

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ІННІ лісового і садово-паркового господарства

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

В.о. завідувача кафедри таксації лісу
та лісового менеджменту

Миронюк В.В.

(підпис)

(ПІБ)

_____ 20 ____ р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: Особливості росту соснових насаджень в Ізяславському
надлісництві філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України»**

Спеціальність 205 – Лісове господарство
(код і назва)

Гарант освітньої програми

кандидат с.-г. наук, доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Пузріна Н.В.

(ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

кандидат с.-г. наук, доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Леснік О.М.

(ПІБ)

Виконав

Ситарук М.В.

(підпис)

(ПІБ)

КИЇВ 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ІНСТИТУТ лісового і садово-паркового господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т.в.о. завідувача кафедри таксації лісу
та лісового менеджменту
доктор с.-г. наук, проф.

Миронюк В.В.

(підпис)

(ПІБ)

_____ 20 ____ року

З А В Д А Н Н Я

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Ситаруку Михайлу Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 205 – Лісове господарство

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: Особливості росту соснових насаджень в Ізяславському надлісництві філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України»

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 21 листопада 2025 р. № 2856 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2026.05.30

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: проект організації та розвитку лісового господарства Ізяславського надлісництва філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України», дані ТПП.

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Проаналізувати літературні джерела щодо предмету дослідження.
2. Описати методику проведення досліджень.
3. Проаналізувати стан лісового фонду підприємства.
4. Дослідити радіальний приріст та поточний приріст соснових насаджень у підприємстві.

Дата видачі завдання 20 жовтня 2025 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

Леснік О.М.

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

Ситарук М.В.

(підпис)

(ПІБ)

Зміст

ВСТУП	5
Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	7
Розділ 2. МЕТОДИКА ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДОСЛІДНОГО МАТЕРІАЛУ	15
Розділ 3. ЛІСОВОЙ ФОНД НАДЛІСНИЦТВА ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ	21
3.1. Організаційна структура надлісництва	21
3.2. Таксаційна характеристика лісового фонду	23
3.3. Обсяги заготівлі лісопродукції у підприємстві	27
РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ РОСТУ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ	32
4.1. Загальна характеристика дослідних даних	32
4.2. Динаміка радіального приросту стовбурів дерев сосни звичайної	36
4.3. Вплив кліматичних показників на радіальний приріст стовбурів дерев сосни звичайної	43
ВИСНОВКИ	52
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	54
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	55

ВСТУП

Актуальність теми. Вивчення особливостей росту деревостанів є надзвичайно важливим для сучасного планування лісогосподарської діяльності на основі принципів сталого лісокористування. Дослідження фізіологічної стійкості соснових деревостанів має важливе значення. Воно дозволяє об'єктивно оцінити їхню стійкість до негативних факторів природного середовища. Встановлення динаміки поточного приросту є основою при обґрунтуванні обсягів лісокористування на засадах раціонального використання лісових ресурсів.

Мета досліджень. Метою роботи є дослідження особливостей радіального приросту та фізіологічної стійкості соснових насаджень до природно-кліматичних чинників.

Головні завдання. З урахуванням актуальності теми та мети роботи були визначені основні завдання:

- провести аналіз літературних джерел за обраною тематикою дослідження;
- описати методику збору та обробки дослідного матеріалу;
- проаналізувати таксаційну характеристику насаджень підприємства;
- провести дослідження радіального проросту соснових насаджень;
- дослідити фізіологічну стійкість та вплив кліматичних показників на ріст та розвиток соснових деревостанів.

Об'єкт дослідження – лісовий фонд в Ізяславського надлісництва філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України».

Предмет дослідження – радіальний приріст та фізіологічна стійкість дерев у соснових насадженнях.

Основні положення методики дослідження: З метою проведення наукових досліджень та обґрунтування основних положень бакалаврської кваліфікаційної роботи, в модальних соснових насадженнях Ізяславського надлісництва було відібрано 39 зразків деревини (кернів) на трьох пробних

площах у різних вікових групах. Датування річних кілець проведено у програмному продукті *ImageJ* з встановленим плагіном *ObjectJ*. Дослідження фізіологічної стійкості та поточного радіального приросту дерев у соснових насадженнях проведено згідно загальноприйнятих методик.

Практична цінність отриманих результатів досліджень. Отримані результати дозволяють оцінити фізіологічну стійкість соснових насаджень до негативних природних факторів. А також вплив кліматичних показників на ріст та розвиток соснових деревостанів.

Структура та обсяг роботи. Бакалаврська кваліфікаційна робота виконана на 60 сторінках друкованого тексту та складається з: вступу, 4 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та списку літературних джерел. У роботі наведено 26 рисунки, 5 таблиць та 1 додаток.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Особливе місце в лісах України посідає сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), яка є однією з головних лісоутворювальних порід. Вона характеризується широкою екологічною амплітудою та здатністю формувати деревостани в різноманітних ґрунтово-кліматичних умовах – від сухих піщаних ґрунтів Полісся до більш родючих умов Лісостепу [3]. У науковій літературі підкреслюється, що успішність вирощування сосни, як породи, значною мірою зумовлена її біологічними особливостями, зокрема високою світлолюбністю, стійкою кореневою системою та відносною посухостійкістю.

У наукових дослідженнях Лакиди П.І. та ін. обґрунтовано підходи до актуалізації параметрів росту штучних деревостанів з урахуванням їх вікової структури, повноти та лісорослинних умов. Підкреслюється, що уточнення таксаційних показників є необхідною передумовою для підвищення точності прогнозування росту та продуктивності насаджень. Використання оновлених параметрів дозволяє вдосконалити планування лісогосподарських заходів і підвищити ефективність ведення лісового господарства [9].

Дослідження, проведені в різних регіонах Європи, свідчать, що дефіцит вологи у поєднанні з аномально високими температурами призводить до істотного зниження радіального приросту сосни звичайної [18]. У зв'язку з глобальними кліматичними змінами ці процеси набувають системного характеру, що створює додаткові ризики для вирощування високопродуктивних та стійких соснових насаджень.

Важливим аспектом оцінки стану лісів є фізіологічна стійкість дерев. Під фізіологічною стійкістю розуміють здатність дерев зберігати життєві функції та забезпечувати ріст за умов дії стресових факторів. У роботі С.Д. Allen та ін. показано, що тривалі посухи є однією з головних причин зниження приросту та масового всихання дерев у різних регіонах світу [24]. Для сосни звичайної

характерна відносно висока посухостійкість, проте її адаптаційні можливості не є необмеженими.

Дослідження Н. Hartmann підтверджують, що ключовим механізмом втрати фізіологічної стійкості є порушення водного балансу, що призводить до пригнічення фотосинтезу та ростових процесів [27]. Ці зміни чітко фіксуються в структурі річних кілець, що робить дендрохронологічні методи важливим інструментом оцінки стану деревостанів.

Аналіз наукових джерел свідчить, що поєднання даних про поточний приріст по об'єму та показників фізіологічної стійкості дозволяє комплексно оцінювати ефективність використання лісоресурсного потенціалу. У сучасних умовах такий підхід є необхідною основою для впровадження принципів сталого лісокористування та адаптації лісового господарства до кліматичних змін [31].

Ріст деревних порід, навіть в межах одного типу лісорослинних умов, носить відмінний характер, що визначається природною неоднорідністю середовища. Показниками процесу диференціації дерев у насадженнях можуть бути ряди розподілу дерев за ступенями товщини. У 10–20-річному віці максимальна кількість дерев фіксується у нижчих ступенях товщини. З віком насаджень, у результаті змикання крон, більша частина тонких дерев відмирає або вирубується [4].

Окремі дослідження українських авторів присвячені аналізу взаємозв'язку між кліматичними показниками та шириною річних кілець сосни звичайної. У цих роботах встановлено статистично значущі кореляції між величинами приросту та сумою опадів у травні–липні, а також середньою температурою повітря в період активної вегетації [15]. Це свідчить про те, що кліматичні фактори можуть виступати визначальними при формуванні продуктивності соснових насаджень у конкретні роки.

У сучасних наукових працях також підкреслюється роль клімату у формуванні фізіологічної стійкості соснових насаджень. Зменшення приросту розглядається не лише як економічний показник, а і як сигнал зниження адаптаційних можливостей дерев до несприятливих умов середовища [14]. У

цьому контексті аналіз поточного приросту по об'єму може використовуватися як індикатор стресового стану насаджень.

У сучасних дослідженнях дедалі більше уваги приділяється аналізу впливу кліматичних змін на ріст деревних порід. Підвищення середньорічних температур, збільшення частоти та тривалості посушливих періодів, а також зростання кліматичної мінливості створюють нові умови для розвитку лісових екосистем. У працях зарубіжних авторів зазначається, що зміни клімату можуть призводити до зсуву оптимальних зон росту деревних порід та змінювати характер їхнього росту [18]. Для сосни звичайної це означає необхідність адаптації до екстремальних умов зволоження та температурного режиму.

У навчальному посібнику В.П. Шлапака та ін. «Екологія лісів» значну увагу приділено впливу екологічних чинників на ріст і розвиток деревних порід, зокрема сосни звичайної. Автори характеризують особливості росту соснових насаджень залежно від ґрунтово-кліматичних умов, рівня зволоження та антропогенного впливу. Видання є корисним джерелом для дослідження продуктивності та екологічної стійкості сосни звичайної в лісових екосистемах [23].

У праці Н.С. Fritts зазначається, що «дерева є біологічними реєстраторами клімату» [26], оскільки кожне річне кільце формується під впливом конкретних умов вегетаційного періоду. Цей підхід широко застосовується для оцінки впливу посух, холодних або надмірно вологих років на ріст дерев.

У праці E.R. Cook і L.A. Kairiukstis підкреслюється, що дендрохронологічні методи дозволяють не лише реконструювати вплив кліматичних показників минулого, а й оцінювати фізіологічну стійкість дерев до стресових факторів [25]. Зменшення ширини річних кілець, поява аномальних зон у деревині та зміни річного приросту можуть свідчити про ослаблення дерев та зниження їх адаптаційного потенціалу.

У цьому контексті важливе значення має дослідження оцінки адаптаційних можливостей сосни звичайної. Багато авторів відзначають її відносно високу стійкість до посух завдяки морфологічним і фізіологічним особливостям,

зокрема здатності регулювати транспірацію та використовувати глибинні шари ґрунту для водозабезпечення [7]. Проте за умов повторюваних або надмірно інтенсивних стресів ці механізми можуть виявитися недостатніми, що призводить до ослаблення насаджень.

Високий рівень конкуренції за світло і поживні речовини у густих насадженнях призводить до зниження індивідуального приросту дерев, тоді як оптимальна густота сприяє формуванню продуктивних і стійких деревостанів [30]. Подібні висновки підтверджують і зарубіжні дослідження, які показують, що просторове розміщення дерев визначає доступність ресурсів та ефективність їх використання [28].

У наукових дослідженнях, присвячених впливу радіоактивного забруднення на лісові екосистеми, значна увага приділяється реакції сосни звичайної як однієї з основних лісоутворюючих порід. Зокрема, встановлено, що після аварії на Чорнобильській АЕС гостре сублетальне опромінення мало подвійний вплив на дерева: з одного боку, воно призвело до зменшення радіального приросту, а з іншого – послабило фізіологічну здатність дерев реагувати на екстремальні кліматичні умови, зокрема весняні та літні посухи в рік аварії. Використання дендрохронологічних методів дало змогу оцінити довготривалий вплив радіації, при цьому встановлено, що загальний зв'язок між ростом дерев і кліматичними чинниками суттєво не порушився. Виявлені закономірності мають багато спільного з реакціями інших популяцій сосни звичайної в межах її природного ареалу. Застосування методу *Full-Duration at Half-Maximum* дозволило простежити зміни кліматичної чутливості дерев, що є важливим для прогнозування їхньої реакції на подальші зміни довкілля. Водночас результати досліджень свідчать про неспецифічний характер реакції росту на радіаційний вплив, що підкреслює необхідність пошуку більш надійних індикаторів радіоактивного забруднення, зокрема на рівні анатомічної структури деревини. Це, у свою чергу, створює передумови для більш точного прогнозування наслідків радіаційного впливу на лісові екосистеми в цілому [29].

У сучасних умовах глобальних змін клімату підвищується частота екстремальних погодних явищ, що безпосередньо впливає на приріст і фізіологічну стійкість дерев. Зокрема, тривалі посушливі періоди зменшують радіальний приріст і підвищують ризик всихання дерев, навіть у стійких до посухи деревних видів [11]. Підтвердження цього дають і спостереження в Європі та Північній Америці, де спостерігається системне ослаблення насаджень під дією комбінації високих температур і нестачі вологи [7]. Таким чином, фізіологічна стійкість дерев виступає не лише характеристикою виду, а й ключовим показником для прогнозування розвитку лісових екосистем.

Показники приросту є найбільш динамічними серед таксаційних характеристик і першими реагують на зміну умов середовища, зокрема кліматичних чинників [1]. Це твердження є особливо важливим для дослідження соснових насаджень, які чутливо реагують на дефіцит вологи та температурні аномалії. Таким чином, використання показників поточного приросту по об'єму дозволяє не лише оцінювати продуктивність насаджень, а й опосередковано аналізувати їхню фізіологічну стійкість.

У контексті дослідження росту соснових насаджень особливого значення набуває аналіз впливу кліматичних факторів на параметри математичних моделей. Як зазначають автори, зміна температурного режиму та зволоження може призводити до зміни форми ростових функцій і співвідношення між діаметром, висотою та об'ємом дерев [20]. Це підтверджує необхідність врахування кліматичних чинників при застосуванні моделей росту і приросту в науковій практиці.

Слід зазначити, що клімат виступає одним із провідних факторів, які визначають просторову та часову мінливість росту соснових насаджень. Підвищення середньорічної температури повітря, зростання частоти посушливих періодів і зміна режиму опадів безпосередньо впливають на водний баланс дерев і, відповідно, на інтенсивність приросту. Зарубіжні дослідники зазначають, що за умов водного дефіциту сосна звичайна зменшує радіальний приріст, що відображається у звуженні річних кілець [12].

Лісові культури сосни, які створюються в останні десятиліття в різних типах лісорослинних умовах, характеризуються різною продуктивністю, що частково відображається у інтенсивності росту дерев, та різним екологічним станом, на що, у певній мірі, вказує життєздатність штучних деревостанів. Тому дослідження, спрямовані на встановлення екологічного стану штучних насаджень сосни звичайної та їх продуктивності є актуальними. Крім того, дані дослідження дозволяють встановити наукову обґрунтованість здійснених лісівничих заходів, спрямованих на відновлення та вирощування лісів [6].

Важливе місце в українській лісівничій літературі займають дослідження, присвячені оцінці впливу посух на ріст сосни звичайної. Встановлено, що тривалі періоди з дефіцитом атмосферних опадів призводять до зменшення інтенсивності камбіальної діяльності, що безпосередньо відображається у зниженні радіального та об'ємного приросту дерев [13]. Для регіонів Поділля ця проблема є особливо актуальною, оскільки саме тут спостерігається зростання частоти літніх посух упродовж останніх десятиліть.

Також на погіршення стану та продуктивність соснових лісів велику роль відіграє антропогенний вплив. Найбільші негативні наслідки відзначено в соснових насадженнях після дії низових пожеж. Негативна синергічна дія забруднення, посух, пожеж і епіфітотії кореневої губки суттєво посилює всихання сосняків. При аеротехногенному та рекреаційному навантаженнях відмічено хронічний тип усихання, що виявляється в передчасній дехромації та дефоліації дерев, посиленні природного відпаду дерев, вирівнюванні деревного намету внаслідок зменшення частки дерев I і II класів Крафта [22].

Моделювання росту деревостану розглядається як невеликий сегмент у загальній системі контролю й керування лісовими ресурсами. Підвищення точності прогнозування з урахуванням більшості факторів оточуючого середовища дає можливість збільшити якість управлінських рішень у контексті раціонального використання лісових ресурсів [8].

Значний інтерес для лісівничих досліджень становить «Лісотаксаційний довідник», укладений А.М. Білоусом, С.М. Кашпором, В.В. Миронюком,

В.А. Свинчуком та О.М. Лесніком. У цьому виданні узагальнено нормативні та довідкові матеріали, необхідні для оцінювання таксаційних показників дерев і деревостанів [2]. Автори зазначають, що використання уніфікованих таксаційних нормативів є необхідною умовою порівняння результатів досліджень у різних регіонах України, зокрема в умовах різних природно-кліматичних зон.

Таким чином, аналіз літературних джерел засвідчив, що вивчення росту соснових насаджень потребує комплексного підходу, який поєднує класичні таксаційні методи з аналізом кліматичних чинників. Поточний приріст по об'єму, математичні моделі росту та дендрохронологічні дослідження дозволяють глибше зрозуміти закономірності розвитку насаджень і оцінити їхню адаптацію до змін умов середовища. Це створює наукову основу для подальших досліджень росту соснових насаджень у конкретних лісорослинних умовах, зокрема в Ізяславському надлісництві філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України».

Висновки до 1 розділу. На основі аналізу літературних джерел встановлено, що сучасні підходи до вивчення росту соснових насаджень ґрунтуються на поєднанні класичних таксаційних методів, математичного моделювання та аналізу кліматичних чинників. Поточний приріст по об'єму виступає ключовим показником продуктивності, а його міжрічна мінливість відображає реакцію деревостанів на зміну погодних умов. Це дозволяє розглядати показники росту не лише як таксаційну характеристику, а і як індикатор екологічного стану лісових екосистем.

З огляду на це, дослідження особливостей росту соснових насаджень у межах окремих лісогосподарських підприємств, зокрема і Ізяславського надлісництва, мають важливе наукове та практичне значення. Узагальнення результатів таких досліджень дозволяє не лише оцінити сучасний стан насаджень, а й сформулювати науково обґрунтовані рекомендації щодо адаптації

лісового господарства до кліматичних змін та забезпечення сталого використання лісових ресурсів.

Результати аналізу літературних джерел створюють теоретичну основу для подальших експериментальних досліджень росту соснових насаджень. Вони підтверджують доцільність поєднання таксаційних, дендрохронологічних і кліматичних підходів при вивченні особливостей росту сосни звичайної у конкретних лісогосподарських умовах, зокрема в межах Ізяславського надлісництва філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України».

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДОСЛІДНОГО МАТЕРІАЛУ

Для проведення дослідження у модальних соснових деревостанах Ізяславського надлісництва було закладено 3 тимчасові пробні площі (ТПП) та відібрано 39 зразків деревини (кернів). ТПП були закладені у Партизанському лісництві (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Територіальне розташування пробних площ

Першу пробну площу було закладено у молодняках віком 16 років. Друга пробна площа закладена у середньовіковому насадженні віком 54 років. Третя пробна площа була закладена у стиглому насадженні віком 89 років (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Таксація насадження на ТПП

Для відбору зразків деревини попередньо закладались тимчасові пробні площі згідно вимог СОУ 02.02-37-476:2006 [21]. Пробні площі закладались у найбільш характерних місцях таксаційних виділів, а саме – тип лісорослиних умов (C_2), повнота (0,7-0,8). У соснових насадженнях були закладені кругові

пробні площі радіусом 12,62 м у групах віку середньовікові та стиглі насадження, а також радіусом 3,98 м у молодняках (рис. 2.2). На пробах проведено суцільний перелік дерев, обмір модельних дерев та відбір зразків деревини (кernів).

Вимір висоти модельних дерев проводив за допомогою висотоміра *Halgöf EC-II-D*. Для встановлення меж (радіуса) на ТПП використовувалась мірна стрічка довжиною 20 метрів. Для відбору зразків деревини використовувався віковий бур *Haglöf* (рис.2.2). Відбір kernів проводився у модельних дерев на висоті 1,3 м. Зразки деревини відбирались перпендикулярно до поздовжньої осі стовбура. У випадку пошкодження зразка деревини відбір проводився повторно.

Отримані зразки деревини були розміщені на дерев'яній підкладці, що є дуже зручною для транспортування. Поблизу кожного зразка kernу було нанесено шифрування проби, яке містить інформацію про місце відбору зразків деревини. Перший набір літер латинського алфавіту містить зашифровану назву підприємства (наприклад, PL – Партизанське лісництво). Далі наведено інформація про квартал, виділ, номер пробної площі та модельного дерева. Після цього записуються значення таксаційних показників – діаметр і висота (наприклад, PL-35/16-3/1 Н 9,5 D 16,5) (Додаток А).

Подальші роботи з кернами проводились у лабораторних умовах. Підготівельні роботи з кернами складались з наступних етапів: проклеювання столярним клеєм зразків, а далі, після повного висихання, шліфування та зачищення зразків деревини.

Для дослідження ширини річних кілець та загального радіального приросту, зразки деревини були відскановані на ПК. Підготовлений kern сканували на сканері високої роздільної здатності *Canon*, з роздільною здатністю 300 точок на дюйм. Для покращення якості зображення, відсканований файл редагувався в редакторі контрастності та яскравості.

Для того що б визначити ширину річного приросту, було вирішено використовувати програму *ImageJ*, в яку завантажувався плагін *ObjectJ*

(рис. 2.3, а), який необхідний для коректної роботи програмного продукту. В програмний продукт завантажуються відскановані зразки деревини (рис. 2.3, б). Макет якого був розроблений для розрахунку і вимірювань ширини річних кілець. При виконанні масштабування, враховано те, що одиниця вимірювання ширини річних кілець є міліметри. Тому проведено перерахунок з дюймів в міліметри, враховуючи, що в один дюйм становить 25,4 мм: $300/25,4=11,81$ мм.

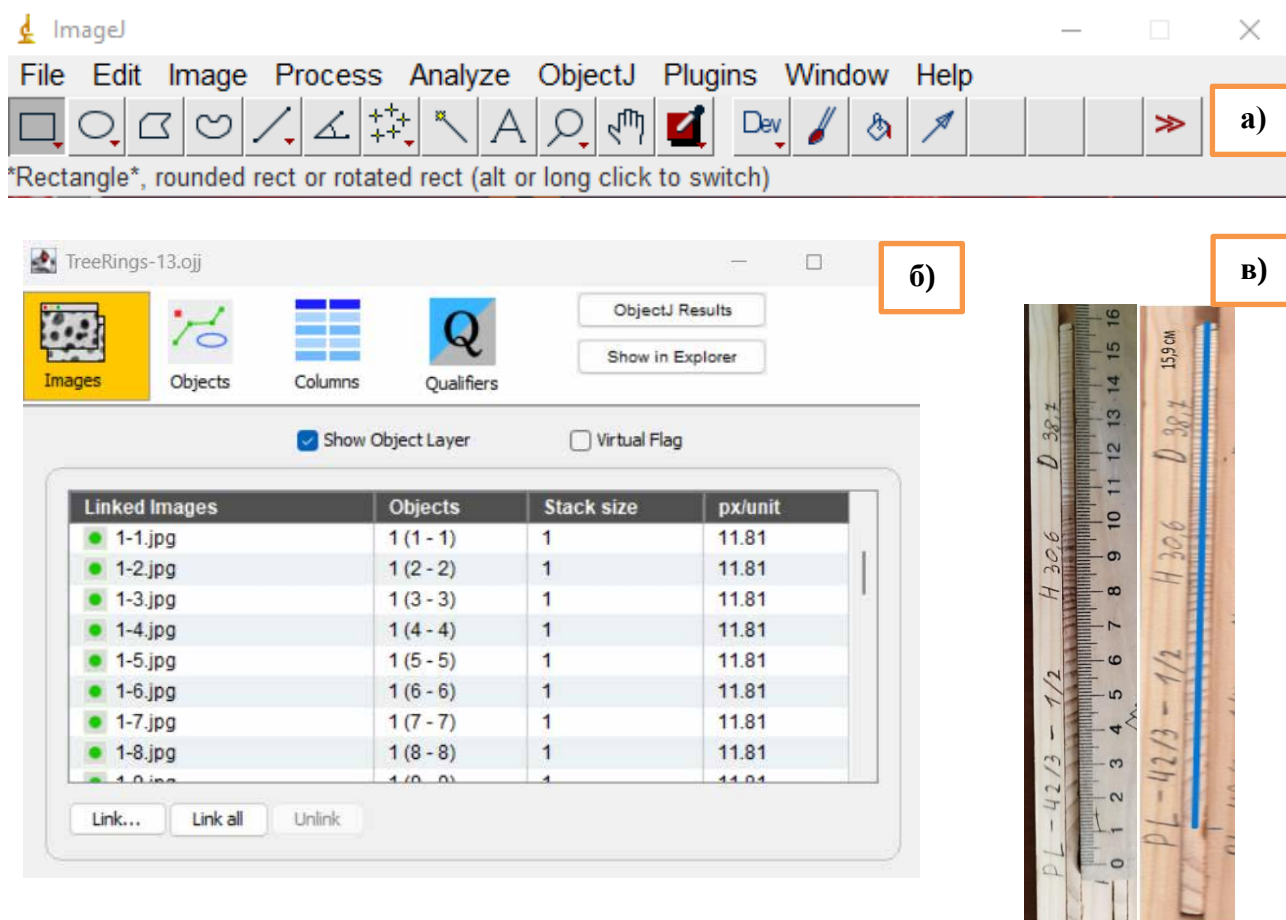


Рис. 2.3. Програмний продукт *ImageJ* з встановленим плагіном *ObjectJ*

Проводимо контрольний вимір, для перевірки правильності встановлення масштабу, беремо випадковий керн, за допомогою лінійки з точністю до 1 мм вимірюємо відстань від серцевини до кори, також вимірюємо цю ж відстань за допомогою програми *ImageJ* (рис. 2.3, в). У випадку відсутності розходжень проводиться подальше датування річних кілець на зразках деревини. Провівши контроль встановлено, що відхилення менше 1 мм (менше 0,5 %), що є допустимим для продовження подальших досліджень.

Датування річних кілець проводиться від серцевини до кори. Враховуючи, що пробні площі та відбір зразків деревини проводився в кінці літа (серпень), відповідно річне кільце останнього року не було повноцінно сформованим із наявністю пізньої деревини, прийняте рішення 2025 рік не враховувати для подальших досліджень. На рис. 2.4 наведено приклад датування річних кілець на зразку деревини в програмному продукті *ImageJ*.



Рис. 2.4. Датування річних кілець у програмному продукті *ImageJ*

В цілому опрацьовано 39 зразків деревини із 3 ТПП. Отримані дані будуть використані для дослідження радіального приросту соснових насаджень у підприємстві.

Висновки до 2 розділу. У розділі обґрунтовано та описано методику збору і обробки дослідного матеріалу для дослідження радіального приросту соснових деревостанів. Для цього у соснових насадженнях Ізяславського надлісництва було закладено три тимчасові пробні площі у різновікових деревостанах

(молодняки, середньовікові та стиглі насадження), на яких проведено таксаційні вимірювання та відібрано модельні дерева.

У ході польових досліджень відібрано 39 зразків деревини (кernів), які були підготовлені та опрацьовані у лабораторних умовах. Для визначення ширини річних кілець і радіального приросту використано програмне забезпечення *ImageJ* із плагіном *ObjectJ*, що забезпечило достатню точність вимірювань. Отримані дані є надійною основою для подальшого аналізу особливостей росту та радіального приросту соснових насаджень у наступних розділах бакалаврської кваліфікаційної роботи.

РОЗДІЛ 3

ЛІСОВОЙ ФОНД НАДЛІСНИЦТВА ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

3.1 Організаційна структура надлісництва

Ізяславське надлісництво філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України» розташоване в північно-західній частині Хмельницької області Шепетівського адміністративного району.

Поштова адреса: 30300, вул. Михельська, 32, м. Ізяслав, Хмельницька область тел./факс: +380 97 557 01 55

Електронна адреса: izyaslavske.lg@e-forest.gov.ua



Рис. 3.1. Контора Ізяславське надлісництво філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України»

Загальна площа земель лісового фонду Ізяславського надлісництва філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України» становить 49492,7 га. У структуру надлісництва входить двадцять шість лісництв, два нижніх склади, дві транспортні ділянки, лісопромисловий комплекс. Основною виробничою одиницею на підприємстві є лісництво. Адміністративно-організаційна структура надлісництва наведена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Адміністративно-організаційна структура Ізяславського надлісництва
філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України» [19]

№ зп	Назва лісництва	Площа, га
1.	Кривинське	1304,9
2.	Комарівське	1542,6
3.	Нетішинське	1642,3
4.	Хоровицьке	1456,8
5.	Голицьке	1234,1
6.	Партизанське	1120,8
7.	Теребіжі	1133,4
8.	Стриганське	1169,9
9.	Варварівське	1307,8
10.	Славутське	1551,8
11.	Крупецьке	1292,2
12.	Миньківське	1332,8
13.	Ташківське	1264,5
14.	Хутірське	1055,2
15.	Романінське	1179,2
16.	Городецьке	1133,0
17.	Кряжова Буда	1164,0
18.	Жуківське	2348,3
19.	Михельське	4519,9
20.	Лютарське	4985,2
21.	Плужнянське	4759,3
22.	Клиновецьке	2249,0
23.	Кунівське	2295,8
24.	Гурщанське	1750,2
25.	Покощівське	1956,9
26.	Білогірське	2742,7
Разом по надлісництву		49492,7

Розподіл площ надлісництва за лісництвами є нерівномірним. Найменшу площу має Хутірське лісництво 1055, 2 га (2,1 %), а найбільшу Лютарське – 4985,2 га (10,1 %). Дана структура розподілу площ пов'язана із виробничою необхідністю та останньою реорганізацією та приєднанням територій.

3.2 Таксаційна характеристика лісового фонду

У Постанові КМУ від 16.05.07р. № 733 наведено порядок поділу лісів на категорії залежно від їх функціонального призначення, а також визначено умови виділення особливо захисних лісових ділянок. Постанова регламентує основні підходи поділу лісів на природоохоронні, рекреаційно-оздоровчі, захисні та експлуатаційні, що є важливим для організації раціонального лісокористування. Визначені нормативи та критерії сприяють забезпеченню збереження екологічних функцій лісів і їх сталого використання [17].

Існуючий поділ лісів на категорії проведено згідно постанови КМ України від 16.05.07р. № 733 «Порядок поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних лісових ділянок» [16]. Відповідно до проєкту організації та розвитку лісового господарства Ізяславського надлісництва [19] 65 % території надлісництва становлять експлуатаційні ліси (рис.3.2). Це свідчить про те, що більшість лісового фонду використовуються для задоволення потреб національної економіки у деревині.



Рис. 3.2. Розподіл площі земель лісового фонду за категоріями лісів

Частка захисних лісів становить 16 %, рекреаційно-оздоровчих – 13 %, а ліси природоохоронного, наукового та історико-культурного призначення

займають 6 % площ. Такий розподіл свідчить про чітко виражену господарську спрямованість підприємства, оскільки майже дві третини площі використовуються для експлуатаційних цілей. Водночас значна частка захисних та рекреаційних лісів (разом 29 %) підтверджує виконання також екологічних і соціальних функцій лісів підприємства. Отже, структура земельного фонду є збалансованою з позиції поєднання економічної та природоохоронної діяльності.

На території лісового фонду Ізяславського надлісництва переважаючою по площі породою є сосна звичайна (60 %), що свідчить про її провідну роль як основної лісоутворюючої породи. На рис. 3.3. наведено розподіл площі за основними деревними видами.

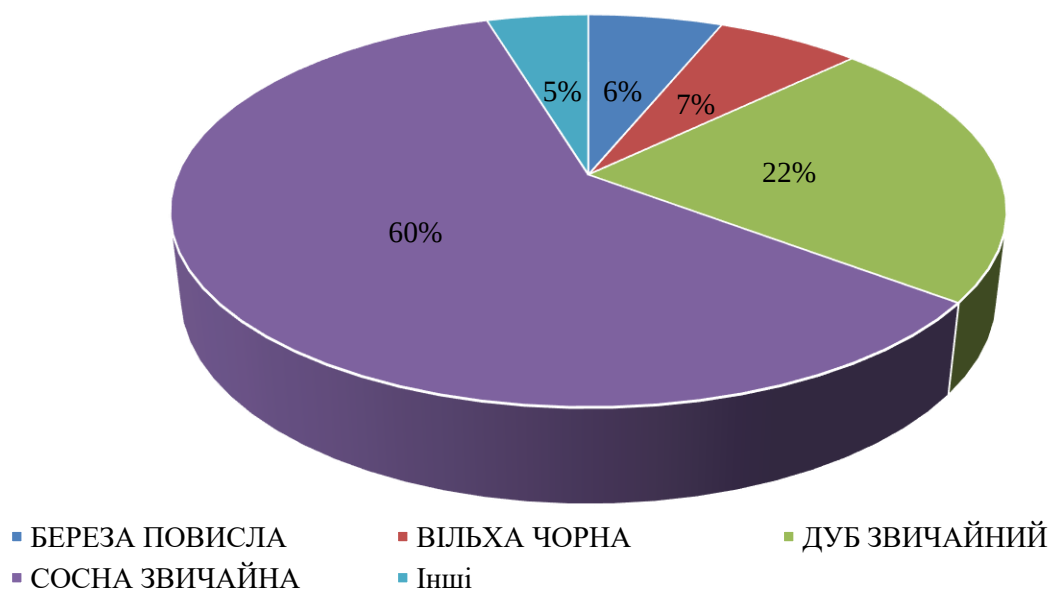


Рис. 3.3. Розподіл площі лісових земель за деревними видами у Ізяславському надлісництві

Згідно даних рис. 3.3. встановлено, що частка дуба звичайного становить 22 %, берези повислої – 6 %, вільхи чорної – 7 %, інші породи зростають на 5 % площ. Переважання соснових насаджень зумовлене ґрунтово-кліматичними умовами регіону та їх високою продуктивністю. Значна частка дуба підвищує екологічну стійкість лісів та формує цінний твердолистяний фонд. Частка м'яколистяних порід (береза, вільха) свідчить про природні процеси поновлення та різноманітність деревостанів. Загалом породна структура характеризується

домінуванням хвойних порід та достатньою часткою твердолистяних, що позитивно впливає на господарську цінність лісів. На рис. 3.4 наведена динаміка розподілу площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за групами порід і групами віку.

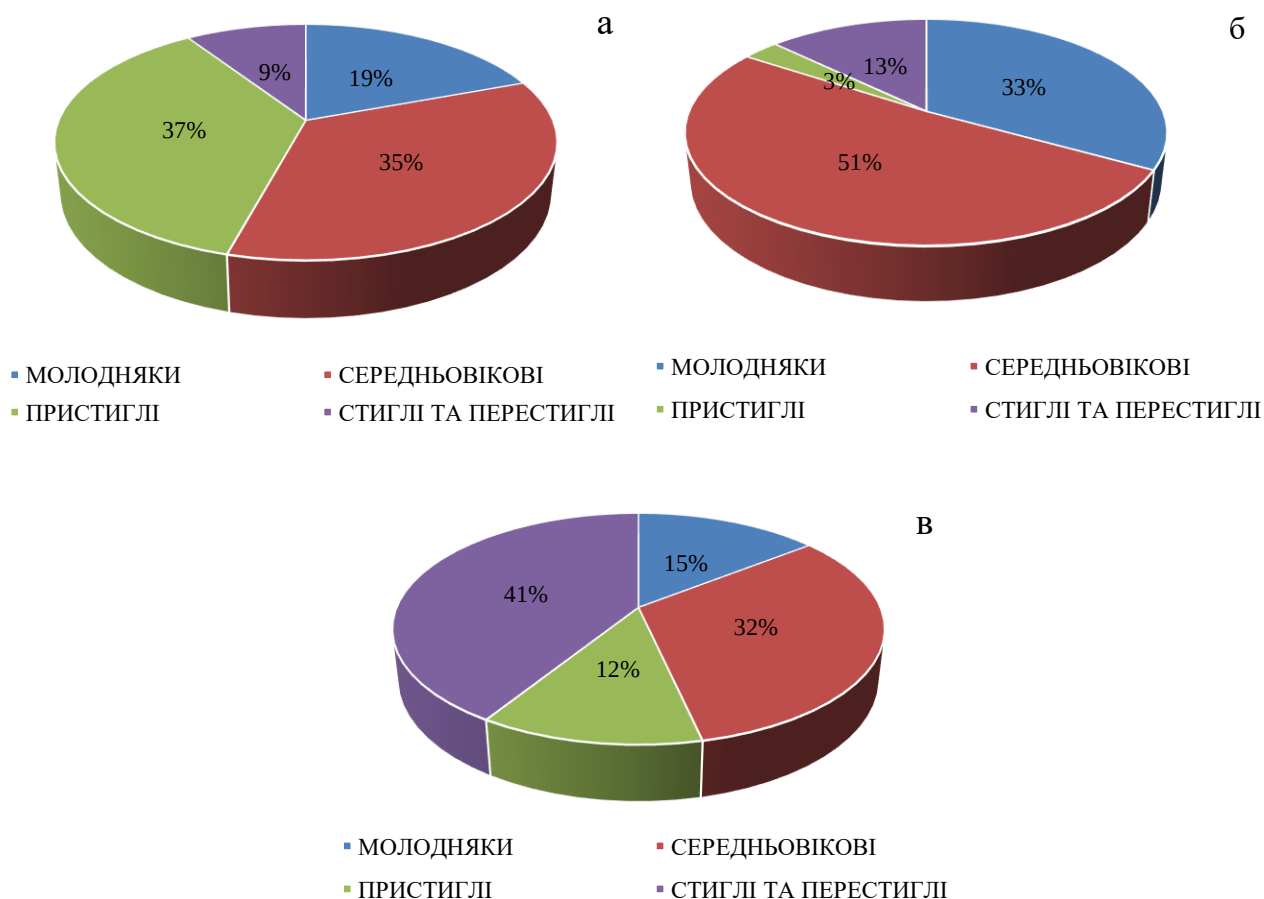


Рис. 3.4. Розподіл площі лісових ділянок вкритих лісовою рослинністю за групами порід і групами віку: а) хвойні; б) твердолистяні; в) м'яколистяні

Аналіз вікової структури насаджень за групами порід свідчить про переважання середньовікових деревостанів у підприємстві по площі. У хвойних насадженнях найбільшу частку займають середньовікові та пристигаючі ліси, що формує перспективний експлуатаційний фонд на найближчі десятиліття. Частка стиглих і перестійних насаджень є меншою, що свідчить про відсутність перенакопичення стиглої деревини. У твердолистяних насадженнях також переважають середньовікові деревостани, тоді як молодняки займають дещо

меншу площу, що може вказувати на необхідність посилення лісовідновних заходів для цієї групи порід. М'яколистяні насадження характеризуються більш рівномірним розподілом між молодняками та середньовіковими насадженнями, що пов'язано з їх швидшим ростом та коротшим оборотом рубки. На рис. 3.5 наведена характеристика площі земель підприємства за класами бонітету.

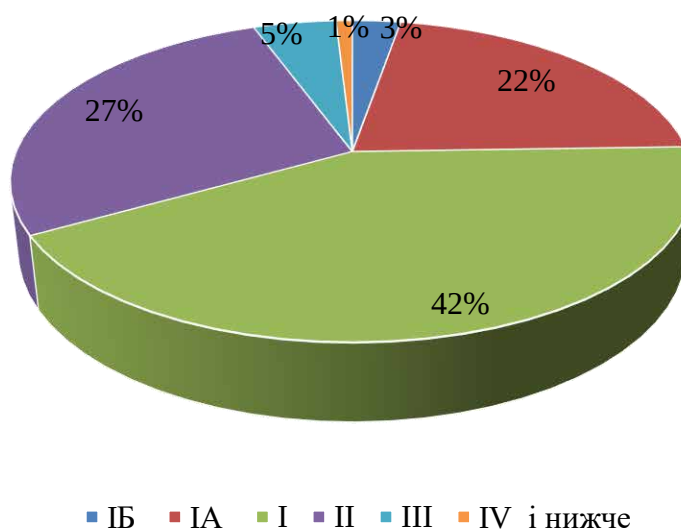


Рис. 3.5. Розподіл площі насаджень у Ізяславському надлісництві за класами бонітету

У Ізяславському надлісництві переважають висопродуктивні насадження. Найбільшу частку площі займають насадження I класу бонітету – 42 %, що свідчить про відповідність лісорослинних умов вирощуванню головних лісотвірних порід у підприємстві. Значну частку також становлять насадження Ia – 22 % та II класу – 27 %. Меншу площу займають насадження Ib класу – 3 %, III класу – 5 %, тоді як частка насаджень IV–V класів є незначною (близько 1 %). На рис. 3.6 наведена характеристика площі земель підприємства за повнотами.

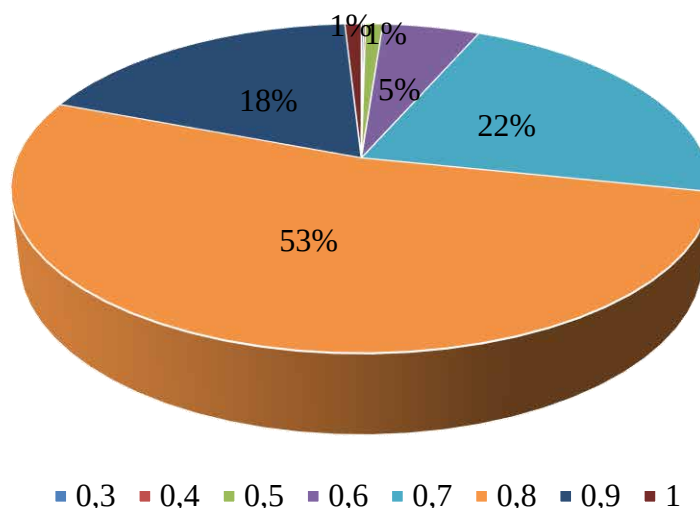


Рис. 3.6. Розподіл площі насаджень у Ізяславському надлісництві за повнотами

Згідно з представленими даними на діаграмі, у структурі насаджень переважають деревостани з повнотою 0,8, частка яких становить 53 % від загальної площі. Значну частку також займають насадження з повнотою 0,7 – 22 % та 0,9 – 18 %. Менша частка припадає на насадження з повнотою 0,6 – 5 %. Інші категорії повнот (0,3; 0,4; 0,5 та 1,0) представлені незначними площами.

3.3. Використання лісоресурсного потенціалу

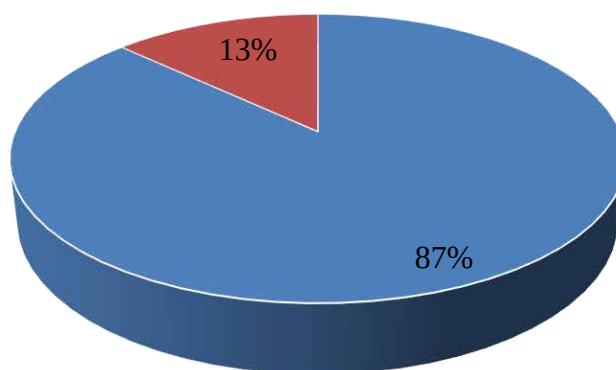
У звітному періоді в лісах підприємства здійснювалася заготівля ліквідної деревини в межах встановлених лісовпорядкуванням обсягів. Основну частку в структурі заготівлі становила ділова деревина, що свідчить про переважання рубок стиглих і перестійних насаджень. У породному складі заготовленої продукції переважають хвойні породи, тоді як частка твердолистяних та м'яколистяних порід є меншою, проте вони також відіграють важливу роль у формуванні загального обсягу лісосировинних ресурсів підприємства. Така структура заготівлі відображає відповідність породному складу лісового фонду підприємства.

Найбільшими споживачами деревини є ТОВ «Кроноспан.УА», ТОВ «Веселі бобри», компанія «Галеон», ТОВ «Паллета 888»,

ПДВ «Перечинський ПХК» та місцеве населення. Розподіл заготовленої деревини в межах видів рубок за 2024 рік наведено на рис. 3.7.

У структурі заготівлі деревини за видами рубок у 2024 році переважають:

- рубки головного користування – 87 %;
- рубки формування і оздоровлення лісів – 13 %, (з них рубки догляду – 10,4 %; вибіркові санітарні рубки – 2,3 %; суцільні санітарні рубки – 0,3 %).



- Рубка головного користування
- Рубки формування і оздоровлення лісів

Рис. 3.7. Обсяги заготівлі деревини за 2024 рік за видами рубок

Отже, понад 87 % заготівлі припадає на рубки головного користування, що свідчить про значні обсяги стиглих насаджень. Невелика частка санітарних рубок (2,6 %) вказує на задовільний санітарний стан лісів. Частка рубок догляду (10,4 %) відповідає затвердженим обсягам лісовпорядкуванням. На рис. 3.8 наведено розподіл обсягів заготівлі деревини у підприємстві за групами порід.

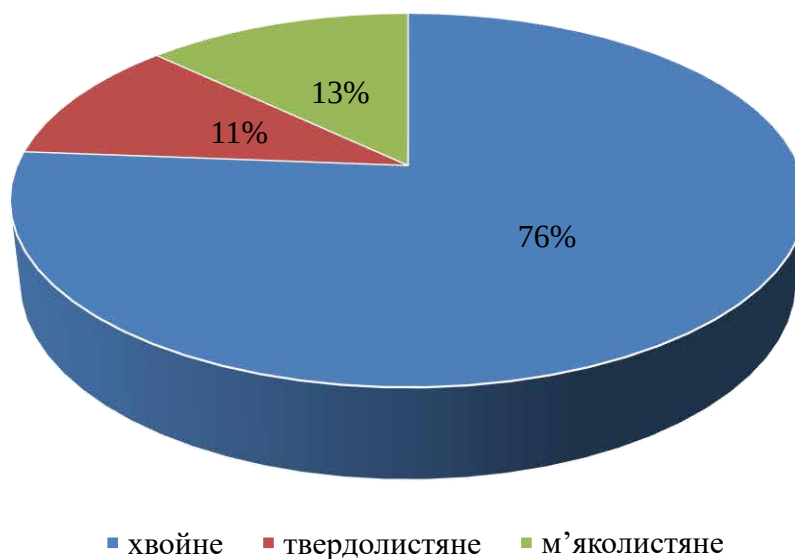


Рис. 3.8. Обсяги заготівлі деревини за 2024 рік за групами порід

У 2024 році у підприємстві найбільше заготовлено лісоматеріалів хвойних порід (76%), а заготівля по м'яколистяних та твердолистяних породах проводилась у значно менших обсягах (11-13%). Даний розподіл повністю відповідає породній структурі насаджень у надлісництві. На рис. 3.9. наведений розподіл заготовленої деревини за породами.

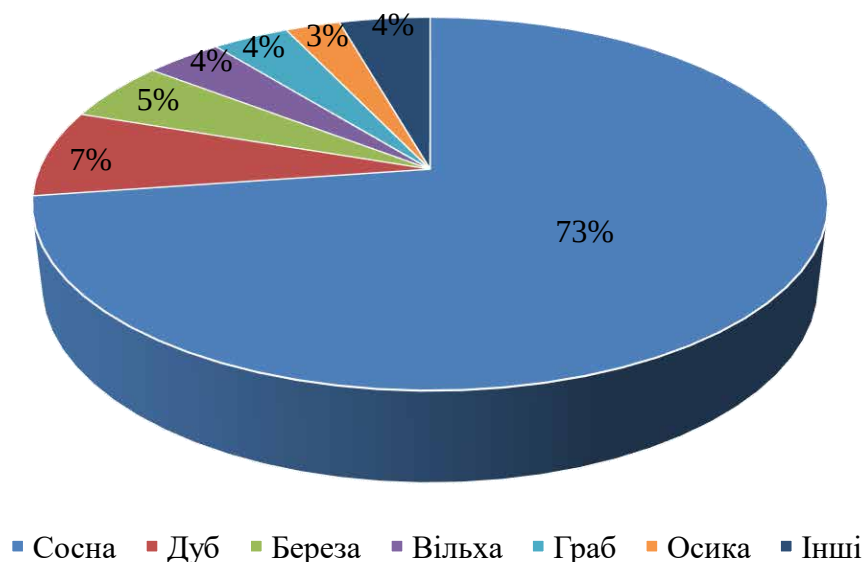


Рис. 3.9. Обсяги заготівлі деревини по породах за 2024 рік

Як видно з даних наведених на рис. 3.9., у структурі заготівлі деревини за 2024 рік переважає порода сосна, яка складає 73 % від загального обсягу заготовленої деревини, заготівля по інших породах проводилась в значно менших обсягах (від 1 до 7 %). Такий розподіл підтверджує чітку спеціалізацію підприємства на заготівлі хвойної деревини при одночасному використанні ресурсів твердолистяних і м'яколистяних порід. Водночас частка листяних порід у сукупності становить 24 % що забезпечує різноманітність асортименту продукції та більш повне використання лісоресурсного потенціалу. На рис. 3.10 наведений розподіл обсягів заготовленої деревини за видами заготовленої продукції.

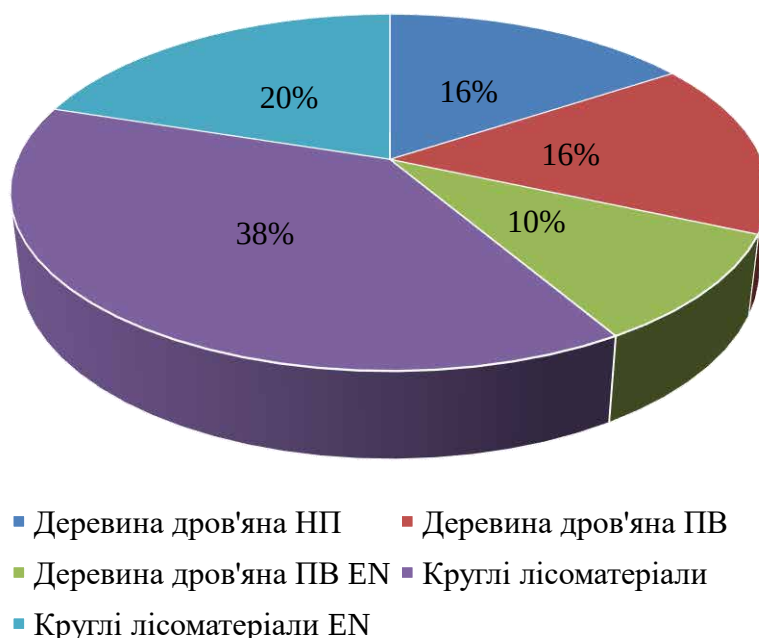


Рис. 3.10. Розподіл обсягів заготовленої деревини за видами заготовленої продукції

Як видно з аналізу даних наведених на рис. 3.10, понад 58 % продукції становлять круглі лісоматеріали, що свідчить про орієнтацію підприємства на виробництво товарної високоякісної деревини. Частка паливної деревини (42 %) забезпечує використання низькосортної сировини та комплексність переробки.

Висновки до 3-го розділу. Аналіз структури земель лісового фонду дозволи встановити, що 65 % площ становлять експлуатаційні ліси, що визначає господарську спрямованість підприємства. Водночас 35 % території виконують екологічні та соціальні функції. Породний склад характеризується домінуванням сосни звичайної (60 %), що формує основу ресурсного потенціалу. Заготівля деревини переважає по хвойному господарству (76 %). У 2024 році 87 % заготівлі деревини проведено від рубок головного користування, а від рубок формування і оздоровлення лісів – 13%.

РОЗДІЛ 4

ДОСЛІДЖЕННЯ РОСТУ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ

4.1. Характеристика дослідного матеріалу

У Ізяславському надлісництві в насадженнях Партизанського лісництва було закладено тимчасові пробні площі радіусом 12,62 м (500 м²) та 3,98 м (50 м²). Відбір місць пробних площ проводився таким чином, що б таксаційні показники ділянок, відповідали середнім по підприємству, тобто насадження були модальними. Таксаційна характеристика пробних площ наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Характеристика тимчасових пробних площ

Показник	Номер пробної площі		
	1	2	3
Площа виділу, га	0,6	2,2	1,0
Вік, років	88	53	15
Сума площ поперечних перерізів на ТПП, м ²	1,93	1,94	0,27
Кількість дерев на ТПП, шт	30	43	22
Середній діаметр деревостану, см	37,0	24,0	12,4
Середня висота деревостану, м	30,6	23,7	8,9
Клас бонітету	Ia	Ia	Ia
ТЛУ	C2	C2	C2
Повнота	0,70	0,80	0,70
Запас деревини, м ³ ·га ⁻¹	370	320	35

Розрахунок середнього діаметра (D):

$$D = 200 \cdot \sqrt{\frac{G}{N \cdot \pi}} \quad (4.1)$$

де N - загальна кількість дерев на площі переліку, шт; G – сума площ поперечних перерізів, м².

Середня висота насадження визначалась на основі даних обмірних 13 модельних дерев, відібраних у насадженні методом пропорціонального ступінчастого представництва, з побудовою графіка кривої висот (рис. 4.1).

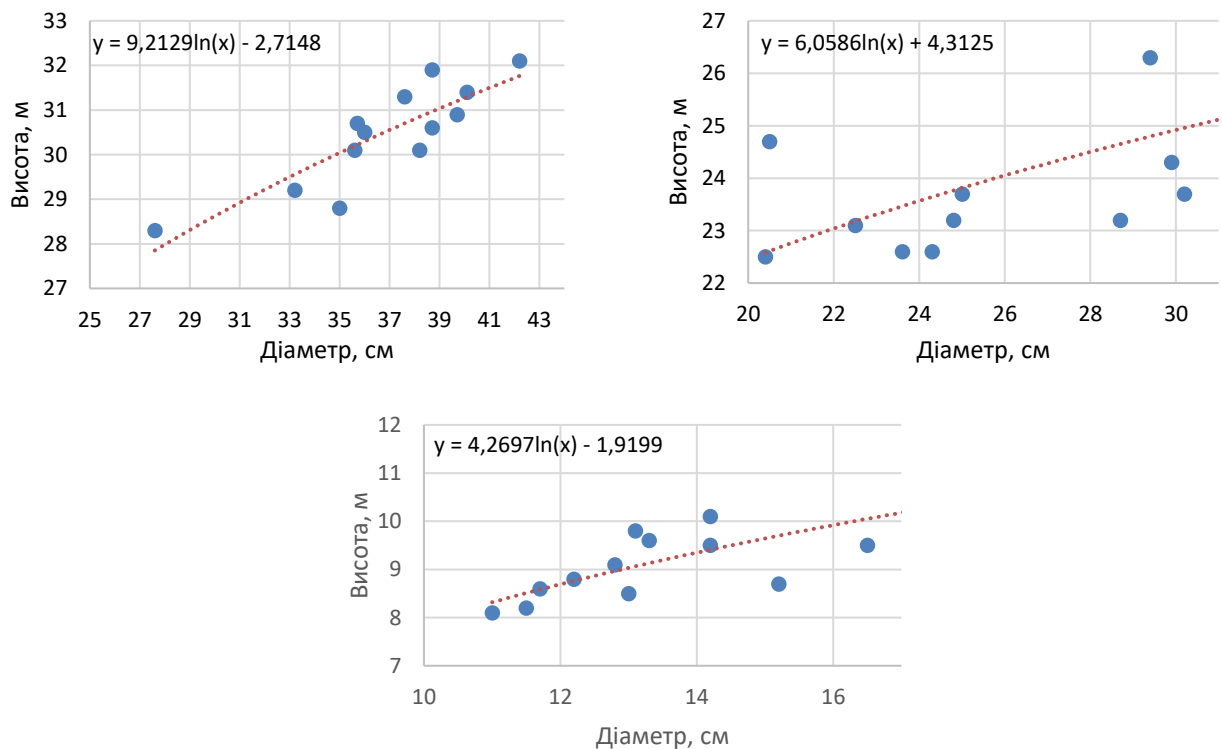


Рис. 4.1. Криві висот ТПП № 1-3

В результаті побудови кривої висот (рис. 4.1), на основі середнього діаметра, була встановлена середня висота насаджень на трьох ТПП. З метою подальшого дослідження радіального приросту соснових насаджень проведено датування річних кілець, на відібраних зразках деревини, у спеціальному програмному забезпеченні *ImageJ* із встановленим додатково плагіном *ObjectJ*.

У табл. 4.2 наведена статистична характеристика дослідних даних на ТПП №1 які відібрані у стиглому деревостані віком 88 років.

Таблиця 4.2

Статистична характеристика дослідних даних ТПП №1

ТПП	№ мод. дерева	Кількість кілець, шт	Ширина річного кільця, мм			Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації
			мінімальна	максимальна	середня		
1	1	77	0,34	12,76	2,22	2,04	91,8
	2	77	0,34	10,84	2,06	1,61	78,0
	3	71	0,20	16,82	2,01	2,51	124,9
	4	74	0,43	20,33	1,91	2,53	132,3
	5	82	0,34	5,50	2,00	1,13	56,4
	6	78	0,23	7,29	2,23	1,75	78,4
	7	80	0,36	12,43	1,95	1,86	95,2
	8	84	0,57	7,18	1,82	1,31	72,2
	9	70	0,62	23,71	2,51	2,81	111,9
	10	77	0,57	9,69	1,85	1,52	82,1
	11	58	0,37	6,70	1,68	1,53	91,6
	12	82	0,43	8,81	2,20	1,31	59,5
	13	80	0,23	7,91	1,64	1,65	100,2

У стиглому деревостані (88 років) середня ширина річного кільця зменшується з віком, що підтверджує природне вікове уповільнення радіального росту. Мінімальні значення ширини річного кільця (0,20–0,34 мм) свідчать про періоди пригнічення росту, ймовірно пов'язані з несприятливими кліматичними умовами. Коефіцієнти варіації залишаються високими (56–132 %), а в окремих випадках перевищують показники середньовікового насадження. Це свідчить про підвищену чутливість стиглих дерев до екологічних факторів, що пов'язано зі зниженням фізіологічної стійкості з віком. На відміну від молодняків, де варіація обумовлена конкуренцією та формуванням структури, у стиглих насадженнях вона відображає реакцію на кліматичні та стресові чинники. Отже, стиглі соснові насадження характеризуються зниженим, але екологічно чутливим радіальним приростом, що є важливим показником їх фізіологічного стану та адаптаційного потенціалу.

ТПП №2 була закладена у середньовіковому деревостані віком 53 років. Статистична характеристика дослідних даних ТПП наведена у табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Статистична характеристика дослідних даних ТПП №2

ТПП	№ мод. дерева	Кількість кілець, шт	Ширина річного кільця, мм			Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації
			мінімальна	максимальна	середня		
2	1	42	0,79	12,43	2,90	2,77	95,3
	2	44	0,34	10,08	1,68	2,08	123,7
	3	45	0,49	7,25	2,19	1,47	67,0
	4	43	0,73	9,55	2,56	1,99	77,5
	5	45	0,47	6,80	2,11	1,84	87,1
	6	43	0,68	8,99	2,18	1,70	78,2
	7	45	0,65	7,71	2,19	1,81	82,3
	8	43	1,36	13,10	3,26	2,56	78,3
	9	43	1,19	12,70	3,12	2,50	79,9
	10	40	1,14	11,49	2,69	2,20	82,1
	11	46	0,93	7,29	2,52	1,61	63,8
	12	44	0,34	16,26	2,27	2,88	126,8
	13	46	1,15	15,11	2,88	2,48	86,0

У середньовіковому насадженні спостерігається зменшення середньої ширини річного кільця (переважно 1,6–3,3 мм), що відповідає біологічній закономірності зниження радіального приросту з віком. Водночас коефіцієнти варіації є дуже високими (67–126 %), що свідчить про значну варіабельність приросту. Така мінливість може бути зумовлена посиленням внутрішньовидової конкуренції, кліматичними коливаннями та впливом господарських заходів у попередні роки. Порівняно з молодняками, приріст стає менш інтенсивним, але більш чутливим до зовнішніх факторів. Це вказує на перехід деревостану у фазу структурної стабілізації з одночасним зростанням впливу екологічних стресів. Таким чином, середньовіковий період характеризується зниженням абсолютних показників приросту при зростанні його варіабельності.

Пробна площа №3 була закладена у молодняках, віком 15 років. Статистична характеристика дослідних даних ТПП наведена у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Статистична характеристика дослідних даних ТПП №3

ТПП	№ мод. дерева	Кількість кілець, шт	Ширина річного кільця, мм			Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації
			мінімальна	максимальна	середня		
3	1	12	2,71	13,19	6,44	2,74	42,6
	2	13	1,10	6,61	4,29	1,70	39,6
	3	12	1,36	6,77	3,92	1,95	49,8
	4	13	3,16	8,81	5,35	1,92	35,8
	5	12	2,37	8,15	4,62	2,01	43,6
	6	10	3,73	7,91	5,59	1,22	21,9
	7	12	3,98	9,83	6,34	1,91	30,2
	8	11	2,73	7,29	4,72	1,67	35,4
	9	11	2,63	6,86	4,45	1,28	28,7
	10	10	3,84	7,12	5,11	1,24	24,3
	11	13	1,02	8,15	3,69	2,26	61,3
	12	12	2,60	8,24	4,82	1,82	37,7
	13	12	1,47	11,44	4,69	2,91	62,0

У молодняках (табл. 4.4) середня ширина річних кілець знаходиться в межах 3,7–6,4 мм, що свідчить про інтенсивний радіальний приріст у ранньому віці. Значні амплітуди між мінімальними та максимальними значеннями вказують на активну реакцію дерев на зміну умов середовища. Коефіцієнт варіації (21–62 %) характеризує помірну та підвищену мінливість приросту. Найнижча варіація притаманна окремим модельним деревам із стабільними умовами росту, тоді як високі значення (понад 60 %) свідчать про підвищену чутливість окремих дерев до кліматичних або ценотичних факторів. Загалом для молодняків характерний високий темп росту при ще не стабілізованих конкурентних взаємовідносинах, що обумовлює відносно значну індивідуальну мінливість. Це підтверджує фазу активного формування деревостану та інтенсивної диференціації дерев за ростом.

4.2. Вплив кліматичних показників на радіальний приріст

Аналіз радіального приросту дерев є одним із основних методів оцінювання стану та продуктивності лісових насаджень [7]. Ширина річних

кілець відображає інтенсивність ростових процесів, а також реакцію дерев на зміну екологічних умов, кліматичних факторів та антропогенний вплив. Дослідження динаміки радіального приросту широко застосовуються у дендрохронології для встановлення закономірностей росту дерев, оцінки їх життєвого стану та виявлення періодів фізіологічного стресу у деревостанах [12]. Крім того, за результатами досліджень Лесніка О. М. та ін. встановлено, що у соснових насадженнях Полісся спостерігаються періодичні коливання величини радіального приросту, які пов'язані з фізіологічними стресами, змінами умов середовища та рівнем господарського впливу на насадження [10]. Такі коливання можуть проявлятися у зміні ширини річних кілець і є важливим показником життєвого стану сосни звичайної.

Радіальний приріст є одним із найбільш інформативних показників стану та продуктивності лісових насаджень, оскільки відображає реакцію дерев на зміну природних умов, густоту деревостану та інші екологічні чинники. Вивчення радіального приросту за допомогою дендрохронологічних методів дає змогу оцінити динаміку росту дерев і встановити закономірності розвитку насаджень у різні періоди їх існування. Динаміку річного радіального приросту сосни звичайної у деревостанах різних вікових груп представлено на рис. 4.2.

На рис. 4.2 (а) представлено динаміку річного радіального приросту у стиглих соснових насадженнях. Аналіз даних свідчить про поступове зменшення величини приросту з віком дерев, особливо у старшому віці і пов'язана з фізіологічними особливостями розвитку дерев. У процесі старіння дерев активність камбіального шару поступово знижується, що призводить до зменшення інтенсивності приросту. Крім того, зі збільшенням віку значна частина енергетичних ресурсів дерева спрямовується не на приріст біомаси, а на підтримання життєвих функцій організму. У результаті цього ширина річних кілець у стиглих деревостанах стає меншою, а коливання радіального приросту між окремими роками мають більш згладжений характер.

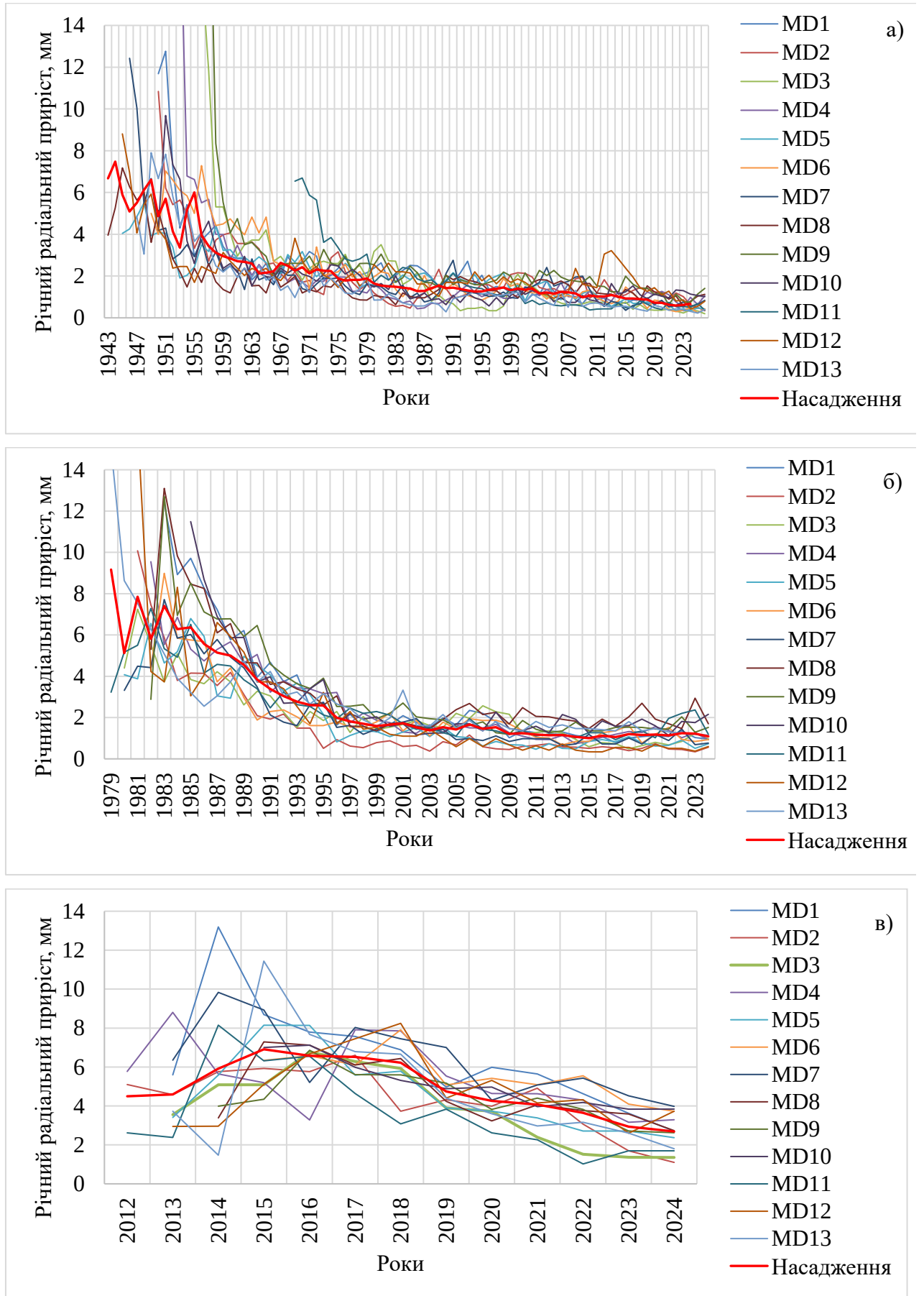


Рис 4.2. Динаміка річного радіального приросту сосни звичайної: а) стиглі насадження; б) середньовікові насадження; в) молодняки

На рис. 4.2 (б) наведено динаміку річного радіального приросту у середньовікових насадженнях сосни звичайної. Варіабельність ширини річного кільця є відносно стійкою, що свідчить про оптимальне співвідношення між ростовими процесами та фізіологічним станом дерев. У середньовікових насадженнях дерева вже мають добре сформовану кореневу систему та крону, що забезпечує ефективне використання займаного простору. Водночас саме на цьому етапі розвитку насаджень особливо відчутним є вплив лісогосподарських заходів, зокрема рубок догляду, які спрямовані на регулювання густоти деревостану та зменшення конкуренції між деревами. Як зазначають дослідники, зміна густоти насадження безпосередньо впливає на величину радіального приросту сосни звичайної, оскільки зі зменшенням конкуренції між деревами зростає їхня забезпеченість світлом, водою та елементами живлення [7].

На рис. 4.2 (в) наведено динаміку річного радіального приросту у соснових насадженнях групи віку молодняки. У цій віковій групі спостерігається найбільш інтенсивний ріст дерев, що пов'язано з активним формуванням їх надземної частини та кореневої системи. У молодому віці дерева характеризуються високою камбіальною активністю, у наслідок чого формуються широкі річні кільця. Разом з тим молоді насадження є більш чутливими до змін зовнішнього середовища, зокрема до коливань температури, вологості ґрунту та кількості атмосферних опадів. Саме тому у цій віковій групі можуть спостерігатися більш виражені міжрічні коливання радіального приросту. За результатами досліджень встановлено, що у молодих соснових деревостанах величина радіального приросту значною мірою залежить від кліматичних факторів та умов місцезростання [10].

Залежність радіального приросту від віку дерев є важливим показником, що характеризує інтенсивність ростових процесів у деревостанах. Для встановлення цієї закономірності було проаналізовано зміну радіального приросту сосни звичайної у насадженнях різних вікових груп. Відповідні результати представлені на рис. 4.3.

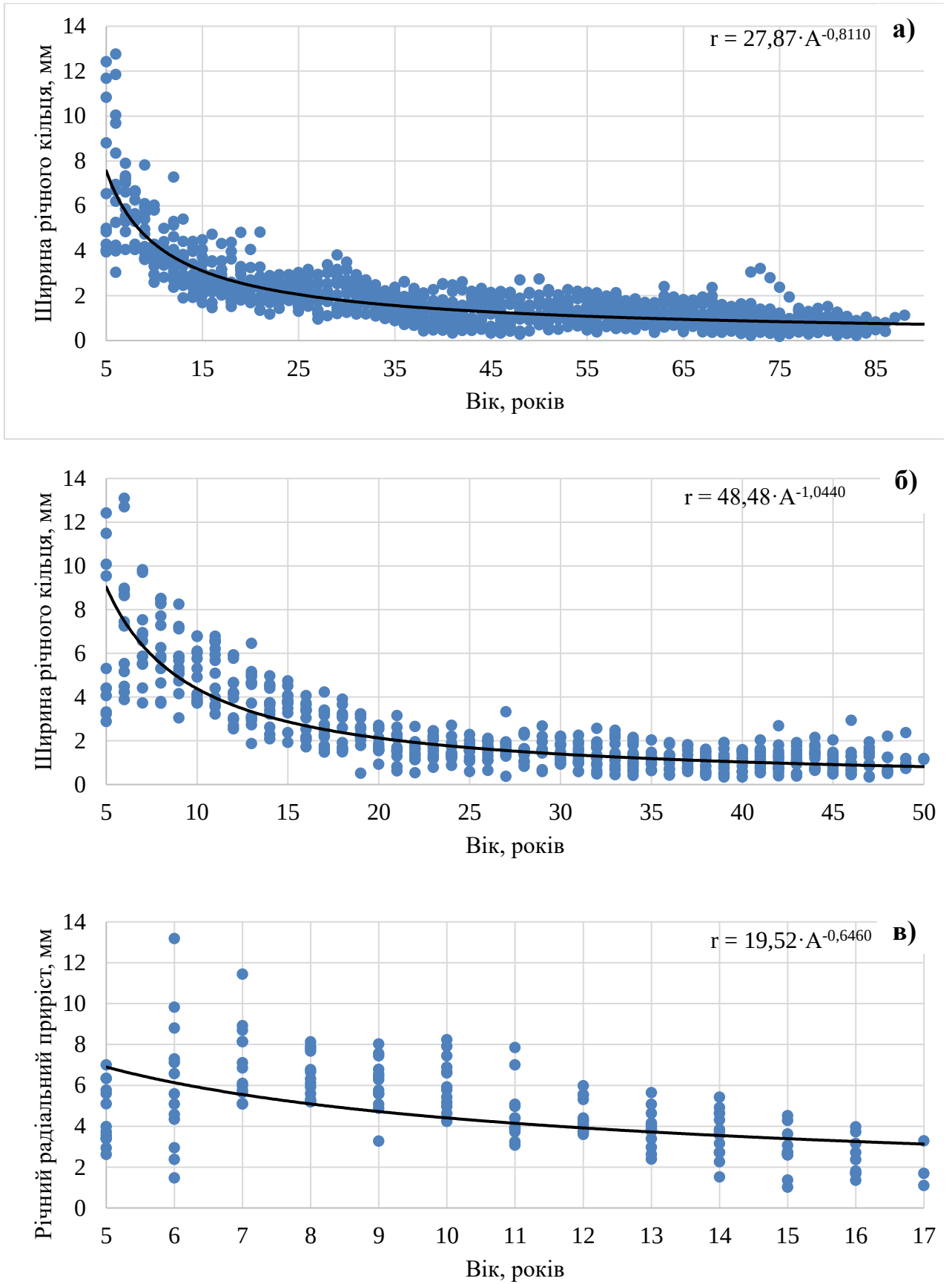


Рис. 4.3 Динаміка річного радіального приросту сосни звичайної: а) стиглі; б) середньовікові; в) молодняки

Аналіз графічних даних, представлених на рис. 4.3, дозволяє простежити закономірності зміни радіального приросту сосни звичайної залежно від віку деревостанів. Як свідчать результати досліджень, величина приросту змінюється протягом усього життєвого циклу дерев і значною мірою залежить від фізіологічного стану рослин, густоти насадження та умов середовища [7].

На рис. 4.3 (а) представлено залежність радіального приросту від віку дерев у стиглих соснових насадженнях. Для цієї вікової групи характерною є тенденція до поступового зменшення величини приросту зі збільшенням віку дерев. Це пояснюється природними процесами старіння, що супроводжуються зниженням активності камбію та уповільненням ростових процесів [5].

На рис. 4.3 (б) показано зміну радіального приросту у середньовікових деревостанах. У цей період життя дерев спостерігається найбільш збалансований розвиток насаджень, оскільки дерева мають добре сформовану крону та кореневу систему. Саме у середньовікових деревостанах радіальний приріст зазвичай характеризується відносною стабільністю [7].

На рис. 4.3 (в) відображено залежність радіального приросту від віку у молодняках. Для цієї вікової групи характерні відносно високі темпи росту, що пов'язано з активним формуванням деревної маси. У молодому віці дерева мають значний потенціал росту, що проявляється у збільшенні ширини річних кілець. Водночас у цей період насадження є більш чутливими до змін умов середовища. Як зазначає Леснік О. М. та ін., у молодняках коливання радіального приросту значною мірою залежать від кліматичних факторів, зокрема температурного режиму та забезпеченості вологою [10].

Розроблені математичні моделі динаміки радіального приросту дерев у соснових насадженнях (рис. 4.3) для різних груп віку адекватно описують встановлену закономірність та можуть бути використані для оцінки та прогнозування поточного приросту.

Важливим показником оцінки ростових процесів у деревостанах є також відносний показник радіального приросту. Результати дослідження зміни відсотка радіального приросту сосни звичайної представлені на рис. 4.4.

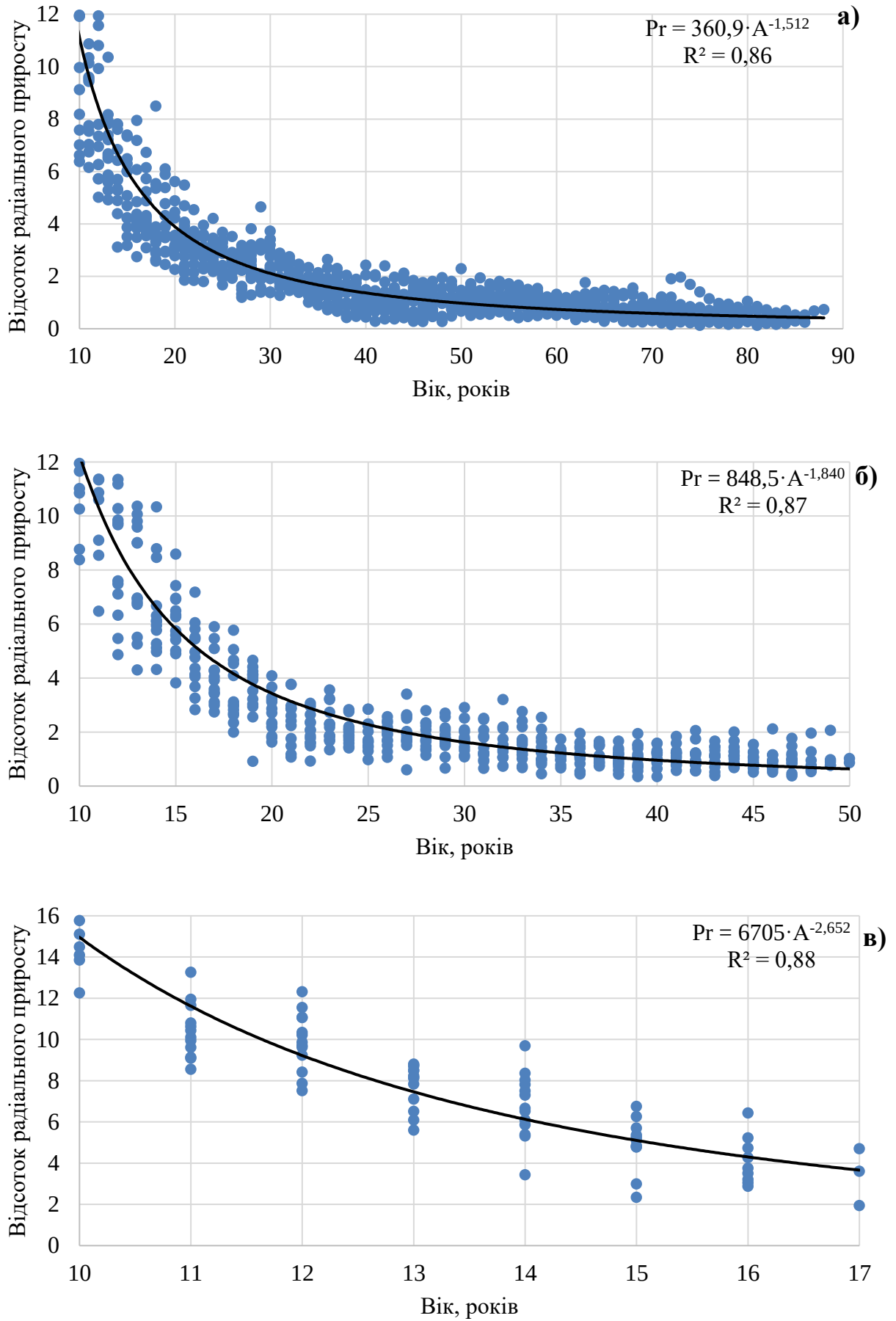


Рис. 4.4. Динаміка відсотка радіального приросту сосни звичайної:
а) стиглі; б) середньовікові; в) молодняки

Аналіз даних, наведених на рис. 4.4, дозволяє встановити закономірності зміни інтенсивності ростових процесів у деревостанах сосни звичайної залежно від їх віку. Відсоток радіального приросту відображає співвідношення між величиною приросту та діаметром стовбура дерева, що дозволяє оцінити особливості росту дерев у різні періоди їх розвитку [18].

Розроблені математичні моделі відсотка радіального приросту дерев сосни звичайної для різних груп віку адекватно описують встановлені закономірності ($R^2=0,86-0,88$) та можуть використовуватися для прогнозу росту соснових насаджень.

4.3. Вплив кліматичних показників на радіальний приріст стовбурів дерев сосни звичайної

Аналіз впливу кліматичних показників на радіальний приріст деревостанів доцільно розпочати з дослідження оцінки коефіцієнтів чутливості, які відображають реакцію насаджень різного віку на зміну умов середовища. Коефіцієнт чутливості характеризує певний ступінь реакції радіального приросту деревостанів на зміну кліматичних показників. Додатні значення коефіцієнта свідчать про стимулюючий вплив кліматичного фактора на приріст, тоді як від'ємні – про пригнічення ростових процесів. Чим більше за модулем значення коефіцієнта, тим сильніший вплив відповідного чинника [10].

$$Ki(t) = (Ri(t) - Ri(t-1)) / (Ri(t) + Ri(t-1)) \quad (4.1)$$

де $Ri(t)$ – ширина річного кільця тепер, мм; $Ri(t-1)$ – ширина річного кільця рік тому, мм.

На рис. 4.5 представлено дослідження фізіологічної стійкості для різних за віком соснових насаджень. Спостерігається варіабельність значень у часі, що вказує на нестабільність реакції деревостанів на зміну кліматичних умов. Найбільші коливання характерні для стиглих насаджень, тоді як молодняки демонструють більш залежну, але локалізовану реакцію. Загалом графіки відображають зміну сили та напрямку впливу кліматичних факторів на радіальний приріст у різні періоди часу.

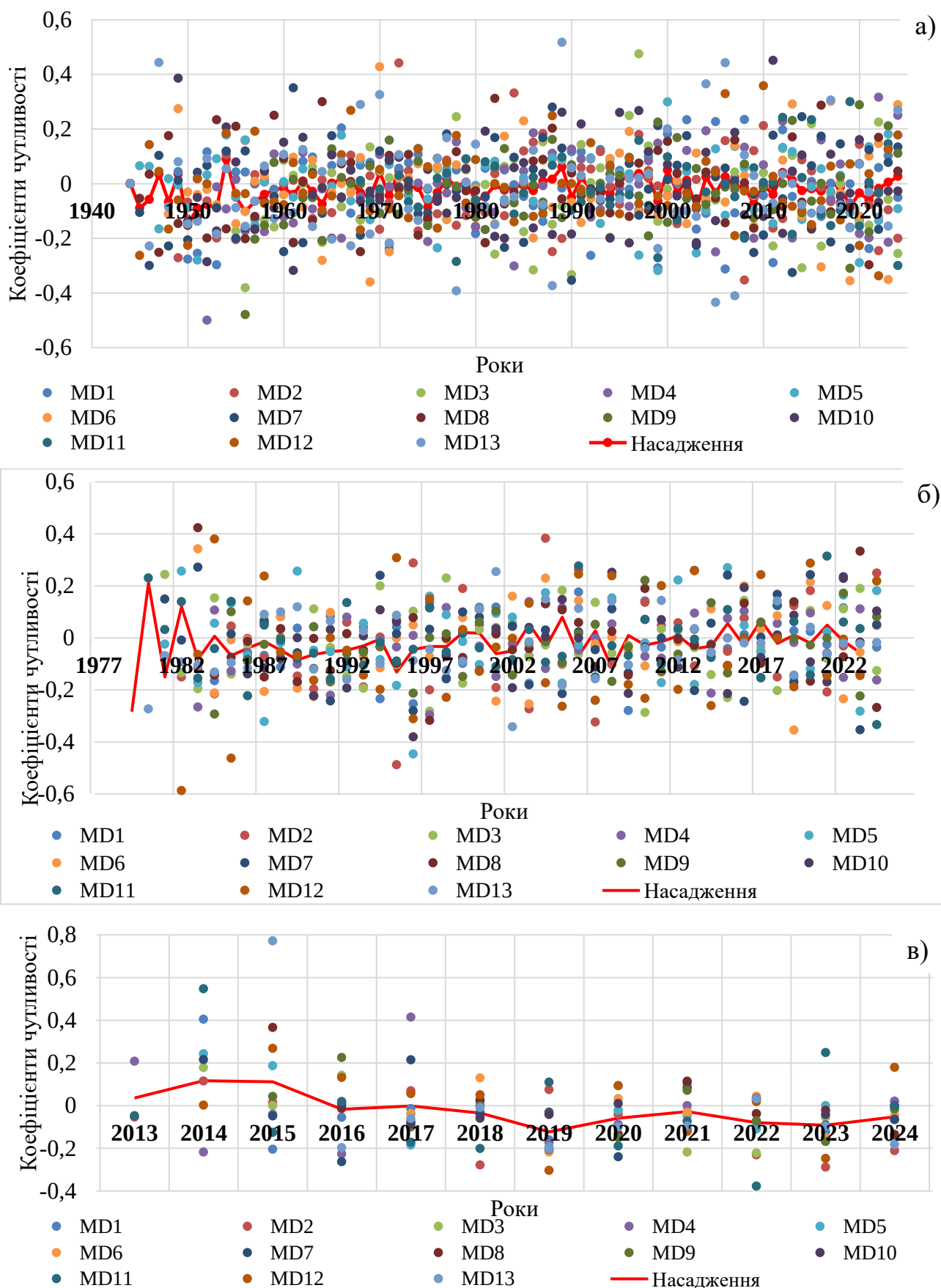


Рис. 4.5. Фізіологічна стійкість соснових насаджень: а) стиглі насадження; б) середньовікові насадження; в) молодняки

З метою дослідження впливу температурних показників та опадів на ріст соснових насаджень проведено аналіз залежності радіального приросту від середньорічної, максимальної та мінімальної температури для стиглих насаджень (рис. 4.6).

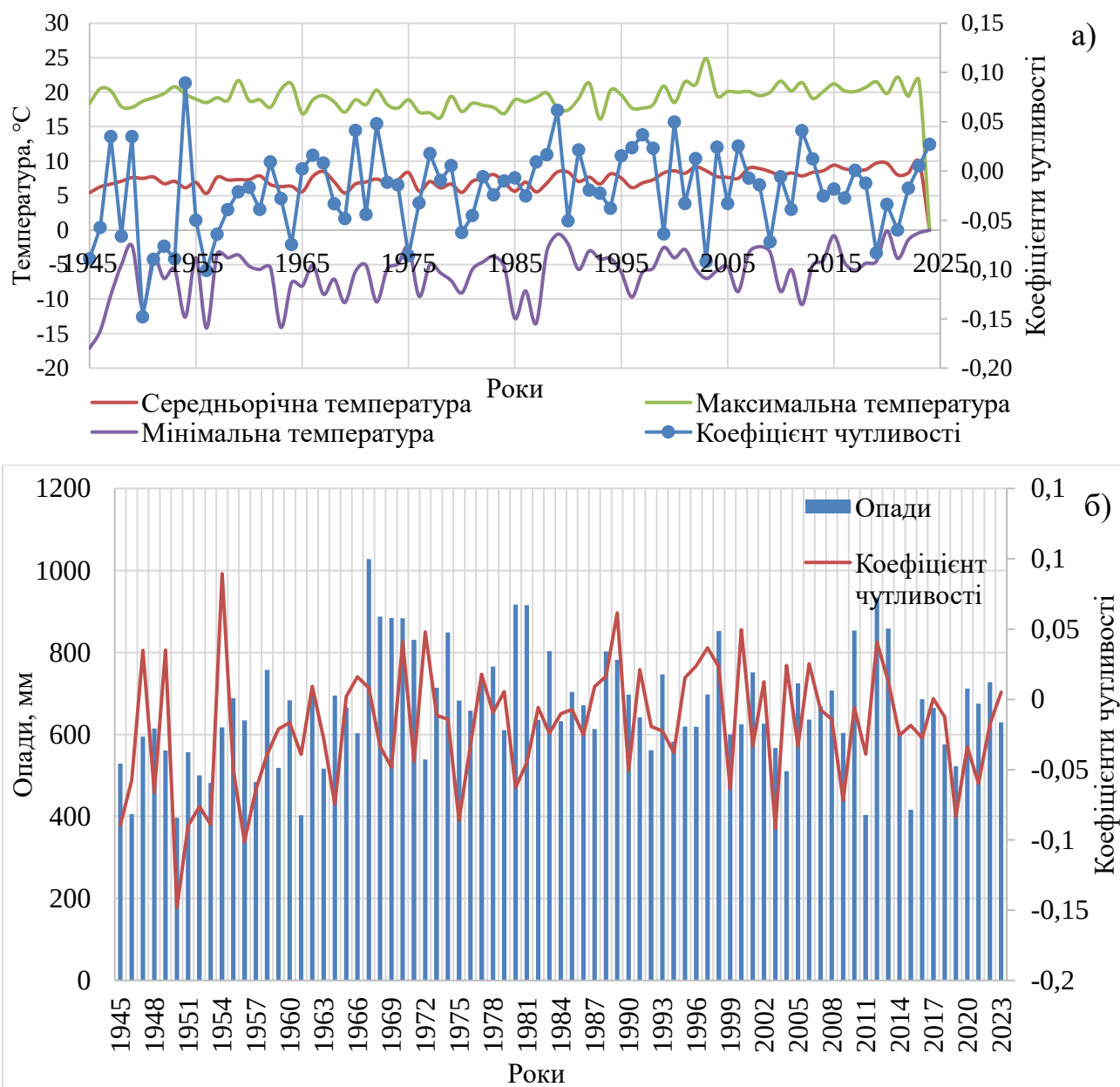


Рис. 4.6. Вплив температурних показників на фізіологічну стійкість стиглих соснових насаджень

Стиглі насадження характеризуються підвищеною чутливістю до температурних показників. Найбільший вплив на радіальний приріст здійснює максимальна температура, що проявляється значними коливаннями коефіцієнта

чутливості та наявністю як додатніх, так і від'ємних значень. Це свідчить про те, що оптимальні температурні умови стимулюють приріст, тоді як їх перевищення може призводити до його зниження.

Вплив середньорічної та мінімальної температури є менш вираженим, проте вони виконують стабілізуючу функцію. Загалом для стиглих насаджень температурні показники та опади мають практично однаковий вплив. Вплив кліматичних показників на ріст та розвиток середньовікових насаджень наведено на рис. 4.7.

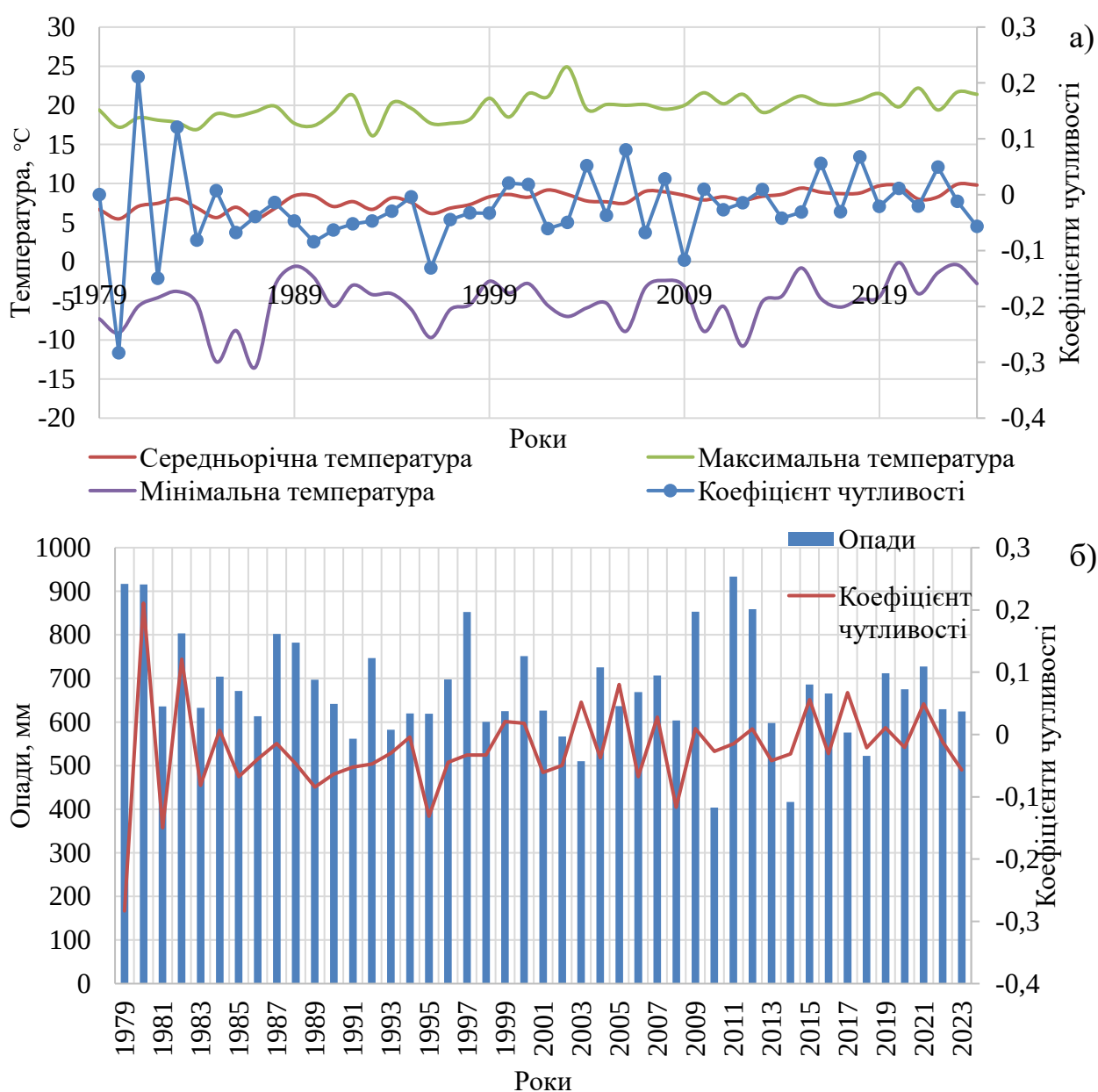


Рис. 4.7. Вплив температури та кількості опадів на фізіологічну стійкість середньовікових соснових насаджень

Для середньовікових насаджень характерний комплексний вплив кліматичних показників. Температура повітря (особливо максимальна) має помірний вплив на приріст, однак амплітуда змін коефіцієнта чутливості є меншою, ніж у стиглих деревостанів. У періоди з достатнім зволоженням спостерігається підвищення приросту. Таким чином, для середньовікових насаджень характерна збалансована залежність від температури та вологи. Аналогічний аналіз для молодняків, де враховано вплив температурних показників та опадів на радіальний приріст, наведено на рис. 4.8.

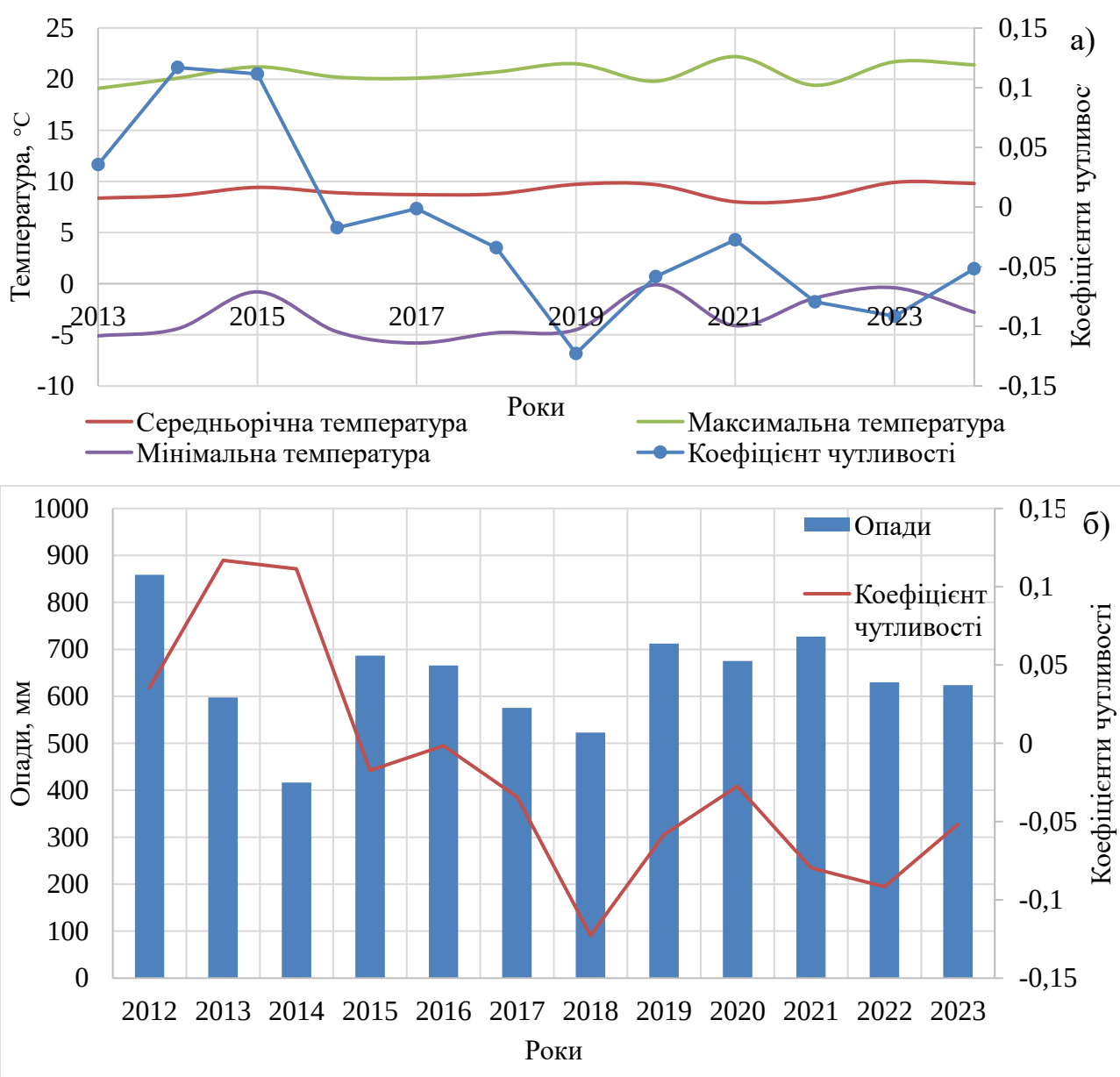


Рис. 4.8. Вплив температури та кількості опадів на фізіологічну стійкість соснових насаджень групи віку молодняки

Молодняки є найбільш залежними від як кількості опадів так і температурних показників. Це пояснюється тим, що у молодому віці деревна рослинність є чутливою до більшості факторів як природного середовища так і антропогенного навантаження та доглядових рубань.

З метою встановлення впливу кліматичних показників на ріст та розвиток соснових насаджень проведено кореляційний аналіз між коефіцієнтами чутливості та температурою і опадами. Графічний аналіз даних кореляційного аналізу наведено на рис. 4.9.

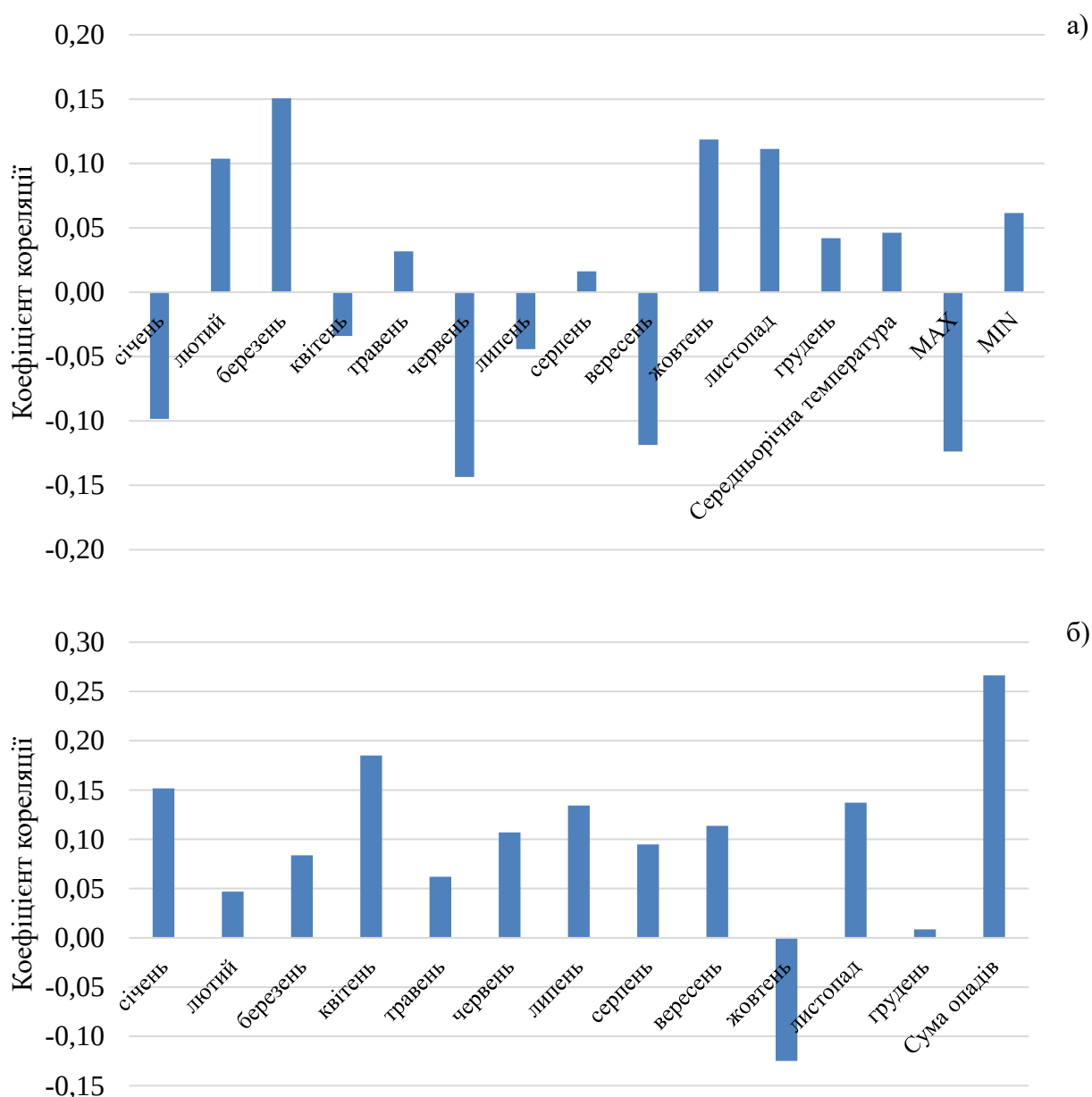


Рис. 4.9. Кореляційний аналіз фізіологічної стійкості стиглих соснових насаджень: а) температура; б) опади

Як видно з даних рис. 4.9, що ріст та розвиток стиглих соснових насаджень температурні показники найбільший вплив мають температура березня, червня та максимальні значення температури. Кількість опадів найбільш суттєвий вплив має у січні, квітні та сума річних опадів.

Для з'ясування особливостей впливу кліматичних чинників на радіальний приріст середньовікових соснових насаджень було виконано кореляційний аналіз між коефіцієнтами чутливості та основними метеорологічними показниками. Результати цього аналізу подано на рис. 4.10.

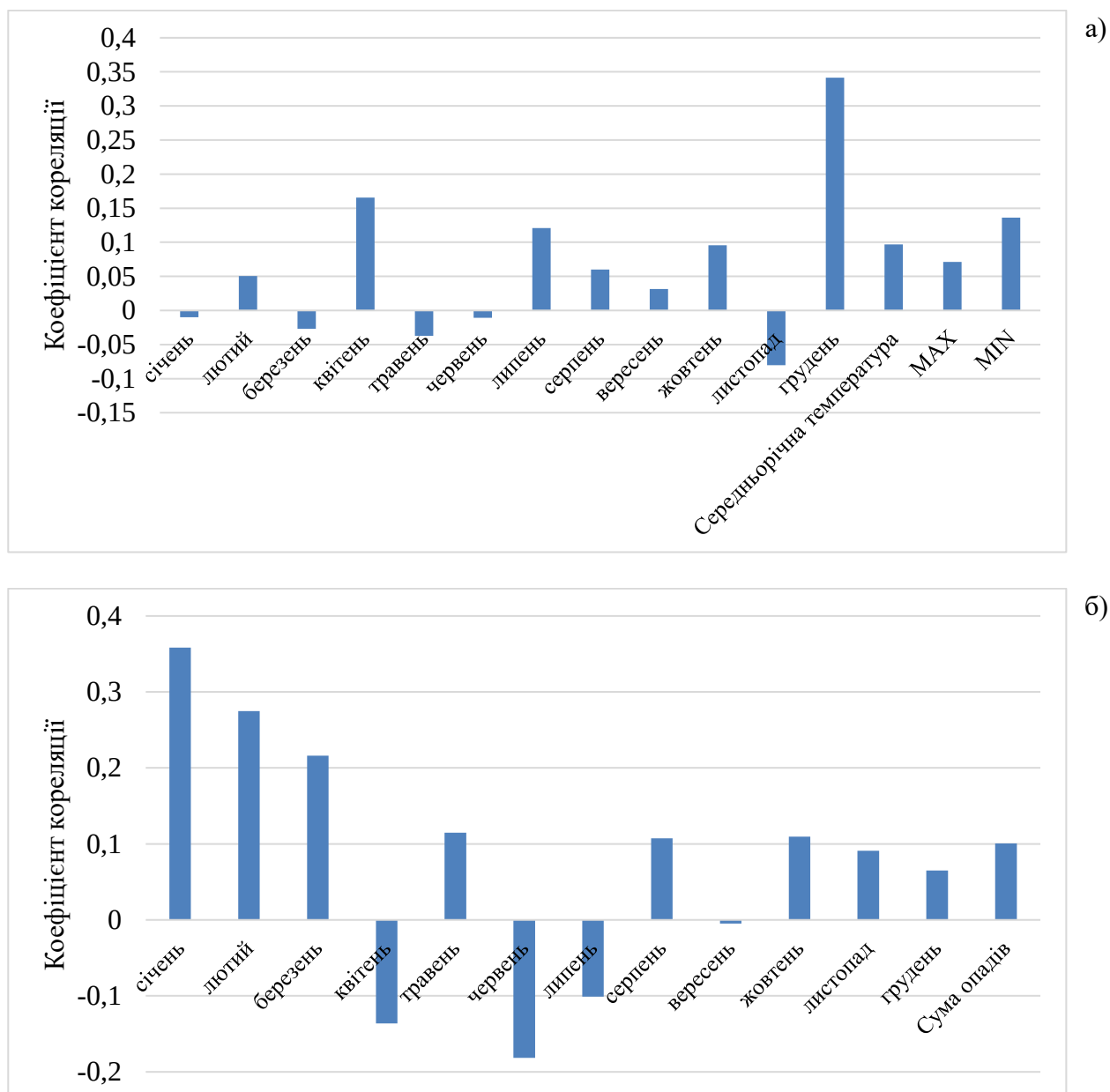


Рис. 4.10. Кореляційний аналіз фізіологічної стійкості середньовікових соснових насаджень: а) температура; б) опади

Як видно з даних рис. 4.10, на ріст середньовікових соснових насаджень істотний вплив мають як температурні показники, так і кількість опадів. Зокрема, серед температурних факторів найбільш вагомим є вплив екстремальних температур грудня, що, ймовірно, пов'язано з умовами перезимівлі та підготовкою дерев до вегетаційного періоду. Серед показників зволоження визначальну роль відіграють опади зимово-ранньовесняного періоду, а саме у січні, лютому та березні, які формують водний запас ґрунту перед початком активного росту. З метою оцінки впливу кліматичних показників на ріст молодих соснових насаджень було проведено аналіз кореляційних зв'язків, а результати відображено на рис. 4.11.

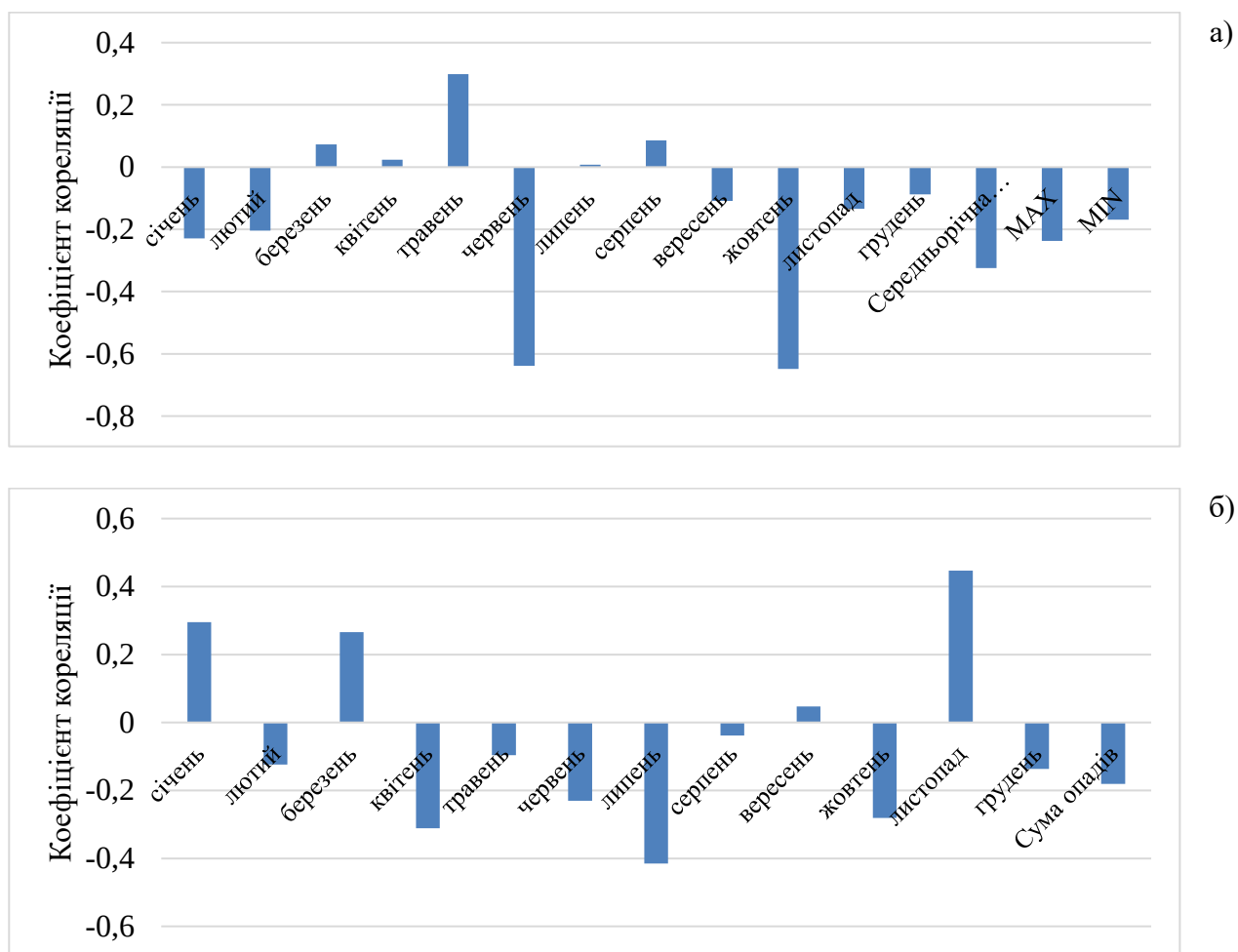


Рис. 4.11. Кореляційний аналіз фізіологічної стійкості соснових молодняків: а) температура; б) опади

Як видно з даних рис. 4.11, ріст молодих соснових насаджень у значній мірі залежить від умов зволоження та температурних показників у вегетаційний

період. Найбільш суттєвий вплив мають опади весняно-літніх місяців, які забезпечують необхідний рівень вологи для інтенсивного формування річних кілець. Температурні показники також впливають на ріст особливо у період активної вегетації.

Висновки до 4-го розділу. У четвертому розділі наведено результати дослідження росту та фізіологічної стійкості до природно-кліматичних чинників соснових насаджень у Ізяславському надлісництві філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України». З метою проведення дослідження було закладено три тимчасових пробних площ у насадженнях різного віку, що відповідають середнім таксаційним показникам підприємства. На основі суцільного переліку дерев та обмірів модельних дерев встановлено основні таксаційні характеристики насаджень і проведено аналіз радіального приросту. Дослідження показали, що ширина річних кілець має значну мінливість залежно від віку дерев і умов зростання, зокрема у молодняках вона змінюється в широких межах, що свідчить про інтенсивні ростові процеси та значну варіабельність, тоді як у середньовікових і стиглих насадженнях спостерігається поступове зменшення варіації та стабілізація росту. Дослідження фізіологічної стійкості показав наявність періодів значного стресу, що проявляються у різних коливаннях приросту, які негативно впливають на стан насаджень. Кореляційний аналіз дозволив встановити тісний зв'язок між показниками приросту та віком дерев, що стало підставою для моделювання динаміки поточного приросту залежно від віку. У результаті проведених досліджень розроблено математичні моделі динаміки відсотка радіального приросту, які адекватно описують встановлені залежності ($R^2=0,86-0,88$). Отримані результати свідчать про вікову диференціацію ростових процесів, різний рівень фізіологічної стійкості насаджень та доцільність використання математичного моделювання для прогнозування їх розвитку в подальшому.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі досліджено особливості росту соснових насаджень Ізяславського надлісництва з використанням дендрохронологічного аналізу та оцінки впливу кліматичних чинників.

Лісовий фонд підприємства становить 49492,7 га, при цьому частка сосни звичайної складає близько 60 %, що підтверджує її домінування у породній структурі. Основну частину насаджень формують деревостани I–II класів бонітету (понад 90 %), а найбільш поширена повнота за якою зростають насадження – 0,8 (53 %).

Ключові результати по роботі отримано на основі аналізу 39 кернів із трьох тимчасових пробних площ у насадженнях віком 16, 54 та 89 років. Встановлено, що радіальний приріст має чітко виражену вікову динаміку та значну міжрічну мінливість.

Встановлено, що у соснових молодняках середня ширина річних кілець становить 3,7–6,4 мм, із динамікою зміни річного приросту від 1,02 до 11,44 мм, а коефіцієнт варіації знаходиться в межах 21–62 %, що свідчить про інтенсивний ріст і високу чутливість до змін умов середовища.

Встановлено, що у середньовікових соснових насадженнях середня ширина річного кільця становить 1,6–3,3 мм, при цьому варіація становить від 67 до 126 %.

Встановлено, що у стиглих соснових насадженнях радіальний приріст знаходиться в межах від 1 до 4 мм із меншою динамікою зміни ніж у молодших насаджень.

Розроблені математичні моделі динаміки радіального приросту адекватно описують встановлені закономірності та можуть бути використані для прогнозування поточного приросту соснових насаджень досліджуваного регіону ($R^2 = 0,86–0,88$).

Встановлено, що у середньовікових та стиглих насадженнях чітко простежуються різкі зміни радіального приросту у 1999, 2003, 2015 та 2019 роках. Ці періоди характеризуються несприятливими гідротермічними

умовами, насамперед літніми посухами та підвищеними температурами повітря, що призводило до зниження камбіальної активності. Особливо показовим є 2015 рік, який відзначався високими температурами вегетаційного періоду та дефіцитом опадів, що спричинило суттєве зменшення ширини річних кілець.

Встановлено, що у соснових насадженнях групи віку молодняки найбільш помітні зниження приросту спостерігаються у 2015, 2017 та 2020 роках. У цих випадках визначальним фактором виступав дефіцит опадів у весняно-літній період, що обмежував водозабезпечення дерев із ще недостатньо розвиненою кореневою системою.

Встановлено, що вплив зимово-весняних умов, а саме екстремальних температур грудня та недостатня кількість опадів у січні–березні в окремі роки призводили до погіршення водного балансу на початку вегетації, що особливо відобразилося на середньовікових насадженнях.

Аналіз фізіологічної стійкості проведений на основі коефіцієнтів чутливості та встановлено, що вони змінюються приблизно в межах від -0,6 до +0,6, а у молодняках в окремих дерев становлять 0,8, що підтверджує значну реакцію радіального приросту на зміну кліматичних умов.

Встановлено, що у різні вікові періоди соснові насадження по-різному реагують на кліматичні чинники: у молодняках визначальним є зволоження, у середньовікових – комплекс температур та опадів, а у стиглих зростає роль температурних екстремумів. Виявлені роки зниження приросту безпосередньо пов'язані з посушливими умовами та температурними аномаліями.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З урахуванням отриманих результатів доцільно при веденні лісового господарства в Ізяславському надлісництві враховувати підвищену чутливість соснових насаджень до кліматичних змін, особливо дефіциту вологи. Рекомендується оптимізувати густоту деревостанів шляхом своєчасного проведення рубок догляду для зменшення конкуренції за ресурси, а також посилити заходи з відновлення лісів із використанням більш стійкого садивного матеріалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бала О.П. Моделювання росту та продуктивності деревостанів твердолистяних деревних видів України. Монографія. К. : ЦП «КОМПРИНТ», 2019. 291 с.
2. Білоус А. М., Кашпор С. М., Миронюк В. В., Свинчук В. А., Леснік О. М. Лісотаксаційний довідник Київ: Видавничий дім «Вініченко», 2021. 424 с.
3. Гордієнко М. І., Ковалевський С. Б. Догляди за ґрунтом у культурах сосни звичайної. К.: Видавничий центр НАУ. 1996. 262 с.
4. Гриб В. М. Вплив господарських заходів на особливості таксаційної будови штучних соснових насаджень. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 25.8. С. 95-100.
5. Гут Р. Т. Радіальний приріст сосни звичайної у ценопопуляціях західного регіону України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Вип. 21.4. С. 9–16.
6. Зборовська О. В. Інтенсивність росту соснових культур в умовах свіжих борів і суборів на моренних та водно-льодовикових відкладах Житомирського Полісся. *Вісник ЖНАЕУ*. 2013. Т. 1, №1. С. 248–255.
7. Краснов В. П., Жуковський О. В., Зборовська О. В., Мельник В. В. Радіальний приріст соснових насаджень, створених з різною густотою в Житомирському Поліссі. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Т. 30, № 4. С. 57–61.
8. Лакида П. І., Терентьєв А. Ю., Василишин Р. Д. Штучні соснові деревостани Полісся України – прогноз росту та продуктивності : [монографія]. К. : ФОП Майданченко І.С. 2012. 171 с.
9. Лакида П. І., Бала О. П. Актуалізація параметрів росту штучних дубових деревостанів лісостепу України: монографія. Корсунь-Шевченківський: ФОП Гаврищенко В. М. 2012. 196 с.
10. Леснік О. М., Блищик В. І., Одруженко А. І., Бегаль М. П. Ріст та фізіологічна стійкість соснових насаджень Волинського Полісся. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. 2022. Вип. 13(1). С. 18-24.

11. Мазепа В. Г. Методика оцінки динаміки радіального приросту дубових деревостанів в умовах атмосферного забруднення. *Наукові праці лісівничої академії наук України: Збірник наукових праць*. 2009. Вип. №7. С. 36-40.
12. Мельник В. В., Зборовська О. В. Радіальний приріст сосни звичайної у насадженнях Житомирського Полісся, в яких рубки догляду за лісом не проводять з часу аварії на ЧАЕС. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28, № 8. С. 65–69.
13. Мельник О. М. Вплив посух на ріст сосни звичайної. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2018. Вип. 133. С. 56–59.
14. Миклуш С. І. Динаміка росту соснових деревостанів у різних типах лісорослинних умов. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27. С. 98–103.
15. Миронюк В. В., Свинчук В. А., Білоус А. М., Васишин Р. Д. Лісова таксація : навч. посіб. Київ : НУБіП України, 2019. 220 с.
16. Постанова КМ України від 16.05.07р. №733. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/733-2007-%D0%BF#Text> (дата звернення 25.03.2026).
17. Про затвердження Правил рубок головного користування : Наказ Державного комітету лісового господарства України від 23 груд. 2009 р. № 364. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE17380> (дата звернення 25.03.2026).
18. Приходько Н. Ф., Парпан Т. В., Голубчак О. І., Приходько М. М., Гудима В. М. Радіальні прирости деревостанів рекреаційно-оздоровчих лісів Придністровського Передкарпаття (Івано-Франківська область). *Науковий вісник НЛТУ України*. 2022. Вип. 32 (5). С. 42–49.
19. План лісоуправління Ізяславського надлісництва філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України» на 2026 рік. Ізяслав, 2025. 50 с.
20. Свинчук В. А., Кашпор С. М., Миронюк В. В. Математичні моделі об'єму деревних стовбурів основних лісоутворювальних порід України. *Науковий вісник НУБіП України*. 2014. Вип. 198, № 2. С. 58–64.

21. СОУ 02.02-37-476: 2006. Площі пробні лісовпорядні: метод закладання. [Чинний від 2007]. Вид. офіц. Київ: Міністерство аграрної політики України, 2006. 32 с.
22. Ткач В. П., Ворон В. П. Особливості пошкодження соснових насаджень антропогенними чинниками. *Лісівництво і агролісомеліорація*. Харків: Укр-НДІЛГА, 2013. Вип. 123. С. 187-194.
23. Шлапак В. П., Адаменко С. А., Козаченко І. В., Курка С. С. Екологія лісів, навч. посібн. Умань: ВПЦ «Візаві», 2019. С. 222.
24. Allen C. D. et al. A global overview of drought and heat-induced tree mortality. *Forest Ecology and Management*. 2010. Vol. 259. P. 660–684.
25. Cook E. R., Kairiukstis L. A. *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences*. Dordrecht : Springer, 1990. 394 p.
26. Fritts H. C. *Tree Rings and Climate*. London : Academic Press, 1976. 567 p.
27. Hartmann H. et al. Physiological mechanisms of drought-induced tree mortality. *New Phytologist*. 2018. Vol. 219. P. 851–869.
28. Lindner M. et al. Climate change impacts on forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*. 2010. Vol. 259. P. 698–709.
29. Netsvetov M., Prokopuk Y., Holiaka D., Klisz M., Porté A. J., Puchałka R., Romensky M. Is there Chornobyl nuclear accident signature in Scots pine radial growth and its climate sensitivity? *Science of the Total Environment*. 2023. Vol. 878. doi:10.1016/j.scitotenv.2023.163132
30. Pretzsch H. *Forest Dynamics, Growth and Yield*. Berlin: Springer, 2009. 664 p.
31. Seidl R. et al. Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change*. 2017. Vol. 7. P. 395–402.

ДОДАТКИ

Рис. А. 1. Фото відсканованих кернів



