

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

КАЛЕНЮК ЮРІЙ СТЕПАНОВИЧ



УДК [[630\*231:630\*183]:630\*177.952](477.84)

**ЛІСІВНИЧО-ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ЛИПИ СЕРЦЕЛИСТОЇ  
В ГРАБОВИХ ДІБРОВАХ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ**

Спеціальність 06.03.03 «Лісознавство і лісівництво»

**Автореферат**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

ЛЬВІВ – 2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі лісівництва Національного лісотехнічного університету України Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник:** доктор біологічних наук, професор  
**ЗАЙКА Володимир Костянтинович,**  
Національний лісотехнічний університет України  
Міністерства освіти і науки України,  
професор кафедри лісівництва

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, старший  
науковий співробітник  
**ШПARIK Юрій Степанович,**  
Прикарпатський національний університет  
імені Василя Стефаника Міністерства освіти і науки  
України, професор кафедри лісового і аграрного  
менеджменту

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
**МАТУСЯК Михайло Васильович,**  
Вінницький національний аграрний  
університет Міністерства освіти і науки України,  
старший викладач кафедри лісового, садово-  
паркового господарства, садівництва та  
виноградарства

Захист відбудеться «11» травня 2021 р. о 14:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.072.02 в Національному лісотехнічному університеті України за адресою: **79057, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 103, зала засідань.**

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Національного лісотехнічного університету України за адресою: **79057, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 101.**

Автореферат розісланий « 9 » квітня 2021 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



В. Я. Заячук

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Лісовий фітоценоз - це складне динамічне рослинне угруповання, яке формується упродовж десятків років в процесі конкурентної боротьби між його компонентами. Найбільшій продуктивності і біологічній стійкості, зазвичай, досягають лісостани, які включають види з найменшими антагоністичними взаємовідносинами. Липа одна з найбільш толерантних деревних видів, а тому є бажаною домішкою в різних за видовим складом деревостанах та типах лісорослинних умов (Гордиенко, 1973; Гордієнко, Гордієнко, 2005; Гордієнко, Карпенко, 1996; Мурахтанов, 1981; Pigott, Huntley, 1980). В умовах Лісостепу формуються складні лісостани, в яких головним лісоутворюючим видом є дуб звичайний, а другий і навіть третій деревний ярус формують граб, липа, в'яз, клени гостролистий і явір тощо. На Поділлі груди, а в їх межах свіжі діброви, є найбільш поширеними типами лісу (Бондар, Матусяк, 2016). Частка липи у складі дубових деревостанів тут є різною і зменшується у напрямку зі сходу на захід (Сошенський, Гірс, Свинчук, 2018). У деревостанах Західного Поділля унаслідок посилення конкурентної ролі граба спостерігається значне зменшення частки липи у їх складі. Дубові деревостани в цих умовах переважно ростуть на ясно-сірих, сірих і темно-сірих опідзолених лісових ґрунтах, які сформувались на лесовидних відкладах та характеризуються кислою і слабо кислою реакцією (Природа..., 1979). Опад граба, на відміну від липи, під час мінералізації також формує кисле середовище (Погребняк, 1993), що негативно впливає на функціонування фізіологічно активних коренів дуба. Тому в умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля роль липи серцелистої в складних мішаних дубових деревостанах має важливе значення. Однак вона вивчена слабо. Залишається актуальним встановлення її оптимальної частки та показників росту під час формування високопродуктивних і біологічно стійких дубових деревостанів.

**Зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконувалися на кафедрі лісівництва Національного лісотехнічного університету України (НЛТУ України) впродовж 2010-2020 років у рамках держбюджетної науково-дослідної теми: „Морфологічні та генетико-популяційні засади формування наближеної до природи системи ведення лісового господарства України” (2012-2014 рр., № держреєстрації 0112U003031).

**Мета і завдання дослідження.** Мета роботи – встановити вплив липи серцелистої на стан, деревну продуктивність та життєдіяльність складних мішаних дубових деревостанів в умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля.

Відповідно до мети дослідження передбачалось виконання наступних завдань:

- провести аналіз лісового фонду регіону дослідження щодо поширення липи серцелистої у деревостанах свіжої грабової діброви;
- виявити лісівничо-таксаційні показники деревостанів з різною часткою липи у їх складі;
- вивчити санітарний стан деревостанів;
- визначити корененаселеність ґрунту;
- дослідити формування лісової підстилки в деревостанах;

- вивчити агрохімічні показники ґрунту;
- дослідити мікрокліматичні умови під наметом деревостанів;
- визначити електрофізіологічні показники деревостанів;
- описати процеси природного поновлення в деревостанах та на зрубках різного віку.

*Об'єкт дослідження* – деревостани свіжої грабової діброви Західного Поділля з різною часткою липи у складі.

*Предмет дослідження* – вплив липи серцелистої на продуктивність деревостанів та їх лісівничо-екологічні показники і життєдіяльність дуба звичайного.

**Методи дослідження.** Для проведення дисертаційного дослідження відповідно до поставлених завдань використано такі методи: лісівничо-таксаційні – для закладання пробних площ і визначення таксаційних показників деревостанів, формування лісової підстилки, вивчення корененаселеності ґрунту, санітарного стану, мікрокліматичних показників та процесів природного поновлення; ґрунтознавчі – для визначення агрохімічних показників ґрунтів; електрофізіологічні – для вивчення біоелектричних і діелектричних показників; математико-статистичні – для статистичної обробки експериментальних даних.

**Наукова новизна отриманих результатів.** У результаті проведеного комплексного лісівничо-екологічного дослідження для умов Західного Поділля

*вперше встановлено:*

- закономірності впливу липи на ріст дуба звичайного та деревну продуктивність складних мішаних деревостанів свіжої грабової діброви та показано, що дуб росте за I<sup>a</sup>-I<sup>b</sup> класами бонітету в деревостанах, де частка липи у їх складі становить 2 і більше одиниці та відстає у рості від дуба за висотою не менше, ніж на 10 %;
- загальну масу та закономірності розподілу фізіологічно активних коренів у 60-см шарі ґрунту деревостанів та показано, що зі збільшенням частки липи у їх складі корененаселеність ґрунту зменшується;
- зростання інтенсивності процесів життєдіяльності у дерев дуба в складних мішаних деревостанах, у яких він значно перевищує липу за висотою, порівняно з чистими дубовими лісостанами.

*Поглиблено та доповнено:*

- відомості щодо формування лісової підстилки в дубово-липових лісостанах та встановлено тісну зворотню залежність її маси з часткою липи у складі деревостанів;
- результати впливу липи на агрохімічні показники ґрунту дубових деревостанів (вміст гумусу, азоту легкогідролізованого, рухомого фосфору, калію обмінного, а також сольову і гідролітичну кислотність, суму увібраних основ) зі встановленням кореляційних залежностей;
- відомості щодо впливу липи на формування та денну динаміку мікрокліматичних умов під наметом деревостанів.

**Практичне значення отриманих результатів.** За результатами проведеного комплексного лісівничо-екологічного дослідження отримано закономірності, які

характеризують вплив липи на ріст і формування складних мішаних дубових деревостанів свіжої грабової діброви Західного Поділля. Для збільшення продуктивності і біотичної стійкості лісостанів запропоновано чіткі параметри щодо складу дубових деревостанів, частки липи та інших супутніх деревних видів у їх складі, а також показано вимоги до формування вертикальної структури. Результати досліджень використано та впроваджено у практику лісового господарства на державних підприємствах Тернопільського обласного управління лісового і мисливського господарства.

Основні положення дисертаційної роботи використовуються також у навчальному процесі під час викладання дисциплін „Лісівництво”, „Лісові культури” і „Фізіологія рослин” у Національному лісотехнічному університеті України.

**Особистий внесок здобувача.** Викладені у дисертаційній роботі положення є результатом проведеної дослідницької роботи автора протягом 2010-2021 років. Особистим внеском здобувача є розробка концепції проведення наукових досліджень, аналіз літературних даних, збір експериментального матеріалу, його обробка і узагальнення отриманих результатів, формування висновків і практичних рекомендацій, написання наукових публікацій за темою дисертаційної роботи. У наукових статтях, опублікованих у співавторстві, дисертантом представлені експериментальні результати досліджень, їх математичне опрацювання та за участю співавторів зроблено теоретичний аналіз.

**Апробація результатів дисертації.** Результати дослідження доповідались і обговорювались на 6 наукових конференціях: „Перспективи розвитку лісового та садово-паркового господарства” (Умань, 2012); „Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем” (Львів, 2013, 2017, 2019); „Екологічний контроль і моніторинг стану дубових лісів Поділля та особливості їх природного відновлення” (Вінниця, 2015); „Спадщина Кременецьких гір” (Кременець, 2015).

**Публікації.** Результати досліджень за темою дисертаційної роботи опубліковано в 10 наукових працях, 5 з яких статті у фахових виданнях віднесених до міжнародних наукометричних баз та 5 - тези і матеріали науково-практичних конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з вступу, 6 розділів, висновків та рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 206 сторінок комп'ютерного тексту. Основний текст дисертації викладено на 136 сторінках, ілюстровано 27 рисунками та 22 таблицями. Додатки представлено на 10 сторінках. Список використаних літературних джерел нараховує 204 найменування, в тому числі 35 латиницею.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОБОТИ**

Супутні деревні види (граб звичайний, клен гостролистий, в'яз голий, липа серцелиста тощо) відіграють низку важливих функцій у лісових фітоценозах (Гордиенко, 1971, 1973; Гордієнко, Гордієнко, 2005; Гордієнко, Карпенко, 1996;

Мурахтанов, 1981; Наконечный, 1964; Платонова, Лантратова, Голубин, 2006; Пономарьова, 2013; Харитонович, 1968). Значна увага в цих дослідженнях приділена вивченню ролі липи серцелистої для росту і формування деревостанів у різних природних умовах (Гордієнко, 1971, 1973; Гордієнко, Карпенко, 1996; Мурахтанов, 1981; Харитонович, 1968).

Липа серцелиста займає широкий ареал, який простягнувся з заходу на схід від Великої Британії до верхів'я Єнісея, а з півдня на північ - від Ірану, Балкан і Альп до Скандинавії і пониззя Північної Двіни. Поширення липи серцелистої тісно корелює з температурними умовами та наявністю посушливого періоду. Вона успішно витримує низькі мінусові температури та не переносить тривалої повітряної і ґрунтової посухи (Мурахтанов, 1981; Pigott, Huntley, 1978, 1980).

Встановлено тенденцію до зменшення площі липових деревостанів та її участі у складі мішаних деревостанів унаслідок господарської діяльності (Мурахтанов, 1981; Хлонов, 1965; Pigott, 2012).

У лісах України липа серцелиста трапляється майже у всіх типах лісу Лісостепової і Степової зони та на Поліссі. Найбільше липових деревостанів та мішаних за її участю трапляється в Лісостеповій зоні, які зосереджено в північно-східній і центральній частині України (Комплексное лесохозяйственное..., 1981; Сошенський, Гірс, Свинчук, 2015, 2018). У західному напрямку частка липи у складі дубових деревостанів істотно знижується унаслідок конкуренції зі сторони граба звичайного. У деревостанах переважає липа природного порослевого походження (Сошенський, Гірс, Свинчук, 2015, 2018).

Липа серцелиста відіграє важливу лісівничо-екологічну роль (Гордієнко, Карпенко, 1996; Зражевский, 1957; Мурахтанов, 1981; Платонова, Лантратова, Голубин, 2006). Її опад прискорює гуміфікацію та мінералізацію лісової підстилки, покращує агрохімічні властивості ґрунту необхідні для функціонування кореневих систем дуба звичайного та інших деревних видів, а також життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів і безхребетних (Гордієнко, Гордієнко, 2005; Гордієнко, Гойчук, Гордієнко, 1999; Гордієнко, Карпенко, 1996; Мурахтанов, 1981; Шумаков, 1963; Зражевский, 1957; Платонова, Лантратова, Голубин, 2006; Погребняк, 1993; Луканюк, 2013). Липа формує поверхневу кореневу систему, в якій основна маса фізіологічно активного коріння зосередження у верхньому ґрунтовому горизонті (Гордієнко, Карпенко, 1996; Гузь, 1996). Вона позитивно впливає на розвиток коріння дуба (Гордієнко, Гордієнко, 2005; Колыбина, 1970). Показано також фітоценотичну роль липи в різних лісорослинних умовах (Платонова, Лантратова, Голубин, 2006; Тимофеев, 1966; Чистякова, 1978, 1979).

Липа серцелиста характеризується великим лісовідновним потенціалом. Вона періодично рясно плодоносить. Однак в природних умовах її насіння, зазвичай, втрачає життєздатність і має дуже низьку схожість (Мурахтанов, 1981). Достатньо глибоко обґрунтовано стратегію вегетативного природного поновлення липи. Саме потужний різноманітний вегетативний потенціал її природного поновлення забезпечив поширення липи в різних деревостанах та природних і лісорослинних умовах (Гордієнко, Гордієнко, 2005; Гордієнко, Карпенко, 1996; Масальський, 2004; Мурахтанов, 1981; Чистякова, 1978, 1982).

Фізіолого-біохімічний аспект життєдіяльності липи серцелистої в умовах лісових фітоценозів залишається не вивченим, на відміну від садово-паркових об'єктів великих міст України (Карпин, Заїка, Соханчак, 2015; Заїка, Карпин, 2017; Заїка, Карпин, 2017; Карпин, 2014, 2014а, 2015, 2017; Пономарьова, 2013; Совакова, 2013), а також на техногенно забруднених територіях (Сейдафаров, 2009).

Аналіз літературних джерел показав, що дослідження лісівничо-екологічної та фітоценотичної ролі липи в основному проводились у липово-дубових, або липово-хвойних деревостанах. Водночас не вивченим залишається її вплив на ріст і життєдіяльність дуба звичайного в складних мішаних деревостанах, які формуються в умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля.

## **ОБ'ЄКТИ, ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ**

**Об'єкти дослідження.** Дослідження проведено в 41-100-річних складних мішаних деревостанах свіжої грабової діброви Західного Поділля. Частка дуба і липи у них змінюється від поодиноких дерев до 9-10 одиниць. У їх складі також трапляються граб звичайний, клени гостролистий і явір, черешня, в'яз голий, ясен звичайний, береза повисла, осика тощо.

**Природні умови.** Проаналізовано особливості формування рельєфу території, який характеризується коливанням абсолютних висот 116-443 м (Природа..., 1979). Клімат регіону помірно-континентальний з середньорічними температурами 6,6-7,3 °С, абсолютним максимумом 37-39 °С і мінімумом -32 - -36 °С. Кількість опадів коливається від 520-590 до 650-700 мм. На 72 % площі сформувались середньо- і слабо-кислі ясно-сірі, сірі, темно-сірі опідзолені ґрунти і чорноземи опідзолені.

**Програма і методика дослідження.** Передбачалося проведення комплексних лісівничо-біологічних досліджень за методиками, які широко використовуються під час визначення лісівничо-таксаційних, агрохімічних та фізіолого-біохімічних показників.

Для дослідження лісівничо-таксаційних показників деревостанів закладали пробні ділянки відповідно до існуючих вимог (СОУ 02.02-37-476:2006). Санітарний стан дерев дуба вивчали за настановами (Санітарні правила..., 1995).

Дослідження кількості підросту деревних видів проводили згідно з прийнятою в лісівництві методикою. Для цього на кожній пробній площі закладали по 20-25 площадок площею по 4 м<sup>2</sup> (2x2 м). Самосів і підріст розподіляли за деревними видами, фізіологічним станом і групами віку. Підріст за віком розділяли на 1-, 2-3-, 4-8- і 8-15-річки, а за висотою на групи: до 0,25, 0,26-0,50, 0,51-0,75, 0,76-1,00, 1,01-1,50, 1,51-2,00 м. Підріст висотою до 0,50 м вважається дрібний, 0,51-1,50 м середній та 1,51 м і вище – великий. За фізіологічним станом підріст розділяли на здоровий, середньо ослаблений і дуже ослаблений. На зрубках віком 1-5 років досліджували природне поновлення липи серцелистої. У різних частинах Західного Поділля обстежили по 10 ділянок лісових культур кожного віку (разом 50 ділянок). На кожній з них провели облік кількості екземплярів липи та вимірювання висоти 15-20 особин (Ведмідь, Шкудор, Бузун, 2008; Горшенин, 1959; Молотков, 1966).

Корененаселеність ґрунту досліджували за методикою Н.А. Качинського (Рахтеенко, 1952, 1963). Масу коріння визначали по 10-см горизонтах: 0-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50 і 51-60 см. Розмір площадок становив 50x150 см,

повторюваність трикратна. Ґрунт просіювали через сито з розмірами вічок 2x3 мм. Відбирали фізіологічно-активне коріння діаметром до 2 см, яке висушували до абсолютно сухого стану і зважували.

Для вивчення формування лісової підстилки закладали по 5 площадок розміром 50x50 см, які рівномірно у вигляді конверта розміщували по пробній площі. Лісову підстилку повністю збирали з площадок, розділяли на фракції (листя та пагони, плоди, кора тощо), висушували до абсолютно сухого стану і зважували (Гришина, Самойлова, 1971).

Визначення вмісту пластидних пігментів проводили спектрофотометричним методом (Казаков, 2000). Листки разом з пагонами відбирали з 5 екземплярів підросту липи на кожній ділянці. Пігменти екстрагували 80 % розчином ацетону, а розчин фільтрували фільтром Шотта з пористістю 16.

Діелектричні показники прикамбіальних тканин лубу дерев дуба і липи – імпеданс і поляризаційну ємність визначали за допомогою приладу Ф 4320. Вимірювання проводили на частоті 1 кГц у 40-50 дерев. Електроди вводили в луб дерев на висоті 1,3 м. Віддаль між електродами становила 2 см один від одного (Криницький, 1992).

Денну динаміку біоелектричних потенціалів досліджували у дерев дуба і липи за методикою Г.Т. Криницького (Криницький, 1990). Для дослідження відбирали по 20-25 модельних дерев дуба і липи різної інтенсивності росту. Досліджували біопотенціали дерев на рівні кореневої шийки відносно Землі. Для вимірювання БЕП використовували неполяризаційні хлорсрібні електроди і високоомний біопотенціалметр.

Проби ґрунту для вивчення агрохімічних показників відбирали з верхнього 10 см шару ґрунту в п'ятикратній повторності. Визначення вмісту загального гумусу проводили за методом І.В. Тюріна у модифікації С.М. Симакова ДСТУ 4289:2004;  $pH_{\text{сольове}}$  – (ДСТУ ISO 10390:2007); гідролітичну кислотність – (ДСТУ 7537:2014); суму увібраних основ (Ca+Mg) за методом Капена (ГОСТ 27821-88; азот легкогідролізований за Корнфілдом (ДСТУ 7863:2015); фосфор рухомий (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) і калій обмінний (K<sub>2</sub>O) за Чиріковим (ДСТУ 4115:2002). Визначення валового вмісту низки хімічних елементів (Zn, Cd, Ni, Mn, Pb та Cu) у ґрунті проводили у витяжках одержаних після мокрого озолення нітратною кислотою (Руденко, Костишин, Морозова, 2008) на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С115 М1 (полум'яний варіант).

Мікрокліматичні показники (інтенсивність світла, температуру і вологість повітря) досліджували в денній динаміці під наметом деревостанів (дослід) і на відкритій території (контроль). Інтенсивність світла під наметом дослідних деревостанів визначали в серпні люксметром Ю 116. Дослідження проводили в безхмарну погоду. Вимірювання проводили на висоті 1 м у 50-60 точках, які розташовані вздовж діагоналей дослідних ділянок. Температуру і вологість повітря у деревостанах вимірювали у трикратній повторності на висоті 1 м. Для вимірювання використовували аспіраційний психрометр.

Отримані результати обробляли методами математичної статистики (Горошко, Миклуш, Хомюк, 2004) з використанням програми Microsoft Excel і Statistica 6.0.



## ЛІСІВНИЧО-ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ДЕРЕВОСТАНІВ

### Поширення свіжої грабової діброви та характеристика лісового фонду.

Вкриті лісовою рослинністю землі державних лісів у регіоні дослідження становлять 167936 га. В лісових масивах регіону успішно росте 54 аборигенні і інтродуковані деревні та чагарникові види. На близько половині площі (47,2 %) вкритої лісовою рослинністю земель поширені дубові деревостани (рис. 1А). Утричі меншу територію (15,3 %) займають соснові і ще меншу - букові (8,1 %) та грабові (10,7 %) лісостани. Липові деревостани незначно поширена в лісостанах Західного Поділля. Вони трапляються на площі 536,3 га, що становить всього 0,32 % вкритих лісовою рослинністю земель. Найбільше поширення липа має у складі дубових деревостанів.

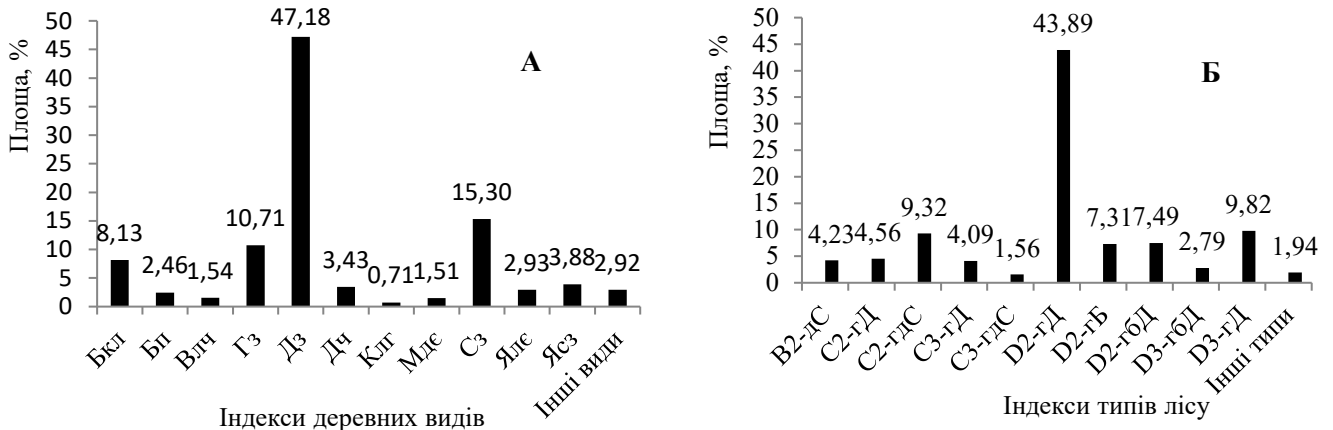


Рис. 1. Розподіл вкритих лісовою рослинністю земель Західного Поділля за деревними видами (А) і типами лісу (Б)

Домінуючим типом лісу на цій території є свіжа грабова діброва, яка займає площу близько 44 % (73709 га) – рис. 1Б. Значне поширення має також і волога грабова діброва (9,82 %). Ці два типи лісу разом займають близько 55 % вкритих лісовою рослинністю земель.

Дуб і липа переважно ростуть в свіжій грабовій діброві, де їх площі, відповідно, становлять 60,9 (48256,2 га) і 37,4 % (200,5 га). Значно вони представлені також в деревостанах вологої грабової діброви і свіжої грабово-букової діброви. У цих типах лісу зосереджено 44 % деревостанів з переважанням у їх складі липи і близько 25,5 % дуба.

Трапляння дуба звичайного у складі деревостанів свіжої грабової діброви коливається від 1 до 10, а липи дрібнолистої – від 3 до 10 одиниць. Площа деревостанів з часткою дуба у їх складі 3-6 одиниць змінюється у межах від 14,7 до 24,8 %. Деревостани з часткою дуба 7-8 одиниць трапляються на площі 5,7-8,7 %, а з часткою 9-10 одиниць – на площі 3,1-4,8 %. Із 200,5 га лісостанів свіжої грабової діброви за участю липи, на 73,1 % липа представлена у складі деревостанів 3-4 одиницями, на площі 19 % її частка становить 5-6 одиниць.

Дуб (на площі 76,7 %) і липа (68,7 %) ростуть у деревостанах з повнотою 0,7-0,8 і переважно за I і II класами бонітету. Близько 74 % дубових і 63 % липових деревостанів перебувають у середньовіковій групі віку.

**Лісівничо-таксаційні показники деревостанів** У середньовікових деревостанах бонітет дуба змінюється від II до I<sup>b</sup>, в пристиглих – від I до I<sup>a</sup> і в стиглих – від II до I<sup>a</sup>. Вплив липи на ріст дуба змінюється залежно від її частки у складі деревостанів та висоти. Чисті, або близькі до них липові деревостани характеризуються високою продуктивністю. Дуб, незалежно від віку, росте за I<sup>a</sup>–I<sup>b</sup> бонітетом в деревостанах, де частка липи у їх складі становить 2-8 од. і відстає в рості від дуба за висотою на 10,0-46,1%. Кількість дерев липи у цих деревостанах становить 36-800 екз.·га<sup>-1</sup>. У деревостанах, де відмінності за висотою між дубом і липою становлять менше 10 %, спостерігається пригнічення дуба липою і він росте за II-им бонітетом. Коефіцієнт кореляції між висотою липи і дуба становить 0,86, а між кількістю дерев липи і середньою висотою дуба – -0,49.

У середньовікових деревостанах абсолютна повнота становить 21,4-34,0 м<sup>2</sup>·га<sup>-1</sup>, а запас деревини – 172-374 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>. У пристиглих деревостанах ці показники, становлять, відповідно, 24,6-34,9 м<sup>2</sup>·га<sup>-1</sup> і 263-409 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>, а в стиглих – 26,6-40,3 м<sup>2</sup>·га<sup>-1</sup> і 330-487 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>. Найбільшого запасу стовбурової деревини (409-487 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>) досягають деревостани, де частка липи у їх складі становить 3-6 одиниці.

**Санітарний стан.** У деревостанах переважають дерева дуба I (22,3-63,6 %) і II (17,8-42,9 %) категорій санітарного стану. Сухі дерева трапляються на 70 % дослідних ділянок у кількості 1,2-7,2 %. Індекс санітарного стану дуба коливається в межах 1,36-2,65. У 20 % деревостанів свіжої грабової діброви на деревах дуба відсутні водяні пагони, а в інших кількість дерев дуба з водяними пагонами становить 5,3-53,3 %. Однозначного зв'язку санітарного стану та появи і розвитку водяних пагонів на деревах дуба з часткою липи у складі деревостанів не встановлено.

**Корененаселеність ґрунту.** Загальна маса фізіологічно активних коренів у 60-см шарі ґрунту деревостанів коливається в межах 11,82-20,71 кг·(м<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>. Значне зростання маси коренів виявлено на ділянках з переважанням у складі дуба і граба. В деревостанах зі збільшенням частки липи корененаселеність ґрунту загалом зменшується (рис. 2). Коефіцієнт кореляції між часткою липи і масою коріння виявився зворотній і значний ( $r = -59$ ), а залежність описується поліномом другого порядку.

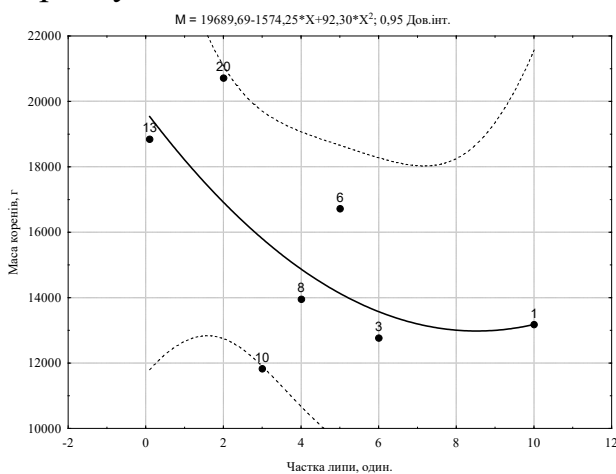


Рис. 2. Зв'язок щільності корененаселеності ґрунту з часткою липи у складі деревостанів

Липа серцелиста значно впливає на розподіл дрібного коріння в межах ґрунтового горизонту. Встановлено, що 64,5–86,0 % маси коріння деревних видів зосереджено у верхньому 10-сантиметровому шарі ґрунту. На глибині 31–40 см виявлено тільки 9,8–15,0 %, на

41–50 см – 4,5–12,6 %, а в горизонті 51–60 см зосереджено 1,6-8,9 % маси кореневих систем деревних порід. Зі збільшенням частки липи у складі деревостанів зростає маса коріння у верхньому 30-см шарі ґрунту.

**Лісова підстилка.** В середньовікових, пристиглих і стиглих деревостанах запас лісової підстилки змінюється у межах  $0,28-1,34 \text{ кг}\cdot(\text{м}^2)^{-1}$ . Найменша маса лісової підстилки виявлена в 45-річному липовому деревостані. В інших деревостанів запас лісової підстилки істотно зростає у 1,61-4,78 рази ( $t_{\phi}=2,53-21,20$ ;  $t_{05}=2,26$ ). Найбільша маса лісової підстилки нагромаджується під наметом деревостанів у складі яких переважає дуб з грабом. Деревостани з низьким запасом лісової підстилки переважно характеризуються значною часткою липи у їх складі (рис. 3). Вплив липи серцелистої на формування лісової підстилки в деревостанах

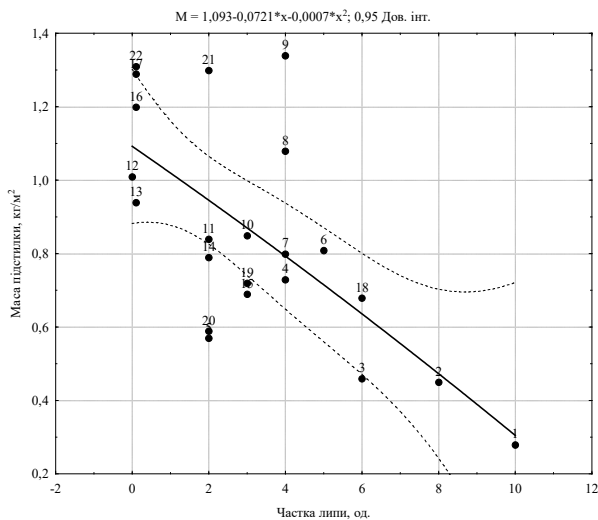


Рис. 3. Зв'язок маси лісової підстилки з часткою липи у складі деревостанів

свіжої грабової діброви характеризується тісною зворотною кореляційною залежністю ( $r=-0,68$ ).

У складі лісової підстилки переважає листя деревних видів. Його маса становить  $0,19-1,15 \text{ кг}\cdot(\text{м}^2)^{-1}$ , або 51,5-86,3 %. Відносно контрольного липового деревостану в дослідних лісостанах його маса виявилась істотно у 1,4-6,1 ( $t_{\phi}=1,79-33,94$ ;  $t_{05}=2,26$ ) рази вищою. Нагромадження листя у складі лісової підстилки зумовлене високою часткою дуба і граба, яке порівняно з іншими деревними видами повільно розкладається.

Нагромадження лісової підстилки в деревостанах характеризується значною мінливістю, яка коливається в межах 6,3-32,1 %. Переважає слабкий і середній рівень мінливості.

**Агрохімічні показники ґрунту.** На переважну кількість агрохімічних показників ґрунту виявлено вплив липи. Так, сольова кислотність ґрунтів під наметом деревостанів коливається у межах 3,16-5,92 од. Близько 41 % деревостанів ростуть на дуже сильно кислих і така ж кількість на сильно кислих ґрунтах. Це деревостани з переважанням у їх складі дуба з грабом. Близькі до нейтральних сформувались ґрунти під наметом деревостанів з часткою липи 6-10 одиниць.

Гідролітична кислотність ґрунтів становить  $2,10-10,66 \text{ мг-екв}\cdot(100 \text{ г})^{-1}$  ґрунту, а сума увібраних основ –  $3,00-14,13 \text{ мг-екв}\cdot(100 \text{ г})^{-1}$  ґрунту. Під наметом деревостанів з переважанням липи у їх складі встановлено зниження величини гідролітичної кислотності до  $2,10-4,12 \text{ мг-екв}\cdot(100 \text{ г})^{-1}$  ґрунту, а у деревостанах з явним переважанням у складі дуба з грабом ці показники зросли до  $7,56-10,66 \text{ мг-екв}\cdot(100 \text{ г})^{-1}$  ґрунту. Сума увібраних основ у ґрунті деревостанів з переважанням липи, або її значного представництва у їх складі характеризується чітким зростанням відносно чистих дубових деревостанів.

Вміст азоту легкогідролізованого у ґрунті деревостанів становить  $9,8-28,0 \text{ мг}\cdot(100 \text{ г})^{-1}$  ґрунту, рухомого фосфору –  $6,1-19,7$  і калію обмінного –  $10,4-23,3 \text{ мг}\cdot(100 \text{ г})^{-1}$  ґрунту. Концентрація гумусу у верхньому 10 см шарі ґрунту змінюється

від 1,79 до 6,35 %. Вплив липи серцелистої на агрохімічні показники ґрунту найкраще показують кореляційні зв'язки її частки і запасу в деревостанах (табл. 1).

Таблиця 1

Кореляційні зв'язки ( $r$ ) між часткою липи у складі деревостанів і її запасом з агрохімічними показниками верхнього 10 см шару ґрунту

Агрохімічні показники ґрунту	Частка липи у складі деревостанів	Запас липи в деревостанах
$pH$ , КСІ	0,88	0,77
Вміст гумусу	0,11	0,023
Гідролітична кислотність	-0,72	-0,63
Сума увібраних основ	0,61	0,41
Ступінь насичення увібраними основами	0,74	0,59
Азот легкогідролізований	0,15	0,10
Фосфор рухомий	0,20	0,14
Калій обмінний	0,58	0,51

Високою прямою кореляційною залежністю характеризується зв'язок частки липи у складі деревостанів з  $pH$  ґрунту ( $r=0,88$ ) і ступенем насичення увібраними основами ( $r=0,74$ ) та зворотною - з гідролітичною кислотністю ( $r=-0,72$ ). Залежність суми увібраних основ і калію обмінного від частки липи характеризується прямою значною кореляційною залежністю ( $r=0,58-0,61$ ).

Особливе значення для активування ферментативної діяльності відіграють  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Ni$  і  $Mn$ . Іони  $Cd$  і  $Pb$ , які характеризуються токсичними властивостями. Відмінності між деревостанами за вмістом цих елементів у верхньому 10 см шарі ґрунту становлять 2,6-11,8 разів. Нами не встановлено значних кореляційних залежностей між часткою липи у складі деревостанів і їх вмістом у ґрунті. Вплив липи найбільше проявляється на нагромадження цинку. Встановлено низький вміст у ґрунті міді (0,3-1,4  $мкг\cdotг^{-1}$  ґрунту). Значно більшою концентрацією характеризуються цинк (5,0-19,4) і нікель (4,2-20,0), а найбільшою марганець (65-400  $мкг\cdotг^{-1}$  ґрунту).

**Мікрокліматичні умови під наметом деревостанів.** Під намет деревостанів проникає в середньому 0,6-20,2 % падаючої на їх поверхню сонячної енергії, а її фактичні показники становлять 0,2-6,2 тис. лк. Найменше сонячного світла проходить через намет деревостанів на ділянках, де частка липи у їх складі становить 4-10 одиниць, а дуба не перевищує 1-5 одиниць. Простежується зв'язок між співвідношенням частки світлолюбних і тіневитривалих видів у складі деревостанів та кількістю сонячної енергії, яка проникає крізь лісовий намет. У дослідних деревостанів значну роль на поглинання світла відіграє липа серцелиста.

Показники температури і вологості повітря під наметом деревостанів залежать не тільки від його структури, а і від дифузійних процесів, що проходять у лісостанах. Під наметом 45-річного липового деревостану температура знизилась на 2,8 %, а в інших деревостанах на 6,8-18,4 % та не залежить від видового складу деревостанів. Відносна вологість повітря у деревостанах виявилась вищою від контрольних показників на 2,6-41,4 %. Денна динаміка освітленості під наметом

деревостанів слабо залежить від її динаміки на контролі. На відміну від освітленості, температура і вологість повітря у деревостанах характеризується добре вираженою денною динамікою, яка корелює з їх динамікою на контролі.

## ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В ДЕРЕВНИХ ВИДІВ

Електрофізіологічні показники добре характеризують фізіологічний стан та інтенсивність проходження процесів життєдіяльності у дерев під час формування деревостанів. Вони дозволяють на функціональному рівні встановити напруженість конкурентних фітоценотичних взаємовідносин між деревними видами та дозволяють встановити їх оптимальний видовий склад для формування високопродуктивних і біотично стійких фітоценозів.

**Діелектричні показники.** У дуба показники імпедансу в середині вегетаційного періоду становили 5,5-9,7 кОм і поляризаційної ємності – 1,92-2,73 нФ (рис. 4). Встановлено зниження життєдіяльності дуба в чистих дубових деревостанах. У складних мішаних деревостанах дуб, незалежно від частки у їх складі, проявляє високу інтенсивність проходження життєвих процесів. Об'єднує всі ці деревостани показник перевищення висоти дуба над деревами інших деревних видів на 15,8-31,6 %.

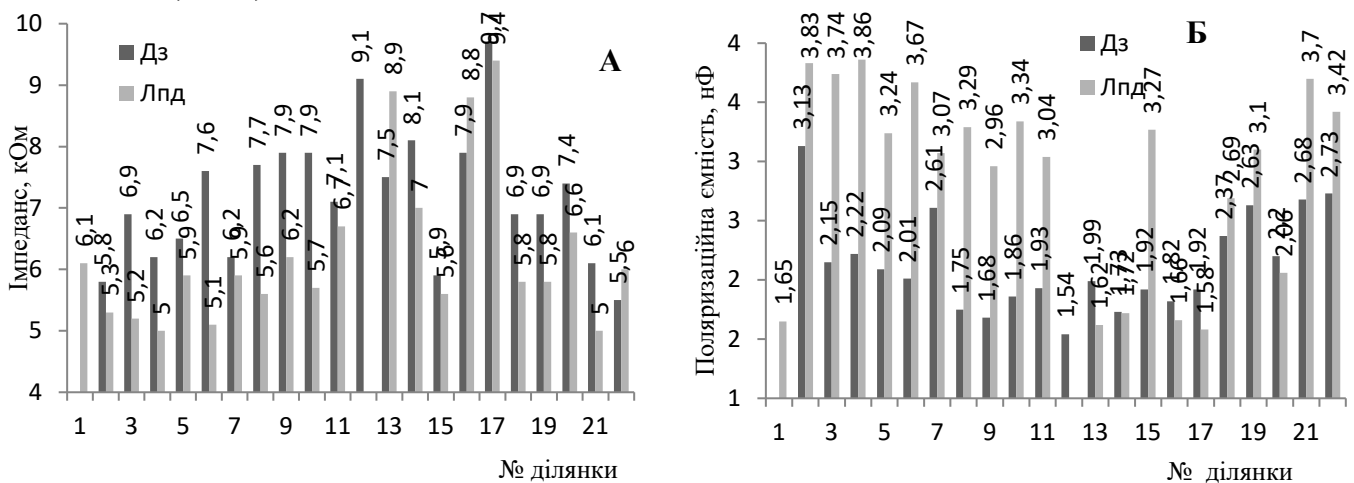


Рис. 4. Імпеданс (А) і поляризаційна ємність (Б) дуба і липи на дослідних ділянках (07.14 р.)

У липи серцелистої показники імпедансу становили 5,0-9,4 кОм, а поляризаційної ємності – 1,58-3,86 нФ. Низькі показники імпедансу (5,0-5,3 кОм) і високої поляризаційної ємності (3,67-3,86 нФ) виявлено у липи в деревостанах, де її частка становить 4-8 одиниць, або вона росте за висотою на рівні дуба. Найбільш негативні умови для функціонування липи склалися в деревостанах з її відставанням у рості від дуба на 40,6-48,3%. У переважній кількості деревостанів склались сприятливі взаємовідносини між дубом і липою.

Встановлено, що діелектричні показники дуба характеризуються більш високою кореляційною залежністю від лісівничо-таксаційних показників, ніж липи. Імпеданс і поляризаційна ємність дуба проявляє значну тісноту кореляційного зв'язку з густотою дерев дуба і загальною густотою деревостанів, з діаметром і висотою дерев дуба та з висотою дерев липи. З часткою дуба у складі деревостанів його діелектричні показники характеризуються помірною залежністю, а з часткою

липи, її густотою і повнотою деревостанів – слабкою. На функціонування липи найбільшою мірою впливає частка дуба у складі деревостанів і його густота. Коефіцієнт кореляції між часткою дуба і імпедансом прикамбіальних тканин липи становить 0,53, а з поляризаційною ємністю – -0,38. З густотою дуба та діелектричними показниками липи кореляційний зв'язок знизився до помірного, а з іншими показниками деревостанів – до слабкого.

**Біоелектричні потенціали.** У дослідних деревостанів середньоденні показники біоелектричних потенціалів дуба змінюються від -43,0 до -102,4 мВ (табл. 2). У мішаних дослідних деревостанах абсолютні значення біопотенціалів дуба перевищують контроль (чистий деревостан) на 9,6-129,6 % ( $t_{\phi}=0,73-8,04$ ;  $t_{05}=2,18$ ). Найбільшими вони є в лісостанах, де дуб перевищує липу за висотою і діаметром, а його частка у їх складі становить 1-5 одиниць.

Таблиця 2

Середньоденні показники біоелектричних потенціалів  
дуба і липи

Склад деревостану	Вік, років	Деревний вид	Показники			
			M±m	%	t <sub>φ</sub>	V, %
10Лпд+Бп	45	Лпд	-94,6±3,1	100,0	0,00	16,5
10Дз+Бп	44	Дз	-44,6±3,8	100,0	0,00	35,3
6Лпд2Ясз1Дз1Бп+Гз, Взг,Клг	45	Дз	-102,4±6,1	229,6	8,04	13,4
		Лпд	-101,2±3,0	107,0	1,53	14,8
5Лпд3Дз2Гз+Кля	56	Дз	-82,6±4,2	185,2	6,71	23,0
		Лпд	-116,5±5,7	123,2	3,38	16,9
5Дз4Лпд1Гз+ЯсзКлгЧш	55	Дз	-77,8±4,6	174,4	5,56	25,0
		Лпд	-107,6±3,6	113,7	2,74	13,8
5Дз4Лпд1Гз	58	Дз	-43,0±4,9	96,4	0,26	37,4
		Лпд	-81,0±4,4	85,6	2,53	19,4
5Дз3Лпд1Кля1Гз+Ясз	41	Дз	-57,3±3,8	128,5	2,36	29,3
		Лпд	-68,2±3,4	72,1	5,74	20,3
2Дз5Гз2Лпд1Ясз+Клг,В зг	92	Дз	-48,9±4,5	109,6	0,73	34,1
		Лпд	-58,6±3,4	61,9	7,82	21,7

Примітки: 1. Контролем для дуба служив чистий дубовий деревостан, а для липи липовий деревостан.

2. Табличне значення t-критерію Стьюдента становить 2,18.

Середньоденні біоелектричні потенціали липи серцелистої коливаються від -58,6 до -116,5 мВ. Такі великі відмінності між деревостанами за показниками біоелектричних потенціалів липи зумовлені умовами її росту та впливом на неї інших деревних видів. Найкращі умови для функціонування дуба і липи склались в деревостанах, де частка дуба змінюється в межах 1-4 одиниць, а липи – від 4 до 6 одиниць.

У липи серцелистої характер денних біопотенціалогам в деревостанах переважно є подібним до дуба звичайного. Однак липа за абсолютними показниками біопотенціалів упродовж дня характеризується вищими значеннями від дуба.

Кореляційний зв'язок між денною динамікою мікрокліматичних умов та біопотенціалограмами у дуба і липи в різних деревостанах коливаються від слабкої до дуже високої тісноти. Його величина зумовлена конкурентними взаємовідносинами в деревостанах та фітоценотичним впливом.

## ЛІСОВІДНОВНІ ПРОЦЕСИ В ДЕРЕВОСТАНАХ І НА ЗРУБАХ ТА СТАН ПІДРОСТУ

**Природне поновлення в деревостанах.** Природне поновлення в деревостанах свіжої грабової діброви Західного Поділля проходить переважно незадовільно. Загальна кількість підросту деревних видів коливається в межах від 1,13 до 10,27 тис. екз.·га<sup>-1</sup>. У його складі трапляються дуб звичайний і червоний, ясен звичайний, клени гостролистий і явір, в'яз голий, граб звичайний, липа дрібнолиста, горобина і бук лісовий. У віковій структурі на переважній кількості ділянок домінує 1-3-річний підріст. Серед деревних видів найкраще поновлюються клени гостролистий і явір, граб та в'яз, підріст яких під наметом материнських деревостанів досягає 4-8-річного віку і старше. Підріст дуба 1-3-річного віку виявлено на 72,3 % ділянок, де його кількість становить 0,25-2,63 тис. екз.·га<sup>-1</sup>. Підріст липи насінного походження трапляється в 45,5 % дослідних деревостанів у кількості 0,25-1,38 тис. екз.·га<sup>-1</sup> з часткою 5,6-35,0 %. Кількість дрібного підросту на різних ділянках змінюється у межах від 50 до 100 %. У деревостанах переважає середньо ослаблений (41,1-54,1 %) та значною мірою представлений дуже ослаблений (19,1-41,8 %) підріст деревних видів. Частка здорового підросту в них становить 14,0-30,5 %. Трапляння підросту у деревостанах становить 30-95 %. Серед деревних видів найнижчими показниками трапляння характеризується підріст липи серцелистої.

Природне насінне поновлення липи дрібнолистої виявлено на 38 % від кількості обстежених 1-5-річних зрубів. Його кількість коливається в межах 55-275 екз.·га<sup>-1</sup>. Середня висота підросту липи зростає з віком від 13,2 см на 1-річних до 40,6 см на 5-річних зрубках. Життєздатність горішків липи у різні роки спостереження залишається переважно високою і становить 55-94 %.

**Вміст пластидних пігментів.** Вміст зелених пігментів у підросту липи на зрубках (контроль) становить 4,502, а жовтих – 0,757 мг·(г абс. сух. маси)<sup>-1</sup>. У підросту липи під наметом деревостанів концентрація хлорофілів зросла на 16,9-49,2 % і досягнула 5,502-6,717 мг·(г абс. сух. маси)<sup>-1</sup>. Встановлено більш інтенсивне нагромадження у підросту дослідних варіантів хлорофілу *a*, порівняно з хлорофілом *b*. Концентрація хлорофілу *a* у них зросла на 31,7-62,6 %, а хлорофілу *b* – на 1,4-20,0 %. Величина кореляційного зв'язку (*r*) між повнотою деревостанів і вмістом хлорофілів у підросту липи становить 0,54. У рослин на зменшення інтенсивності світла адаптивною відповіддю є зміни у співвідношенні хлорофілів *a/b*. У контрольному варіанті його значення становить 2,18, а у дослідних воно зросло на 15,2-39,1 %. Найменші зміни нами виявлено у показнику відношення суми зелених

до жовтих пігментів. Цей показник у дослідних варіантів зріс відносно контролю на 1,6-11,5 %.

### **ЛІСІВНИЧО-ЕКОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ДУБОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ЗА УЧАСТЮ ЛИПИ**

Серед супутніх деревних видів в регіоні дослідження найвищим лісовідновлювальним і конкурентним потенціалом характеризується граб. Насінне поновлення клена гостролистого і в'яза виявилось на декілька порядків меншим від граба. Підріст цих деревних видів є також тіневитривалим і тривалий період може успішно рости в умовах затінення. Підріст супутніх деревних видів в умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля характеризується високою здатністю до виживання під наметом деревостанів чи на зрубках в конкурентній боротьбі з трав'яною рослинністю.

У регіоні дослідження під час відтворення і формування деревостанів необхідно орієнтуватись на склад, у якому частка дуба становить 6-7 одиниць і 3-4 одиниці супутні деревні види. У наших же дослідженнях переважають деревостани з часткою дуба 3-5, або 9-10 одиниць. Позитивним є те, що до складу переважної кількості таких деревостанів входить декілька супутніх деревних видів, серед яких трапляється також липа серцелиста. Її позитивний вплив на дубові лісостани проявляється навіть за найменшої частки у складі деревостанів. Проте, значний вплив липи на ріст і життєдіяльність дуба спостерігається у деревостанах, де її частка становить не менше 2-х одиниць. Однак необхідно враховувати у цих умовах також лісівниче значення граба звичайного, клена гостролистого, в'яза голого, черешні. Ці види обов'язково повинні бути представлені у деревостанах.

Унаслідок тривалого господарювання в регіоні дослідження сформувались одновікові корінні і похідні деревостани штучного походження за участю дуба, у яких липа серцелиста представлена поодинокими деревами, або взагалі відсутня. Одним із напрямків наближеного до природи ведення лісового господарства у таких лісостанах є формування різновікових деревостанів шляхом проведення рубок переформування. За відсутності у складі материнських деревостанів липи під час проведення таких рубок її необхідно періодично вводити шляхом створення піднаметових лісових культур у кількості до 500-600 екз. га<sup>-1</sup>.

Аналіз господарської діяльності показав, що в дібровах Західного Поділля на зрубках створюють чисті лісові культури дуба з розміщенням садивних місць 4,0x0,7, або 5,0x0,7 м. За нашими даними природне насінне поновлення липи трапляється лише на 38 % зрубів у дуже малій кількості. Ми пропонуємо до складу лісових культур вводити липу за схемою 4рДз1рЛпд, а відстань між її саджанцями в рядах через 1 м.

Зазначені нами заходи щодо відтворення липи серцелистої у деревостанах під час проведення рубок переформування чи на зрубках під час створення лісових культур дозволять сформувати оптимальні за видовим складом корінні деревостани за участю липи. На нашу думку, в умовах грабової діброви оптимальний деревостан у віці стиглості повинен мати абсолютну повноту не менше 30-35 м<sup>2</sup>·га<sup>-1</sup> та включати 6-7 одиниць дуба, 1-2 - граба, 2-3 - липи, а також у домішці черешню, в'яз голий і клен гостролистий. Рубками догляду необхідно забезпечувати відставання у



рості за висотою супутніх деревних видів від головної породи на 10-15 % у молодняків і збільшувати його до 15-25 % у середньовікових, пристиглих і стиглих деревостанів.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на основі проведених лісівничо-фізіологічних досліджень у дубових деревостанах свіжої грабової діброви Західного Поділля показано вплив липи серцелистої на ріст і життєдіяльність дуба звичайного. Вивчено лісівничо-таксаційні показники складних мішаних деревостанів з різною часткою у складі липи, показано її вплив на санітарний стан деревостанів, формування лісової підстилки, агрохімічні показники ґрунту, корененаселеність ґрунту, мікрокліматичні умови під наметом деревостанів, електрофізіологічні показники дуба та лісовідновні процеси в деревостанах і на зрубках різного віку. На основі отриманих результатів дослідження зроблено такі висновки і пропозиції виробництву:

1. В умовах Західного Поділля дубові деревостани ростуть на площі 79238,1, а липові на 536,3 га, що відповідно становить 47,2 і 0,32 % вкритих лісовою рослинністю земель. Переважаючими типами лісорослинних умов тут є груди (72,63 %) і сугруди (21,83 %), а типом лісу – свіжа грабова діброва (43,9 %), в якій зосереджено 60,9 % (48256,2 га) дубових і 37,4 % (200,5 га) липових деревостанів. Дубові деревостани у свіжій грабовій діброві на площі 76,7 % і липові на площі 68,7 % ростуть з повнотою 0,7-0,8 і за I та II класами бонітету. Близько 74 % деревостанів дуба і 63 % липи перебувають у середньовіковій групі.

2. В умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля формуються дубові деревостани з часткою липи серцелистої у їх складі від поодиноких дерев до 6-8 одиниць. Серед них переважають деревостани, в яких частка липи становить до 2-4 одиниць. Дуб звичайний, незалежно від віку, росте за I<sup>a</sup>-I<sup>b</sup> класами бонітету в деревостанах, де частка липи у їх складі змінюється в межах 2-8 одиниць та відстає в рості від дуба за висотою на 10,0-46,1%. Найгіршим ростом дуб характеризується на ділянках, де відмінності за показником середньої висоти дуба і липи є найменшими (0,4-6,8%).

3. У середньовікових деревостанах повнота становить 21,4-34,0 м<sup>2</sup>·га<sup>-1</sup>, а запас деревини – 172-374 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>; у пристиглих, відповідно, 24,6-34,9 м<sup>2</sup>·га<sup>-1</sup> і 263-409 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup> і в стиглих – 26,6-40,3 м<sup>2</sup>·га<sup>-1</sup> і 330-487 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>. Найбільшого запасу стовбурової деревини (409-487 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>) досягають деревостани, де частка липи у їх складі становить 3-6 одиниці.

4. Водяні пагони у 5,3-53,3 % дерев дуба виявлено в 80 % деревостанів різного видового складу. У деревостанах переважають дерева I і II категорій санітарного стану, а сухі трапляються на 70 % ділянок у кількості 1,2-7,2%. Індекс санітарного стану дуба змінюється в межах 1,36-2,65.

5. Загальна маса коренів діаметром до 2 см в 60-см шарі ґрунту коливається в межах 11,82-20,71 кг·(м<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>. У деревостанах зі збільшенням частки липи корененаселеність ґрунту зменшується. Коефіцієнт кореляції між часткою липи і

масою коріння виявився зворотнім і значним ( $r = -0,59$ ). У верхньому 10-сантиметровому шарі ґрунту зосереджено 64,5-86,0 % маси коріння деревних видів.

6. У деревостанах запас лісової підстилки в абсолютно сухому стані у кінці вегетаційного періоду змінюється у межах  $0,28-1,34 \text{ кг} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$ . У її складі переважає листя деревних видів, маса якого становить 51,5-86,3 %. Зв'язок нагромадження маси лісової підстилки з часткою липи у складі деревостанів характеризується тісною зворотною кореляційною залежністю ( $r = -0,68$ ).

7. Сольова кислотність ґрунтів у деревостанах становить 3,16-5,92 од. Близько 41 % деревостанів ростуть на дуже сильнокислих ґрунтах ( $\text{pH} < 4,0$ ) з переважанням у їх складі (6-10 одиниць) дуба звичайного і граба. Така ж кількість ділянок характеризується сильнокислими ґрунтами ( $\text{pH} = 4,1-4,5$ ). Близькі до нейтральної реакції ґрунти сформувались у деревостанах з часткою липи у їх складі 6-10 од. Зв'язок ( $r$ )  $\text{pH}$  ґрунту з часткою липи у складі деревостанів становить 0,88.

8. Кореляційний зв'язок ступеня насичення ґрунту увібраними основами з часткою липи у складі деревостанів виявився прямим і тісним ( $r = 0,74$ ), гідролітичної кислотності – тісним і зворотнім ( $r = -0,72$ ), суми увібраних основ – прямим і значним ( $r = 0,61$ ).

9. Вміст азоту легкогідролізованого у верхньому 10 см шарі ґрунту деревостанів змінюється в межах  $9,8-28,0 \text{ мг} \cdot (100 \text{ г})^{-1}$ , а рухомого фосфору  $6,1-19,7 \text{ мг} \cdot (100 \text{ г})^{-1}$  ґрунту і є сприятливим для їх росту. Вміст у ґрунті калію обмінного виявився достатньо високим і становить  $10,4-23,3 \text{ мг} \cdot (100 \text{ г})^{-1}$  ґрунту та пов'язаний з часткою липи у складі деревостанів прямою значною кореляційною залежністю ( $r = 0,58$ ).

10. Концентрація гумусу у верхньому 10 см шарі ґрунту деревостанів різного видового складу коливається від 1,79 до 6,35 %. Вплив липи на вміст органічної речовини у ґрунті проявляється слабо.

11. Під намет деревостанів проникає в середньому 0,6-20,2 % падаючої на їх поверхню сонячної енергії, а її фактичні показники становлять 0,2-6,2 тис. лк. Встановлено зниження під наметом деревостанів середньоденної температури повітря на 2,8-18,4 % і зростання його вологості на 2,6-41,4 %.

12. У липи діелектричні показники, які характеризують інтенсивність життєвих процесів дерев, змінювались в межах – імпеданс в середині вегетаційного періоду становив 5,0-9,4 кОм, а поляризаційна ємність – 1,58-3,86 нФ. У дуба вони, відповідно, змінювались в межах 5,5-9,7 кОм і 1,92-2,73 нФ. Інтенсивність проходження процесів життєдіяльності у дуба в деревостанах більшою мірою визначається перевищення його висоти над іншими деревними видами, а ніж їх часткою складі. Істотне зниження життєдіяльності дуба встановлено в чистих, або близьких до них деревостанах. Липа, високою інтенсивністю життєдіяльності, характеризується в деревостанах, де вона, зазвичай, переважає за часткою дуба.

13. Середньоденні показники біоелектричних потенціалів дуба у деревостанах коливаються від -43,0 до -102,4 мВ, а у липи – в межах -58,6 - -116,5 мВ. Встановлено перевищення на 9,6-129,6 % абсолютних показників біопотенціалів дерев дуба в мішаних над чистими деревостанами. Найбільшими вони виявились в лісостанах, де дуб перевищує липу за висотою і діаметром, а його частка у їх складі

становить 1-5 одиниць. У липи, де її частка у складі деревостанів становить 5-6 одиниць, абсолютні середньоденні показники біопотенціалів перевищують значення чистого липового деревостану на 7,0-23,2 %, а на ділянках з часткою липи 2-4 одиниці вони виявились істотно (на 14,4-38,1 %) нижчими. Найкращі фітоценотичні умови для функціонування дуба і липи склались в деревостанах, де частка дуба у їх складі змінюється в межах 1-4 одиниць, а липи – від 4 до 6 одиниць.

14. Природне поновлення в деревостанах свіжої грабової діброви Західного Поділля проходить переважно незадовільно. Загальна кількість підросту деревних видів у них коливається в межах від 1,13 до 10,27 тис. екз.·га<sup>-1</sup>. На переважній кількості ділянок домінує 1-3-річний підріст. Підріст дуба виявлено у 72,3 %, а липи у 45,5 % дослідних деревостанів. Кількість дрібного підросту на різних ділянках коливається в межах від 50 до 100 %. В деревостанах переважає середньо ослаблений (41,1-54,1 %) та значною мірою представлений дуже ослаблений (19,1-41,8 %) підріст деревних видів. Трапляння підросту становить 30-95 %.

Природне насінне поновлення липи серцелистої виявлено на 38 % від кількості обстежених 1-5-річних зрубів. Його кількість становить 55-275 екз.·га<sup>-1</sup>. Середня висота підросту липи зростає з віком від 13,2 см на 1-річних до 40,6 см на 5-річних зрубках. Життєздатність насіння липи в різні роки спостереження залишається переважно високою і становить від 55 до 94 %.

15. У підросту липи, який росте під наметом деревостанів, встановлено зростання вмісту хлорофілів на 16,9-49,2 % і каротиноїдів на 16,9-49,2 %. Їх концентрація у дослідних рослин, відповідно, досягнула 5,502-6,717 і 0,885-1,022 мг·(г абс. сух. маси)<sup>-1</sup>. У підросту липи під наметом деревостанів зростання відношення хлорофілів *a/b* відносно контролю становило на 15,2-39,1 %, а суми хлорофілів до вмісту каротиноїдів – на 15,2-39,1 %.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. В умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля під час відтворення та формування високопродуктивних і біотично стійких лісостанів пропонуємо забезпечити частку липи серцелистої у їх складі 2-3 одиниці.

2. Пропонуємо формувати оптимальний склад деревостанів, який у віці стиглості повинен мати абсолютну повноту не менше 30-35 м<sup>2</sup>·га<sup>-1</sup> та включати 6-7 одиниць дуба, 1-2 - граба, 2-3 - липи, а також у домішці черешню, в'яз голий і клен гостролистий.

3. На зрубках за відсутності, або незначної кількості підросту липи необхідно вводити її у лісові культури рівномірно по ділянці в кількості 500-600 екз.·га<sup>-1</sup>.

4. Рубками догляду під час формування лісостанів необхідно забезпечувати відставання в рості за висотою супутніх деревних видів від головної породи дуба на 10-15 % у молодняках і збільшувати його до 15-25 % у середньовікових, пристиглих і стиглих деревостанах.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

**Статті у наукових фахових наукових виданнях:**

1. Заїка В.К., **Каленюк Ю.С.** Ріст і формування дубових деревостанів за участю липи дрібнолистої в умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2018. Вип. 17. С. 37-45. (Автором проведено збір експериментальних даних, математико-статистичне опрацювання і підготовку статті до друку).
2. **Каленюк Ю.С.**, Заїка В.К. Діелектричні показники дуба і липи в деревостанах свіжої грабової діброви Західного Поділля. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28. № 11. С. 33-37. (Автором проведено польові дослідження, статистичне опрацювання експериментальних даних і підготовку статті до друку).
3. **Каленюк Ю.С.**, Заїка В.К. Біоелектричні потенціали дуба і липи в деревостанах свіжої грабової діброви Західного Поділля. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Т. 29. № 1. С. 49–53. (Автором проведено польові дослідження, статистичне опрацювання експериментальних даних і підготовку статті до друку).
4. **Каленюк Ю.С.**, Заїка В.К. Формування лісової підстилки в деревостанах за участю липи дрібнолистої в умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Т. 29. № 2. С. 43–46. (Автором проведено збір експериментальних даних в деревостанах та проведення лабораторних досліджень, статистичне опрацювання експериментальних даних і підготовку статті до друку).
5. Заїка В.К., **Каленюк Ю.С.** Лісовідновні процеси в дубових деревостанах за участю липи дрібнолистої в умовах Західного Поділля. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2019. Вип. 18. С. 46-56. (Автором проведено збір експериментальних даних та їх статистичне опрацювання і підготовку статті до друку).

**Матеріали і тези наукових конференцій:**

6. **Каленюк Ю.С.** Стан дуба звичайного в лісостанах свіжої грабової діброви Західного Поділля. *Спадщина Кременецьких гір: Матеріали II-ї Молодіжної наук.-практич. конф.* (Кременець, 23 березня 2015). Кременець, 2015. С. 112-113.
7. **Каленюк Ю.С.**, Заїка В.К. Ріст та формування деревостанів за участю липи дрібнолистої в свіжих грабових дібровах Західного Поділля *Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем: Тези 63-наук.-практич. конф. професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2013 році* (Львів, 23 жовтня 2014). 2014. – С. 56–58. (Автором проведено збір експериментальних даних та їх статистичне опрацювання і підготовку тез до друку).
8. **Каленюк Ю.С.**, Заїка В.К. Стан і життєздатність дуба звичайного у лісостанах за участю липи дрібнолистої в умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля. *Екологічний контроль і моніторинг стану дубових лісів Поділля та особливості їх природного відновлення: Матеріали. I-ї Міжнар. наук.-практич. конф.* (Вінниця 20–22 травня 2015). Вінниця. 2015. С. 150-151. (Автором проведено збір польових експериментальних даних та їх статистичне опрацювання і підготовку статті до друку).

9. **Каленюк Ю.С.,** Заїка В.К., Попадич Н.П. Роль липи серцелистої в лісостанах свіжої грабової діброви Північно-західного Поділля. *Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем*: Матеріали 67-ої наук.-техніч. конф. професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2016 році (Львів, 28 листопада 2017). Львів. 2017. С. 71-73. (Автором проведено збір експериментальних даних та їх статистичне опрацювання і підготовку матеріалів до друку).

10. **Каленюк Ю.С.** Лісівнича роль липи серцелистої в деревостанах Західного Поділля. *Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем*: Матеріали 69-ої науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2018 році (Львів, 12 грудня 2019). Львів. 2019. С. 46–48.

## АНОТАЦІЯ

**Каленюк Ю.С. Лісівничо-екологічна роль липи серцелистої в грабових дібрових Західного Поділля. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.03.03 – лісознавство і лісівництво. – Національний лісотехнічний університет України, Львів, 2021.

Проведено комплексні лісівничо-біологічні дослідження у складних мішаних дубових лісостанах різного віку і видового складу та показано вплив липи на ріст і формування деревостанів, стан і життєдіяльність дуба звичайного, формування лісової підстилки, агрохімічні показники ґрунту, а також лісовідновні процеси у лісових фітоценозах. Виявлено залежність росту дуба від частки липи у складі деревостанів та від її висоти. Обґрунтовано вплив липи на санітарний стан дуба і формування водяних пагонів. Встановлено залежності формування загальної маси фізіологічно активних коренів, запасу лісової підстилки, агрохімічних показників ґрунту та мікрокліматичних умов під наметом деревостанів від частки липи у їх складі. За результатами вивчення електрофізіологічних показників (імпедансу, поляризаційної ємності, біоелектричних потенціалів) встановлено взаємовплив дуба і липи на інтенсивність проходження процесів життєдіяльності. Охарактеризовано особливості формування підросту липи та інших деревних видів у деревостанах і на зрубках. Запропоновано особливості формування оптимального видового складу деревостанів за участю липи для умов свіжої грабової діброви.

**Ключові слова:** дубові деревостани, лісівничо-таксаційні показники, агрохімічні показники ґрунту, лісова підстилка, корененаселеність ґрунту, електрофізіологічні показники, природне поновлення.

## АННОТАЦИЯ

**Каленюк Ю.С. Лесоводственно-экологическая роль липы сердцелистной в грабовых дубравах Западного Подолья. - Квалификационная научная работа на правах рукописи.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.03 – лесоведение и лесоводство. – Национальный лесотехнический университет Украины, Львов, 2021.

Проведены комплексные лесоводственно-биологические исследования в сложных смешанных дубовых древостоях разного возраста и видового состава. Показано влияние липы на рост и формирование древостоев, состояние и жизнедеятельность дуба черешчатого, формирование лесной подстилки, агрохимические показатели почвы, а также лесовосстановительные процессы у лесных фитоценозах. Выявлено зависимость роста дуба от доли липы в составе древостоев и от ее высоты. Обосновано влияние липы на санитарное состояние дуба и формирования водяных побегов. Установлены зависимости формирования общей массы физиологически активных корней, запаса лесной подстилки, агрохимических показателей почвы и микроклиматических условий под пологом древостоев от доли липы в их составе. По результатам изучения электрофизиологических показателей (импеданса, поляризационной емкости, биоэлектрических потенциалов) установлено взаимовлияние дуба и липы на интенсивность прохождения процессов жизнедеятельности. Охарактеризованы особенности формирования подроста липы и других древесных видов у древостоях и на срубках. Предложено особенности формирования оптимального видового состава древостоев с участием липы для условий свежей грабовой дубравы.

**Ключевые слова:** дубовые древостои, лесоводственно-таксационные показатели, агрохимические показатели почвы, лесная подстилка, корненошенность почвы, электрофизиологические показатели, естественное возобновление.

## SUMMARY

**Kalenyuk Yu.S. *Silvicultural and ecological roles of small-leaved lime in hornbeam groves of Western Podillya* – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.**

Dissertation for earning Ph.D. in agricultural sciences, specialty 06.03.03 “Forestry and Silviculture”. – Ukrainian National Forestry University, Lviv, 2021.

The complex silvicultural and biological examinations in oak stands of different ages and species composition are carried out. It is also pointed out the influence of small-lived lime on growth and formation of stands, condition and vital activity of common oak, formation of forest litter, agrochemical indicators of soil and reforestation processes in forest stands. It is established that different by age oak trees grow according to I<sup>a</sup>-I<sup>b</sup> quality classes in stands. The small-leaved lime share in their composition varies within 2-8 units and lags behind oak in height by 10.0-46.1%. The sanitary index of oak varies in the range of 1.36-2.65. The total mass of physiologically active roots in the 60-cm soil layer is 11.82-20.71 kg · (m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>. 64.5–86.0% of roots are concentrated in the upper 10-cm layer of soil. The total stock of forest litter in the stands was 0.28-1.34 kg · (m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> with a share of

leaves in its composition of 51.5-86.3%. It was revealed that small-leaved lime has a positive impact on the agrochemical parameters of soil. Studies of soils' acidity have shown that stands mainly grow on very strongly acidic and strongly acidic soils. Soils close to the neutral reaction were formed in stands with a small-leaved lime share in their composition of 6-10 units. The correlation ( $r$ ) of soil pH with the proportion of small-leaved lime in the stands is 0.88.

It is shown that stands are characterized by significant variability with hydrolytic acidity of soils (2.10-10.66) and the amount of absorbed bases (3.00-14.13 mg-eq. (100 g)<sup>-1</sup> of soil. In stands with a predominance of small-leaved lime in their composition, the value of hydrolytic acidity decreased. The correlation between the degree of saturation of the soil with absorbed bases and the proportion of small-leaved lime was direct and close ( $r = 0.739$ ), and the hydrolytic acidity was close and inverse ( $r = -0.72$ ). The amount of absorbed bases in the soil with a predominance of small-leaved lime in stands, or its significant representation in their composition, was characterized by an apparent growth of relatively pure oak stands or stands with a predominance of oak and hornbeam.

It was found that the amount of easily hydrolyzed nitrogen in the upper 10-cm soil layer varies in the range of 9.8-28.0, and mobile phosphorus - 6.1-19.7 mg · (100 g)<sup>-1</sup> of soil. We have not observed the changes of these indicators by the number of small-leaved lime units in stands. The content of exchangeable potassium in the soil was relatively high and was 10.4-23.3 mg (100 g)<sup>-1</sup> of soil. Potassium content was characterized by a significant correlation with the share of small-leaved lime in the stands ( $r = 0.58$ ). The humus concentration in the upper 10 cm soil layer varied from 1.79 to 6.35%.

About 0.6-20.2% of incoming solar energy penetrates the canopy of the stand. Its penetration depends not only on the completeness of the stands but also on the share of shade-tolerant species in their composition. It was found that under the tree canopy, the average daily air temperature decreased by 2.8-18.4%, and the level of humidity elevated by 2.6-41.4%.

The impedance in small-leaved lime in the middle of the growing season was 5.0-9.4 kOhm, and the polarization capacity - 1.58-3.86 nF. In oak, those parameters were, respectively, varying in the range of 5.5-9.7 kOhm and 1.92-2.73 nF. The intensity of the oak's vital processes in stands was determined to a greater extent by the excess of its height over other tree species rather than their share in stand composition. A significant reduction in the viability of oak has been found in pure or close to them stands. A high rate of vital activity of small-leaved lime trees is observed in stands, where it usually predominates in the proportion of oak or grows at a similar level.

The average daily indicators of bioelectric potentials of oak trees in stands range from -43.0 to -102.4 mV, and in small-leaved lime, they are in the range of -58.6 - -116.5 mV. The excess of absolute BEP indicators of oak trees in mixed oak-small-leaved lime stands over pure oak stands was 9.6-129.6%. These parameters were the highest in forests, where oak exceeds small-leaved lime in height and diameter, and its share in their composition is 1-5 units. In small-leaved lime, where its share in stand composition is 5-6 units, the absolute average daily biopotentials exceed the value of pure small-leaved lime stand by 7.0-23.2%. The most favorable phytocoenotic conditions for the functioning of

oak and small-leaved lime have developed in stands, where the share of oak varies between 1-4 and small-leaved lime - from 4 to 6 units.

It is established that natural regeneration in stands is mainly unsatisfactory. The total amount of tree undergrowth varies from 1.13 to 10.27 thousand specimens  $\cdot$  ha<sup>-1</sup>. It is represented by common and red oak, common ash, Norway maple and sycamore, elm, hornbeam, small-leaved lime, rowan, and European beech. The predominant number of plots is dominated by 1-3-year-old undergrowth. In 59% of stands, its share is 50-100%. Among the tree species, maple, sycamore, hornbeam and elm are best regenerated naturally. Their age in the stands reaches 4-8 years and older. Oak undergrowth occurs in 72.3% and small-leaved lime in 45.5% of the experimental plots. The number of small undergrowth is 50-100%. The stands are dominated by medium (41.1-54.1%) and very weakened (19.1-41.8%) undergrowth. The share of healthy undergrowth is 14.0-30.5%. The occurrence of undergrowth in stands varies between 30-95%. Among tree species, the undergrowth of small-leaved lime is characterized by the lowest rates of occurrence. Natural seed regeneration of small-leaved lime (55-275 specimens  $\cdot$  ha<sup>-1</sup>) was detected in 38% of the surveyed 1-5-year-old fellings.

It is shown that an increase in chlorophyll content by 16.9-49.2% and carotenoids by 16.9-49.2% is the adaptation of small-leaved lime undergrowth to the forest environment. This adaptive mechanism also includes increasing the ratio of chlorophyll a / b by 15.2-39, 1% and the amount of chlorophyll to the content of carotenoids - by 15.2-39.1%.

It was proposed that to form the optimal composition of stands, at the age of maturity, it should have a density of at least 30-35 m<sup>2</sup>  $\cdot$  ha<sup>-1</sup> and include 6-7 units of oak, 1-2 - hornbeam, 2-3 - small-leaved lime, as well as cherries, Scots elm, Norway maple. It is necessary to ensure a lag in growth by the height of the accompanying tree species from oak by 10-15% in young trees and increase it to 15-25% in medium-aged, mature and old stands by maintenance felling during the forest stand formation.

**Keywords:** silvicultural and taxation indicators, oak stands, agrochemical indicators of soil, forest litter, soil root population, electrophysiological parameters, natural regeneration.



Підписано до друку 07.04.2021 р. Формат 60x84/16.  
Друк офсетний. Кегль Times New Roman. Ум. друк. арк. 0,9.  
Наклад 100 прим. Замовлення № 327.

Віддруковано у видавничому центрі Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної  
академії ім. Тараса Шевченка  
47003, м. Кременець, вул. Ліцейна,1

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,  
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції  
ДК № 6074 від 13.03.2018р.