біосферного резервату «Розточчя» [32].

Оскільки за територіальною структурою Біосферний резерват «Розточчя» не є цілісною природоохоронною територією, а складає територіальний комплекс, який охоплює п'ять об'єктів природно-заповідного фонду (38,4%) та землі зони співробітництва, що не належать до природно-заповідного фонду України (61,6%) [32].

Станом на 01.01 2021 р. на території Яворівського НПП охороняються: 23 види судинних рослин, що занесені до Червоної книги України, з яких 15 видів із списку CITES (всі орхідні та підсніжник білосніжний), 2 види – знаходяться під охороною Бернської конвенції (зозулинні черевички справжні, сальвінія плаваюча); 7 видів базидіальних макроміцетів, занесених до Червоної книги України; 52 вид хребетних тварин, занесених до Червоної книги України (2 види риб, 2 – плазунів, 30 – птахів і 18 – ссавців); до Європейського Червоного списку занесені 12 видів хребетних тварин; під охороною Бернської конвенції про охорону дикої флори та фауни на території парку перебуває 247 видів хребетних тварин, в тому числі 157 видів включені до додатку 2 (види, що підлягають особливій охороні) і 90 – до додатку 3 (види, що підлягають охороні), серед них – 2 види риб (відповідно 0 і 2), 11 видів земноводних (5 і 6), 8 видів плазунів (2 і 6), 190 видів птахів (134 і 56) та 37 видів ссавців (15 і 22); до переліку Боннської конвенції про збереження мігруючих видів диких тварин включено 99 видів, в тому числі до додатку 1 – 1 вид (орлан-білохвіст) та до додатку 2 – 12 видів ссавців і 87 видів птахів; під охороною CITES (Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що знаходяться під загрозою знищення)

знаходяться 25 видів птахів і 2 види ссавців; 40 видів комах, включених до Червоної книги України (2009), 8 – до червоного списку Міжнародного союзу охорони природи (1991), 14 – до Європейського червоного списку (1991), 12 – до Бернської конвенції [32].

Згідно Переліку видів рослин, що потребують охорони в межах Львівської області (рішення Львівської облради № 1370 від 16.06. 2015 р.) на території Яворівського НПП потребують охорони 36 видів рослин [32].

2020 рік відзначився аномально теплою малосніжною зимою. У січні і лютому в денні години переважали плюсові значення температури повітря. Наприкінці місяця уже зацвіла ліщина. Лютий був ще тепліший - в окремі дні температура повітря сягала позначки +10 °С. Наприклад, 05.02 біля с. Млинки зафіксовано бутонізацію білоцвіту весняного. Наприкінці другої декади лютого уже прилетіли жайворонки польові і дрозди чорні [32].

Місяць березень характеризувався досить мінливою погодою. Перші дві декади цього місяця були порівняно теплими: температура повітря сягала позначок – +14, +17 °С. Проте, початок третьої декада березня відзначився доволі холодною погодою: у нічні і ранкові години доби переважали мінусові показники температури повітря, випав сніг, утворився сніговий покрив. Квітень був надзвичайно сухим. Натомість травень відзначився надмірно дощовою і прохолодною погодою, навіть із мокрим снігом. Наприклад, 6 травня температура повітря вдень знизилася до +2 °С і випадав мокрий сніг [32].

Із літніх місяців особливим видався липень. Наприклад, 11 липня територією парку пройшов сильний буревій, в результаті якого пошкоджено (вивернуто з корінням) багато дерев. Найбільших пошкоджень зазнали лісові масиви біля села Лелехівка, а саме квартал 33 Янівського ПНДВ і кв. 47 Майданського лісництва. Упродовж літа найбільшу кількість днів з високою температурою повітря (+29 - +31 °С) зафіксовано у серпні [32].

Осінній сезон поточного року характеризувався здебільшого помірною погодою. Найбільш теплим періодом осені, коли температура повітря сягала позначки +27 °С, була перша половина другої декади вересня. Суттєво

похолодніло у третій декаді листопада. Перший незначний сніговий покрив (до 5 см) утворився 29.11, який пролежав недовго. 04.12 він зійшов повністю, і до нового року фактично стійкого снігового покриву не зафіксовано [32].

Отже, перший місяць зими був малосніжним і відносно теплим.

У Яворівському НПП кількість посадових осіб служби державної охорони складає 18 осіб.

Забезпечення вимог природоохоронного законодавства щодо посилення режиму заповідання, недопущення фактів лісопорушень – основна робота служби державної охорони протягом звітнього періоду.

З цією метою з працівниками охорони проведено 117 рейдів територією парку, в тому числі 17 рейдів з метою недопущення вирубування новорічних ялинок. Окрім цього, проведено 12 рейдів спільно із правоохоронними органами.

З метою попередження та недопущення порушень природоохоронного законодавства за 2020 рік проведено: 13 виступів в Івано-Франківській селищній, Лозинській та Крехівській сільських радах; 26 зустрічей в адміністраціях МРГ «Старичі», ТЗОВ «ПОФ «Ірбіс»», Магерівського лісництва, Старицького військового лісництва, ПП «Полі-Продукт», РГ «Млинки»; 26 бесід з населенням прилеглих до території парку сіл та лісокористувачами на території Яворівського НПП без вилучення у землекористувачів; виступи: на радіо (17.01.2020 р.), телебаченні (19.01.2020 р., 06.04.2020 р.); 9 навчань з працівниками служби державної охорони природно-заповідного фонду парку [32].

Впродовж 2020 р. складено чотири протоколи ст. 91 Кодексу України про адміністративні правопорушення та подано одну заяву про вчинення кримінального правопорушення [32, 33].

2.2. Методика проведення досліджень

Виконання вченими досліджень щодо вивчення біологічної продуктивності лісових насаджень дає змогу інвентаризувати обсяги засвоєння вуглецю лісовими біоценозами, складати баланси кругообігу цього елемента в природі та оцінювати запаси додаткових альтернативних джерел енергії, які

можуть бути використані в процесі ведення лісового господарства.

Такі роботи ґрунтуються на вивченні запасів фітомаси лісових масивів. Вчені різних країн працювали і продовжують працювати над цією проблемою, а саме: О.С. Ватковський [6, 7], І.А. Гагошидзе [8], Г.С. Дзєбисашвілі [15], В.А. Усольцев [36-41], В.В. Успенський [42, 43], А.І. Уткін [44-51], П.І. Лакида [25-27] та ін. [12, 14, 17, 54]. Ними розроблені численні методичні підходи для розробки згаданого питання в цілому і зокрема збору вихідного дослідного матеріалу у масивних лісових насадженнях.

Методика наших досліджень ґрунтується на наступних методологічних засадах:

1) загальноприйняті методики в лісовій таксації (Анучін М.П. [1], Онучин А.А. [28], Тюрін А.В. [35], Швиденко А.З., Строчинський А.А. [53] та ін.);

2) методики визначення кількісних і якісних показників фітомаси у лісових насадженнях (Ватковський О.С. [6], Т.Х. Токмупзин [34], Лакида П.І. [25-27], Полубояринов О.І. [31], Усольцев В.А. [36-41], Уткін А.І. [44-51] та ін.).

Для різних деревних порід і регіонів України фундаментальні напрацювання щодо вивчення якісних ознак фракцій фітомаси стовбурів та крон дерев були здійснені П.І. Лакидою [25-27], а також його учнями [3].

Над вивченням якісних ознак компонентів фітомаси дуба звичайного у різний час плідно працювали Н.І. Базилевич [2], О.І. Полубояринов [31], П.І. Лакида [25] та ін. Накопичений цими науковцями матеріал є особливо цінним для пояснення закономірностей утворення та динаміки тих чи інших якісних ознак.

Для дослідження фітомаси стовбура використовувалася методика П.І. Лакиди [25], за якою головна увага надається показникам щільності деревини, кори та деревини у корі стовбура.

Велику увагу біологічній продуктивності лісів і їх вуглецепоглинаючій здатності надавали у своїх дослідженнях І.Ф. Букша [5], В.П. Пастернак [29], Б.П. Чураков [52] та ін.

Дослідження фітомаси дубових лісів нами було розпочато із пошуку картографічних, лісовпорядних матеріалів Яворівського НПП

Проведення наукових досліджень лісової частини заповідної зони Яворівського НПП передбачали виконання наступних запланованих етапів роботи:

- 1) опрацювання картографічних матеріалів Яворівського НПП;
- 2) первинних інформаційних матеріалів про попередні наукові дослідження в лісовій заповідній зоні національного природного парку;
- 3) аналіз програм і методик, за якими передбачались дослідження;
- 4) збір емпіричного матеріалу;
- 5) опрацювання отриманих результатів;
- 6) підбивання підсумків роботи відповідно до зібраного матеріалу дослідження.

Підготовчі роботи пов'язані з вивченням об'єкта досліджень, опрацюванням необхідних первинних інформаційних матеріалів, аналізом досвіду розв'язання подібних завдань. Польовий збір матеріалу охоплював по деревну таксацію дерев на тимчасовій пробній площі (ТПП). Камеральне опрацювання зібраних емпіричних даних вимагало систематизації, таксаційного обрахування, математичного моделювання біометричних показників, моделювання залежностей між таксаційними величинами.

Використовуючи індуктивний метод, за даним декількох відібраних середньостатистичних модельних дерев схарактеризували сукупність усіх дерев на пробній площі, а за даними ряду пробних площ характеризували сукупність однорідних насаджень.

Збір дослідного матеріалу згідно з СОУ 02.02-37-476:2006 «Пробні площі лісовпорядні. Метод закладання» [30].

Для визначення накопичення вуглецю у надземній фітомасі за окремими фракціями використана методика П.І. Лакиди [25]. Методика вказаного автора має широке застосування як в Україні, так і закордоном. Зазначена методика

поєднує в собі, таксаційні, біометричні, лісівничі методи та прийоми головної мета яких у визначенні біопродуктивності лісових масивів [5, 29, 52].

Збір дослідного матеріалу проводився за методикою, яка передбачає подальші розрахунки за допомогою пакету даних *Microsoft Excel*, при математичному моделюванні й статистичній обробці даних використано методики А.І. Кобзаря, А.І. Герасимович, Я.І. Матвєєва та ін. [10, 23].

Для визначення вуглецепоглиняльної здатності використана методика Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), згідно цієї методики частка вуглецю у фітомасі в абсолютно сухому стані складає 50%.

2.3. Збір дослідного матеріалу

Тимчасові пробні площі закладали в різновікових деревостанах з дуба звичайного. Кількість закладених пробних площ – 4 шт.

Під час по деревного переліку дотримувались таких ступенів товщини: при середньому діаметрі деревостану до 5,9 см використовувався ступінь товщини 1 см; від 6,0 до 16,9 см – 2,0 см і понад 16,9 см – 4 см ступінь товщини.

Висоту дерев у насадженні визначали за висотоміром ИУ1М, а діаметр модельних дерев вимірювали мірною вилкою алюмінієвою Haglof (Швеція). на висоті 1,3 м від землі. Таксаційний опис закладених тимчасових пробних площ у національному парку представлено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Лісівничо-таксаційна характеристика тимчасових пробних площ

ПП№	Місце розташування	Квартал	Виділ	Склад	Вік, років	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Група віку	Клас бонітету	Відносна повнота	Запас деревини на 1 га, м ³	Категорія санітарного стану
1.	Янівське ПОНДВ	13	3	7Дз2Гз1Бп+Сз	142	28	44	6	II	0,30	150	2
2.	Янівське ПОНДВ	33	15	10Дз+Сз+Бкл	72	25	32	4	I	0,60	350	1
3.	Янівське ПОНДВ	35	2	8Дз1Сз1Бп	122	28	40	5	II	0,40	200	1
4.	Янівське ПОНДВ	35	6	8Дз1Сз1Бп	102	27	36	4	II	0,55	250	2

При обстеженні дерев на їх санітарний стан здійснювалась згідно санітарних правил у лісах (Постанова КМУ від 27 липня 1995 р. №555 «Про затвердження Санітарних правил лісах України»).

Фіксація місця розташування тимчасових пробних площ здійснювалась за допомогою GPS-навігації; розміщення на карті – за допомогою програми SASPlanet (рис. 2.1).

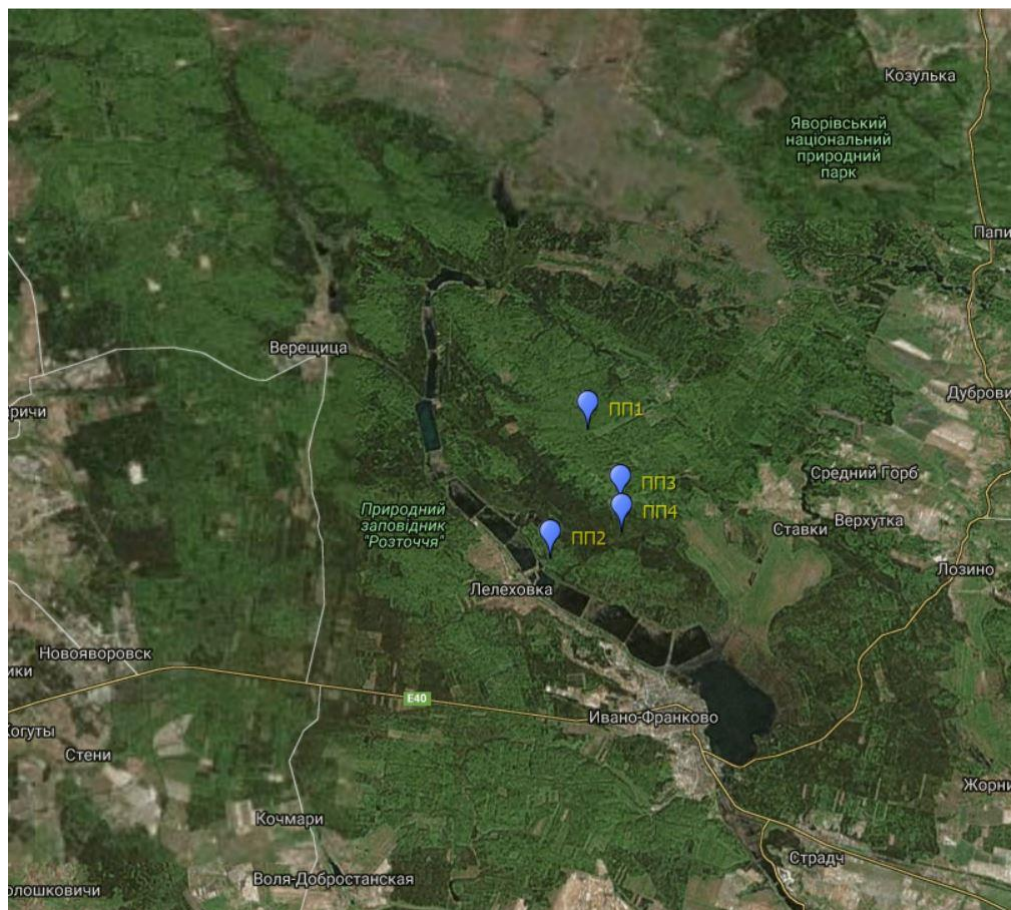


Рис. 2.1. Розташування пробних площ

Під наметом деревостану визначали: освітлення ділянки; температуру повітря; кислотність, вологість та температуру ґрунту (до 30 см) за допомогою багатофункціонального приладу FLO 89000 (Польща).

На ТПП №1 зростає дуб звичайний. Освітлення ділянки дуже низьке (показник приладу – «LOW-»), температура повітря під наметом дерев становила 29°C, температура ґрунту – 16°C, кислотність ґрунту – рН 7,0 (нейтральне), рівень вологості ґрунту – дуже вологий (показник приладу – «WET+»).

На ТПП №2 переважають дубові деревні рослини. Освітлення ділянки дуже низьке (показник приладу – «LOW-»), температура повітря під наметом дерев становила 29°C, температура ґрунту – 17°C, кислотність ґрунту – рН 7,0 (нейтральне), рівень вологості ґрунту – дуже вологий (показник приладу – «WET+»).

ТПП №3 складається з дубових лісових насаджень з домішкою сосни і бука. Освітлення ділянки дуже низьке (показник приладу – «LOW-»),

температура повітря під наметом дерев становила 25°C, температура ґрунту – 15°C, кислотність ґрунту – рН 7,0 (нейтральне), показник вологості ґрунту – дуже сухий (показник приладу – «DRY+»).

На ТПП №4 переважає дуб звичайний. Освітлення ділянки дуже низьке (показник приладу – «LOW-»), температура повітря під наметом дерев становила 25°C, температура ґрунту – 15°C, кислотність ґрунту – рН 7,0 (нейтральне), показник вологості ґрунту – дуже сухий (показник приладу – «DRY+»).

РОЗДІЛ ІІІ

ХІД РОСТУ ДУБОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ЗАПОВІДНОЇ ЧАСТИНИ ПАРКУ

Залежно від гідро-едафічний і природо-кліматичних умов зростання змінюється приріст деревини за висотою і діаметром та віком дерева. В науковому плані залишається цікавим яким чином розвиваються деревні рослини на територіях де вплив діяльності людини є мінімальним [24]. У Яворівському парку дуб звичайний займає четверте місце у насадженні після бука, сосни і вільхи. Його частка становить 6,9%, заповідної зони площа якої становить 1036,6 га.

З цією метою на основі попередньо проведених польових досліджень, нами за допомогою пакету аналізу даних *Microsoft Excel* проведено статистичний аналіз біометричних показників обміряних дерев на пробних площах заповідної території парку. Результати аналізу представлено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Статистичні характеристики біометричних показників дуба звичайного (*Quercus robur* L.)

Статистичні показники	Біометричні показники дерева		
	<i>A</i> (вік)	<i>d</i> _{1,3} (діаметр на висоті 1,3 м)	<i>h</i> (висота)
<i>X</i> _{ср} (середнє арифметичне значення)	Одиниці виміру		
	роки	см	м
	77,9	30,8	23,4
<i>min</i> (мінімум)	Одиниці виміру		
	роки	см	м
	25,0	8,0	9,0

Статистичні показники	Біометричні показники дерева		
	A (вік)	$d_{1,3}$ (діаметр на висоті 1,3 м)	h (висота)
max (максимум)	Одиниці виміру		
	роки	см	м
	122,0	56,0	30,0
D (дисперсія)	1019,6	172,4	39,6
σ (стандартне відхилення)	31,9	13,1	6,3
A (коефіцієнт асиметрії)	-0,41	0,14	-1,69
E (ексцес)	-0,93	0,24	2,18
V (коефіцієнт варіації), %	40,9	42,7	26,9

Результати статистичного аналізу вказали про неоднорідність показників за віком і діаметром *Quercus robur* L. коефіцієнт варіації більше за «0». Асиметрія слаба лівобічна. Показник ексцесу вказав на плосковерхність розподілу.

Для проведення подальшого аналізу нами встановлено кореляційні залежності парних коефіцієнтів кореляції біометричних показників дубових дерев. Коефіцієнти кореляції дають змогу оцінити тісний взаємовплив одних показників на інший. Результати аналізу представлені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Кореляційна матриця основних біометричних показників

Quercus robur L.

Біометричні показники	Вік, роки	Діаметр, см	Висота, м
Вік, роки	1	–	–
Діаметр, см	0,949	1	–

Біометричні показники	Вік, роки	Діаметр, см	Висота, м
Висота, м	0,881	0,882	1

Згідно результатами аналізу спостерігається достатньо сильний кореляційний взаємозв'язок всіх біометричних показників. Коефіцієнти кореляції в межах від 0,881 до 0,949. Отже, існує сильна залежність між діаметром, висотою та віком дерева, що надає змогу математичного моделювання показників дерева.

Першим кроком є визначення ходу росту дубових дерев за висотою і віком дерева (рис. 3.1). На основі одержаних польових матеріалів побудовано графік залежності. Для проведення порівняльній аналіз розвитку дубових дерев заповідної зони з масивними деревостанами використано нормативні таблиці ходу росту авторів (Кашпор, Строчинський, 2013).

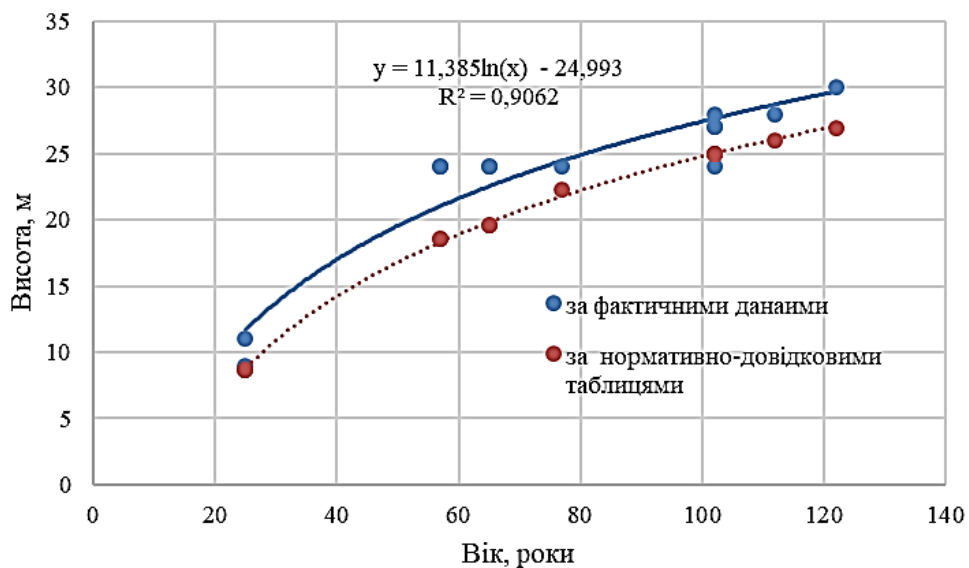


Рис. 3.1. Порівняльна оцінка ходу росту дубових лісів фактичних показників з нормативними за висотою і віком

Одержані результати аналізу вказали на те, що дубові ліси заповідної частини парку за висотою є вищими на 2 м показників які зазначені у нормативних таблицях.

Збільшення показників також спостерігається при аналізі ходу росту дубових лісів заповідної зони парку за віком і діаметрі з нормативними таблицями для масивних насаджень (рис. 3.2).

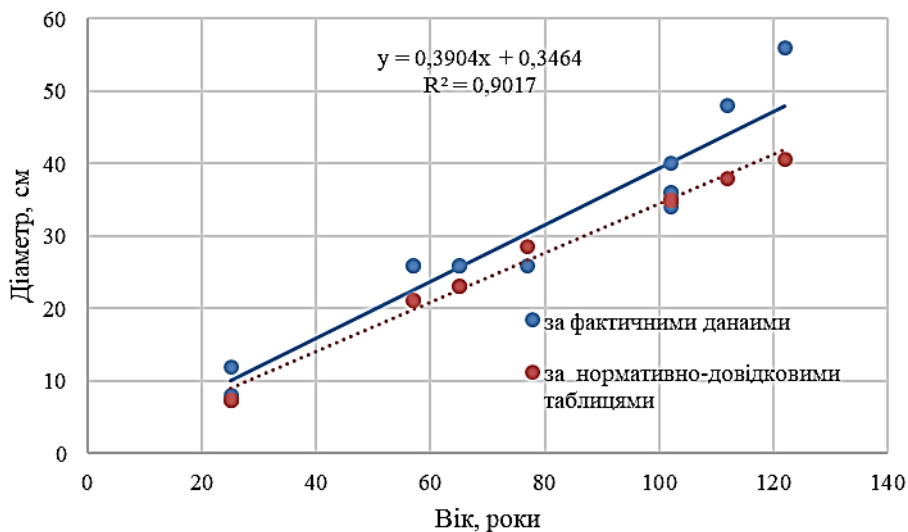


Рис. 3.2. Порівняльна оцінка ходу росту дубових лісів фактичних показників з нормативними за діаметром та віком

Отже згідно одержаних результатів зображених на рис. 3.1 та 3.2, можна стверджувати, що дубові ліси краще зростають у заповідній частині території, де антропогенне навантаження є майже відсутнє, діаметр в молодому віці є більшим за нормативні показники на 1 см, а у старшому віці на 16 см.

Одержані рівняння залежності зазначені на графіках можна використовувати для наукових досліджень і для прогнозування розвитку дубових лісів у заповідній частині національного парку.

Для того щоб одержати степеневе рівняння регресії за трьома показниками вік, висота та діаметр дерева всі показники були прологарифмовано та за допомогою пакету аналізу даних *Microsoft Excel* проведено регресійний аналіз результати якого наведено у таблиці 3.3.

Показники регресійної статистики та дисперсійного аналізу дерев дуба

<i>Регресійна статистика</i>							
Множинний R	0,954						
Коефіцієнт детермінації R^2	0,910						
Нормований R^2	0,892						
Стандартна помилка	10,4						
спостереження	13						
<i>Дисперсійний аналіз</i>							
<i>Показники</i>	<i>df</i> (кількість ступенів волі)	<i>SS</i> (сума квадратів відхилень)	<i>MS</i> (оцінка дисперсії)	<i>F</i>	<i>значимість F</i>		
Регресія	2	11135,4	5567,7	50,6	$5,8 \times 10^{-6}$		
Залишок	10	1099,5	109,9				
Разом	12	12234,92					
<i>Показники</i>	<i>Коефіцієнти</i>	<i>стандартна помилка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-значення</i>	<i>нижнє 95%</i>	<i>верхнє 95%</i>	
Y -перетин	$\ln 10(y)$	-3,41	13,1	-0,261	0,799	-32,5	25,7
Мінлива	x_1	1,89	0,449	3,87	0,003	0,802	2,98
Мінлива	x_2	0,989	1,02	0,969	0,355	-1,28	3,26

За допомогою логарифмування повертаємо до початкової функції показник y та одержуємо степеневе рівняння (згідно з функцією Кобба-Дугласа) [19]:

$$y = 3,9^{-4,0} \times x_1^{1,89} \times x_2^{0,989}, \quad (3.1)$$

де: y – вік дерева, роки; x_1 – діаметр дерева, см; x_2 – висота дерева, м.

Отже, збільшення діаметра дерева на 1,89% і висоти на 0,989% має безпосередній вплив на вік дерева.

Міра визначеності дорівнює 0,910, що говорить про достатню апроксимацію отриманого степеневого рівняння з вихідними показниками.

Множинний R є достатньо високим і дорівнює 0,954.

Згідно з дисперсійним аналізом, рівняння є значущим на 5% рівні, тому що значущість F є менше ніж 0,05.

Відповідно до одержаного рівняння побудовано трьохвимірний графік залежності (рис. 3.1).

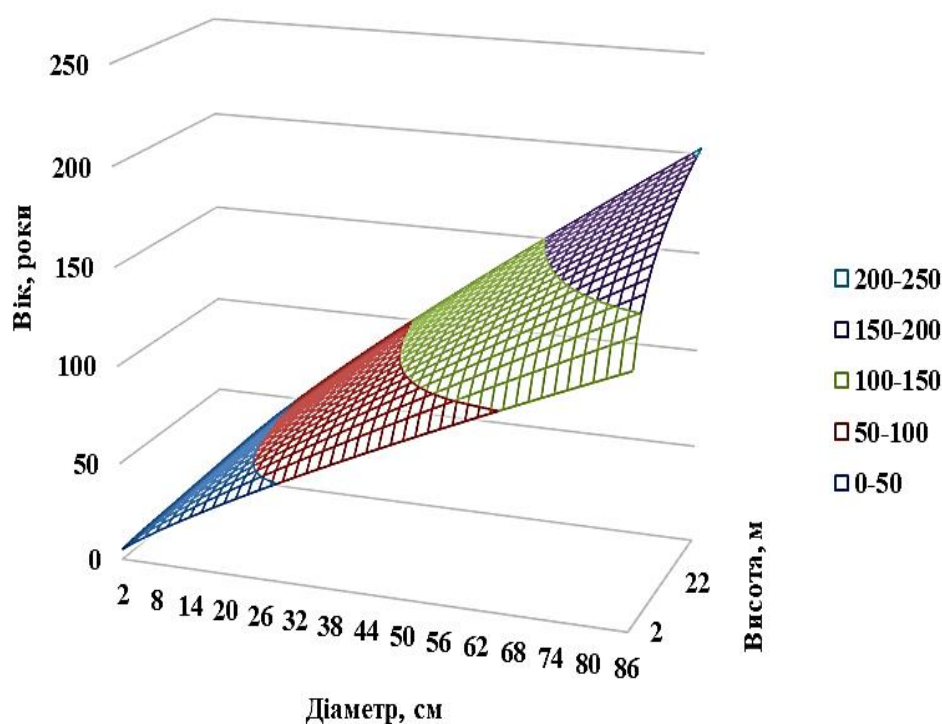


Рис. 3.3. Ріст і розвиток *Quercus robur* L. у заповідній зоні Яворівського НПП

Одержане в ході проведеного регресивного аналізу математичне рівняння можна застосовувати для моніторингу дубових лісів заповідної зони Яворівського національного природного парку.

РОЗДІЛ ІV

БІОЛОГІЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ ПАРКУ

Кліматичні зміни є однією з головних причин зменшення біологічної продуктивності лісів. Через втрату біологічної стійкості деревні рослини часто потерпають від хвороб лісу і шкідників. Пониження ґрунтових вод, зменшення середньої річної кількості опадів, буревії призводить до всихання та загибелі деревних рослин. Такі зміни спонукали до об'єднання держав щодо їх участі зниження викидів парникових газів у середовище (Киотський протокол) [11, 20-22].

У природі часто можна спостерігати стійкі деревні рослини на яких дія антропогенного навантаження є обмеженою. На таких територіях рослини краще розвиваються і дають значний приріст.

Біологічна продуктивність лісів залежить від здатності акумулювати вуглець з навколишнього середовища у свою фітомасу за рахунок процесу фотосинтезу.

Професором Петром Івановичем Лакидою і його учнями проведено ряд досліджень щодо накопичення фітомаси різними деревними породами. Використовуючи опубліковані рівняння залежності: «Нормативи оцінки компонентів надземної фітомаси деревостанів головних лісотвірних порід України» (2013) нами встановлено фітомасу рослин.

Рівняння залежності для визначення фітомаси *стовбурів дуба* має вигляд:

$$Ph_{ст} = 1,889 \times d^{-0,164} \times h^{1,665} \times p^{0,948} \quad [18]$$

$$Ph_{дер} = 0,234 \times d^{-0,233} \times h^{1,791} \times p^{1,111} \quad [18]$$

$$Ph_{к} = Ph_{ст} - Ph_{дер} \quad [18]$$

де $Ph_{ст}$ – фітомаса стовбура у корі, т/га; $Ph_{дер}$ – фітомаса деревини стовбурів, т/га; $Ph_{к}$ – фітомаса кори стовбурів, т/га; d – діаметр, см; h – висота, м.

Рівняння для встановлення фітомаси *крони дуба*:

$$Ph_{л} = 0,179 \times d^{-0,603} \times h^{-0,406} \times \exp\left(1,785 + \left(-\frac{0,267}{p}\right)\right) \quad [18]$$

$$Ph_{гил} = 0,0102 \times d^{0,340} \times h^{-1,005} \times \exp(4,631 + (-0,839 \times p)) \quad [18]$$

$$Ph_{кр} = Ph_{л} + Ph_{гил} \quad [18]$$

$$Ph_{дз} = 5,873 \times d^{-0,169} \times h^{0,519} \times p^{1,044} \quad [18]$$

де $Ph_{л}$ – фітомаса листя, т/га; $Ph_{гил}$ – фітомаса гілля, т/га; $Ph_{кр}$ – фітомаса крони, т/га; $Ph_{дз}$ – фітомаса деревної зелені, т/га; d – діаметр, см; h – висота, м.

За допомогою зазначених вище рівнянь проведено розрахунок та встановлена фітомаса дубових дерев у Яворівському НПП, результати аналізу зображені на рис. 3.4.

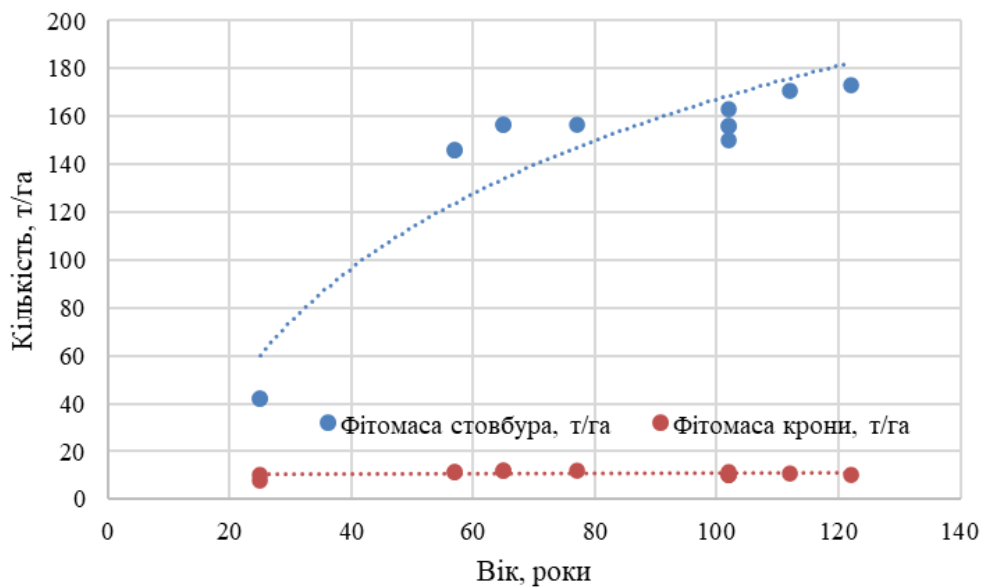


Рис. 3.4. Надземна фітомаса дубових лісів у Яворівському НПП

Згідно з показниками представленими на рисунку 3.4 фітомаса стовбура дубових лісів заповідної зони накопичується до 110 років, а далі накопичення фітомаси припиняється.

Накопичення фітомаси у крони залишається стабільним на впродовж всього існування деревної рослини, кількість фітомаси становить 10 т на 1 га.

Встановлення вуглецепоглиняльної здатності дубових лісів заповідної зони парку здійснювалась за міжнародною методикою Intergovernmental Panel on Climate Change, де частка вуглецю в фітомасі становить 50%.

Після проведеного аналізу побудовано графік залежності, для визначення кількості поглинання вуглецю дубовими лісами на одиницю площі залежності від їх віку (рис. 3.2).

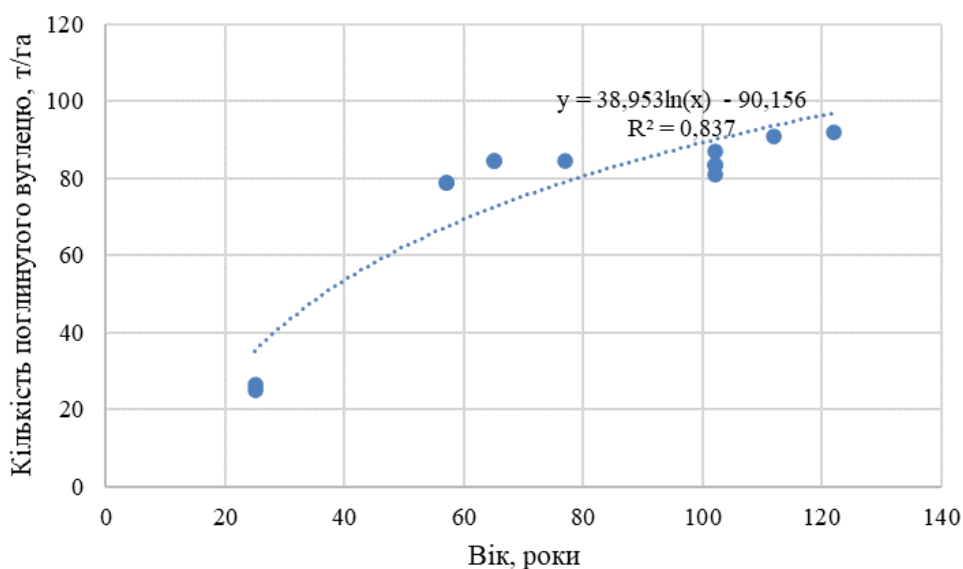


Рис. 3.2. Кількість поглинутого вуглецю дубовими лісами залежно від їх віку

Згідно показників які зображені на графіку (рис. 3.2) зауважується, що вуглецепоглиняльна здатність дубових лісів зростає до 100 років, далі вона залишається стабільною в межах 90 т/га.

Загальна площа заповідної частини Яворівського парку складає 1036,6 га, під дубовими насадженнями площа становить 71,5 га, середній вік дубових лісів 105 років. Згідно одержаного рівняння встановлено що дубові ліси Яворівського НПП щорічно поглинають біля 6,4 тис. т вуглецю.

ВИСНОВКИ

Визначено, що дубові ліси заповідної частини парку за висотою є вищими на 2 м показників які зазначені у нормативних таблицях. Збільшення показників також спостерігається при аналізі ходу росту дубових лісів заповідної зони парку за віком і діаметрі з нормативними таблицями для масивних насаджень, діаметр в молодому віці є більшим за нормативні показники на 1 см, а у старшому віці на 16 см.

Встановлено, що фітомаса стовбура дубових лісів заповідної зони накопичується до 110 років, а далі накопичення фітомаси припиняється.

Встановлено, що накопичення фітомаси у крони залишається стабільним на впродовж всього існування деревної рослини, кількість фітомаси становить 10 т на 1 га.

Визначено, що вуглецепоглиальна здатність дубових лісів зростає до 100 років, далі вона залишається стабільною в межах 90 т/га.

З'ясовано, що дубові ліси заповідної частини Яворівського НПП щорічно поглинають біля 6,4 тис. т вуглецю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анучин Н. П. Лесная таксация. М. : Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.
2. Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 293 с.
3. Білоус В.І. Вирощування високопродуктивних культур дуба в лісостепу України. Вінниця: Книга-Вега, 2007. 175 с.
4. Бродович Т.М. Деревья и кустарники запада УССР. Атлас. / Т.М. Бродович, М.М. Бродович. Вища школа. Львов, 1979. 251 с.
5. Букша І.Ф., Бутрим О.В., Пастернак В.П. Інвентаризація парникових газів у секторі землекористування та лісового господарства: [монографія]. Х.: ХНАУ, 2008. 232 с.
6. Ватковский О. С. Анализ формирования первичной продуктивности лесов. М.: Наука, 1976. 115 с.
7. Ватковский О.С. Методы определения фитомассы ствола и кроны дуба. *Лесоведение*. 1968. № 6. С. 58–64.
8. Гагошидзе И.А. Биомасса крон основных лесообразующих пород Закавказья. *Лесное хозяйство*. 1980. № 12. С. 45–47.
9. Галактионов И.И., Ву А.В., Осин В.А. Декоративная дендрология: учеб. пособие. М.: Выща шк., 1967. 319 с.
10. Герасимович А.И., Матвеева Я.И. Математическая статистика. Минск: «Вышэйшая школа», 1978. 200 с.
11. Глобальні зміни клімату: економіко-правові механізми імплементації Кіотського протоколу в Україні / за ред. В.Я. Шевчука. К.: Гаопринт, 2005. 147 с.
12. Голубець М.А. та ін. Екологічний потенціал наземних екосистем. Львів: Поллі, 2003. 180 с.
13. Гордиенко М.И. Культуры дуба. К.: Изд-во УСХА, 1981. 78 с.
14. Данилин И.М. Определение надземной фитомассы древостоев по аэрофотоснимкам. *Лесное хозяйство*. 1993. № 1. С. 35–36.

15. Дзедзисашвили Г.С., Апциаури Ш.А. Оценка фитомассы крон хвойных пород горных лесов Закавказья и ее использование в народном хозяйстве. *Лесная таксация и лесоустройство: Межвузовский научный труд* Каунас: Изд-во ЛитСХА, 1988. С. 60–69.
16. Заячук В.Я. Дендрологія: підручник. Львів: СПОЛОМ, 2014. 676 с.
17. Исаев А.С., Коровин Г.Н., Уткин А.И. Оценка запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесных экосистемах России. *Лесоведение*. 1993. № 6. С. 3–10.
18. Калініченко О.А. Декоративна дендрологія: навч. посібник. К: Вища школа, 2003. 199 с.
19. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений. М.: Наука, 1976. 221 с.
20. Киотский протокол. История развития, цели и принципы. Проекты совместного осуществления в Украине: сборник информационно-методических материалов / под. ред. С.В. Третьякова. Донецк: ООО «УКРДРУК», 2006. 184 с.
21. Киотский протокол. Нормативно-правовая база реализации проектов СО: сборник нормативно-правовых документов / под ред. С.В. Третьякова. Донецк, ООО «УКРДРУК», 2006. 380 с.
22. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К.: Видавництво РАЄВСЬКОГО, 2003. 343 с.
23. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.
24. Кофман Г.Б. Рост і форма деревьев. Новосибирск: Наука, 1986. С. 93–161.
25. Лакида П.І. Фітомаса лісів України: монографія. Тернопіль: Збруч, 2002. 256 с.
26. Лакида П. І. та ін. Нормативи оцінки компонентів надземної фітомаси деревостанів головних лісотвірних порід України. Корсунь-Шевченківський : ФОП Гаврищенко В.М., 2013. 457 с.

27. Лакида П.И. Динамика запасов углерода в лесах Украины. Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. тр. Гомель, 2001. Вып. 56. С. 86–90.
28. Онучин А.А., Борисов А.Н. Опыт таксации фитомассы сосновых древостоев. *Лесоведение*. 1984. № 6. С. 66–71.
29. Пастернак В.П., Букша І.Ф., Висоцький Г.М. Методичні підходи до моніторингу динаміки вуглецю в лісових екосистемах. Науковий вісник. Львів, 2004. Вип. 14.2. С. 177–181.
30. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання : СОУ 02.02-37-476:2006. [Чинний від 2007-05-01]. К. : Мінагрополітики України, 2006. 32 с. (Стандарт Організації України).
31. Полубояринов О. И. Плотность древесины. М.: Лесн. пром-сть, 1976. 160 с.
32. Проект організації території Яворівського національного природного парку, охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів. Том 1. Інвентаризація природних комплексів і компонентів для розробки Проекту організації території Яворівського національного природного парку, охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів / С. Орищин, Я. Хомин, В. Брусак [та ін.]. Львів : ЛНУ ім. Ів. Франка, 2010. 115 с.
33. Проект організації території Яворівського національного природного парку, охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів. Том 3. Пояснювальна записка з розробки організації території, охорони, відтворення та рекреаційного використання природних комплексів і об'єктів Яворівського НПП Львівської області. / Гульчак В.П., Карпа М.А., Піпа Р.С., Крупій В.В. Львів, 2011. 129 с.
34. Токмурзин Т.Х. Выбор методов учета фитомассы насаждений. Актуальные вопросы лесного хозяйства в Казахстане. Алма-Ата, 1977. С. 71–76.
35. Тюрин А. В. Таксация леса. 2-е изд. М. : Гослестехиздат, 1945. 376 с.

36. Усольцев В.А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1985. 192 с.
37. Усольцев В.А. О точности регрессионной оценки фитомассы древостоев. *Вестник с.-х. науки Казахстана*. 1984. № 9. С. 77–83.
38. Усольцев В.А. Применение инвариантных взаимосвязей при оценке массы крон деревьев: метод. указ. для студ.-дипломн. специальности 3112 и асп. Екатеринбург: УЛТИ, 1993. Ч. 1. 37 с.
39. Усольцев В.А. Применение инвариантных взаимосвязей при оценке массы крон деревьев: метод. указ. для студ.-дипломн. специальности 3112 и асп. Екатеринбург: УЛТИ, 1993. Ч. 2. 90 с.
40. Усольцев В.А. Рост и структура фитомассы древостоев. Новосибирск: Наука, 1988. 253 с.
41. Усольцев В.А. Формирование банков данных о фитомассе лесов. Екатеринбург: Уро РАН, 1998. 542 с.
42. Успенский В.В. Способ учета ресурсов вервей в сосновых лесах. *ИВУЗ Лесной журнал*. 1980. № 2. С.17–20.
43. Успенский В.В. Способ учета хвои и хвойной лапки *Pinus silvestris* L. *Растительные ресурсы*. 1983. Т. 19. № 3. С. 403–406.
44. Уткин А.И. и др. Определение запасов углерода насаждений на пробных площадях: сравнение аллометрического и конверсионного-объемного методов. *Лесоведение*. 1997. № 5. С. 51–65.
45. Уткин А.И. и др. Определение запасов углерода по таксационным показателям древостоев: метод поучастковой аллометрии. *Лесоведение*. 1998. № 2. С. 38–53.
46. Уткин А.И. и др. Продукционная инвариантность древостоев *Лесоведение*. 1988. № 2. С. 12–23.
47. Уткин А.И. Методика изучения вертикально-фракционного распределения фитомассы. Полевой этап в изучении вертикальной структуры фитомассы древостоев. *Вертикально-фракционное распределение фитомассы в лесах*. М.: Наука, 1986. С. 10–14.

48. Уткин А.И. Методика исследований первичной биологической продуктивности лесов. *Биологическая продуктивность лесов Поволжья*. М.: Наука, 1982. С. 59–72.

49. Уткин А.И. Первичная биологическая продуктивность лесов: истоки, состояние, перспективы. *Проблемы лесоведения и лесной экологии: тезисы докл.* М., 1990. Ч. 1. С. 68–71.

50. Уткин А.И. Состояние исследований учета массы деревьев и их частей в СССР и зарубежных странах. *Биологическая продуктивность лесов Поволжья*. М. : Наука, 1982. С. 59–72.

51. Уткин А.И., Каплина Н.Ф., Ильина Н.А. Уточнение техники применения регрессионного метода в изучении биологической продуктивности древостоев. *Лесоведение*. 1987. № 1. С. 40–53.

52. Чураков Б.П., Манякина Е.В. Депонирование углерода разновозрастными культурами сосны. *Ульяновский медико-биологический журнал*. № 1, 2012. С. 125–129.

53. Швиденко А.З., Строчинский А.А., Савич Ю.Н., Кашпор С.Н. Нормативно–справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии. К.: Урожай, 1987. 560 с.

54. Щепашенко Д.Г., Шведенко А.З., Шалаев В.С. Биологическая продуктивность и бюджет углерода листесвенничных лесов Северо-Востока России. Изд-во МГУ леса. 2008. 296 с.