



МЕТОДОЛОГІЯ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ ВЕРБ І ТОПОЛЬ



Київ – 2018



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

**ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР
І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

**МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ
ВЕРБ І ТОПОЛЬ**

Монографія

*Під загальною редакцією доктор сільськогосподарських наук
В.М. Сінченка*

КИЇВ
ЦП «КОМПРИНТ»
2018

УДК 57.084: 662.631

ББК 42.1

М 54

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, протокол № 3 від 21.02.2017 р.

Авторський колектив:

Я.Д. Фучило, В.М. Сінченко, О.М. Ганженко, М.Я. Гументик, В.І. Пиркін, О.І. Присяжнюк, М.В. Сбитна, Л.А. Герасименко, В.М. Квак, І.В. Гнап, Д.Я. Фучило, Г.А. Мельничук, Б.В. Зелінський, А.М. Ткаченко.

Рецензенти: В.Т. Саблук, доктор сільськогосподарських наук, професор;
Я.П. Цвей, доктор сільськогосподарських наук, професор;
В.В. Іваніна, доктор сільськогосподарських наук, доцент

М 54 **Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь:** монографія / за ред. члена-кореспондента НААН В.М. Сінченка / [Я.Д. Фучило, В.М. Сінченко, О.М. Ганженко, М.Я. Гументик та ін.]. – К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018. – 137 с.

ISBN 978-966-929-733-4

Розглянуто питання методології закладання польових дослідів з деревними біоенергетичними культурами. Наведені біологічні та екологічні особливості верб і тополь, особливості створення та експлуатації їх енергетичних плантацій. Запропоновано методики фенологічних спостережень, визначення біометричних показників рослин, інтенсивності проходження фізіологічних процесів у листках, дослідження корневих систем енергетичних плантацій, дослідження мікроклімату і ґрунтів енергетичних плантацій методики розрахунку енергетичної та економічної ефективності вирощування деревної енергетичної сировини

Розрахована на спеціалістів сільського, лісового господарства та енергетики, науковців, викладачів і студентів навчальних закладів аграрного, лісогосподарського та екологічного спрямування.

УДК 57.084: 662.631

ББК 42.1

ISBN 978-966-929-733-4

© Я.Д. Фучило, В.М. Сінченко, О.М. Ганженко, М.Я. Гументик, В.І. Пиркін, О.І. Присяжнюк, М.В. Сбитна, Л.А. Герасименко, В.М. Квак, І.В. Гнап, Г.А. Мельничук, Д.Я. Фучило, Б.В. Зелінський, А.М. Ткаченко, 2018

© Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків, 2018

ВСТУП

Останнім часом в усьому світі суттєво підвищився інтерес до використання альтернативних джерел енергії. Одним із перспективних легко відновлюваних енергетичних ресурсів є деревина [7, 35, 44, 49, 64, 81, 86, 91, 94, 97, 99, 101, 105, 107, 128, 136, 138]. З одного гектара енергетичних плантацій деревних рослин за річного приросту сухої речовини 12 т/га можна щорічно отримувати до 200 ГДж енергії, що еквівалентно 4,7 тис.м³ природного газу, крім того, кошти витрачені на вирощування, переробляння і використання біомаси не виводяться за межі країни.

Для отримання необхідної кількості деревної енергетичної сировини створюють спеціальні енергетичні плантації швидкорослих деревних видів, які відзначаються високою порослевою здатністю. До таких у зоні помірного клімату відносяться різні види вільхи, берези, клена тощо, але найчастіше для створення енергетичних насаджень використовують верби і тополі [5, 35, 71, 75, 76, 94, 97, 98, 99, 101, 102, 106]. Крім інтенсивного росту і відростання після зрізування, більшість видів верб і тополь характеризуються легким укоріненням здерев'янілих живців, що забезпечує можливість легкого розмноження їхніх високопродуктивних форм і знижує витрати на створення плантацій.

В Україні під енергетичні плантації найкращим чином можуть використовуватися сільськогосподарські невіддя та інші малопридатні для використання категорії земель (низькопродуктивні, перезволожені, еродовані тощо). Вирощування енергетичної деревної сировини дозволить забезпечити високу ефективність використання таких площ, суттєво поліпшити екологічний стан довкілля і створити сприятливі умови для вирощування на цих землях після енергетичних плантацій традиційних сільськогосподарських культур і лісових насаджень. На даний час в Україні створено близько 5 тис. га енергетичних вербових плантацій і близько 300 га – тополевих [49].

Інтенсивний розвиток в Україні плантаційного вирощування деревної енергетичної сировини стимулює до проведення наукових досліджень з вивчення різних аспектів цієї проблеми. Однак, проведення експериментальних досліджень енергетичних плантацій верб і тополь гальмується їх недостатнім методичним забезпеченням.

Тому, метою даної роботи є надання науково-методичних вказівок щодо особливостей закладання експериментальних досліджень з деревними енергетичними рослинами, проведення спостережень за фазами їх розвитку та обліку біометричних показників, визначення показників продуктивності та розрахунку економічної та енергетичної ефективності вирощування деревних біоенергетичних культур. Також наведено методологію для проведення моніторингу стану розвитку рослин на існуючих промислових енергетичних плантаціях верб і тополь. У роботі також наведено біологічні особливості верб і тополь, технологічні схеми створення, вирощування та експлуатації їх енергетичних плантацій.

РОЗДІЛ 1

БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРБ І ТОПОЛЬ

Роди Верба (*Salix L.*) і Тополя (*Populus L.*), разом з монотипним родом Чозенія (*Chosenia Nakai*), складають родину Вербові (*Salicaceae* Mirbel). За своїми морфологічними ознаками, особливо – за будовою генеративних органів, вона різко відрізняється від інших родин класу дводольних. Це дало підставу для виділення її в окремий порядок – Вербоцвіті (*Salicales* Lindley). Для тополь, верб і чозенії характерна спрощена будова квітки, наявність суцвіття у формі сережки (колоса) та дводомність [2, 5, 11, 14, 18, 22, 23, 36, 37, 52, 59, 87, 90, 98, 106, 112, 113].

1.1. Верба (*Salix L.*)



Рис. 1.1. Верба прутковидна сорт 'Збруч'

Рід Верба (*Salix L.*) об'єднує дерев'яні дводомні рослини найрізноманітніших форм і розмірів: від дрібненьких чагарничків із зануреними в субстрат стовбурцями, завдовжки кілька сантиметрів і товщиною менше 1 см (полярні та альпійські верби) до могутніх дерев, висотою до 30 м та діаметром 1–3 м (верба біла). Переважна ж більшість верб – чагарники (рис. 1.1). Даний рід поділяють на три підроди: Верба (*Salix*), Ветрікс (*Vetrix*) і Хаметія (*Chamaetia*).

Для створення енергетичних плантацій придатні види перших двох підродів. До підроду Верба відносяться дерева та великі кущі з рівномірно-пильчастими, загостреними плоскими листками, жилки яких не виступають над поверхнею.

Приквіткові луски сережок незабарвлені, тичинок часто більше двох, нитки їх опушені. В Україні зустрічаються 4 автохтонних види цього підроду.

До підроду *Ветрікс* відносяться чагарники та дерева помірної лісової зони, вологих місць степів та інших місцезростань. Видам цієї групи, на відміну від підроду *Salix*, властива помітна різниця між вегетативними та генеративними бруньками, відсутність або слабкий розвиток листків на генеративних пагонах і темне забарвлення приквіткових лусок. В Україні природно зростають 17 видів [13, 87, 88]. Листки і бруньки верб розміщені на пагоні, як правило, почергово (спірально). Квітки верб зібрані у прямостоячу сережку (колос). Сережка одностатева, може завершувати невеликий пагін поточного року (у арктичних і альпійських видів), або формуватися з бруньок на минулорічному пагоні. Квітки сидячі у пазухах приквіткових лусок, без оцвітини, замість якої є 1–3 нектарники, що у окремих видів зливаються в залозистий диск. Чоловічі квітки мають від 2 до 12 тичинок (у більшості видів – 2), жіночі – одну маточку. Пилок верб липкий, запилення відбувається за допомогою комах. Деякі автори вважають, що окремі арктичні види верб, через недостатню кількість комах, пристосувалися до запилення вітром [69].

Насіння верб дуже дрібне. Довжина насінин більшості видів знаходиться у межах від 0,8 до 1,8 мм, ширина – від 0,4 до 0,7 мм, а маса 1000 насінин – від 0,09 до 0,25 г. За допомогою пучка волосинок, що прикріплені до нього, насіння розноситься на великі відстані і, потрапивши у сприятливі умови, дуже швидко проростає. Свіжозібране насіння має високу схожість (до 96–98 %), але за відсутності сприятливих для проростання умов схожість стрімко зменшується і за 19–20 днів воно стає нежиттєздатним [35, 90, 96, 98].

Наявність у представників роду *Salix* L. великої кількості форм і гібридів значною мірою визначається характерним для них явищем поліплоїдії. Серед верб є диплоїди ($2n=2x=38$), тетраплоїди ($2n=4x=76$), гексаплоїди ($2n=6x=114$), октоплоїди ($2n=8x=152$), декаплоїди ($2n=10x=190$), додекаплоїди ($2n=12x=228$). Рідше

трапляються триплоїди ($2n=3x=57$), при цьому основне число хромосом становить $x=19$ [5, 90, 104].

У цілому рід характеризується значною волого- та світлолюбністю і здатністю швидко заселяти місця, що з якихось причин позбавлені рослинності. Вологолюбність верб відображається в назві даного роду – *Salix*, яка походить від кельтських слів “sal” – біля та “lix” – вода.

За відношенням до аерації ґрунту всі види верб поділяють на дві групи: алювіальні та неалювіальні [87]. Перші потребують добре дренованого субстрату та проточного зволоження і заселяють наноси в заплавах річок та струмків. Види другої групи – невибагливі до аерації ґрунту, пристосовані до надмірного застійного зволоження і, в більшості випадків, зустрічаються поза заплавою.

Характерною ознакою практично всіх верб є здатність легко розмножуватися вегетативним шляхом, але кореневих паростків, на відміну від тополь, верби не утворюють. Єдиний виняток – північноамериканська верба довголиста (*Salix longifolia*) [19, 20, 87].



Рис. 1.2. Тополя євроамериканська сорт 'Vereecken'

1.2. Тополя (*Populus L.*)

Рід *Populus L.* прийнято розділяти на 5 секцій: туранга (*Turanga* Bgl.), білі тополі (*Leuce Duby*) із двома підсекціями: справжні білі тополі (*Albidae*) і осики (*Trepidae*), чорні тополі (*Aigeiros Duby*) (рис. 1.2), бальзамічні тополі (*Tacamahaca* Spach.) і білоподібні тополі (*Leicoides* Spach.) [79, 90]. За різними оцінками він включає від 27 до 110 видів [79, 146]. За останніми даними, без врахування видів секції туранга, яка деякими авторами

виділяється у окремий (четвертий) рід родини Вербових, у світі зростає близько 36 видів тополь [112].

Переважно це дерева першої величини, що досягають висоти 40–45 м і діаметра 1,5–2,0 м. Окремі екземпляри сіруватої і білої тополь іноді виростають до висоти 50 м і діаметра 4 м.

Тип галуження у тополь симподіальний. Пагони голі, без опушення, або з повстяним опушенням. Листя просте з різною формою пластинки: округла, еліптична, яйцеподібна, ромбічна, трикутна і навіть ланцетна. Черешки короткі і довгі, сплюснені з боків. У білих тополь листя буває три- і п'яти-лопатеве. Колір листя у різних видів варіює від яскравого ясно-зеленого блискучого до тьмяного, темно-зеленого чи сріблясто-білого матового. В одних видів нижній бік листя білуватий, а в інших – зелений. Листя молодих і порослевих пагонів значно відрізняється від листя укорочених пагонів у кроні.

Бруньки порівняно великі, покриті багатьма лусочками, в одних видів вони сильно смолисті, в інших – слабо, у третіх – опушені зовні й усередині.

Коренева система тополь потужна і пластична. Її форма залежить від глибини залягання ґрунтових вод та інших особливостей ґрунтового профілю.

Суцвіття являють собою колосоподібні волоті. Дрібні квітки розміщені в пазухах пальчасто-розсічених опушених приквіткових лусочок. Маточка складається з 2–3 плодолистиків. Зав'язь трохи занурена в квітколоже, що має бокалоподібну форму. Приймочка сидяча 2–4-лопатева. Цвітуть тополі, зазвичай, рано навесні до розпускання листя. Статева зрілість настає в 10–12 років. Квітки тополь не містять нектару, але охоче відвідуються бджолами та іншими комахами. Запилення відбувається за допомогою вітру. Пилок дуже дрібний, сухий, утворюється у великій кількості і швидко, протягом 1–2 днів, висипається з пиляків. Чоловічі суцвіття опадають через кілька днів після висипання пилку.

Насіння тополь дрібне, завдовжки від 1 до 2 мм. У 1 г міститься від 5 до 10 тис. насінин. Вони світло-сірі або зеленувато-сірі з тонкою шкіркою у вигляді плівки і маленьким зародком, без запасу поживних речовин. Потрапивши на поверхню ґрунту, насіння вже через 10–15 годин проростає. Швидко втрачає схожість. Для нормального росту і розвитку сходів тополі потрібні волога, вільний від інших рослин ґрунт і достатня кількість світла [79].

Усі тополі добре розмножуються вегетативно. Вони мають винятково сильну здатність утворювати придаткові бруньки як на стовбурах і гілках різного віку, так і на пнях. Тополі тремтяча, біла, запашна, лавролиста утворюють велику кількість корневих паростків, особливо після рубання чи ушкодження дерев.

Чорні і бальзамічні тополі добре розмножуються стебловими живцями, що є однією з причин їх широкого використання при створенні коротко-ротаційних енергетичних плантацій.

Тополі – найбільш швидкорослі деревні породи помірної зони. Ця їхня властивість пов'язана з їх біологічними та екологічними особливостями, а саме:

- наявність потужного фотосинтезуючого апарату;
- значно більша (порівняно з іншими деревними рослинами помірної зони) інтенсивність проходження процесів життєдіяльності (особливо транспірації і фотосинтезу), з активною участю у процесі водообміну не лише заболонної, але і ядрової деревини;
- довгий період росту пагонів під час вегетації (120–140 днів на півночі та 180–193 дні на півдні України);
- наявність потужної кореневої системи з великою кількістю фізіологічно активного коріння;
- висока світлолюбність;
- висока вимогливість до зволоження, аерованості та насиченості ґрунту поживними речовинами, особливо азотом і фосфором;
- значно більша, ніж у насаджень інших деревних рослин, ємністю та інтенсивністю біологічного кругообігу речовин;

- легкість утворення внутривидових та міжвидових гібридів, які часто проявляють гетерозисний ефект [79, 112].

Значною мірою наведені властивості стосуються і верб.

У окремих випадках продуктивність тополевих деревостанів може досягати $86,3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ у рік, але реально отриманий у виробничих масштабах середній їх приріст становить у Франції, Італії і США від $13,5$ до $36,4 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ у рік [112].

Серед тополь, що штучно вирощуються з метою отримання деревної сировини, а також для озеленення, фітомеліорації тощо переважають види і форми секції чорних тополь (*Aigeiros Duby*). За оцінками деяких дослідників [150], більш ніж 90 % тополь, що культивуються у всьому світі, представляють види і гібриди саме цієї секції.

Важливе значення дана група тополь відіграє в умовах України. Поширення тополевих насаджень, в тому числі – енергетичних, у нашій державі визначається наявністю достатньої кількості вологи у ґрунті, що обумовлює їх обмежене територіальне розміщення і приурочення до долин річок і берегів інших прісних водойм. За достатньої забезпеченості ґрунту вологою тополі здатні успішно рости і поза заплавою, у тому числі – на землях сільськогосподарського призначення.

За детальною інформацією звертайтеся за телефоном

044-275-53-55

067-605-91-41