

Лекція 8

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ ВЕРБИ

План заняття

1. Вибір місця під плантації енергетичної верби
2. Підготовка площі та основний обробіток ґрунту
3. Система удобрення енергетичних плантацій верби
4. Створення енергетичних плантацій верби
5. Догляд за енергетичними плантаціями верби
6. Заготівля деревної маси на енергетичних плантаціях верби
7. Рекультивация плантацій

ЛІТЕРАТУРА

1. Гордієнко М.І., Фучило Я.Д., Гойчук А.Ф. Чагарникові верби рівнинної частини України. – К.: ІАЕ УААН, 2002. – 174 с.
2. Директива 2009/28/ЕС Щодо стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел, внесення змін та подальшої зміни Директив 2001/77/ЕС та 2003/30/ЕС <http://faolex.fao.org/docs/pdf/eur88009.pdf>
3. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / [М.В. Роїк, В.М. Сінченко, Я.Д. Фучило та ін.]. – Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. – 340 с.
4. Плантаційне вирощування деревної сировини для потреб целюлозно-паперової та інших галузей промисловості. Методичні рекомендації / М.І. Ониськів, Я.Д. Фучило, М.В. Сбитна, В.Б. Логгінов, А.М. Бобко. – К.: ВЦ НАУ, 2003. – 53 с.
5. Саутин В.И., Райко П.Н., Воробьев В.Н. Выращивание и комплексное использование ивы. – Минск: Ураджай, 1986. – 51 с.
6. Фучило Я.Д., Ониськів М.І., Сбитна М.В. Біологічні та технологічні основи плантаційного лісовирощування. – К.: ННЦ ІАЕ, 2006. – 394 с.
7. 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.
8. Фучило Я.Д. Плантаційне лісовирощування: теорія, практика, перспективи. – К.: Логос, 2011. – 464 с.
9. Фучило Я.Д. Сбитна М.В. Верби України: біологія, екологія, використання: монографія. Видання друге, виправлене і доповнене. – К.: ЦП «Компринт», 2017. – 259 с.

1. Вибір місця під плантації енергетичної верби

Для вирощування енергетичної вербової біомаси оптимальним є вологий, багатий на гумус, добре дренований супіщаний або суглинковий ґрунт за залягання ґрунтових вод у середині літа на глибині 0,6–2,0 м і слабокислою або нейтральною реакцією водного розчину (рН 5–7) [5, 9]. До таких місць належать: заплави річок, крім приматерикової частини, днища балок, вибалків, ярів, конуси виносу ярів, нижні частини пологих схилів тощо..

Необхідно відзначити, що згідно директиви 28/2009/ЄС плантації енергетичної верби слід закладати на землях, які не використовуються для вирощування сільськогосподарських культур, мають низький вміст карбону та низький рівень біорізноманіття [2].

2. Підготовка площі та основний обробіток ґрунту

Енергетичні плантації верби створюють переважно на сільськогосподарських неугіддях, пустирях, низькопродуктивних сінокосах тощо. Такі площі, як правило, зарослі бур'янами, чагарниками, молодими деревами.

Зважаючи на те, що ефективно вирощування енергетичних плантацій неможливе без суцільного якісного обробітку ґрунту, надземну частину існуючої рослинності подрібнюють з метою забезпечення успішного проведення подальших операцій. Для цього використовують мульчувачі рослинних залишків, зокрема – МР-1,5, який виробляється на ПАТ «Спецлісмаш» (м. Лубни) і призначений для подрібнення порослі дерев.

Основні завдання обробітку ґрунту полягають в активному впливі на фізичні, хімічні та біологічні процеси, що відбуваються в ньому, на водно-повітряний режим та режим живлення. Технологічні операції з основного обробітку ґрунту за вирощування енергетичних плантацій верби також необхідно розглядати в комплексі як важливі засоби контролювання чисельності бур'янів, шкідників та збудників хвороб.

Під створення енергетичних плантацій верби доцільно застосовувати класичні системи основного обробітку ґрунту – напівпаровий та поліпшеного зябу. Поліпшений зяб використовується в зонах недостатнього та нестійкого зволоження, особливо за засміченості ґрунту багаторічними бур'янами, який включає:

- 2-3-разове лушення площ дисковими боронами, а саме: перше – на глибину 6-8 см, через 10-12 днів – повторне дискове лушення на глибину 8-10 см, третє – глибоке лемішне лушення на глибину 12-15 см при появі бур'янів;

- зяблеву оранку наприкінці вересня – на початку жовтня на глибину 30-32 см після внесення мінеральних добрив.

Напівпаровий обробіток використовується в зоні достатнього зволоження і на полях, сильно забур'янених однорічними бур'янами. Він включає:

- 2-3-разове лушення поверхні поля дисковими луцильниками;

- внесення гербіциду суцільної дії;
- глибоку оранку після внесення мінеральних добрив у кінці липня – на початку серпня;
- культивацію, дискування або боронування при появі бур'янів, після випадання опадів протягом усього осіннього періоду (вересень-жовтень).

В останні роки на практиці більше використовується напівпаровий обробіток ґрунту. Він дешевший і технологічні операції виконуються в період, коли пік використання технічних засобів ще не настав.

Для боротьби з бур'янами за основного обробітку після луцення і відростання бур'янів застосовують гербіциди раундап-макс, амінну сіль 2,4 Д та інші. Оптимальний строк для обробки бур'янів раундапом-макс – коли пирій відростає до висоти 10–12 см. Норма внесення гербіциду – 6 л/га (витрата робочої рідини 200–250 л/га). За настання побуріння пирію після внесення гербіциду проводять внесення мінеральних добрив і глибоку оранку.

За сильного засмічення полів стійкими до раундапу-макс широколистими бур'янами (берізка польова, осот та інші) до розчину додають 2 л/га 2,4 Д у формі ефіру. Можна застосовувати будь-яку форму 2,4 Д у нормі витрати 1,0–1,5 кг діючої речовини на гектар, якщо обприскування проводити через 10–20 днів після обробки раундапом-макс.

Глибока оранка проводиться оборотними плугами з метою якісного, глибокого розпушування ґрунту, загортання органічних і мінеральних добрив, пожнивних решток, бур'янів і шкідників та створення умов для тривалого поліпшення водно-повітряного й поживного режимів ґрунту, якісного проведення подальших польових робіт.

Висока якість оранки досягається за проведення її оборотними плугами з передплужниками. Це пояснюється тим, що рослинні рештки краще загортаються у глибший, завжди вологий шар ґрунту, де вони мінералізуються з утворенням органічних сполук, а біологічно менш активний шар вивертається на поверхню, де в умовах вільного доступу повітря збагачується доступними для рослин елементами живлення. Завдяки кращому загортанню у ґрунт пожнивних решток, бур'янів та органічних добрив поліпшується якість роботи агрегатів для садіння живців та розпушування міжрядь під час догляду за насадженнями.

За ранньої оранки насіння бур'янів, що вивертається з глибоких шарів ґрунту, за сприятливих умов інтенсивно проростає, а сходи їх знищуються наступними культиваціями або гинуть від морозів. А за пізньої оранки здебільшого насіння бур'янів не встигає прорости і дає сходи тільки наступної весни, засмічуючи поля енергетичної верби.

Глибина оранки визначається видом культури, товщиною гумусового шару ґрунту, засміченістю поля та іншими умовами. Встановлено, що її проведення на середніх та важких ґрунтах на глибину 30–32 см під створення енергетичних плантацій ефективніша, ніж звичайна (20–22 см) та мілка (14–16 см).

Кращою є оранка, після якої на полі не утворюються звальні гребені та роз'ємні борозни. Для такої оранки застосовують оборотні плуги з двома секціями корпусів. Одна секція корпусів відвалює скибу праворуч, друга – ліворуч. Оранка здійснюється човниковим способом без розбивки на загінки. Глибоку оранку можна виконати оборотними плугами ПНО-3,35, ПОНП-6 та ін.

Основними агротехнічними вимогами до оранки є: виконання її в оптимальні строки, достатнє обертання скиби, відсутність огрехів, висота гребенів не більше 5 см, висота звальних гребенів і глибина борозен не більше 7 см, відхилення глибини – до 2 см, добре розпушення ґрунту, повне загортання верхнього шару, пожнивних решток, бур'янів та добрив.

До комплексного догляду за зябом, за вирощування енергетичної фітомаси верби, перед садінням рекомендовано включати також його щілинування як додатковий захід для підвищення вологозберігаючої ефективності системи обробітку ґрунту і знищення «підшви». Для цього застосовують щілиноутворювачі ЩП-000 та ЩП-3-70. Щілювання завжди здійснюють по діагоналі чи поперек напрямку оранки на полях з безпечним для ерозії ґрунту рівнем схилу. На схилових землях та вирівняному зябу щілювання, як і оранка, також повинне бути контурним. Глибина щілин має становити 45-50 см, відстань між ними – 140 см.

Система основного обробітку ґрунту під енергетичні плантації верби за напівпаровим способом з самого початку зорієнтована на переваги тривалого та ретельного літньо-осіннього догляду за глибоко зораним у кінці липня – на початку серпня полем. У багатьох сучасних зональних технологіях вирощування енергетичної верби застосовують напівпаровий обробіток ґрунту з суттєвим удосконаленням. Традиційно літньо-осінній догляд за ріллею включає одне-два боронування важкими чи середніми зубовими боронами (ВНЦ-Р, ЗБЗТС-1,0, ЗБЗСС-І) під кутом 20–30° до напрямку оранки з метою руйнування ґрунтової кірки, провокації проростання бур'янів, загального поліпшення аерації ґрунту, оптимізації протікання біологічних та хімічних процесів його життєдіяльності з урахуванням того, що мінералізації підлягають пожнивні рештки.

Після глибокої оранки, у міру випадання дощів і появи сходів бур'янів, поле обробляють широкозахватними агрегатами. Запізнення з обробітком призводить до укорінення бур'янів, що робить необхідним застосування культивуації. Це збільшує витрати, ущільнює ґрунт, погіршує його фізичні властивості. Під час вирівнювання поверхні ґрунту застосовують трактори типу ХТЗ-121, МТЗ-82 в агрегаті з с.-г. машинами: СП-16А+ВНЦ-Р+ЗБЗСС-1,0 або АРВ-8, 1-01; ЗПГ-24. Глибина обробітку – 5–6 см, під кутом 10–15° до напрямку оранки.

За вирівнювання поля восени необхідно, щоб його поверхня до зими не набула надто дрібної структури, оскільки в такому випадку виникає небезпека глинізації поверхні ґрунту та ущільнення і створення умов для виникнення водної ерозії, тому восени не потрібно вирівнювати ґрунти, бідні на гумус і багаті на мул, бо вони легко запливають.

Таким чином, осінній обробіток (вирівнювання ґрунту) забезпечує більш ранню весняну стиглість ґрунту, активізацію біологічних процесів, а також швидке проростання бур'янів. Навесні необхідний лише дуже мілкий обробіток ґрунту (закриття вологи).

На полях, сильно засмічених однорічними бур'янами (мишій, куряче просо, щиріця, лобода біла та ін.), найбільш ефективним є напівпаровий обробіток ґрунту.

3. Система удобрення енергетичних плантацій верби

Верба належить до деревних рослин з інтенсивним циклом розвитку і потребує значної кількості елементів живлення. На утворення 10 тонн вегетативної маси рослини верби виносять із ґрунту 42 кг азоту, 25 кг калію, 15 кг фосфору, 45 кг кальцію та ряд інших елементів.

Вирощування верби у промислових цілях потребує застосування мінеральних добрив, які здатні забезпечити інтенсивний ріст і розвиток рослин у рік садіння живців та наступні роки. Дози внесення мінеральних добрив під заплановану врожайність енергетичної верби визначають нормативним (за результатами польових досліджень) або балансово-розрахунковим методом.

В середньому вносять близько $N_{75}P_{300}K_{300}$ під садіння та N_{70} – підживлення.

За низького рівня забезпечення ґрунту елементами живлення дозу внесення мінеральних добрив збільшують в 1,2 раза, за підвищеного та високого – зменшують відповідно в 1,1 та 1,2 раза.

Головне завдання системи удобрення полягає у тому, щоб у рік садіння живців створити помірне азотне живлення рослин на ранніх етапах росту і розвитку з поступовим його покращенням у пізніші фази розвитку.

Фосфор у рослинах енергетичної верби входить до складу важливих біологічних структур генетичного та структурно-функціонального апарату. На ранніх етапах росту і розвитку рослин фосфор забезпечує інтенсивний ріст кореневої системи і, тим самим, формує фундамент її високої продуктивності. Пік потреби у фосфорі припадає на період інтенсивного росту і розвитку енергетичної верби, оскільки з фосфорною кислотою пов'язана макроенергетична акумуляція та перенесення енергії фотосинтезу.

Калій, на відміну від азоту та фосфору, не входить до складу органічних структур рослини, однак, його роль як одного з іонних регуляторів метаболічних мембран активно проявляється в усі періоди росту та розвитку енергетичних плантацій верби.

Кальцій – необхідний елемент у живленні рослин енергетичної верби, який поглинається у кількостях, які можна порівняти з виносом основних макроелементів: азоту, фосфору, калію та сірки. За достатнього забезпечення рослин кальцієм забезпечується цілісність та механічна міцність клітинних стінок. Кальцій входить до складу всіх клітин рослини і відкладається в них у формі шавлевої кислоти ($Ca_2C_2O_4$). Фізіологічна роль кальцію полягає у активації роботи ферментних систем, посиленні вуглеводного обміну,

регуляції проникності мембран і в'язкості протоплазми клітини. За даними останніх досліджень зарубіжних і українських вчених оптимальний рівень кальцію в клітинній протоплазмі сприяє активізації синтезу фітоауксинів (специфічних протифітопатогенних речовин), а зміцнення клітинних стінок запобігає пошкодженню зовнішніх покривів і листового апарату комахами-шкідниками.

Для енергетичної верби першого року найефективнішим є внесення мінеральних добрив з осені під глибоку оранку. Це забезпечує рівномірний розподіл поживних речовин у верхньому 0–30 см шарі ґрунту і створює сприятливі умови мінерального живлення рослин упродовж першого року вегетації. Добрива вносять розкидним способом на поверхні поля напередодні оранки з наступним їх заорюванням у ґрунт.

Кращими видами азотних добрив у основне удобрення визначено амідні (сечовина) та амонійні форми (сульфат амонію, безводний аміак, аміачну воду, КАС та ін.).

При виборі фосфорних добрив враховують ступінь їх розчинності у воді та кислотно-лужний баланс ґрунту. Водорозчинні добрива, до яких відносять суперфосфати (простий порошковидний та гранульований, подвійний та потрійний суперфосфат), є найкращим видом фосфорних добрив для застосування в основне удобрення на всіх типах ґрунтів. Фосфорні добрива, розчинні у слабких кислотах (преципітат, фосфатшлак, томасшлак), та важкорозчинне добриво (фосфоритне борошно) рекомендується вносити на ґрунтах з підвищеною кислотністю.

Кращими видами калійних добрив для енергетичної верби є добрива, які містять у своєму складі іони кальцію і не містять хлору. В основне удобрення рекомендується застосовувати «Калімаг-30» (30-32% K_2O), «Каліймагнензія», сульфат калію (48-54% K_2O) та ін. Внесення калію хлористого (60% K_2O) чи 30% та 40% калійної солі є менш ефективним, оскільки наявність у їх складі хлору негативно впливає на ріст і розвиток рослин. Калійні добрива мають добру розчинність у воді, а тому легко засвоюються рослинами.

Ефективним для енергетичної верби є внесення комплексних добрив – амофосу, діамофосу, нітрофоски, нітроамофоски та ін. Ці добрива доцільно використовувати в основне удобрення.

У процесі вирощування енергетичної верби найгострішою є проблема азотного живлення. Тому через кожні два роки після зрізування верби проводять підживлення рослин азотними добривами. Доза внесення азотних добрив коливається від 60 до 100 кг/га діючої речовини і залежить від ґрунтово-кліматичних умов її вирощування.

Амонійну селітру, яка є одним із найпоширеніших азотних добрив, краще вносити весною у підживлення по мерзлоталому ґрунту або пізні (травень) підживлення у міжряддя з наступним зароблянням у ґрунт шляхом дискування чи фрезерування.

В останні роки стали широко застосовувати рідкі азотні добрива – безводний аміак, аміакати, водний аміак (аміачна вода). За ефективністю рідкі азотні добрива не поступаються іншим їх видам. Щоб не допустити

втратами аміаку, рідкі азотні добрива потрібно зберігати у герметичній тарі зі спеціальними клапанами, а під час внесення їх необхідно відразу загортати в ґрунт.

Кращими рідкими азотними добривами під енергетичну вербу є вуглеаміаки, що являють собою водні розчини нітрату амонію, карбаміду, бікарбонату амонію та інших компонентів. У сільськогосподарському виробництві широко застосовують амонізований розчин нітрату кальцію, що містить від 9,0 % до 13,5% азоту (масова частка нітрату кальцію – 30–53%, нітрату амонію – 2-8%), а також карбамід-аміачну селітру (КАС) – рідке азотне добриво, що є сумішшю концентрованих водних розчинів карбаміду та аміачної селітри, масова частка яких становить – відповідно 31-46% та 40-44%. Промисловість випускає три форми цього добрива: КАС-28, КАС-30 та КАС-32 з вмістом азоту – відповідно 28%, 30% та 32%.

За промислового вирощування енергетичної верби широко застосовують азотні добрива КАС в період інтенсивного її росту і розвитку (кінець травня-початок червня) в дозі 80–100 кг/га.р. Добрива вносять у міжряддя з наступним зароблянням у ґрунт. Для внесення рідких азотних добрив (аміачна вода, КАС) використовуються агрегати Топдаунг (фірма Вадерштад, Далтон (США), безводного аміаку – АСА-2 та ін.

Досягненню високої продуктивності енергетичної верби сприяє поєднане внесення мінеральних добрив та проведення заходів хімічної меліорації. Внесення меліорантів вапняного борошна (56% СаО) та гіпсу (32% СаО) є одним з найдешевших і дієвих способів підвищити вміст кальцію у ґрунті. Агрономічний інтерес внесення гіпсу полягає ще й у тому, що в 100 кг меліоранта міститься 47,6 кг сірки (у перерахунку на SO₃). Виходячи з вчення класичної агрономічної науки, на ґрунтах підзолистого типу (темно-сірий опідзолений, дерново-підзолистий та ін.) вносять вапняні матеріали, а на ґрунтах солонцевих (каштанові і світло каштанові, засолені та солонці) – гіпс. Внесення помірних, науково обґрунтованих доз кальцієвмісних меліорантів на чорноземних ґрунтах підвищує в ґрунтового розчині вміст доступного кальцію, посилює доступність елементів живлення з ґрунту та добрив внаслідок поліпшення фізичних властивостей і поживного режиму ґрунту. Результати досліджень свідчать про високу ефективність використання гіпсу в основне внесення і передпосівну культивування, а також сумісне внесення меліоранту з аміачною селітрою і карбамідом.

Ефективнішим і агрохімічноціннішим меліорантом на засолених і солонцевих ґрунтах України є фосфогіпс. Фосфогіпс вноситься 1 раз на 5–7 років у дозах 5–20 т/га (розрахунок дози проводиться за вмістом натрію). У США провели дослідження рівня радіації рослин за внесення фосфогіпсу. Встановлено, що в ґрунті і рослинах рівень радіації був набагато нижче допустимого.

Фосфогіпс, рівномірно змішаний з вапном у співвідношенні 80/20 не злежується за тривалого зберігання і може бути використаний в якості меліоранта і добрива. За дози фосфогіпсу 10 т/га в ґрунт вноситься 110–130 кг Р₂О₅. Приготування компостів з гною і пташиного посліду з додаванням

фосфогіпсу суттєво підвищує мінеральну цінність та удобрювальні властивості органічних добрив.

4. Створення енергетичних плантацій верби

Енергетичні плантації верби закладають доброякісним, селекційно поліпшеним садивним матеріалом. Найчастіше ним є однорічні здерев'янілі (зимові) живці. Заготовляють їх з однорічних видовжених пагонів (прутів), що вирощені на спеціальних маточних плантаціях. Заготівля пагонів проводиться у період від закінчення вегетаційного періоду до початку сокоруху.

Період зрізання пагонів залежить від сезону садіння, тобто заготівля пагонів у жовтні-листопаді передбачає осіннє садіння, а у січні-березні – весняне. Живці з пагонів бажано нарізати безпосередньо перед їх садінням.

Під час нарізання живців верхній і нижній зрізи виконують на відстані 0,5–1,0 см від бруньок гострим інструментом. Живці верб мають бути прямими, мати не менше чотирьох добре розвинених бруньок. Оптимальна довжина живців – від 20 до 30 см, а товщина у верхній частині – від 0,6 до 2,0 см [1, 4, 5, 6]. Живці повинні бути чистими, здоровими і мати високу вологість (близько 50 %). Їхні зрізи доцільно обробити розчином вапна, а для недопущення садіння живців верхівкою вниз – позначити верхівки певним кольором.

Для весняного садіння пагони зберігаються в холодильних камерах, за температури -4°C , куди вони поміщаються відразу ж після заготівлі. За два-три дні перед садінням, необхідно винести пагони з холодильної камери та зберігати їх при температурі навколишнього середовища у закритому приміщенні, де немає сонячних променів та протягів.

За відсутності холодильних камер пагони зберігають у вологому субстраті, не допускаючи їх висушування і передчасного проростання.

Живці з ознаками висушування, з механічними пошкодженнями (в тому числі – з неякісно виконаними зрізами), а також уражені шкідниками і хворобами не допускають до висаджування.

Під час перевезення пучки вкривають вологим матеріалом, а зверху – брезентом або поліетиленовою плівкою, щоб не допустити їх пересихання.

Для зберігання живці прикопують у ґрунт, підтримуючи його у вологому стані. У період зберігання необхідно:

- слідкувати, щоб живці знаходилися у вологому ґрунті;
- проводити заходи з недопущення пошкодження живців гризунами;
- із настанням відлиг захищати живці від передчасного початку росту, покриваючи їх снігом і солом'яною.

У випадку використання при створенні енергетичних плантацій садильних машин, що розрізають пагони на живці безпосередньо у процесі садіння, садивним матеріалом можуть слугувати пагони. Транспортування і зберігання пагонів аналогічне з живцями, але пагони менше пересихають і менше пошкоджуються хворобами.

Безпосередньо перед садінням живців проводиться **передсадивний обробіток ґрунту**, спрямований на максимальне збереження вологи, прогрівання ґрунту, знищення бур'янів, створення оптимальних умов для приживання і подальшого росту живців, забезпечення дрібногрудкуватого стану верхнього шару ґрунту.

Для передсадивного обробітку ґрунту доцільно застосовувати агрегат АРВ-8,1-01 (Європак), що забезпечує якісне (без перемішування) розпушування ґрунту на задану глибину (5–6 см). Робоча швидкість – 7–10 км/год. Агрегатується з трактором класу 20 кН.

При створенні енергетичних плантацій верби живці висаджують вертикально (дозволяється незначний нахил), з таким розрахунком, щоб вони виступали над поверхнею ґрунту на 2 см. Найчастіше на 1 га висаджують 15 тис. живців, а садіння відбувається двома спареними рядками з відстанню між ними 0,75 м, міжряддями 1,50 м, та відстанню між живцями в рядку 0,60 м.

Залежно від наявної у господарствах техніки, сировини, яку планується вирощувати, та інших причин, схема розміщення садивних місць і початкова густина плантацій може бути різною.

За якісного і глибокого обробітку ґрунту садіння можна виконувати застромлюванням живців у ґрунт вручну під шнур, або після проведення маркування площі. За такого способу, для створення 1 га плантації з початковою густиною 15 тис. шт./га, необхідно витратити 5–6 людино-днів.

Для створення плантацій верби на великих площах в Європі розроблено низку спеціальних машин. Одна із них – 4-рядкова садильна машина Energy Planter датської компанії Egedal).

Вона використовується для садіння живців верби в основному на великих плантаціях (понад 100 га). Важливим є те, що ця машина розрізає прут на живці безпосередньо під час садіння, що забезпечує високий відсоток їх приживання. Продуктивність машини в середньому 2,5 га за годину, що дає можливість за світловий день засаджувати живцями верби до 30 га. Машина висаджує живці за схемою 1,5x0,75 м.

У місцях пропусків, пов'язаних з огріхами під час садіння та загибеллю посаджених живців, необхідно проводити доповнення плантацій за допомогою меча Колесова. Його доцільно проводити, якщо частка пропусків та рослин, що відпали, перевищує 15%.

5. Догляд за енергетичними плантаціями верби

Догляд за енергетичними плантаціями верби включає такі технологічні операції:

- захист енергетичної верби від бур'янів;
- розпушування ґрунту в міжряддях;
- захист верби від шкідників і хвороб.

За плантаційного вирощування енергетичної фітомаси верби зазвичай застосовується комбінована система її захисту від бур'янів. Ця система

передбачає обов'язкове внесення в ґрунт гербіцидів, що діють у вологому ґрунті через кореневу систему, і проведення наступних обприскувань сходів.

Найбільш складно контролювати комплекс дводольних видів бур'янів, тому основну увагу при виборі ґрунтових гербіцидів необхідно приділяти протидвродольним препаратам.

Головне завдання гербіцидів – забезпечити необхідний захист посівів від бур'янів до моменту, коли пагони верби сягають висоти, більшої за висоту бур'янів.

Одразу після садіння живців верби (до їх проростання) застосовують ґрунтовий гербіцид СТОМП з нормою внесення 5 л/га. Посходові обприскування доцільно починати при появі бур'янів. Перший обробіток плантацій верби проводять у фазі сім'ядоль у бур'янів, застосовуючи гербіцид Пантера 40 з нормою внесення 2 л/га. За появи нової хвилі ярих видів дводольних і злакових бур'янів обробку плантації такою ж дозою цього гербіциду доцільно повторити. На цей час рослини верби повинні мати не менше чотирьох-п'яти листків. Обприскування грамініцидами проводять незалежно від фаз розвитку рослин верби (приблизно у травні). Комплекс захисту плантацій від бур'янів, за чіткого дотримання регламентів роботи з гербіцидами, не дає побічних ефектів.

Наземне обприскування проводять у суху погоду за швидкості вітру до 5 м/с і температури повітря не вище 24°C і не нижче 15°C. У жарку суху погоду обробітки площ доцільно проводити після 17 години. Допустиме відхилення фактичної норми витрати робочої рідини від розрахункової під час внесення гербіцидів не повинно перевищувати $\pm 5\%$.

На внесення посходових гербіцидів істотно впливають погодні умови. Так, прохолодна хмарна погода з опадами протягом 5–7 днів перед обприскуванням сприяє тому, що рослини верби і бур'янів формують на своїх листках тонкий і нещільний шар епікутикулярних восків, через які легко проникають діючі речовини гербіцидів. Рослини після такої погоди більш чутливі до препаратів. Після сухої, сонячної і вітряної погоди рослини більш захищені, їх листки вкриває більш товстий і щільний шар восків, які серйозно перешкоджають проникненню гербіцидів у тканини і провідні системи листків і стебел. Все це необхідно враховувати при визначенні доз внесення гербіцидів.

Механізовані роботи після внесення гербіцидів можна проводити лише на четвертий день, а ручні – на восьмий день після обприскування. На важких ґрунтах, де легко утворюється ґрунтова кірка, необхідно проводити міжрядні розпушування навіть коли вони знижуватимуть захисну дію гербіцидів. На ґрунтах, щільність яких не перевищує 1,1–1,2 г/см³, міжрядні розпушування не проводять, щоб не спровокувати появу нової хвилі сходів бур'янів [3].

Механізований догляд за ґрунтом має за мету знищення бур'янів, поліпшення аерації ґрунту і затримання в ньому вологи. Особливо важливе місце він відіграє у випадку заборони використання гербіцидів. Кількість доглядів за вегетаційний період залежить від зараженості плантації насінням

та кореневищами бур'янів, лісорослинних умов, погоди, а також від віку насадження. За перший вегетаційний період рекомендується проводити не менше п'яти доглядів [3, 6–9].

У наступні роки кількість доглядів зменшується і проводяться вони по мірі необхідності. Приблизно з четвертого року вирощування догляди зводяться до одноразового механізованого догляду, що проводиться навесні, поки не відросли пагони в зрізаних в осінньо-зимовий період рядах.

Глибина обробітку ґрунту при перших доглядах – 4–5 см, при подальших до 10 см [3]. За незначних обсягів робіт і вузьких міжряддях (близько 1 м) можна застосовувати мотокультиватори. За допомогою останніх можна також проводити обробіток ґрунту.

Ручні догляди проводять на перший, рідше – на другий рік вирощування, кількість їх залежить від забур'янення ґрунту плантацій.

Заходи захисту плантацій верби від шкідників. За високої заселеності плантацій верб листогризучими комахами, такими як вербовий шовкопряд-листовійка, вербова хвилівка та інші, засоби захисту полягають у застосуванні хімічних, біологічних або гормоноподібних препаратів, дозволених для використання, з урахуванням площі вогнищ, екологічної ситуації та особливостей економічної доцільності.

У роки масового розмноження листоїдів плантації обприскують інсектицидами типу амбуш, 25 %-й концентрат емульсії у дозі 0,02–0,04 кг/га; децис, 2,5 %-й к.е. у дозі 0,4 кг/га; карбофос, 50 %-й к.е. у дозі 1,5 кг/га тощо.

Суцільне внесення в ґрунт інсектицидів, як засіб ліквідації личинок хруща або зниження їх чисельності до безпечного рівня, рекомендується для найбільш активних вогнищ з середнім числом личинок у лісовій і лісостеповій зонах більше 5 шт. на 1 м² старшого віку або 8 – молодшого. Внесення інсектицидів у ґрунт здійснюється одночасно з суцільною оранкою за допомогою пристроїв для висіву насіння у плужні борозни, дозаторів ґрунтових інсектицидів, культиваторів-рослинопідживлювачів тощо. Для цих цілей рекомендуються гранульовані: базудин (діазинон) 10 %-й, з витратою 25–35 кг/га; волатон (фоксим) 5%-й – 30–50 кг/га(максимальна витрата при кількості личинок більше 10 шт./м²).

Одним із ефективних способів контролю чисельності цих шкідників є замочування живців у розчині інсектицидів. Перед садінням живців верби проводять замочування їх у розчинах інсектицидів системної дії з різними активними речовинами (імідаклопрід, тіаметоксам або клотіанідин) протягом однієї доби (24 години) до їх садіння в ґрунт. Це дозволяє зберегти потрібну густоту стояння рослин цих культур за значної чисельності личинок старших віків травневого та червневого хрущів.

За замочування живців верби в розчинах інсектицидів системної дії забезпечується захист кореневої системи цих рослин від личинок хрущів за рахунок створення захисної зони біля живців після їх садіння в ґрунт, а також проникнення інсектицидів у кореневу систему і збереження певної їх концентрації у корінцях протягом 30 і більше днів.

Захист молодих плантацій від личинок травневого хруща здійснюється шляхом внесення вищеназваних гранульованих інсектицидів у борозни уздовж рядів рослин з розрахунку 40 кг/га. Оптимальний термін внесення – червень, коли личинки хруща знаходяться у верхніх шарах ґрунту.

Для захисту верби від щитівки проводять ранньовесняну обробку інсектицидами по сплячих бруньках, повторно – одразу після появи личинок (спостереження за появою личинок потрібно проводити з початку квітня по травень) рекомендованими інсектицидами для багаторічних насаджень.

У роки масових розмножень вербової горностаєвої молі у період виходу гусениць із мін необхідна обробка рекомендованими інсектицидами або біопрепаратами. необхідно обробляти лише біопрепаратами. Проти павутинного кліща застосовують рекомендовані препарати акарицидної дії для дерев'янистих рослин.

Проти мишоподібних гризунів та капустиянки застосовують розкладання отруєних приманок з фосфідом цинку (3–5 %).

Заходи захисту плантацій верби від хвороб. Основним засобом профілактики хвороб енергетичної верби є підбір видів і сортів з інтенсивним ростом і високою стійкістю до збудників.

За культивування цієї культури потрібно враховувати, що верби з підроду *Salix* частіше уражуються бурою іржею, а види підроду *Vetrix* – жовтою іржею і борошнистою россою [9]. Бажано не допускати розташування верби поряд з насадженнями сосни і модрини.

Заготівлю пагонів рекомендується проводити рано навесні в рік садіння із здорових маточних кущів. При нарізанні живців нижні частини пагонів знищують, оскільки вони можуть містити значний запас прихованої інфекції цитоспорозу. Слід проводити передсадильну хімічну обробку живців. Для цього нарізані живці замочують протягом доби у суспензії протруйників і саджають їх без промивання.

Верби також можуть уражуватись паршею, борошнистою россою, плямистостями. При високому рівні ураження, необхідно застосовувати хімічні заходи захисту, що включають викорінювальні і захисні (профілактичні) обприскування фунгіцидами. Обприскування можна проводити як пізньої осені, так і ранньою весною. Захисні обприскування перешкоджають проникненню збудників в тканини рослини і запобігають розвитку хвороб. Їх проводять в період вегетації, у строки масового поширення інфекції. Обприскування рослин проти борошнистої роси, іржі та плямистостей слід починати при появі перших ознак хвороб. Одну-дві повторні обробки проводять з інтервалом 2–3 тижні. Для захисту верби від парші першу обробку проводять одразу після розпускання листків, другу – через 10–12 днів.

Одним із дієвих заходів боротьби з ервінією та іншими бактеріальними і грибковими хворобами (за незначних обсягів) є своєчасне виявлення хвороби, видалення уражених і прилеглих до осередку рослин, з обов'язковим корчуванням пнів і подальшим їх спалюванням.

6. Заготівля деревної маси на енергетичних плантаціях верби

Заготівля деревної маси на енергетичних плантаціях проводиться після закінчення вегетації, як правило, з листопада до березня. Циклічність збору урожаю – через кожні 2–4 роки.

Цю операцію можна виконувати різними способами, але основними є заготівля деревної маси з одночасним подрібненням її на тріску, або з формуванням зі зрізаних пагонів тюків або снопів.

Заготівлю біомаси бажано проводити у період, коли ґрунт на плантації замерзлий.

У цьому випадку коренева система кущів міцно утримується у ґрунті і не відбувається висмикування рослин під час роботи агрегату.

За незначних обсягів заготівлі фітомаси, а особливо – при заготівлі одно-дворічних пагонів у якості садивного матеріалу, її зрізують за допомогою мотокущорізів, що на даний час досить популярні у системі лісового господарства.

7. Рекультивация плантацій

Після закінчення терміну експлуатації енергетичних плантацій верби (через 20–25 років від моменту створення) землі, на яких вони зростали, підлягають рекультивации для створення наступних насаджень верби або для вирощування традиційних сільськогосподарських чи лісових культур. Оскільки плантаційне вирощування вербової енергетичної сировини передбачає часте зрізування надземної частини кущів, верби формують відносно неглибокі кореневі системи, які легко видаляються за допомогою спеціальних культиваторів.

Як показує практика європейських фермерів, рекультивация земель після завершення вирощування енергетичних плантацій верби не спричинює особливих труднощів.