

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

03.09 - КР.382”С”2025.03.17. 005 ПЗ

**ГОРДІЙ АНАСТАСІЇ ІВАНІВНИ**

**2025 р.**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЛІСОВОГО І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри  
відтворення лісів та  
лісових меліорацій

\_\_\_\_\_ Пінчук А. П.  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: “Досвід створення енергетичних плантацій у Димерському  
надлісництві філії “Столичний лісовий офіс” ДП “Ліси України”**

Спеціальність 205 “Лісове господарство”

Гарант освітньої програми

кандидат сільськогосподарських наук, доцент \_\_\_\_\_ Пузріна Н.В.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

кандидат сільськогосподарських наук, доцент \_\_\_\_\_ Соваков О. В.

Виконала

\_\_\_\_\_ Гордій А. Г.

**КИЇВ - 2025**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЛІСОВОГО І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**  
**Відтворення лісів та лісових меліорацій**  
канд. с.-г. наук, доц. \_\_\_\_\_ Пінчук А. П.  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ **2025 року**

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**  
**СТУДЕНТУ**

**Гордій Анастасії Іванівни**

Спеціальність 205 "Лісове господарство"

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи "Досвід створення енергетичних плантацій у Димерському надлісництві філії "Столичний лісовий офіс" ДП "Ліси України"

затверджена наказом ректора НУБіП України від "17" березня 2025р. №382"С"

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 20.05.2025 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: проект організації та розвитку у Димерському надлісництві філії "Столичний лісовий офіс";

Перелік питань, які потрібно розробити: Розділ 1. Огляд літератури за темою досліджень. Розділ 2. Програма та методика досліджень. Розділ 3.

Характеристика природних умов та діяльності господарства. Розділ 4. Досвід створення енергетичних плантацій у Димерському надлісництві філії "Столичний лісовий офіс" ДП Ліси України»; Висновки.

**Дата видачі завдання "20" вересня 2024 р.**

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Соваков О. В**

**Завдання прийняла до виконання \_\_\_\_\_ Гордій А. І.**

## РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота викладена на 67 сторінках комп'ютерного тексту, включає індивідуальне завдання, вступ, 4 розділи, висновки, список використаних джерел із 45 найменувань, 10 таблиць і 10 рисунків.

У першому розділі наведено аналіз літературних джерел, відповідно до теми досліджень. Основна увага приділяється біологічній характеристиці тополі та вербі, вимоги до ділянки та садивного матеріалу. У другому розділі розглядається методика досліджень, а саме фенологічні спостереження та приживлюваність живців, стійкості до хвороб та шкідників. У межах третього розділу було проаналізовано діяльність обраного підприємства, природно-кліматичні умови. Четвертий розділ містить дослідження та опис вирощування енергетичних плантацій. Після кожного розділу наведені висновки.

**Ключові слова:** енергетична плантація, верба, тополя, вирощування, технологія, догляд.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	6
ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1.....	9
АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ .....	9
1.1. Біологічна характеристика тополі та її енергетичне значення	
1.2. Вимоги до ділянки та садивного матеріалу .....	10
1.3. Закладання та схема розміщення плантацій .....	12
1.4. Особливості догляду.....	14
1.5. Біологічні властивості верби, види та її значення для енергетичних плантацій .....	15
1.6. Умови створення плантацій та підготовка ґрунту.....	21
1.7. Живлення та посадка енергетичних плантацій.....	25
1.8. Догляд та рекультивація.....	28
РОЗДІЛ 2.....	32
МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ .....	32
2.1. Фенологічні спостереження.....	32
2.2. Оцінювання приживлюваності живців .....	34
2.3. Оцінка стійкості деревних порід .....	35
РОЗДІЛ 3.....	37
ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ УМОВИ ПІДПРИЄМСТВА.....	37
3.1. Розташування та внутрішня структура підприємства.....	37
3.2. Організація території та лісовпорядні заходи.....	39
3.3. Природно-кліматичні умови .....	43
3.4. Стан та динаміка земель лісогосподарського призначення ..	46
3.5. Заходи з охорони лісу та здійснення екологічного нагляду..	47
РОЗДІЛ 4.....	50
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ	50
4.1. Опис експериментальних ділянок .....	50
4.2. Спостереження досліджень.....	53
4.3. Заготівля сировини для подальшого використання .....	55
4.4. Рекомендації вирощування енергетичних культур в умовах північного Полісся .....	56
ВИСНОВКИ .....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

ДП – Державне підприємство

ЛПС – лісові пожежні станції

ГЕС – гідроелектростанція

АРВ – агрегат розпушувально- вирівнювальний

ОУЛМГ – Обласне Управління Лісового та Мисливського господарства

## ВСТУП

Ліс є невід’ємною частиною природного середовища та відіграє важливу роль у підтриманні екологічного балансу, збереженні біорізноманіття, регулюванні клімату та забезпеченні суспільства необхідними ресурсами. У сучасних умовах, коли потреба в енергетичних ресурсах зростає, все більшої актуальності набуває вирощування швидкорослих деревних культур, зокрема верби та тополі, на спеціалізованих плантаціях.

Енергетичні плантації – це перспективний напрям, що поєднує в собі екологічну ефективність та господарську доцільність. Їх створення дозволяє раціонально використовувати малопродуктивні землі, забезпечувати стале постачання біомаси для потреб енергетики та зменшувати викиди парникових газів в атмосферу. Верба і тополя як основні культури для таких насаджень вирізняються швидкими темпами росту, здатністю до вегетативного відновлення та високою адаптивністю до різних кліматичних умов.

На сьогоднішній день важливо не тільки закладати енергетичні плантації, але й впроваджувати науково обґрунтовані технології вирощування, які враховують типи лісорослинних умов, особливості ґрунтів, підбір садивного матеріалу, систему удобрення та догляду. Саме такі комплексні підходи забезпечують високу продуктивність і рентабельність вирощування біомаси.

Актуальність теми. Досвід створення енергетичних плантацій у Димерському надлісництві філії “Столичний лісовий офіс” ДП “Ліси України” є важливим прикладом впровадження сучасних методів вирощування енергетичних культур. Його аналіз дозволяє виявити ефективні рішення та сформулювати практичні рекомендації для масштабнішого впровадження такого типу лісовирощування в умовах Полісся України.

Мета дослідження – вивчити та проаналізувати досвід створення енергетичних плантацій у Димерському надлісництві, оцінити ефективність технологічних рішень щодо підготовки ґрунту, садіння, удобрення, догляду та заготівлі біомаси.

Основні завдання:

- провести аналіз наукових та практичних джерел щодо вирощування енергетичних культур;
- охарактеризувати біологічні особливості верби та тополі як енергетичних культур;
- проаналізувати природно-кліматичні умови та господарську діяльність підприємства;
- вивчити технологічні особливості створення та догляду за енергетичними плантаціями;
- оцінити результати вирощування та заготівлі біомаси на пробних ділянках.

Об'єкт дослідження – енергетичні плантації верби і тополі у Димерському надлісництві філії “Столичний лісовий офіс” ДП “Ліси України”.

Предмет дослідження – технологія вирощування, догляду та оцінка продуктивності енергетичних плантацій деревних культур (верби та тополі).

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

#### 1.1. Біологічна характеристика тополі та її енергетичне значення

Рід *Populus* L. (тополя) входить до родини вербових (*Salicaceae*) і охоплює значну кількість деревних видів, які поширені у природних умовах помірного та холодного клімату північної півкулі. За даними ботанічних досліджень, у природі існує приблизно 110 видів тополі (без урахування численних гібридних форм). Представники цього роду є дводомними рослинами, запилення в яких здійснюється за допомогою вітру. Однією з характерних рис тополі є її здатність до легкого міжвидового схрещування, внаслідок чого формуються природні гібриди. Ці гібридні форми здатні до вегетативного розмноження, що забезпечує їхнє швидке закріплення у новому середовищі [25, 33].



Рис. 1.1. Тополя трикутнолиста або канадська (*Populus deltoides*) [5]

Найчастіше для закладання енергетичних плантацій застосовують представників двох основних секцій роду *Populus* – так звані чорні тополі (*Populus nigra* L.) і бальзамічні тополі (*Populus balsamifera*). Серед них найпоширенішими стали євроамериканські гібриди чорної тополі (*Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier) [22].

Процес створення енергетичних насаджень тополі передбачає низку важливих агротехнічних заходів. До них відносяться: вибір ділянки для розміщення плантації, підбір високопродуктивних сортів і видів садивного матеріалу, попередній обробіток ґрунту, встановлення оптимальних строків і способів посадки, а також регулярний догляд за посівами. Додатково застосовуються заходи з удобрення ґрунтів та захисту культур від шкідників і хвороб, які можуть негативно вплинути на приріст біомаси.

Суттєвою перевагою тополі як енергетичної культури є її здатність до регенерації - після зрізання деревина може знову відростати з порослі. Це дозволяє формувати кілька врожаїв з однієї посадки без необхідності повторної закладки плантації. Проте для збереження стабільної врожайності та біологічної стійкості насаджень необхідно дотримуватись оптимальних термінів заготівлі деревної маси, а також застосовувати відповідні методи рубок і догляду після збору врожаю.

## **1.2. Вимоги до ділянки та садивного матеріалу**

Ефективне створення і подальше вирощування плантацій тополі потребує ретельного підбору місця розміщення та якісного садивного матеріалу, що має безпосередній вплив на ріст і продуктивність насаджень.

Для успішного зростання тополі найкраще підходять ґрунти, багаті на поживні речовини, з добрим водно-повітряним режимом. Особливо високі вимоги до родючості ґрунтів висувають євроамериканські гібриди, які найкраще ростуть на важких ґрунтах. Водночас тополя біла (*Populus alba* L.) і

чорна (*Populus nigra* L.) демонструють вищу адаптованість до супіщаних і суглинкових ґрунтів.

Перспективи розширення плантаційного лісовирощування значною мірою пов'язані з використанням малопродуктивних сільськогосподарських угідь, що передаються під заліснення. Висока інтенсивність росту тополі у молодому віці обумовлює необхідність застосування високого рівня агротехнічного забезпечення під час створення та догляду за плантаціями.

Ґрунт готують за системою чорного або сидерального пару, що дозволяє покращити структуру ґрунту та зменшити конкуренцію з боку бур'янів. На землях, які раніше не використовувалися для лісових культур, додатково рекомендується проводити глибоке розпушення підґрунтя у рядах майбутніх насаджень. Якість підготовки ґрунту є особливо важливою при механізованому садінні: він має бути дрібногрудкуватої структури без великих брил, що забезпечує ефективну роботу лісосадильних машин [29, 36].

У випадках, коли рівень кислотності ґрунту (рН у розчині KCl) є нижчим за 4,5, необхідно проводити вапнування. Для цього застосовують дефекат, сланцевий попіл та інші матеріали, які здатні нейтралізувати надмірну кислотність. Орієнтовна потреба у вапнуванні становить 3–4 т CaCO<sub>3</sub> на гектар для легкосуглинкових ґрунтів та 4–6 т/га для суглинкових і торф'янистих ґрунтів. Внесення вапнякових матеріалів доцільно здійснювати перед основним обробітком ґрунту [36].

Окрім якості місця закладки, важливим чинником успіху є тип і стан садивного матеріалу. Для міні-ротаційних енергетичних плантацій найчастіше використовують здерев'янілі живці, які висаджують безпосередньо на постійне місце. Натомість для створення довготривалих енергетичних насаджень рекомендовано застосовувати саджанці як вегетативного, так і насінневого походження [33, 34].

Живці для міні-ротаційних плантацій заготовляють здебільшого з однорічних пагонів, вирощених на спеціальних маточних плантаціях. Найкращою вважається довжина живця 20–30 см при діаметрі у верхньому зрізі

4–15 мм. Для гарантування якісного вкорінення не варто використовувати верхівкові частини пагонів [36].

Дослідження продуктивності 8-річних маточних плантацій підтвердили раціональність їх закладання за схемою 1×1 м, що забезпечує високу густоту та значну кількість стандартних живців. Для створення плантацій із тривалим циклом вирощування доцільно застосовувати 1–2-річні саджанці, отримані з живців чи насіння, що дає змогу гарантувати кращу приживлюваність та рівномірний розвиток насаджень.

### **1.3. Закладання та схема розміщення плантацій**

Створення енергетичних плантацій тополі передбачає дотримання технологічних вимог, які забезпечують високу приживлюваність садивного матеріалу та інтенсивний ріст деревини. Найбільш ефективними строками посадки є пізня осінь – з безпосередньою заготівлею живців перед садінням, та рання весна – із заготівлею живців наприкінці зимового спокою, до початку сокоруху. Осіння посадка має свої переваги: швидший старт росту навесні, краще використання ґрунтової вологи, розтягнутіші строки виконання робіт і відсутність необхідності зберігання живців. Водночас, є й ризики: вимерзання, висихання або витискання живців із ґрунту в умовах малосніжної зими. Весняне садіння позбавлене цих ризиків, однак потребує зберігання живців до моменту висадки й має обмежені терміни проведення робіт [37].

На ділянках із високим рівнем ґрунтових вод садіння краще здійснювати восени, коли рівень води найнижчий. Живці висаджують вертикально, або, якщо ґрунт перезволожений – під нахилом, повністю заглиблюючи в ґрунт. Важливо, аби вони були присипані ґрунтом на 3–4 см.

Висаджування живцевих саджанців, дивлячись на їх розмір і обсяг робіт, здійснюють під лопату або механізованим способом, заглиблюючи кореневу

шийку на 10–15 см нижче від поверхні ґрунту. Навколо висадженого садивного матеріалу ґрунт ущільнюють [2].

У посушливих умовах доцільно використовувати суперабсорбенти – речовини, які здатні накопичувати вологу та поступово передавати її рослинам. Найпоширенішим засобом такого типу в Україні є теравет – калієвий полімер. Внесення 3 г на один живець підвищує приживлюваність на 5–10% і збільшує приріст на 20–50%. Особливо ефективним є застосування суперабсорбентів на легких, погано структурованих ґрунтах [1, 9].

На великих площах посадки проводять механізованими садильними машинами, а на малих – вручну, використовуючи вузький меч Колесова.



Рис. 1.2. Меч Колесова [7]

Схеми садіння залежать від циклу заготівлі біомаси. Наприклад, для міні-ротаційних плантацій (1–5 років) густина висаджування може сягати 35 тис. рослин/га, тоді як на плантаціях із тривалим періодом ротації (10–25 років) – тільки 0,6–2,5 тис. рослин/га.

У випадку загибелі понад 15% рослин висаджують нові живці на місце випадку. Найбільш сприятливі умови для вирощування енергетичної тополі створюються в середній частині заплавл річок. Хімічний аналіз ґрунту на такій ділянці показує наявність 4,3% гумусу, 6,7 мг/100 г  $P_2O_5$ , 6,5 мг/100 г  $K_2O$ , та 20,8 мг/100 г лужногідролізованого азоту – ці показники вважаються найкращими та можуть бути орієнтиром для інших ділянок [40].

Оскільки при регулярному зрізанні та вивезенні біомаси з ґрунту вилучається значна кількість поживних речовин, необхідно систематично поповнювати їх запаси. За дослідженнями учених, підвищення вмісту фосфору, азоту і калію в 4 рази дало приріст урожайності на 150, 100 і 75% відповідно. Дія мінеральних добрив була найпомітнішою на другий рік після внесення.

На бідних ґрунтах перед посадкою варто внести 150 т/га торфу та 25–40 т/га гною (на середніх суглинках). У подальшому добрива вносяться разом з доглядом за ґрунтом, причому більшу частину – перед першим доглядом, а решту - перед початком інтенсивного росту (кінець травня – початок червня). Азотні добрива особливо важливі в цей період [25, 36].

#### **1.4. Особливості догляду**

На початкових етапах вирощування енергетичних плантацій тополі необхідно забезпечити систематичний агротехнічний догляд як у міжряддях, так і безпосередньо в рядах. Частота проведення таких заходів обумовлюється рівнем забур'яненості, віком насаджень та лісорослинними умовами. У перший вегетаційний період рекомендується проводити щонайменше п'ять обробітків ґрунту, тоді як у наступні роки їх кількість зменшується і залежить від фактичної потреби [13, 21].

Глибина обробки ґрунту на початку вирощування становить 4–5 см, а в подальшому – до 10 см. У регіонах України, де застосування хімічних засобів

дозволене, доцільно використовувати гербіциди системної дії на основі гліфосату [40].

Таблиця 1.1

**Рекомендовані дози застосування гербіцидів для енергетичних  
плантацій тополі**

Назва препарату	Діюча речовина	Рекомендована доза, л/га	Спосіб внесення
Раундап	Гліфосад	4–6	Обприскування листя
Ураган	Гліфосад	5–8	Обприскування листя
Вулкан	Гліфосад	4–7	Обприскування листя

Лісівничий догляд передбачає видалення хворих, пошкоджених або відсталих у рості екземплярів задля покращення умов росту здорової частини насадження [36].

Для підвищення продуктивності у плантаціях з тривалою ротацією рекомендовано вирощування в міжряддях просапних культур або тіньовитривалих кущів [2].

### **1.5. Біологічні властивості верби, види та її значення для енергетичних плантацій**

Верба (*Salix* L.) – рід багаторічних дводомних дерев або кущів, що належить до родини вербових (*Salicaceae*). Відомо приблизно 300 видів цього роду, які зустрічаються в помірному кліматичному поясі Євразії та Північної Америки. На теренах СНД налічується близько 120 видів, а в Україні – 29. Згідно з класифікацією Назарова, всі види поділяються на 2 секції: цвітуть до появи листя, і цвітуть вже після розпускання листя [39].

Ця рослина охоплює дерев'янисті дводомні рослини з різноманітними формами та розмірами: від мініатюрних чагарників із заглибленими в ґрунт

стовбурцями, що сягають лише кількох сантиметрів завдовжки та менше ніж 1 см завтовшки (полярні та альпійські верби), до величних дерев, що можуть сягати 30 м заввишки та 1–3 м у діаметрі (верба біла). Проте більшість видів цього роду є чагарниками. Нерідко трапляються види, що формують так звану деревно-чагарникову форму, коли окремі особини за однакових умов можуть зростати як кущем, так і деревом (верби козяча, п'ятитичинкова, гостролиста тритичинкова та інші).

У деяких видів суцвіття можуть бути злегка пониклими, особливо наприкінці цвітіння (верби тритичинкова, п'ятитичинкова). Сережки є одностатевими і можуть розташовуватися на кінці невеликого пагона поточного року або на пагоні попереднього року. Квітки сидячі, розміщені в пазухах приквіткових лусок, не мають оцвітини, замість якої присутні 1–3 нектарники, що у деяких видів можуть зливатися в залозистий диск. Чоловічі квітки містять від 2 до 12 тичинок (у більшості видів – 2), жіночі – одну маточку. Пилок верб є липким, що сприяє ентомофілії (запиленню комахами). Деякі дослідники припускають, що окремі арктичні види верб, через обмежену кількість комах, могли адаптуватися до анемофілії (запилення вітром) [8].

У квітках та суцвіттях верби нерідко спостерігаються відхилення від роздільностатевості – від однодомності до двостатевості, трапляються й різні типи аномалій [4, 17].

Листки та бруньки верб на пагонах зазвичай розташовані по черзі (спірально). Значна кількість форм і гібридів в межах роду *Salix* L. багато в чому зумовлена явищем поліплоїдії, притаманним цьому роду. Кількість хромосом у верб коливається від  $2n=38$  до  $10n=190$  [17].

Ґрунтуючись на ставленні до аерації ґрунту, О.К. Скворцов розділяє всі види верб на дві категорії: алювіальні та неалювіальні. Перші віддають перевагу добре дренованим ґрунтам з проточним зволоженням та зростають на відкладеннях у заплавах річок та струмків. Друга група включає види, менш вимогливі до аерації ґрунту, здатні витримувати надмірне застійне зволоження та переважно зустрічаються за межами заплавл [10].

Основний спосіб розмноження верб у природних умовах – насіннєвий. Вони характеризуються щорічним рясним цвітінням та плодоношенням, утворюючи велику кількість насіння. Наприклад, середні за розмірами кущі поширених в Україні чагарникових видів верб, таких як гостролиста, попеляста та тритичинкова, продукують відповідно 2,3–3,1, 2,0–3,6 та 3,2–5,8 мільйонів насінин. Насіння верб дуже дрібне, його довжина у більшості видів варіюється від 0,8 до 1,8 мм, ширина – від 0,4 до 0,7 мм, а маса 1000 насінин становить від 0,09 до 0,25 г.

Після дозрівання та розкриття коробочок, насіння, завдяки пучку волосків, що до нього прикріплені, розноситься вітром або течією води на значні відстані від материнської рослини.

Вже наприкінці першого вегетаційного періоду з насіння, що потрапило в сприятливі умови для проростання, розвиваються досить великі рослини. Характерною рисою майже всіх видів верб є їхня здатність до легкого вегетативного розмноження, проте, на відміну від тополь, вони не утворюють кореневих паростків. Винятком є північноамериканська верба довголиста.

Рід *Salix* поділяють на три підроди: власне верба (*Salix*), хаметія (*Chamaetia*) та ветрікс (*Vetrix*). До підроду *Salix* належать дерева та великі кущі з рівномірно-пилчастими, загостреними плоскими листками, жилки яких не виступають на поверхні. Приквіткові луски сережок без забарвлення, кількість тичинок часто перевищує дві, а їхні нитки опушені.

Підрід *Chamaetia* об'єднує переважно альпійські та арктичні види - низькорослі та сланкі чагарники. Їхні сережки формуються на вже розвинених цьогорічних пагонах, що зумовлює відносно пізнє цвітіння, а насіння встигає дозріти лише наприкінці вегетації. Цей підрід включає п'ять секцій, чотири з яких представлені в Україні п'ятьма видами.

Підрід *Vetrix* охоплює чагарники та дерева помірної лісової зони, вологих місць степів. Окрім більших розмірів порівняно з підродом *Chamaetia*, для видів цієї групи характерна помітна відмінність між вегетативними та генеративними бруньками, відсутність або слабкий розвиток листків на

генеративних пагонах та темне забарвлення приквіткових лусок. Підрид *Vetrix* значно більший за попередні за кількістю видів та секцій. Загалом відомо 18 секцій цього підроду, з яких в Україні представлено 10, що включають 17 видів [10, 11, 12, 13].

Для створення енергетичних плантацій доцільно використовувати види підродів *Salix* та *Vetrix*.

Проте найважливішою біологічною особливістю верб з точки зору енергетичного використання є їхня виняткова здатність до вегетативного розмноження. Практично всі частини рослини – стебла, гілки, навіть корінь – здатні утворювати придаткові корені та пагони. Ця властивість дозволяє легко розмножувати цінні форми та сорти, а також забезпечує швидке відновлення насаджень після заготівлі біомаси.

Верби належать до рослин з високою фотосинтетичною активністю та ефективним використанням сонячної енергії. Їхні листки характеризуються оптимальним співвідношенням хлорофілів А і Б, що забезпечує максимальну ефективність світлових реакцій фотосинтезу.

Важливою фізіологічною особливістю є також здатність верб до повторного росту (реювенації) після обрізування або зрізування надземної частини. Цей процес забезпечується наявністю численних сплячих бруньок на стеблі та кореневій шийці, які активізуються після пошкодження основних пагонів. Саме ця властивість робить верби ідеальними для створення енергетичних плантацій.

Верба біла (*Salix alba* L.), являє собою величне дерево, яке може сягати 30 метрів у висоту, з розлогою, круглою кроною. Кора старих дерев темно-сіра, помережана тріщинами. Пагони відрізняються різноманіттям відтінків: бурі, зеленуваті, червонуваті, жовтенькі, червонувато-жовті. Вони гнучкі та гладенькі, а верхівки молодих пагонів вкриті пухом. Бруньки притиснуті до пагона, загострені та опушені шовком.

Листя завдовжки від 5 до 15 см і завширшки від 1 до 3 см, має форму лінійно-ланцетну або ланцетну, нерідко з видовженим кінчиком, краї їх

дрібнозубчасті. З обох боків вони сріблясто-шовковисті, або ж зверху голі, а знизу ледь опушені; молоде листя майже завжди сріблясто-волохате. Квіти містять 2 вільних тичинки, які опушені знизу. Цвітіння збігається з появою листя, в Україні, залежно від місцевості, - від кінця березня до початку травня.

Цей вид віддає перевагу берегам і заплавам річок, протокам, місцям, які періодично підтоплюються. Вербка біла – одна з найбільш уживаних і швидкорослих місцевих верб в Україні. Вона придатна для розведення енергетичних насаджень на свіжих, вологих та перезволожених ґрунтах, особливо на суглинках і супісках.



Рис. 2.2. Вербка біла (*Salix alba* L.) [27]

Вербка тритичинкова (*Salix triandra* L.) належить до найбільш поширених видів верб в Україні. Зазвичай це великий кущ, зрідка – невелике дерево, що сягає до 7 метрів у висоту. Її пагони довгі, тонкі, з жовтувато-зеленим, матовим відтінком, голі. Кора старих пагонів відшаровується тоненькими пластинками. Листя має довжину 4–12 см і ширину 1–3 см, коротко або довго загострене,

залозисто-пилчасте, голе, зверху темно-зелене, знизу – зелене або сизувате. Серезки розташовані на довгих ніжках: жіночі – до 4 см, чоловічі – до 10 см завдовжки, часто зігнуті. Зав'язь гола, сизувато-зелена. Квіти мають три тичинки. Цвітіння припадає на квітень-травень, плодоношення – на червень-липень.



Рис. 2.3. Верба тритичинкова (*Salix triandra* L.) [3]

Цей вид є одним з найбільш продуктивних серед верб при вирощуванні у міні-ротаційних насадженнях, в тому числі енергетичних, особливо на перезволожених ґрунтах.

Верба сива (*Salix eleagnos* Scop., також *Salix incana* Schrank) – це кущ від 3 до 6 метрів заввишки, інколи може бути невеликим деревом до 10 метрів. Її листя вузьколінійне, має довжину 4–7 см, загострене, з невеликими рідкопилчастими або хвилясто-виїмчастими краями, які загинаються донизу. Верхня частина листя темно-зелена та тонко зморшкувата, а нижня – білоповстиста. Серезки тонкоциліндричні з блідими приквітковими лусками (до 3,5 мм завдовжки), що не опадають; у чоловічих квітках луски жовтуваті, а у жіночих

на кінці часом червонуваті. Квітки мають дві тичинки, їх нитки волосисті біля основи та зрощені. Зав'язь гола, розташована на короткій ніжці. Цвіте разом із розпусканням листя, у квітні-травні.

Вербу сиву можна використовувати як паливо, для здобуття дубильних речовин, виготовлення плетених виробів та для інших господарських потреб. Її листя та молоді пагони використовуються як корм для свійських та диких тварин. Цей вид є медоносом та декоративною рослиною, яку вирощують у багатьох ботанічних садах та парках. Верба сива заслуговує на всебічне вивчення з метою більш широкого використання в штучних насадженнях та промисловості, зокрема, для створення енергетичних плантацій.



Рис. 2.4. Верба сива (*Salix eleagnos* Scop.) [5]

### **1.6. Умови створення плантацій та підготовка ґрунту**

Успішне функціонування енергетичних плантацій верби значною мірою залежить від правильного вибору місця їх розташування. Найкращими

грунтовими умовами для розвитку вербових плантацій є вологі, багаті на органічну речовину, добре структуровані супіщані або суглинкові ґрунти з ефективним дренажем. Особливо важливим є рівень залягання ґрунтових вод, який у літній період повинен знаходитися на глибині 0,6–2,0 метри від поверхні.

Кислотність ґрунту має перебувати в межах слабокислих або нейтральних значень (рН 5,0–7,0), що сприяє оптимальному засвоєнню поживних речовин та активності ґрунтової мікрофлори. За більш кислих умов необхідне попереднє вапнування з використанням вапна або інших лужних матеріалів [44].

До найперспективніших територій для закладання вербових плантацій належать заплавні ділянки річок (за винятком приматерикових зон, схильних до затоплення), днища природних западин, балок та ярів, а також нижні частини пологих схилів з накопиченням вологи.

Енергетичні плантації верби зазвичай створюються на територіях, які тривалий час не використовувалися в сільськогосподарському виробництві і можуть бути значно засмічені різноманітною небажаною рослинністю. Типовими представниками такої рослинності є багаторічні та однорічні бур'яни, чагарникова поросль, молоді дерева різних видів. Наявність такої рослинності створює серйозні перешкоди для проведення якісного обробітку ґрунту та подальшого садіння живців верби [21].

Первинним етапом підготовки площі є механічне подрібнення наземної частини існуючої рослинності тому використовуються машини типу МР–1,5. Ці агрегати забезпечують якісне подрібнення порослі дерев діаметром до 8–10 см та густої трав'янистої рослинності, створюючи умови для подальших технологічних операцій. Основний обробіток ґрунту виконує множинні функції: покращення водно-повітряного режиму, активізацію біологічних процесів, оптимізацію режиму живлення рослин, а також контроль чисельності бур'янів, шкідників та збудників хвороб.

Система поліпшеного зяблевого обробітку радиться для застосування в зонах недостатнього та нестійкого зволоження, особливо на ділянках, дуже засмічених багаторічними бур'янами. Перший етап включає дворазове чи

триразове лушення поверхні поля дисковими знаряддями з поступовим збільшенням глибини обробки. Початкове лушення робиться на глибину 6–8 см з метою руйнування поверхневої кірки та спонукання проростання насіння бур'янів. Через 10–12 днів здійснюється повторне дискове лушення на глибину 8–10 см для знищення молодих сходів бур'янів. За потреби виконується третє, глибоке лемішне лушення на глибину 12–15 см при появі нових хвиль бур'янової рослинності.

Завершальним етапом є зяблева оранка, яка проводиться наприкінці вересня - на початку жовтня на глибину 30–32 см. Перед оранкою обов'язково вносяться мінеральні добрива відповідно до результатів агрохімічного аналізу ґрунту та потреб майбутніх насаджень верби.

Напівпаровий обробіток є більш економічно вигідною альтернативою, особливо ефективною в зоні достатнього зволоження та на полях, засмічених переважно однорічними бур'янами. Початковий етап передбачає дворазове або триразове поверхнєве лушення дисковими лушильниками з метою провокації проростання бур'янів та підготовки поля до хімічної обробки. Наступним кроком є застосування гербіцидів.

Глибока оранка проводиться в кінці липня – на початку серпня після внесення основних мінеральних добрив. Така рання оранка забезпечує кращі умови для мінералізації органічних решток та підготовки ґрунту до зимівлі. Протягом осіннього періоду (вересень-жовтень) за необхідності проводяться додаткові обробітки – культивація, дискування або боронування для знищення нових сходів бур'янів та вирівнювання поверхні поля.

Найвищу якість оранки забезпечують оборотні плуги з передплужниками, які забезпечують повне обертання скиби та якісне загортання поверхневого шару. Оптимальна глибина оранки під енергетичні плантації верби на середніх та важких ґрунтах становить 30–32 см, що значно перевищує глибину звичайної оранки (20–22 см) та мілкої оранки (14–16 см). Для виконання якісної глибокої оранки рекомендується використання сучасних оборотних плугів типу ПНО-3,35, ПОНП-6 та їх аналогів. Ці машини забезпечують човниковий спосіб

оранки без утворення свальних гребенів та роз'ємних борозен, що значно покращує якість підготовки поля.

Агротехнічні вимоги до якісної оранки включають: дотримання оптимальних строків виконання, достатнє обертання скиби, відсутність огріхів, висоту гребенів не більше 5 см, висоту свальних гребенів і глибину борозен не більше 7 см, відхилення від заданої глибини не більше 2 см, якісне розпушення ґрунту та повне загортання поверхневого шару разом з рослинними рештками та добривами.

Ефективна боротьба з бур'янами є критично важливим елементом підготовки ґрунту під енергетичні плантації верби. Оптимальним періодом для застосування гербіцидів є фаза активного росту бур'янів після луцення, коли рослини найбільш чутливі до хімічного впливу. Оптимальним строком для обробки злакових бур'янів, зокрема пирію повзучого, є досягнення ними висоти 10–12 см. За таких умов забезпечується максимальна ефективність гербіциду завдяки достатній листковій поверхні для поглинання препарату.

Після появи ознак дії гербіцидів (побуріння та в'янення рослин) проводиться внесення основних мінеральних добрив та глибока оранка для загортання знищених бур'янів і створення оптимальних умов для подальшого розвитку культурних рослин.

Щілинування є важливим додатковим заходом, спрямованим на підвищення вологозберігаючої ефективності обробітку та ліквідацію ущільнених шарів ґрунту. Ця операція виконується спеціальними щілиноутворювачами ЩП-000, ЩП-3-70 на глибину 45–50 см з відстанню між щілинами 140 см. Щілинування проводиться по діагоналі або поперек напрямку оранки на полях з безпечним для ерозії рівнем схилу.

Літньо-осінній догляд за зяблевою оранкою включає систематичні обробітки для знищення сходів бур'янів та поліпшення фізичного стану ґрунту. Використовуються зубові борони різних типів під кутом 20–30° до напрямку оранки на глибину 5–6 см. Весняне закриття вологи проводиться за досягнення ґрунтом фізичної стиглості шляхом поверхневого боронування або культивуації

на мінімальну глибину (3–4 см) для збереження накопиченої за зиму вологи та створення оптимальних умов для садіння живців верби.

Правильно виконана підготовка ґрунту забезпечує високу приживлюваність садивного матеріалу, інтенсивний початковий ріст рослин та формування продуктивних енергетичних плантацій верби з тривалим періодом експлуатації.

### **1.7. Живлення та посадка енергетичних плантацій**

Для ефективного вирощування енергетичних насаджень верби необхідно забезпечити рослини комплексом поживних речовин. Ці швидкорослі деревні культури мають високу потребу в мінеральних елементах, що обумовлено інтенсивними темпами біомасонакопичення. Згідно з дослідженнями, утворення 10 тонн вегетативної маси потребує орієнтовно 2 кг азоту, 25 кг калію, 5 кг фосфору та 45 кг кальцію, а також інших макро- і мікроелементів у значних кількостях.

Ключовим елементом мінерального живлення на початковому етапі є азот. Його внесення повинно бути помірним у перший рік вирощування для уникнення надмірного росту вегетативної маси на шкоду формуванню кореневої системи. Згодом рівень азотного живлення підвищується відповідно до фази онтогенезу.

Фосфор відіграє важливу роль у формуванні кореневої системи, особливо у ранній період росту. Його функції пов'язані з енергетичним метаболізмом, оскільки фосфорні сполуки беруть участь у накопиченні та передачі енергії, отриманої в процесі фотосинтезу. Максимальне споживання фосфору припадає на період інтенсивного росту.

Калій, хоча й не є складовою органічних речовин, виконує важливу регуляторну функцію – бере участь у водному обміні, транспортуванні речовин через клітинні мембрани та активації ферментів. Його потреба зберігається на всіх етапах розвитку верби.

Кальцій, поряд із азотом, фосфором та калієм, необхідний у значних кількостях. Він забезпечує міцність клітинних стінок, регулює проникність мембран та бере участь у роботі ферментів. Адекватний рівень кальцію в тканинах сприяє синтезу фітоауксинів – сполук, що підвищують стійкість до хвороб та шкідників.

У перший рік вирощування ефективним є осіннє внесення добрив під глибоку оранку – це забезпечує рівномірний розподіл поживних речовин у верхньому шарі ґрунту. Добрива вносять розкидним способом з подальшим заорюванням.

Серед азотних добрив для основного внесення перевагу надають амідним (сечовина) і амонійним формам (сульфат амонію та аміачна вода). Вони характеризуються повільним вивільненням і тривалим періодом дії. Фосфорні добрива обирають за розчинністю: найбільш ефективними є водорозчинні суперфосфати (простий, подвійний, потрійний), які доцільні для будь-якого типу ґрунту. На кислих ґрунтах використовують менш розчинні сполуки – преципітат, фосфоритне борошно тощо.

Калійні добрива для енергетичної верби повинні бути безхлорними – наприклад, калімагnezія, сульфат калію або калімаг-30. Хлор негативно впливає на ріст і розвиток рослин. Комплексні добрива (нітрофоска, діамофос, нітроамофоска) забезпечують збалансоване живлення на початкових етапах формування плантацій.

Азотне живлення залишається критичним на всіх етапах вирощування. Через кожні 2 роки після зрізування насаджень рекомендоване внесення 60-100 кг/га діючої речовини азоту. Найчастіше використовують амонійну селітру, яку вносять навесні до відтавання ґрунту або в травні в міжряддя з подальшим дискуванням. Ефективними є рідкі форми азотних добрив – аміачна вода, безводний аміак, які добре поглинаються і діють триваліше.

Для закладання енергетичних насаджень верби використовують високоякісний, селекційно поліпшений садивний матеріал. Найчастіше застосовуються однорічні здерев'янілі (зимові) живці, які нарізають із

однорічних пагонів, вирощених на спеціалізованих маточниках. Заготівлю пагонів здійснюють у період після завершення вегетації та до початку весняного сокоруху.

Час зрізування пагонів визначається сезоном висаджування: якщо садіння планується восени, пагони заготовляють у жовтні-листопаді, а при весняному садінні і- у січні-березні. Оптимально нарізати живці безпосередньо перед садінням. Зрізи на живцях здійснюють гострим інструментом, залишаючи по 0,5–1 см деревини над верхньою та під нижньою бруньками. Живці мають бути прямими, з мінімум чотирма добре розвиненими бруньками, довжиною 20–30 см та товщиною у верхній частині від 0,6 до 2,0 см. Садивний матеріал повинен бути чистим, неушкодженим, без ознак хвороб, з вологістю близько 50%. Для запобігання неправильному орієнтуванню під час садіння верхні частини живців доцільно маркувати кольором [18, 29, 40].

При весняному садінні пагони зберігають у холодильних камерах при температурі  $-4^{\circ}\text{C}$ , поміщаючи їх туди одразу після заготівлі. За 2–3 дні до висаджування пагони переносять у приміщення з плюсовою температурою, захищене від сонячного світла та протягів. Якщо холодильне обладнання відсутнє, пагони зберігають у вологому середовищі, запобігаючи їх пересиханню чи передчасному проростанню.

До висаджування не допускають живці з ознаками підсушування, механічними ушкодженнями, погано сформованими зрізами або ураженнями хворобами й шкідниками. Під час транспортування живці перевозять у пучках, загорнених у вологий матеріал, поверх якого накладають поліетилен або брезент для збереження вологості. Для короткочасного зберігання допускається прикопування живців у зволожений ґрунт.

Перед садінням обов'язково проводять підготовку ґрунту, головна мета якої – збереження вологи, покращення температурного режиму, знищення бур'янів та створення сприятливого середовища для укорінення живців. Обробіток ґрунту виконують знаряддями, які забезпечують поверхневе розпушування на глибину 5–6 см без значного перемішування шарів. Для цього

підходить агрегат АРВ-8,1-01 (Європак), що працює на швидкості 7–10 км/год та агрегатується з трактором потужністю 20 кН.

Живці висаджують вертикально або з невеликим нахилом, так щоб верхня частина залишалась над рівнем ґрунту на 2 см. Зазвичай на одному гектарі висаджують близько 15 тисяч живців. Найпоширеніша схема розміщення – паралельні пари рядків із міжряддями 1,5 м, відстанню між паралельними рядками 0,75 м, а між живцями в ряду – 0,6 м. Схема посадки та густина насадження можуть варіюватися залежно від наявності техніки, особливостей вирощуваної сировини та інших господарських чинників.

Якщо ґрунт був ретельно оброблений, садіння можливе вручну - шляхом заглиблення живців у ґрунт по розмітці або під шнур. У цьому випадку для створення 1 га плантації при густоті 15 тис. шт./га необхідно витратити 5–6 людино-днів.

У місцях, де не вдалося висадити живці або де вони загинули, проводять доповнення насаджень. Цей захід здійснюють за допомогою меча Колесова, якщо кількість втрат перевищує 15%.

### **1.8. Догляд та рекультивация**

Комплексний догляд за енергетичними плантаціями верби включає низку технологічних заходів, серед яких основними є: боротьба з бур'янами, міжрядне розпушування ґрунту, а також захист насаджень від шкідників та хвороб.

Для боротьби з бур'янами на енергетичних плантаціях верби використовується поєднана система захисту. Одним із її ключових елементів є застосування ґрунтових гербіцидів, які проникають до кореневої системи через вологий ґрунт, а також проведення післясходових обробок бур'янів.

Головна функція гербіцидів полягає у створенні умов, за яких бур'яни не заважають розвитку енергетичних верб до моменту, коли ті переростають небажану рослинність. Одразу після висаджування живців, ще до появи сходів,

вносять ґрунтовий гербіцид типу СТОМП у дозуванні 5 л/га. Післясходову обробку проводять при перших ознаках появи бур'янів – спочатку у фазі сім'ядоль за допомогою препарату Пантера 40 (2 л/га). У разі появи нової хвилі бур'янів рекомендовано повторити обробку. До цього моменту верба повинна мати щонайменше 4-5 справжніх листків.

Обприскування краще проводити в суху погоду при температурі від 15 до 24 °С і вітрі не більше 5 м/с. У спекотні дні роботи доцільно виконувати після 17:00. Допустиме відхилення фактичної норми витрати робочої рідини становить не більше 5 % від розрахункової. Вплив погодних умов є суттєвим: дощова або хмарна погода за кілька днів до обробки підвищує ефективність гербіцидів, а сонячна і вітряна – знижує через утворення товстого шару воскового нальоту на листках.

Після внесення гербіцидів механізовані роботи дозволяється проводити не раніше ніж через чотири доби, а ручні – через вісім. У важких ґрунтах, де часто утворюється кірка, міжрядне розпушування проводиться навіть за ризику зниження ефективності гербіцидів. Якщо щільність ґрунту не перевищує 1,1–1,2 г/см<sup>3</sup>, міжрядні обробки не проводяться, аби не стимулювати появу нових бур'янів [21].

Основна мета механізованого догляду за ґрунтом - знищення бур'янів, покращення повітрообміну та збереження вологи. Це особливо актуально у випадках заборони використання хімічних засобів. Частота обробок визначається рівнем забур'яненості, погодними умовами, типом ґрунту та віком насаджень. У перший рік вегетації рекомендується здійснювати щонайменше п'ять обробок. У наступні роки їх кількість зменшується і залежить від потреби. Зазвичай, починаючи з четвертого року, проводиться лише одна весняна механізована обробка, до початку росту нових пагонів після зимової обрізки. На початку глибина обробітку становить 4–5 см, згодом – до 10 см. За невеликих площ або вузьких міжрядь (близько 1 м) можна використовувати мотокультиватори [21, 40, 42, 43, 44].

Захист від шкідників передбачає застосування хімічних, біологічних та гормоноподібних препаратів. У періоди масового розмноження листогризучих комах (вербова хвилівка, шовкопряд-листовійка тощо) використовуються інсектициди: амбуш (25%, 0,02-0,04 кг/га), децис (2,5%, 0,4 кг/га), карбофос (50%, 1,5 кг/га). Для боротьби з личинками хрущів проводять ґрунтове внесення інсектицидів у місцях масового ураження – за щільності понад 5 особин/м<sup>2</sup>. Застосовують гранули базудину (25-35 кг/га) або волатону (30-50 кг/га). Ефективним є й замочування живців перед посадкою у розчині системних інсектицидів (імідаклоприд, тіаметоксам, клотіанідин) протягом 24 годин – це забезпечує тривалий захист кореневої системи. Захист від павутинного кліща забезпечується використанням рекомендованих акарицидів. Проти мишоподібних гризунів і капустянки використовуються отруєні приманки з фосфідом цинку.

Профілактика хвороб передбачає підбір стійких до збудників сортів. Наприклад, верби з підроду *Salix* схильні до ураження бурою іржею, а з підроду *Vetrix* – жовтою іржею та борошнистою россою. Також важливо уникати близького розташування до соснових чи модринових насаджень. За появи ознак хвороб (іржа, борошниста роса, плямистості) проводяться фунгіцидні обробки - захисні (до розвитку хвороб) або викорінювальні (при масовому ураженні). Обробки здійснюються раною весною або восени [44].

Після завершення експлуатаційного періоду (через 20–25 років) ділянки підлягають рекультивациі. Територію можна використовувати повторно для створення нових вербових насаджень або для вирощування традиційних культур. Завдяки частим зрізуванням надземної частини, у верби формується неглибока коренева система, яка легко видаляється механічними засобами - спеціальними культиваторами.

### **Висновок до першого розділу 1.**

1. Тополя (*Populus* L.) є перспективною культурою для енергетичних плантацій завдяки швидкому росту, здатності до вегетативного розмноження та

регенерації після зрізування. Висока продуктивність гібридів і адаптивність до різних умов роблять її цінною сировиною для виробництва біоенергії.

2. Правильний вибір ділянки та якісного садивного матеріалу є критично важливими для створення енергетичних насаджень. Особливу увагу слід приділяти родючості ґрунту, його кислотності та підготовці площі, що значно впливає на приживлюваність і розвиток тополі.

3. Ефективне закладання енергетичних плантацій передбачає дотримання оптимальних строків та схем посадки. Щільність насаджень варіюється залежно від ротації, а використання сучасних технологій і засобів, таких як суперабсорбенти, підвищує ефективність вирощування.

4. Своєчасний і систематичний догляд за насадженнями є ключовим чинником стабільного розвитку тополі. Механічні обробки, застосування гербіцидів і лісівничі заходи забезпечують збереження продуктивності та біологічної стійкості плантацій.

5. Верба (*Salix L.*) відзначається високою здатністю до вегетативного розмноження, швидким приростом біомаси та широкою екологічною адаптацією. Її біологічні властивості забезпечують ефективне використання у короткоротаційних енергетичних плантаціях.

6. Оптимальний вибір місця під плантації та якісна підготовка ґрунту (лущення, оранка, щілинування) мають вирішальне значення для успішного вирощування верби. Внесення добрив і боротьба з бур'янами на етапі підготовки сприяють формуванню здорових і продуктивних насаджень.

7. Живлення є основою високої продуктивності енергетичних плантацій верби. Збалансоване внесення мінеральних добрив (азотних, фосфорних, калійних) у відповідні фази росту та використання якісного садивного матеріалу забезпечують інтенсивне накопичення біомаси.

8. Догляд за енергетичними плантаціями верби включає гербіцидний захист, механічне оброблення ґрунту, контроль шкідників і хвороб. Завершальний етап це рекультивація площ після експлуатації, що дозволяє повторно використовувати ділянки або відновити їхню природну цінність.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Фенологічні спостереження

Фенологія – це наука, що вивчає періодичні природні явища, зокрема, сезонні зміни в розвитку рослин і тварин, а також чинники, що впливають на їх прояв. Завдяки фенологічним спостереженням можна встановити строки початку та завершення вегетаційного періоду, фаз цвітіння, дозрівання плодів і насіння, збирання врожаю, а також появи шкідників чи проявів хвороб. Найбільшу цінність такі спостереження мають тоді, коли вони проводяться регулярно та за єдиною методикою.

Перед початком спостережень необхідно визначити об'єкти дослідження та перевірити їх видову достовірність. Періодичність спостережень залежить від сезону: у весняні й осінні місяці, коли рослини швидко змінюють фази розвитку, облік варто проводити кожні 1–2 дні, тоді як в інші пори року достатньо 2 разів на тиждень. Тривалість таких досліджень може змінюватися – від одного до десятків років, залежно від поставлених цілей.

Планування фенологічних досліджень включає вибір конкретних рослин, місця спостережень, визначення їх періодів, а також супутній облік умов середовища. Під час опису слід вказувати такі характеристики: вік і висота рослини, її розвиток, походження, а також особливості місця зростання – рельєф, наявність водойм, тип ґрунту, рівень ґрунтових вод тощо.

Кожну фазу розвитку фіксують, коли вона починається у 10% облікових рослин, і завершеною вважають, коли охоплює 90%. Особливу увагу слід приділяти однотипним особинам, які мають бути схожими за віком, розвитком і розміщенням у подібних умовах.

Паралельно з фенологією необхідно враховувати й інші природні явища, зокрема, рівень вологи в ґрунті, глибину промерзання, сніговий покрив, дату

останніх весняних та перших осінніх приморозків. Це дозволяє точніше встановити зв'язок між кліматичними умовами й розвитком рослин.

Для тополі та верби виділяють такі основні фази розвитку:

- набухання бруньок;
- їх розкриття;
- розгортання листя;
- повне облистнення;
- формування бутонів;
- цвітіння;
- завершення цвітіння;
- формування зав'язі;
- дозрівання насіння;
- завершення росту пагонів;
- осіннє забарвлення листя;
- листопад.

У період спокою, після листопаду, активність рослинних процесів знижується, а морфологічні зміни стають мінімальними.

Зимостійкість оцінюється після суворих зим за дев'ятибальною шкалою: 9 балів – відсутність пошкоджень; 7 – пошкоджені верхівкові бруньки та пагони; 5 – часткове вимерзання молодих пагонів; 3 – знищена вся надземна частина; 1 – рослина загинула повністю.

Весняні заморозки можуть сильно пошкодити рослини, особливо ті, які вже почали активний розвиток. Ступінь ураження також оцінюється за дев'ятибальною шкалою: від повної відсутності пошкоджень (1) до повної загибелі молодих пагонів і листків (9). Після заморозків оцінюють також здатність до регенерації, зокрема, кількість пагонів заміщення і їх довжину.

Після відтавання ґрунту слід визначити початок росту кореневої системи. Для цього під деревом викопують ямку, очищають корені та візуально оцінюють їх активність – нові корені мають світле забарвлення й товщі за старі.

Коренева система дерев відновлює ріст одразу після відтавання ґрунту за наявності достатньої вологи. У період посухи цей ріст припиняється, тому доцільно фіксувати моменти зупинки та відновлення росту влітку й восени.

Посухостійкість – важливий показник при вирощуванні енергетичних верб і тополь. Виділяють ґрунтову (нестача вологи в ґрунті) та атмосферну (низька вологість повітря) посуху. Ознаками пошкодження є в'янення листя, їх опадання, поява опіків або плям. Оцінка посухостійкості також проводиться за дев'ятибальною шкалою. На підставі балів рослини класифікують за рівнем стійкості – від високопосухостійких до нестійких.

## **2.2. Оцінювання приживлюваності живців**

Після висаджування живців спостерігається часткове їх відмирання з різних причин, що виражається у відсотковому співвідношенні до загальної кількості посаджених екземплярів. У випадку проведення лабораторно-польових досліджень, аналіз приживлюваності та заходи з відновлення насаджень проводяться на всій площі облікових ділянок незалежно від кількості втрачених рослин. Показники приживлюваності обчислюють окремо для кожної повторності експерименту з подальшим виведенням середнього значення для кожного варіанта.

Оцінювання стану рослин здійснюється за візуальними ознаками з поділом на категорії: здорові, ослаблені або пошкоджені, загиблі й відсутні. Для виявлення причин відмирання необхідно викопати пошкоджені або загиблі саджанці, оглянути їх надземну та кореневу частини, перевірити правильність посадки та наявність можливих пошкоджень: діяльністю шкідників, інфекційними захворюваннями, дією несприятливих погодних умов, механічними пошкодженнями під час догляду або ушкодженнями тваринами тощо.

Після завершення інвентаризації визначають основні причини втрат і необхідні обсяги робіт із доповнення насаджень. Якщо загибель рослин є

рівномірною та не перевищує 15% від загальної кількості висаджених, заходів із доповнення не проводять. У разі, коли приживлюваність становить менше 25%, ділянку вважають втраченою, і її відводять під повторне вирощування. Плантації з приживлюваністю в межах 25–85% потребують часткового доповнення.

### **2.3. Оцінка стійкості деревних порід**

Пошкодження дерев комахами, іншими тваринами або патогенами, що спричиняють усихання листя й пагонів чи появу плямистостей, враховуються, якщо ураження охоплює понад 10% поверхні відповідних органів. Обстеження проводять на десяти деревах у кожному повторенні досліді.

Рівень пошкодження шкідниками фіксується за дев'ятибальною шкалою: 1 бал – пошкодження відсутні; 3 бали – слабе пошкодження (до 25% листків); 5 балів – середній рівень пошкодження (до 50% листків); 7 балів – сильне пошкодження (50-75% листової маси); 9 балів – дуже сильне пошкодження (більше 75% листків знищено).

Середній показник шкоди розраховують шляхом ділення загальної кількості балів на число пошкоджених дерев. Для класифікації рівня стійкості до шкідників також використовують дев'ятибальну шкалу.

Оцінка ураження листя грибковими хворобами (іржа, борошниста роса, плямистості тощо) проводиться окремо, залежно від характеру ураження, із застосуванням відповідних шкал.

У кожному випадку підсумковий бал по захворюванню розраховують як середнє арифметичне по групі дерев. Після цього встановлюють рівень стійкості дерев до патогенів.

### **Висновок до розділу 2.**

1. Фенологічні спостереження є важливим елементом моніторингу розвитку енергетичних культур. Вони дозволяють точно визначати фази росту,

що є основою для своєчасного проведення агротехнічних заходів, планування догляду та збору біомаси.

2. Оцінювання приживлюваності живців дозволяє визначити ефективність підготовки садивного матеріалу, умов посадки та якості догляду. Високий рівень приживлення є запорукою формування рівномірних, продуктивних плантацій.

3. Оцінка стійкості деревних порід до шкідників і хвороб є критично важливою для збереження життєздатності та довговічності енергетичних плантацій. Результати таких досліджень допомагають обрати найбільш стійкі форми та вчасно вжити захисних заходів.

## РОЗДІЛ 3

### ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ УМОВИ ПІДПРИЄМСТВА

#### 3.1. Розташування та внутрішня структура підприємства

Димерське надлісництво розташоване в північній частині Київщини на території Вишгородського та Броварського адміністративних районів. Його площа – 30,7 тис.га. До складу підприємства входять тринадцять лісництв, цех з переробки деревини, гараж, ЛПС.



Рис. 3.1. Територія Димерського надлісництва [19]

### Адміністративно-організаційна структура підприємства

Найменування лісництв, місцезнаходження контор	Площа, га
Північне, кв. 597	1938,0
Гутівське, с. Сувид	1834,0
Дачне, кв. 597	1979,0
Довгобродівське, с. Сувид	1995,0
Хутірське, кв. 597	1940,0
Центральне, с. Сувид	1931,0
Деснянське, с. Сувид	1936,0
Приморське, кв. 597	1710,0
Тарасівське, с. Пірново	1896,0
Острівське, с. Пірново	1849,0
Вищедубечанське, с. Пірново	1687,0
Лебедівське, с. Пірново	1738,0
	349,0
Разом по лісництву:	2087,0
Дубечанське, кв. 546	2142,0
Новосілківське, кв. 546	2284,0
Хотянівське, кв. 546	2152,0
Лівобережне, кв. 546	642,9
	526,1
Разом по лісництву:	1169,0
Всього по лігоспу:	30529,0

### 3.2. Організація території та лісовпорядні заходи

Становлення сучасної структури Вищедубечанського лісового господарства тривало впродовж майже сторіччя й вирізняється послідовними змінами організаційно-територіальної структури. Розпочате у 1925 році як Вищедубечанське головне лісництво на основі державних лісових дач Чернинської, Тарасівської та Старосільської, підприємство пройшло непростий шлях реорганізації, що відображало зміни в державній політиці лісокористування.

Перші десятиріччя функціонування супроводжувалися активними структурними перетвореннями: від райлісгоспу (1931-1935 роки) до ліспромгоспу, а потім до Вищедубечанського лісгоспу у 1936 році. Кожна з цих реорганізацій показувала спроби оптимізації виробничих процесів та пристосування до змінених економічних умов. Особливо значною стала трансформація 1960 року, коли підприємство було реорганізовано в лісгоспзаг згідно з новою концепцією комплексного господарства і лісозаготівель.

Територіальне розширення підприємства відбувається через включення нових земельних ділянок. Створення Приморського лісництва у 1969 році на землях, переданих Київською ГЕС, показує пристосованість організаційної структури до зовнішніх викликів та можливості розширення ресурсної бази. Одночасне розформування цього ж лісництва у 1971 році спричинило пошук оптимальної конфігурації управлінської структури.

Наступний розвиток територіальної організації характеризувався утворенням нових лісництв згідно з виробничими потребами та адміністративних рішень. Формування Деснянського лісництва у 1977 році на базі земельних радгоспів, а згодом його перейменування на П'рнівське у 1983 році, ілюструє динамічність адаптаційних процесів. Ці зміни відображали не тільки адміністративні рішення, але й практичні потреби раціонального використання лісових ресурсів.

Трансформація 1991 року, коли лісгоспзаги були реорганізовані в держлісгоспи, ознаменувала щабель в розвитку лісового господарства України. Ця реформа мала на меті поліпшення державного управління лісовими ресурсами в умовах незалежної України. Створення Ровжівського лісництва у 1993 році з частин існуючих лісництв демонструє продовження процесів оптимізації територіальної структури.

Сучасний етап розвитку розпочався з перейменування у 2005 році на Державному підприємстві “Вищедубечанське лісове господарство”. Великі реорганізації 2010-2014 років, що включали ліквідацію та створення численних лісництв, були спрямовані на підвищення ефективності управління та оперативності проведення лісгосподарських заходів.

Перші лісовпорядні роботи, проведені в 1938 році, заклали методологічні завдання для подальшого розвитку системи обліку та планування лісових ресурсів. Регулярність проведення лісовпорядкування (1946, 1955, 1963, 1973, 1983 роки) забезпечувала актуальну інформаційну базу для прийняття управлінських рішень.

Запровадження безперервного лісовпорядкування з 1994 року стало новим етапом у системі планування території. Підхід передбачав щорічне проведення цих природних податкових робіт на господарсько активних ділянках, що дозволяло підтримувати розрахункову податкову та картографічну бази даних в актуальному стані.

Теперішнє лісовпорядкування здійснено за I розрядом згідно з вимогами чинної лісовпорядної інструкції, рішеннями першої лісовпорядної наради та технічної наради за підсумками польових робіт.

Первинною обліковою одиницею виступає податковий відділ, тоді як розрахункові операції базуються на господарських секціях. Усі планові розрахунки обґрунтовуються на детальному аналізі розподілу площ і запасів насаджень за класами віку в межах кожної господарської секції.

Правове забезпечення лісовпорядних робіт базується на Лісовому кодексі України, природоохоронному законодавстві та нормативно-правових актах, що

регулюють лісогосподарську діяльність [25]. Особливе значення мають “Основні положення організації і розвитку лісового господарства Київського та по м. Києву ОУЛМГ” [28].

Квартальна мережа по лісгоспу не зазнала будь-яких змін, а нумерація кварталів радикально змінилася. Викликано це тим, що керівництвом Димерського надлісництва була прийнята суцільна нумерація кварталів в межах лісгоспу.

Таблиця 3.2

### Основні показники проведеного лісовпорядкування

Показники	Одиниці вимірювання	Обсяги
1. Площа лісовпорядкування	га	30529,0
в т.ч. з використанням ортофотопланів	га	30529,0
2. Кількість кварталів	шт.	918
3. Середня площа кварталів	га	33
4. Кількість таксаційних виділів	шт.	14900
5. Середня площа таксаційного виділу	га	2,0
6. Закладено площадок вибіркових методів таксації	шт.	797
7. Закладено площадок на визначення сум площ поперечних перерізів деревостанів	шт.	3193
8. Закладено пробних площ - усього	шт.	24
в т.ч. на рубки догляду	шт.	3
9. Кількість планшетів	шт.	52

Геодезичною (картографічною) основою для складання лісовпорядних планшетів стали правостановлюючі документи на право постійного користування земельними ділянками, планшети розширеного лісовпорядкування 2003 року і ортофотоплани.

Для таксації деревостанів використовувались ортофотоплани масштабу 1:10000, задовільної якості, зйомки 2007 року.

Таблиця 3.3

## Зміна площі за ревізійний період

Найменування лісництв	Площа в га за даними			
	теперішнього лісовпорядкування	попереднього лісовпорядкування	державного обліку лісів станом на 01.01.2011р.	земельного балансу станом на 01.01.2015р.
Ровжівське		4727,0	4727,0	4702,0
Сувидівське		4812,0	4812,0	4834,0
Жукинське		4637,0	4637,0	4653,0
Воропаївське		5254,0	5252,0	5235,0
Пірнівське		5374,0	5273,0	5252,0
		556,0	556,0	539,0
Разом по лісництву:		5930,0	5829,0	5791,0
Старосільське		5170,0	5044,0	4917,0
		380,0	380,0	364,0
Разом по лісництву:		5550,0	5424,0	5281,0
Північне	1938,0			
Гутівське	1834,0			
Дачне	1979,0			
Довгобродівське	1995,0			
Хутірське	1940,0			
Центральне	1931,0			
Деснянське	1936,0			
Приморське	1710,0			
Тарасівське	1896,0			
Острівське	1849,0			
Вищедубечанське	1687,0			
Лебедівське	1738,0			

## Продовження таблиці 3.3

	349,0			
Разом по лісництву:	2087,0			
Дубечанське	2142,0			
Новосілківське	2284,0			
Хотянівське	2152,0			
Лівобережне	642,0			
	526,1			
Разом по лісництву:	1169,0			
Усього по лісгоспу:	30529,0	30910,0	30678,0	30496,0

Зменшення площі лісгоспу у порівнянні із даними розширеного лісовпорядкування 2003 року на 381,0 га пов'язане з наступними причинами:

- вилучення земель за погодженням із лісокористувачами – 232,0 га;
- вилучення за рішенням суду – 2,0 га;
- уточнення площ при виготовленні державних актів на право постійного користування землею – 147,0 га.

Розходження по площі по Броварському району на 27,9 га із земельним балансом пов'язане із уточненням площ при виготовленні державних актів і зміною русла р. Десни. Розходження площі по Вишгородському району – прийняті лісгоспом бувші колгоспні ліси, у формі №6-зем рахуються у землях запасу.

### 3.3. Природно-кліматичні умови

Відповідно до лісорослинного районування, територія лісництва належить до південної частини Східного Полісся. Клімат характеризується помірною континентальністю, порівняно м'якою зимою та помірно вологим літом. З кліматичних чинників, що негативно впливають на ріст та розвиток лісових насаджень, найбільший вплив мають пізні весняні та ранні осінні заморозки, вітровали і буреломи.

Територія лісгоспу за характером рельєфу є рівниною з нахилом з півночі на південь, де трапляються піщані підвищення і заболочені пониження. Ліси лісгоспу належать до рівнинних.

Таблиця 3.4

### Кліматичні показники

Найменування показників	Одиниці вимірювання	Значення	Дата
1. Температура повітря:			
- середньорічна	градус	+6,8 <sup>0</sup> С	
- абсолютна максимальна	градус	+39,0 <sup>0</sup> С	
- абсолютна мінімальна	градус	-34,0 <sup>0</sup> С	
2. Кількість опадів на рік	мм	650	
3. Тривалість вегетаційного періоду	днів	203	
4. Пізні весняні заморозки			18.05.
5. Перші осінні заморозки			01.10.
6. Середня дата замерзання рік			25.12.
7. Середня дата початку паводку			17.03.
8. Сніговий покрив:			
- товщина	см	25	
- час появи			04.12.
- час сходження у лісі			12.03.
9. Глибина промерзання ґрунту	см	42	
10. Напрямок панівних вітрів за сезонами:			
- зима	румб	ПнЗ	
- весна	румб	ПдС	
- літо	румб	ПдС	

Продовження таблиці 3.4.

- осінь	румб	ПнЗ	
11. Середня швидкість панівних вітрів за сезонами:			
- зима	м/сек	3,3	
- весна	м/сек	3,9	
- літо	м/сек	2,1	
- осінь	м/сек	3,1	
12. Відносна вологість повітря	%	77	

Переважаючими типами ґрунтів на території лісництва є підзолисті ґрунти з різним механічним складом від піщаних до суглинистих. Дернові та болотні ґрунти зосереджені в зниженнях. За ступенем вологості більша частина ґрунтів належить до свіжих. На частку лісових ділянок з надмірним зволоженням припадає 13,0% площі, вкритої лісовою рослинністю лісових ділянок. Болота займають площу 1021,4 га.

Таблиця 3.5

### Характеристика рік та водоймищ

Найменування рік та водоймищ	Куди впадає ріка	Загальна протяжність, км; площа водоймищ, га	Ширина лісових смуг вздовж берегів річок, навколо озер, водоймищ, м	
			згідно нормативів	фактична
Ріки та водоймища, вздовж яких виділена підкатегорія лісів "Лісові ділянки вздовж берегів річок, навколо озер, водоймищ та інших водних об'єктів"				
р. Дніпро (водосховище)	Чорне море	2285,0	3000	3000
р. Десна	р. Дніпро	1126,0	3000	3000

### 3.4. Стан та динаміка земель лісгосподарського призначення

Лісові ділянки в практичній діяльності використовуються ефективно. Про це свідчить зменшення питомої ваги некритих лісовою рослинністю лісових ділянок з 2,2% до 1,8%, поліпшення окремих середніх таксаційних показників.

За минулий ревізійний період питома вага сосни звичайної зменшилась на 1,1%, а дуба звичайного збільшилась на 9,6%. Наявність на площі 534,9 га низькобонітетних насаджень пояснюється зростанням їх в екстремальних лісорослинних умовах. В основному, це насадження верби білої і верби ламкої в заплавних типах лісу.

Площа основних груп порід вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за групами віку за між ревізійний період наступна: молодняків зменшилось на 18,7%, середньовікових на 8,3%, пристигаючих збільшилась на 35,3%, а стиглих на 62,6%.

Насадження з повнотою 0,3–0,4 займають площу 1491,5 га. Їхня наявність зумовлена такими факторам:

- всиханням насаджень;
- пошкодження насаджень вітровалами і буреломами і лісовими пожежами.

Насадження з панівними породами, що не відповідають типам лісу, займають площу 1401,3 га, або 5,2% вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок.

Існуючий розподіл деревних порід за групами віку по пристигаючих і стиглих насадженнях близький до оптимального, а по молодняках і середньовікових насадженнях відзначається від оптимального, що зумовлено значною площею насаджень виключених з розрахунку головного користування, що складає 68,1% від вкритих лісовою лісових ділянок.

Основними причинами зміни площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок і загальних запасів є:

- вирубаня лісу;

- заліснення непокритих лісовою рослинністю лісових ділянок;
- переведення незімкнених лісових культур у покриті лісовою рослинністю лісові ділянки;
- природний ріст насаджень;
- передача земель.

Площа і запас стиглих деревостанів у порівнянні з даними минулого лісовпорядкування збільшились відповідно на 1261,6 га і 346,16 тис.м<sup>3</sup>, або 55,7% і 62,7%, в тому числі експлуатаційного фонду відповідно зменшилась на 294,3 га і 51,14 тис.м<sup>3</sup>, або 32,5% і 21,0%. Основними причинами зміни площі і запасу стиглих насаджень є зміна вікової структури насаджень у зв'язку із виділенням заказників і господарською діяльністю лісгоспу.

Направленість і результативність ходу природного поновлення як на непокритих лісовою рослинністю лісових ділянках, так і під наметом лісу в регіоні вивчені в достатній мірі. Висновки наукових досліджень і виробничого досвіду з природного поновлення лісу такі: хід природного поновлення, як правило у всіх типах лісу проходить незадовільно. На вирубках іде як порослеве, так і насінневе поновлення зі зміною головних порід на другорядні.

### **3.5. Заходи з охорони лісу та здійснення екологічного нагляду**

Охорону і захист лісу здійснює державна лісова охорона, яка налічує 57 осіб. Основними її завданнями є здійснення державного контролю за всіма лісокористувачами і власниками лісів, за дотриманням лісового законодавства, забезпечення охорони лісів від пожеж, незаконних рубок, шкідників і хвороб лісу, запобіганням правопорушенням та контроль за використанням лісових ресурсів. Регулювання діяльності лісової охорони здійснюється згідно: Положенням про державну лісову охорону (2009) [30].

Охорона лісу від пожеж здійснюється силами лісової охорони, а також тимчасовими протипожежними сторожами. В лісгоспі є оперативний план гасіння пожеж. За два останні роки, в середньому, було зареєстровано 11

випадків самовільних рубок з обсягом зрубаної деревини 10 м<sup>3</sup> та 107 випадків інших порушень із збитками 1955 тис. грн.

По зареєстрованих порушеннях лісового законодавства були вжиті такі заходи: притягнення до адміністративної відповідальності і добровільно стягнуто 1955 грн.

Протипожежне упорядкування містить комплекс правових, організаційних технічних, лісогосподарських та інших заходів, спрямованих на попередження виникнення пожеж, обмеження їх поширення, зменшення пожежної безпеки в лісі, підвищення вогнестійкості деревостанів, своєчасне виявлення пожеж та їх гасіння. Заходи з охорони лісів від пожеж спроектовані з врахуванням економічних, біологічних і екологічних особливостей лісового фонду.

В основу проектування покладені положення Правил пожежної безпеки в лісах України (2004), Положення про лісові пожежні станції (2005), узгоджені з лісогосподарськими підприємствами основні заходи з протипожежного улаштування. Уздовж доріг поблизу лісових масивів та в зонах відпочинку розміщують бігборди й аншлаги з протипожежною інформацією, а на кожному в'їзді встановлюють шлагбауми для контролю перебування населення в лісі під час пожежонебезпечного періоду [31, 32].

### **Висновок до розділу 3.**

1. Димерське надлісництво з площею 30,7 тис. га має розгалужену організаційну структуру з 13 лісництвами, що забезпечує комплексний підхід до управління лісовими ресурсами в північній частині Київської області.

2. Застосування сучасних методів лісовпорядкування, включаючи лісовпорядкування з 1994 року, забезпечує ефективний контроль за станом лісового фонду.

3. Формування вікової структури лісів підтверджується значним збільшенням площі досягаючих (на 35,3%) та стиглих (на 62,6%) насаджень. Це

створює стабільну ресурсну базу для майбутнього лісокористування та забезпечує стійкість лісогосподарського виробництва.

4. Створення лісових культур як основний метод відтворення лісів потребує постійного вдосконалення технологій та збільшення обсягів робіт для підтримки продуктивності лісового фонду.

5. Система охорони та захисту лісу функціонує на належному рівні за рахунок роботи 57 працівників державної лісової охорони та комплексу протипожежних заходів. Мінімальна кількість зафіксованих порушень лісового законодавства про ефективність профілактичних заходів та контрольної діяльності.

## РОЗДІЛ 4

### ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ

#### 4.1. Опис експериментальних ділянок

Експериментальні дослідження з вирощування енергетичних насаджень швидкорослих деревних порід проводилися на території Димерського надлісництва Київської області. Дослідна ділянка, що за лісорослинними умовами відповідає зоні змішаних лісів північного Полісся України.

Клімат регіону характеризується як помірно континентальний з достатнім зволоженням. Середньорічна температура повітря становитиме  $+6,8^{\circ}\text{C}$ , а кількість опадів становить близько 650 мм. Безморозний період триває 165–175 днів.

Грунтовий покрив представлений дерново-підзолистими супіщаними ґрунтами з наступними агрохімічними показниками:

- рН 5,2–5,6 (слабокисла реакція);
- вміст гумусу 1,8–2,2%;
- рухомий фосфор (за Кірсановим) 45–62 мг/кг;
- обмінний калій 78–95 мг/кг;
- механічний склад супіщаний з вмістом фізичної глини 15–20%.

Гідрологічний режим території характеризується глибиною залягання ґрунтових вод 2,5–3,0 м, що забезпечує природний дренаж без перезволоження кореневмісного шару. Попереднє використання ділянки – лісовий зруб після експлуатації соснового насадження віком 45 років.

Для проведення експериментальних досліджень було обрано дві перспективні швидкорослі деревні породи: верба лозова (*Salix viminalis* L.) та тополя трикутнолиста (*Populus deltoides*).



Рис. 4.1.–4.2 Вербa лозова або прутovidна (*Salix viminalis* L.) [20]

Таблиця 4.1

**Основні технічні та економічні показники енергетичних культур [45]**

Показник	Вербa	Тополя
Вимоги до ґрунту, рН	5–7	6–7
Кількість опадів, мм/рік	650–700	650
Температура, °С	15–26	15–25
Життєвий цикл, років	20–25	20–25
Періодичність збирання врожаю	1 раз на 3 роки	1 раз на 2-3 роки
Врожайність, т/га/рік	12,4–22,7 (свіж.)	10–20 (сух.)
Енергетична цінність, МДж/кг	17,5-18,2	18,5–19,1
Зольність, %	1,8–2,5	1,2–1,8

Передпосадкова підготовка включала наступні агротехнічні заходи:

- очищення території від порубкових залишків та кореневої системи попередньої рослинності;

- дискування на глибину 12–15 см для подрібнення рослинних залишків;
- оранка на глибину 20–25 см з одночасним внесенням органічних добрив (перепрілий гній 15 т/га);
- культивація на глибину 8–10 см для вирівнювання поверхні та закриття вологи.

Таблиця 4.2

### Запропонована схема посадки верби [7]

	Варіант 1	Варіант 2
Відстань між саджанцями в рядку, м	0,6	0,7
Щільність посадки, штук/га	15 000	12 500

Заготівля пагонів проводиться у період від закінчення вегетаційного періоду до початку сокоруху. Посадковий матеріал представлений однорічними здерев'янілими живцями, заготовленими в період зимового спокою з маточних насаджень. Біометричні показники живців: довжина: 20–25 см; діаметр: 0,8–1,2 см для верби, 1,0–1,5 см для тополі; кількість бруньок: не менше 3–4 шт. Оптимальна температура зберігання саджанців – 4°C.

Підготовка до посадки: порізка на короткі перед посадкою; 1–2 доби перед посадкою зберігати не в холодній камері; якщо відбулась втрата вологи, необхідно замочити у воді короткі саджанці.

Посадку виконували вручну у попередньо підготовлені борозні глибиною 12–15 см. Живці заглиблювали на 2/3 довжини, залишаючи над поверхнею 1–2 бруньки. Після посадки проводили одноразовий полив нормою 15-20 л/м<sup>2</sup> та мульчування між рядами тирсової шаром 3–5 см.

## 4.2. Спостереження досліджень

Біометричні показники визначали на постійних облікових майданчиках розміром 10×10 м по 3 майданчиках на ділянці. Вимірювання проводили щомісячно протягом вегетаційного періоду: висота рослин; діаметр біля кореневої шийки; кількість пагонів на рослині; приживлюваність.

Приживлюваність живців верби становила 94%, тополі – 85%. Верба показала кращу адаптацію до перезволожених і малопродуктивних ґрунтів, тоді як тополя краще розвивалася на родючих супіщаних ґрунтах. Зокрема, з найтовщих живців *Salix viminalis*, при однаковій приживлюваності з тоншими живцями, відросло на 15,8% більше пагонів, середня висота яких була на 5,2–8,2% більшою, ніж у пагонів з тонших живців.



Рис. 4.3.–4.4. Тополя трикутнолиста або дельтолиста (*Populus deltoides*)

Високий рівень приживлюваності верби свідчить про добру адаптацію цього сорту до місцевих умов, а також про ефективність обраної агротехніки. Тополя показала дещо нижчий показник, що може бути пов'язано з особливостями укорінення та чутливістю до весняних коливань температур.

Тополя продемонструвала вищий показник приросту у висоту, тоді як верба формувала більше пагонів, що є перевагою для формування великої маси біомаси у майбутньому. Це свідчить про різні морфологічні стратегії адаптації: тополя орієнтується на вертикальний ріст, а верба – на куцистість.

Таблиця 4.3

### Переваги та недоліки енергетичних культур

Категорія	<i>Salix viminalis</i>	<i>Populus deltoides</i>
Переваги	<ul style="list-style-type: none"> <li>- висока швидкість зростання і відновлення після обрізки;</li> <li>- висока врожайність біомаси;</li> <li>- відносна стійкість до шкідників і хвороб;</li> <li>- використання у виробництві пелет і брикетів;</li> <li>- висока адаптивність до різних типів ґрунтів.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- добра приживлюваність на малопродуктивних землях;</li> <li>- висока енергетична цінність біомаси;</li> <li>- перспективна сировина для целюлозно-паперової промисловості;</li> <li>- швидкий вертикальний ріст.</li> </ul>
Недоліки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- висока початкова вологість біомаси;</li> <li>- чутливість до тривалих посух</li> <li>- обмежена тривалість продуктивного циклу (5-7 років).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вразливість до деяких грибкових захворювань і шкідників;</li> <li>- високі початкові інвестиції.</li> </ul>

Перші ознаки розпускання бруньок у верби були зафіксовані 5 квітня, у тополі – 9 квітня. Активний ріст тривав до початку вересня, після чого спостерігалось поступове припинення росту пагонів. Масове опадання листя у тополі відмічалось з другої половини жовтня, у верби – трохи раніше. Така фенологічна поведінка свідчить про добру адаптацію обох порід до умов Полісся.

Чисельність шкідників не перевищувала дозволеного порогу шкодочинності, тому хімічні засоби захисту не застосовувалися. Використовувалися профілактичні заходи: підтримання оптимальної вологості ґрунту, видалення бур'янів-резерваторів шкідників.

### Фітосанітарний стан енергетичних рослин

Культура	Основні шкідники та хвороби	Поширеність, %
<i>Salix viminalis</i>	Попелиця вербова звичайна ( <i>Aphis saliceti</i> Kalt.); вербовий листоїд ( <i>Clytra laeviseula</i> R.)	2–4; 5–8
<i>Populus deltoides</i>	Міль-строкатка ( <i>Phyllonorycter populifoliella</i> ); тополевий листоїд ( <i>Chrysomela populi</i> )	4–6; 7–9

Отримані результати свідчать про те, що обидві культури верба і тополя - успішно вирощені в умовах північного Полісся. Верба проявила кращу приживлюваність і здатність до формування великої кількості пагонів, що є перевагою для мультиштамбової стратегії заготівлі біомаси. Тополя, навпаки, продемонструвала швидший вертикальний ріст, що робить її перспективною для виробництва довгостовбурної деревини.

#### 4.3. Заготівля сировини для подальшого використання

Заготівлю вирощеної біомаси здійснюють у період зимового спокою. Оптимальним періодом для збирання біомаси є час, коли ґрунт на ділянці промерз. У таких умовах коренева система рослин залишається стабільною в ґрунті, що унеможливорює їхнє виривання під час проходження агрегатів.

Середньо та крупномірну сировину заготовляють за допомогою бензопил або спеціалізованих звалювальних машин. Дрібну деревину зрізають вручну із застосуванням спеціальних ножів, секаторів чи мотокущорізів. Потім деревну масу подрібнюють на тріску або формують тюки чи снопи [29].

Регулярне щорічне обрізування надземної частини сприяє ефективному використанню маточних насаджень. Термін ротації міні-енергетичних плантацій тополі та верби становить 2–5 років, тоді як у насаджень із тривалим періодом ротації – від 10 до 25 років. Завдяки вегетативному поновленню на місці зрубу можна виростити ще одну-дві генерації насаджень [28].

Дослідження показали, що після зрізування 10-річної плантації тополі, для створення продуктивної другої генерації доцільно залишати на кожному пні по 2–5 пагонів порослі. У віці 13–17 років такі насадження формують запас стовбурової деревини на рівні 440–670 м<sup>3</sup>/га, що відповідає 160–245 т/га абсолютно сухої біомаси [15].

#### **4.4. Рекомендації вирощування енергетичних культур в умовах північного Полісся**

Вирощування енергетичних культур, таких як верба (*Salix viminalis* L.) та тополя (*Populus deltoides*), передбачає дотримання низки агротехнічних і екологічних вимог, навіть попри їх відносну невибагливість. Головна мета таких насаджень полягає в отриманні високоякісної деревної біомаси для подальшого використання у виробництві твердого біопалива. Водночас на ефективність вирощування суттєво впливають: вибір виду та сорту культури, умови навколишнього середовища, родючість ґрунту, рівень забезпечення вологою, технологія посадки та догляд за насадженнями.

Одним із найважливіших етапів є вибір ділянки для закладання енергетичної плантації. Найкраще підходять території з достатньою вологістю, зокрема з супіщаними або суглинистими ґрунтами, які добре дреновані, проте здатні утримувати вологу. Для верби оптимальними є вологі, часто перезволожені ґрунти поблизу водойм, тоді як тополя краще росте на родючих ділянках із нейтральною або слабнокислою реакцією ґрунтового розчину (рН 5,5–7,0).

Особливу увагу потрібно приділити вибору садивного матеріалу. Рекомендовано використовувати якісні однорічні живці, отримані з маточних плантацій, що мають сертифіковане походження. Застосування стандартного садивного матеріалу забезпечує високу приживлюваність та добру енергію росту на початкових етапах.

Зважаючи на біологічні особливості культури, густота посадки має відповідати меті вирощування. Для отримання максимальної кількості біомаси за короткий термін рекомендовано використовувати щільні схеми. В Україні та країнах Європи щільність посадки верби зазвичай становить 10000–15000 рослин/га, з відстанню між рослинами в межах 0,6–0,7 м. Для тополі рекомендується менш щільна схема посадки – приблизно 3000–5000 саджанців/га, з відстанню між деревами 2–3 м. При надто високій густоті можливе зменшення приросту окремих рослин через конкуренцію за світло, вологу та поживні речовини, тому доцільно забезпечити баланс між щільністю насадження та розмірами кожного екземпляра.

Особливості догляду залежать від віку та виду культури. У перший рік після закладання плантації важливо проводити механічні або ручні прополювання для пригнічення бур'янів, які можуть значно уповільнювати ріст молодих рослин. У посушливі періоди можливий полив, особливо для верби, яка є вологолюбною культурою. Важливим аспектом є фітосанітарний стан: верба може уражатися попелицею або іржею, тому рекомендовано регулярне обстеження на наявність шкідників та хвороб, а за потреби – застосування дозволених засобів захисту рослин [38].

З огляду на екологію та стале управління, перспективним є використання деградованих або осушених торфовищ, виведених з інтенсивного сільськогосподарського обробітку. Це дозволяє одночасно вирішувати питання рекультивації земель та отримання відновлюваних джерел енергії.

Таким чином, створення ефективних енергетичних плантацій верби та тополі в умовах північного Полісся можливе за умови дотримання

раціональних схем посадки, використання якісного посадкового матеріалу та забезпечення належного агротехнічного догляду.

#### **Висновок до розділу 4.**

1. За підсумками досліджень встановлено, що на території Димерського надлісництва природні умови північного Полісся України є сприятливими для вирощування енергетичних культур. Помірно континентальний клімат із середньорічною температурою  $+6,8^{\circ}\text{C}$  та опадами 650 мм створює оптимальні умови для росту швидкорослих деревних порід. Глибина залягання ґрунтових вод 2,5–3,0 м забезпечує природний дренаж без перезволоження. Передпосадкова підготовка ділянки з внесенням органічних добрив (15 т/га перепрілого гною) створила необхідні умови для успішного укорінення та початкового росту саджанців.

2. Верба лозова демонструвала вищу приживлюваність (94%) порівняно з тополею трикутнолистою (85%), що призвело до кращої адаптації до місцевих ґрунтово-кліматичних умов. Встановлено різні морфологічні стратегії розвитку: тополя орієнтується на інтенсивний вертикальний ріст, тоді як верба формує більшу кількість пагонів, що є перевагою для накопичення біомаси. Спостереження підтвердили добру адаптацію обох порід до умов Полісся з початком вегетації у квітні та завершенням у жовтні. Стан насаджень залишався задовільним протягом усього вегетаційного періоду без необхідності застосування хімічних засобів захисту.

3. Заготівлю деревної біомаси краще здійснювати в період зимового спокою для збереження кореневої системи та забезпечення вегетативного відновлення. Енергетичні культури можна ефективно використовувати як у короткоротаційних (2–5 років), так і у довгострокових (до 25 років) циклах вирощування. Повторне використання маточних насаджень після зрізування забезпечує додаткову генерацію врожаю без повторної посадки. Технології збирання деревини (механізовані та ручні) дозволяють адаптувати процес заготівлі залежно від обсягів і типу біомаси.

4. Успішне вирощування енергетичних культур на північному Поліссі потребує комплексного підходу, що включає правильний вибір ділянки, якісний садивний матеріал та дотримання агротехнічних вимог. Для верби лозової оптимально є вологі супіщані ґрунти з щільністю посадки 10000–15000 рослин/га, тоді як тополя трикутнолиста краще розвивається на родючих ділянках з рН 5,5–7,0 при щільності 3000–5000 саджанців/га. Дотримання рекомендованих агротехнічних заходів, включаючи механічне пригнічення бур'янів у перший рік та фітосанітарний моніторинг, забезпечують формування продуктивних енергетичних насаджень з тривалим терміном експлуатації.

## ВИСНОВКИ

1. Тополя (*Populus L.*) є перспективною культурою для енергетичних плантацій завдяки швидкому росту, здатності до вегетативного розмноження та регенерації після зрізування. Висока продуктивність гібридів і адаптивність до різних умов роблять її цінною сировиною для виробництва біоенергії.

2. Правильний вибір ділянки та якісного садивного матеріалу є критично важливими для створення енергетичних насаджень. Особливу увагу слід приділяти родючості ґрунту, його кислотності та підготовці площі, що значно впливає на приживлюваність і розвиток тополі. Ефективне закладання енергетичних плантацій передбачає дотримання оптимальних строків та схем посадки. Щільність насаджень варіюється залежно від ротації, а використання сучасних технологій і засобів, таких як суперабсорбенти, підвищує ефективність вирощування.

3. Своєчасний і систематичний догляд за насадженнями є ключовим чинником стабільного розвитку тополі. Механічні обробки, застосування гербіцидів і лісівничі заходи забезпечують збереження продуктивності та біологічної стійкості плантацій.

4. Верба (*Salix L.*) відзначається високою здатністю до вегетативного розмноження, швидким приростом біомаси та широкою екологічною адаптацією. Її біологічні властивості забезпечують ефективне використання у короткоротаційних енергетичних плантаціях.

5. Оптимальний вибір місця під плантації та якісна підготовка ґрунту (лущення, оранка, щілинування) мають вирішальне значення для успішного вирощування верби. Внесення добрив і боротьба з бур'янами на етапі підготовки сприяють формуванню здорових і продуктивних насаджень. Живлення є основою високої продуктивності енергетичних плантацій верби. Збалансоване внесення мінеральних добрив (азотних, фосфорних, калійних) у

відповідні фази росту та використання якісного садивного матеріалу забезпечують інтенсивне накопичення біомаси.

6. Догляд за енергетичними плантаціями верби включає гербіцидний захист, механічне оброблення ґрунту, контроль шкідників і хвороб. Завершальний етап це рекультивація площ після експлуатації, що дозволяє повторно використовувати ділянки або відновити їхню природну цінність.

7. Фенологічні спостереження є важливим елементом моніторингу розвитку енергетичних культур. Вони дозволяють точно визначати фази росту, що є основою для своєчасного проведення агротехнічних заходів, планування догляду та збору біомаси.

8. Оцінювання приживлюваності живців дозволяє визначити ефективність підготовки садивного матеріалу, умов посадки та якості догляду. Високий рівень приживлення є запорукою формування рівномірних, продуктивних плантацій. Оцінка стійкості деревних порід до шкідників і хвороб є критично важливою для збереження життєздатності та довговічності енергетичних плантацій. Результати таких досліджень допомагають обрати найбільш стійкі форми та вчасно вжити захисних заходів.

9. Формування вікової структури лісів підтверджується значним збільшенням площі досягаючих (на 35,3%) та стиглих (на 62,6%) насаджень. Це створює стабільну ресурсну базу для майбутнього лісокористування та забезпечує стійкість лісогосподарського виробництва.

10. Створення лісових культур як основний метод відтворення лісів потребує постійного вдосконалення технологій та збільшення обсягів робіт для підтримки продуктивності лісового фонду.

11. За підсумками досліджень встановлено, що на території Димерського надлісництва природні умови північного Полісся України є сприятливими для вирощування енергетичних культур. Помірно континентальний клімат із середньорічною температурою  $+6,8^{\circ}\text{C}$  та опадами 650 мм створює оптимальні умови для росту швидкорослих деревних порід. Глибина залягання ґрунтових вод 2,5–3,0 м забезпечує природний дренаж без перезволоження.

Передпосадкова підготовка ділянки з внесенням органічних добрив (15 т/га перепрілого гною) створила необхідні умови для успішного укорінення та початкового росту саджанців.

12. Верб лозова демонструвала вищу приживлюваність (94%) порівняно з тополею трикутнолистою (85%), що призвело до кращої адаптації до місцевих ґрунтово-кліматичних умов. Встановлено різні морфологічні стратегії розвитку: тополя орієнтується на інтенсивний вертикальний ріст, тоді як верба формує більшу кількість пагонів, що є перевагою для накопичення біомаси. Спостереження підтвердили добру адаптацію обох порід до умов Полісся з початком вегетації у квітні та завершенням у жовтні. Стан насаджень залишався задовільним протягом усього вегетаційного періоду без необхідності застосування хімічних засобів захисту.

13. Заготівлю деревної біомаси краще здійснювати в період зимового спокою для збереження кореневої системи та забезпечення вегетативного відновлення. Енергетичні культури можна ефективно використовувати як у короткоротаційних (2-5 років), так і у довгострокових (до 25 років) циклах вирощування. Повторне використання маточних насаджень після зрізування забезпечує додаткову генерацію врожаю без повторної посадки. Технології збирання деревини (механізовані та ручні) дозволяють адаптувати процес заготівлі залежно від обсягів і типу біомаси.

14. Успішне вирощування енергетичних культур на північному Поліссі потребує комплексного підходу, що включає правильний вибір ділянки, якісний садивний матеріал та дотримання агротехнічних вимог. Для верби лозової оптимально є вологі супіщані ґрунти з щільністю посадки 10000–15000 рослин/га, тоді як тополя трикутнолиста краще розвивається на родючих ділянках з рН 5,5–7,0 при щільності 3000–5000 саджанців/га. Дотримання рекомендованих агротехнічних заходів, включаючи механічне пригнічення бур'янів у перший рік та фітосанітарний моніторинг, забезпечують формування продуктивних енергетичних насаджень з тривалим терміном експлуатації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Благоустрій територій. К. : “Аврора Принт”, 2006. № 4-5. С. 94-97.
2. Корескы F. Деякі основні питання розведення тополі в Угорщині. *Az Erdo*. 1958., № 2, S. 41-47.
3. *Salix triandra* L. верба тритичинкова. URL: <https://share.google/YWWkNhuJChBSWPydN> (дата звернення 20.01.2025 р.)
4. Афанасьєв Д.Н. Деревно-чагарникова рослинність заплави Поліського Дніпра. *Укр. бот. журн.* 1958. 15. № 1. С. 48-59.
5. Верба сива. URL: <https://share.google/449KfLreFxFxZHV1zZD> (дата звернення 22.01.2025 р.)
6. Верби й тополі: як енергетичні породи дерев можуть допомогти громадам із теплом. URL: <https://rubryka.com/article/energetychna-nezalezhnist-gromad/> (дата звернення 20.01.2025 р.)
7. Вирощування енергетичних культур в Україні. Досвід SALIX ENERGY. URL: [https://bioplat.eu/assets/content/documents/Ukraine/2nd/Onlajn\\_zustrich\\_BAU\\_Kyuyiv\\_Doklad\\_Gnar\\_111220.pdf](https://bioplat.eu/assets/content/documents/Ukraine/2nd/Onlajn_zustrich_BAU_Kyuyiv_Doklad_Gnar_111220.pdf) (дата звернення 23.01.2025 р.)
8. Вісман Д. Розведення кошикової лози. Харків: Рад. селянин, 1930. 55 с.
9. Вплив суперабсорбентів на укорінення живців і ріст живцевих саджанців чорних тополь. [Я. Д. Фучило, М. В. Сбитна, В. М. Літвін та ін.] *Лісівництво і агролісомеліорація*. Харків: УкрНДІЛГА, 2009. Вип. 116. С. 153-157.
10. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А. Бар'єри для розвитку біоенергетики в Україні. Частина 1. *Промислова теплотехніка*. 2013, Т. 35, № 4. С. 63-71.
11. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А. Бар'єри для розвитку біоенергетики в Україні. Частина 2. *Промислова теплотехніка*. 2013, Т. 35, № 5. С. 43-47.
12. Закон України “Про електроенергетику” (№ 575/97-ВР від 16.10.1997, зі змінами).

13. Гелетуха Г.Г., Желєзна Т.А., Олійник Є.М., Гелетуха А.І. Перспективи виробництва електричної енергії з біомаси в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2013, Т. 35, № 6. С. 67-75.

14. Генсурук С.А., Кучерявий С.А., Гайдарова Л.Й., Бондаренко В.Д. Зелені скарби України. Київ: Урожай, 191. 192 с.

15. Гнап І. В., Фучило Я. Д., Ганженко О. М. Ріст і продуктивність деяких сортів енергетичної верби іноземної селекції в південній частині Західного Полісся України.

16. Головчанский І. Н., Коваленко А.І. Тополя Торопогрицького – швидкорослий гібрид. *Лісівництво та агролісомеліорація*. 1974. Вып. 38. С. 40-47.

17. Гордієнко М. І., Корецький Г. С., Маурер В. М. Лісові культури / Гордієнко М. І. К.: Сільгоспосвіта, 1991. 320 с.

18. Гордієнко М.І., Фучило Я.Д. Морфометричні параметри та посівні якості насіння деяких представників роду *Salix L.* в умовах Полісся України. *Науковий вісник УкрДЛТУ*. 1999. Вип. 9, 10. С. 56-58.

19. Гордієнко М.І., Фучило Я.Д., Гойчук А.Ф. Чагарникові верби рівнинної частини України. К.: ІАЕ УААН, 2002. 174 с.

20. ДП Вищедубечанський лісгосп. Коротка довідка підприємства. URL: <https://vdlg.com.ua/lisgosp/kоротка-dovidka-pidprijemstva.html> (дата звернення 21.01.2025 р.)

21. Енергетична верба. URL: <https://share.google/gUYlka5KHLLPID2tt> (дата звернення 25.01.2025 р.)

22. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / [М.В. Роїк, В.М. Сінченко, Я.Д. Фучило та ін.]. Вінниця: ТОВ "Нілан ЛТД", 2015. 340 с.

23. Конценсусний документ з біології тополі *Populus L.* № 16. *Публікації ОЕСР з охорони оточуючого середовища, охорони здоров'я і безпеки. Серія "Гармонізація регуляторного нагляду в галузі біотехнології"*. Париж:

Директорат з охорони оточуючого середовища, Організації Економічного Співробітництва і Розвитку, 2000. 25 с.

24. Лісовий кодекс України. Відомості Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text> (дата звернення 24.01.2025 р.)

25. Методологія досліджень енергетичних плантацій верб і тополь. URL: [https://bio.gov.ua/sites/default/files/documentation/10.\\_leksyuua\\_metodologyua\\_fuchylo\\_1.pdf](https://bio.gov.ua/sites/default/files/documentation/10._leksyuua_metodologyua_fuchylo_1.pdf) (дата звернення 23.01.2025 р.)

26. Ониськів М. І., Фучило Я. Д., Сбитна М. В. Плантаційне вирощування деревини для потреб целюлозно-паперової промисловості. *Науковий вісник УкрДЛТУ*. Вип. 101. 2000. С. 147-153.

27. Ониськів М.І., Фучило Я.Д., Сбитна М.В. Особливості створення плантацій швидкорослих деревних порід. *Наук. вісн. НАУ*. 1999. Вип. 20. С. 81-87.

28. Опис та характеристика рослини Вербка біла. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/verba-bila> (дата звернення 25.01.2025 р.)

29. Основні положення організації і розвитку лісового господарства Київського та по м. Києву ОУЛМГ. URL: <https://kyivlis.gov.ua/> (дата звернення 26.01.2025 р.)

30. Плантаційне вирощування деревної сировини для потреб целюлозно-паперової та інших галузей промисловості: методичні рекомендації / [М. І. Ониськів, Я. Д. Фучило, М. В. Сбитна та ін.]. К. : ВП НАУ "Боярська лісова дослідна станція", 2008. 85 с.

31. Положення про державну лісову охорону (2009). URL: <https://ips.ligazakon.net/document/KP090976> (дата звернення 28.01.2025 р.)

32. Про затвердження Положення про лісові пожежні станції (2005). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0047-06#Text> (дата звернення 24.01.2025 р.)

33. Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України (2004). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-05#Text> (дата звернення 27.01.2025 р.)

34. Редько Г. І. Біологія і культура тополі. К.: В-во. ін-та, 1975. 175 с.

35. Русина Л. М. Вирощування селекційного садивного матеріалу на маточних плантаціях. *Інтенсиф. вирощування садив. Матер. тез. конф. 11-13 верес.. 1996. С. 76-77.*

36. Сінченко В. М., Фучило Я. Д., Вокальчук Б. М., Мельничук Г. А. Ріст і розвиток енергетичних плантацій верби різної густоти під впливом азотних добрив на вилугуваних чорноземах Центрального Лісостепу.

37. Створення та вирощування енергетичних плантацій верб і тополь [науково-методичні рекомендації] / Фучило Я. Д., Сбитна М. В., Фучило О. Я., Літвін В. М. К.: ВП НУБіП “Боярська лісова дослідна станція”. 2009. 80 с.

38. Субоч Г. Н. Укорінення тополі. Лісові культури: Матер. науч.-тех. конф. К. 1988. С. 50-54.

39. Технологія вирощування енергетичної верби. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/8384-tekhnohiiia-vyroshchuvannia-enerhetychnoi-verby.html> (дата звернення 25.01.2025 р.)

40. Фармацевтична енциклопедія. Верба. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1692/verba> (дата звернення 27.01.2025 р.)

41. Фучило Я. Д., Ониськів М. І., Сбитна М. В. Біологічні та технологічні основи плантаційного лісовирощування. К. : ННЦ ІАЕ, 2006. 394.

42. Фучило Я. Д., Макух Я. П., Ременюк С. О. Формування біомаси енергетичної верби першого року вегетації при застосуванні механічних прийомів контролювання бур'янів.

43. Фучило Я.Д. Плантаційне лісовирощування: теорія, практика, перспективи. К.: Логос, 2011. 464 с.

44. Фучило Я.Д., Сбитна М.В., Фучило О.Я., Літвін В.М. Створення та вирощування енергетичних плантацій верб і тополь. Науково-методичні рекомендації. К.: Логос, 2009. 80 с.

45. Фучило Я.Д. Сбитна М.В. Верби України: біологія, екологія, використання: монографія. Видання друге, виправлене і доповнене. К.: ЦП "Компринт", 2017. 259 с.

46. Чи можливий бізнес на енергетичних рослинах для малих фермерів?

URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/chy-mozhlyvyi-biznes-na-enerhetychnykh-roslynakh-dlia-malykh-fermeriv> (дата звернення 28.01.2025 р.)