

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Я.Д. Фучило, В.М. Сінченко, О.М. Ганженко, М.Я. Гументик,
В.А. Фурман, М.В. Сбитна, В.М. Квак, О.Б. Хіврич, Л.А. Правдива,
Б.В. Зелінський, Б.М. Вокальчук, Д.Я. Фучило, О.О. Бордусь,
Я.О. Кирилко

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
З ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ
ПЛАНТАЦІЙ ВЕРБИ ТА ТОПОЛІ

Київ 2021

УДК 633.282: 620.952

ББК 42

М 54

М 54 Методичні рекомендації з технології вирощування енергетичних плантацій верби та тополі / Я.Д. Фучило, В.М. Сінченко, О.М. Ганженко, М.Я. Гументик, В.А. Фурман, М.В. Сбитна, В.М. Квак, О.Б. Хіврич, Л.А. Правдива, Б.В. Зелінський, Б.М. Вокальчук, Д.Я. Фучило, О.О. Бордусь, Я.О. Кирилко. – К.: ЦП «Компринт», 2021. 24 с.

ISBN 978617-8007-35-5

Рекомендовано до друку Вченою Радою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України, протокол № 14 від 24.11.2020 р.

Рецензенти:

***Саблук В.Т.,** доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач лабораторії здоров'я рослин Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*

***Макух Я.П.,** доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії гербології Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*

Адреса редакційної колегії: Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, Київ – 110, 03110, тел. (044) 275-50-00; факс (044) 275-53-55.

У методичних рекомендаціях викладено основні підходи до технології вирощування та збирання енергетичної біомаси верби і тополі.

Рекомендовано для сільськогосподарських підприємств, фермерських та особистих селянських господарств, зацікавлених у вирощуванні деревної енергетичної біомаси. Виконання всіх елементів агротехніки, передбачених цими рекомендаціями, забезпечить отримання стабільно високих урожаїв біомаси необхідної якості.

УДК 633.282: 620.952

ББК 42

ISBN 978-617-8007-35-5

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. СУЧАСНИЙ СТАН ПЛАНТАЦІЙНОГО ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БІОМАСИ ВЕРБИ І ТОПОЛІ.....	5
2. ВИБІР МІСЦЯ ПІД ПЛАНТАЦІЇ ВЕРБИ І ТОПОЛІ.....	5
3. ПІДГОТОВКА ПЛОЩІ ТА ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ....	6
4. УДОБРЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ.....	9
5. САДІННЯ ЖИВЦІВ.....	12
6. ДОГЛЯД ЗА ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ПЛАНТАЦІЯМИ.....	14
7. ЗБИРАННЯ ДЕРЕВНОЇ БІОМАСИ.....	18
8. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	20

ВСТУП

Глобальне загострення енергетичної кризи спонукає до пошуку альтернативних джерел енергії. Ця проблема стала критично важливою як з огляду на ресурсно-енергетичне забезпечення потреб людства, так і на нагальну потребу зменшити антропогенне навантаження на довкілля. Одним з ефективних шляхів вирішення цих проблем є отримання енергетичної біомаси швидкорослих деревних рослин. У зоні помірного клімату до таких рослин відносяться вільха, береза, ясен, клен, але найбільш доцільно на енергетичних плантаціях вирощувати різні види і сорти верби та тополі, оскільки більшість з них, крім інтенсивного росту, відзначаються здатністю легко розмножуватися стебловими здерев'янілими живцями, що значно здешевлює собівартість створення їх плантацій.

До основних переваг деревини як джерела альтернативної енергії, належать екологічна чистота викидів, порівняно з викопними видами палива. Під час згоряння деревної біомаси в атмосферу виділяється така ж кількість вуглекислого газу, яка поглинається рослинами в процесі фотосинтезу, утворюється у 20–30 разів менше оксиду сірки і в 3–4 рази менше попелу та шлаку, порівняно з вугіллям. У процесі згоряння деревини утворюється попіл, що містить сполуки калію, кальцію, магнію, які можна використовувати як добриво [2, 3, 4].

Україна, попри значний потенціал для розвитку біоенергетики, все ще відчутно відстає за показниками від більшості європейських країн. Окремі з яких вже досягли заміщення 40 % викопних видів палива на біологічні, в той час як Україна виробляє всього 4,2 % від загального обсягу спожитої енергії [7]. Завданням аграрної науки в даному випадку є поєднання потенціалу ґрунтово-кліматичних умов з біологічними особливостями біоенергетичних деревних культур і трансформації енергії фотосинтезу в доступні для господарської діяльності форми енергії.

Метою даних методичних рекомендацій є узагальнення наукового досвіду стосовно добору видів і форм рослин родини Вербові та розроблення ефективних технологічних заходів їх створення, вирощування та експлуатації, які б враховували ґрунтово-кліматичні умови та забезпечували отримання максимальної кількості енергетичної біомаси з одиниці площі.

1. СУЧАСНИЙ СТАН ПЛАНТАЦІЙНОГО ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БІОМАСИ ВЕРБИ І ТОПОЛІ

Завдяки специфічним біологічним та екологічним особливостям, на енергетичних плантаціях найчастіше вирощують окремі види і сорти верби і тополі. Уже протягом кількох десятиріч вирощування енергетичних плантацій активно розвивається у низці країн Європи, зокрема в Швеції, Великобританії, Данії, Польщі, Австрії, Угорщині та в інших [35, 42, 47]. Найбільша площа таких насаджень на даний час створена у Швеції – близько 20 тис. га. В Україні цей напрям господарювання почав розвиватися відносно недавно (протягом останнього десятиріччя), але уже можна відзначити певні успіхи: енергетичні плантації верби у нас зростають на площі близько 5,0 тис. га, а тополі – на 0,3 тис. га [13].

Під енергетичні плантації найкращим чином можуть прислужитися площі, що вийшли з-під сільськогосподарського використання та інші малопридатні для використання категорії земель (низькопродуктивні, перезволожені, еродовані тощо). Крім отримання значної кількості деревної енергетичної сировини, це дозволить також значно підвищити ефективність використання таких площ, суттєво поліпшити екологічний стан довкілля і створити сприятливі умови для наступного вирощування на цих землях сільськогосподарських культур чи традиційних лісових насаджень [28, 29].

Успішність вирощування енергетичної сировини залежить від вдалого поєднання ґрунтово-кліматичних умов, вирощуваного виду (сорту) і застосованої системи агротехнічних заходів, найважливішими з яких є: вибір місця для майбутніх плантацій, ретельний основний та передсадивний обробіток ґрунту, підбір оптимального сортового складу верби для конкретної зони вирощування, своєчасне та якісне садіння живців, догляд за рослинами впродовж усього періоду експлуатації плантації з внесенням добрив та захистом рослин від шкідників і хвороб.

2. ВИБІР МІСЦЯ ПІД ПЛАНТАЦІЇ ВЕРБИ І ТОПОЛІ

Верби, зважаючи на їхні різні екологічні особливості, можливо вирощувати на всіх типах ґрунтів, але для вербових плантацій будь-

якого призначення оптимальним є вологий, багатий на гумус, добре дренований супіщаний або суглинковий ґрунт.

Оптимальні умови для росту верби створюються за залягання ґрунтових вод у липні на глибині 0,6-2,0 м. До таких місць належать: заплави річок, крім приматерикової частини, днища балок, вибалків, ярів, конуси виносу ярів, нижні частини пологих схилів тощо. Рельєф ділянки повинен бути рівним без впадин, де може застоюватися вода, ґрунт – слабокислим або нейтральним. Більшість дослідників вважають оптимальним водне рН 5–7 [30].

Різні види верби мають суттєві відмінності у відношенні до едафічних умов і тому зростають у найрізноманітніших місцезростаннях. Зокрема верба біла – на берегах і в долинах річок, на піщаних і піщано-мулових наносах; верба ламка – на берегах рік та інших водойм, у вогких долинах та канавах; верба тритичинкова – на понижених місця в прирусловій частині заплави; верби пурпурова та прутovidна – у прирусловій та середній частині заплави; верба гостролиста – на піщаних ґрунтах, як у долинах річок, так і поза їх межами; верби п'ятитичинкова, вушката та чорніюча – по окраїнах евтрофних і перехідних боліт і на мокрих луках; верба козяча – на зрубках, узліссях, у розріджених сосняках; верба попеляста – по берегах застійних водойм, боліт, на мокрих луках.

Найбільш сприятливими умовами для успішного вирощування енергетичних плантацій тополі теж складуються на багатих на поживні речовини добре зволжених і пухких ґрунтах.

Слід відзначити, що згідно директиви 28/2009/ЄС енергетичні плантації слід створювати на землях, які не використовуються для вирощування сільськогосподарських культур, мають низький вміст карбону та низький рівень біорозмаїття [9].

3. ПІДГОТОВКА ПЛОЩІ ТА ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ

Енергетичні плантації верби і тополі створюють переважно на сільськогосподарських невіддях, пустирях, низькопродуктивних сінокосах тощо. Такі площі, як правило, задернілі, зарослі бур'янами, чагарниками, самосівом дерев.

Зважаючи на те, що ефективне вирощування енергетичних плантацій не можливе 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 кущів, порослі дерев та інших рослин.

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, також необхідно розглядати в комплексі, як важливі засоби контролювання чисельності бур'янів, шкідників та збудників хвороб.

За створення енергетичних плантацій доцільно застосовувати класичні системи основного обробітку ґрунту – напівпаровий та поліпшеного зябу. Поліпшений зяб використовується в зонах 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;

- зяблеву оранку проводять 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 лушильниками;
- внесення гербіциду суцільної дії;
- глибоку оранку проводять оборотними плугами після внесення мінеральних добрив у кінці липня – на початку серпня;
- культивацію, дискування або боронування за появи 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 наступив.

Для боротьби з бур'янами, за основного обробітку після лушення і відростання бур'янів, застосовують гербіциди суцільної дії на основі гліфосату. Оптимальний строк внесення гербіциду – відростання пірію до 10–12 см. Норма внесення гербіциду – 6 л/га (витрата робочої рідини 200–250 л/га). За сильного засмічення полів стійкими до гліфосату широколистими бур'янами (берізка польова,

осот та інші) до розчину додають 2 л/га 2,4 Д у формі ефіру. За побуріння бур'янів вносять мінеральні добрива і виконують глибоку оранку.

Глибока оранка проводиться оборотними плугами з метою якісного, глибокого розпушування ґрунту, загортання рослинних решток і мінеральних добрив 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 глибші більш вологі шари ґрунту, а біологічно менш активний шар переміщується на поверхню, де в умовах вільного доступу повітря збагачується доступними для рослин елементами живлення. Завдяки кращому загортанню у ґрунт поживних 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).

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

Для забезпечення оптимальних умов розвитку кореневої системи деревних біоенергетичних культур перед садінням живців рекомендовано проводити глибоке безполицеве розпушення ґрунту. Для цього застосовують щілиноутворювачі ЩП-000 та ЩП-3-70. Глибина щілин має становити 45-50 см, відстань між ними – 140 см.

Система основного обробітку ґрунту під енергетичні плантації 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, знищення пророслих бур'янів, загального поліпшення аерації ґрунту, оптимізації протікання біологічних та хімічних процесів його життєдіяльності.

Після глибокої оранки, у міру випадання дощів і появи сходів бур'янів, поле обробляють широкозахватними агрегатами на глибину 5–7 см. При цьому необхідно, щоб поверхня ґрунту до зими не набула надто дрібної структури, оскільки в такому випадку виникає небезпека ущільнення поверхні ґрунту і створення умов для виникнення водної ерозії, тому восени не потрібно вирівнювати ґрунти, бідні на гумус і багаті на мул, бо вони легко запливають. За якісного виконання цього заходу забезпечується більш рання весняна стиглість ґрунту, активізація біологічних процесів, а також провокується швидке проростання бур'янів. Навесні необхідний лише дуже мілкий обробіток ґрунту (закриття вологи).

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

4. УДОБРЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ

Тополя і верба відносяться до деревних рослин з інтенсивним циклом розвитку і потребують значної кількості елементів живлення. На утворення 10 тонн сухої маси із ґрунту виноситься близько 42 кг азоту, 25 кг калію, 15 кг фосфору, 45 кг кальцію та низка інших елементів.

Вирощування верби і тополі 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. У таблиці 1 наведені орієнтовні дози мінеральних добрив за вирощування енергетичної верби у різних ґрунтово-кліматичних умовах на ґрунтах з середнім рівнем

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

Таблиця 1

Орієнтовані дози внесення мінеральних добрив під енергетичні плантації верби і тополі

Зона	Типи ґрунтів	За режимом зволоження	Внесення мінеральних добрив, кг/га, д.р.	
			основне	підживлення
Полісся	сірі та світло-сірі лісові	автоморфні	N ₇₅ P ₃₀₀ K ₃₀₀	N ₈₀
	дерново-підзолисті		N ₈₅ P ₃₀₀ K ₃₀₀	N ₉₀
	дерново-підзолисті глейові	гідроморфні	N ₇₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀	N ₉₀
	дернові, лучно-болотні, торфувато-болотні		N ₈₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀	N ₁₀₀
Лісостеп	Умови достатнього зволоження			
	чорноземи опідзолені, темно-сірі лісові	автоморфні	N ₆₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀	N ₆₀
	сірі лісові		N ₇₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀	N ₇₀
	чорноземно-лучні, лучно-чорноземні, лучні	гідроморфні	N ₅₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀	N ₆₀
	дернові, лучно-болотні, торфувато-болотні		N ₈₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀	N ₈₀
	Умови нестійкого зволоження			
	чорноземи опідзолені, темно-сірі лісові	автоморфні	N ₆₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀	N ₆₀
	сірі лісові		N ₆₅ P ₃₀₀ K ₃₀₀	N ₇₀
	чорноземно-лучні, лучно-чорноземні, лучні	гідроморфні	N ₅₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀	N ₆₀
	дернові, лучно-болотні, торфувато-болотні		N ₇₅ P ₃₀₀ K ₃₀₀	N ₈₀

Примітка: у процесі вирощування та експлуатації енергетичних плантацій вносяться тільки азотні добрива один раз у три роки (після кожного циклу збирання фітомаси)

Для енергетичної верби і тополі 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.

Ефективним для енергетичної верби і тополі є внесення комплексних добрив – амофосу, діамофосу, нітрофоски, нітроамофоски та ін. Ці добрива доцільно вносити як основне удобрення.

У процесі вирощування енергетичних деревних плантацій найгострішою є проблема азотного живлення. Тому через кожні два три 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. Кращими видами азотних добрив у основне удобрення є амідні (сечовина) та амонійні форми (сульфат амонію, безводний аміак, аміачну воду, КАС та ін.).

Досягненню високої продуктивності енергетичної верби і тополі 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 підвищення вмісту 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 ґрунтовому 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 культивуацію, а також сумісне внесення меліоранту з аміачною селітрою і карбамідом.

Ефективнішим і агрохімічно ціннішим 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.

Для удобрення плантацій верби і тополі з успіхом можна використовувати також осад стічних вод (ОСВ), який нині у великих об'ємах нагромаджується у сучасних містах і промислових центрах. Його утилізація належить до актуальних проблем, адже його накопичення ускладнює роботу очисних споруд й викликає забруднення навколишнього середовища. Водночас, осад стічних вод, за його екологічно прийняттого рівня застосування, може стати економічно вигідним замінником різних видів добрив [10, 30, 32].

5. САДІННЯ ЖИВЦІВ

Енергетичні плантації верби і тополі закладають здерев'янілими живцями, нарізаними з однорічних 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 взимку і ранньою весною – 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 [8, 20, 26]. 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 у затінку за температури навколишнього середовища.

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 використання 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 дрібно грудкуватого стану верхнього шару ґрунту.

Для передсадивного обробітку ґрунту доцільно застосовувати агрегат АРВ-8,1-01 (Европак), 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.

Під час створення енергетичних плантацій верб 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 густота плантацій може бути різною.

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

Для створення плантацій верб на великих площах в Європі розроблено низку спеціальних машин. Одна із них – 4-рядкова садильна машина Energy Planter датської компанії Egedal (рис. 1).

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.

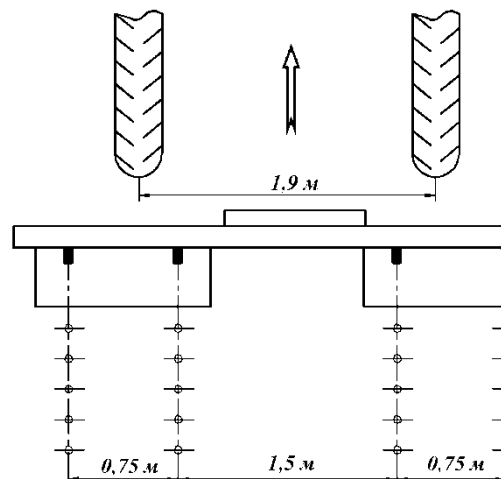


Рис. 1. Машина Energy Planter для садіння живців верби

У місцях пропусків, пов'язаних з огріхами під час садіння та відмиранням посаджених живців, необхідно проводити доповнення плантацій з використанням меча Колесова. Його доцільно проводити якщо частка пропусків та рослин що відмерли перевищує 15% від запланованої густоти плантації.

6. ДОГЛЯД ЗА ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ПЛАНТАЦІЯМИ

Догляд за енергетичними плантаціями верби і тополі включає наступні технологічні операції:

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

За плантаційного вирощування енергетичної фітомаси верби і тополі, як правило, застосовується комбінована система їх захисту від бур'янів. Одразу після садіння живців (до їх проростання) застосовують ґрунтовий гербіцид СТОМП з нормою внесення 5 л/га. Посходові обприскування доцільно починати за появи 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, після прохолодної хмарної погоди з опадами протягом 5–7 днів рослини бур'янів більш чутливі до препаратів, ніж після сухої, сонячної і вітряної. Все це необхідно враховувати під час визначення 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 [13].

Механізований догляд за ґрунтом плантацій 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 засміченості плантації насінням та кореневищами бур'янів, ґрунтових умов, погоди, а також від віку насадження. Орієнтовно за перший вегетаційний період проводять не менше п'яти доглядів [13, 30].

У подальшому механізований догляд проводиться навесні після кожного циклу заготівлі біомаси. Глибина обробітку ґрунту під час першого догляду – 4–5 см, під час подальших до 10 см [13].

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

Для зменшення витрат на проведення ручних доглядів у рядах енергетичних плантацій тополі та верби поверхню ґрунту можна вкривати мульчею (солома, тирса, агроволокно тощо). Окремі підприємства використовують з цією метою чорну поліетиленову плівку (рис. 2).



Рис. 2. Загальний вигляд однорічної плантації тополі з використанням поліетиленової плівки (Львівська область)

У разі створення енергетичних плантацій тополі у понижених місцях, обробіток ґрунту варто проводити восени, у період коли рівень ґрунтових вод є найнижчим. Цей захід дозволяє здійснити осіннє або ранньовесняне садіння живців, що забезпечує вищі показники укорінення живців та інтенсивніший ріст рослин.

У перший рік вегетації з живця, як правило, виростає 1–3 пагони заввишки 1–2 м і завтовшки 7–15 мм. Впродовж осінньо-весняного періоду їх зрізують на висоті 2–5 см вручну або за допомогою механічних засобів для утворення у рослин більшої кількості пагонів. Завдяки цьому заходу протягом другого вегетаційного періоду кількість пагонів зростає до шести і більше, при чому заввишки вони досягають 2,5 метри, а завтовшки – 13–50 мм. За третій рік рослини досягають вже 5,5 м заввишки і 80 мм завтовшки, а за четвертий висота пагонів досягає 6 метрів, а товщина – 100 мм.

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 середньою кількістю личинок старшого віку більше 5 шт. на 1 м² або 8 шт. – молодшого. Внесення інсектицидів у ґрунт здійснюється одночасно з суцільною оранкою за допомогою 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 за кількості личинок більше 10 шт./м²).

Одним із ефективних способів контролю чисельності личинок хруща є також замочування живців у розчині інсектицидів. Перед садінням живців верби проводять замочування їх у розчинах інсектицидів системної дії з різними активними речовинами (імідаклопрід (4–8 мл/л води), препарати на основі тіаметоксаму або клотіанідин (800–1000 л/га)) протягом одної 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 і тополі в розчинах інсектицидів системної дії, зокрема, використання для цього 3% розчину таких інсектицидів як Гаучо, 70% з.п. та Круізеру 350 FS, т.к.с., Пончо–Бета, 453,3 FS ТН забезпечує 100 відсоткову збереженість рослин цієї культури від пошкодження такими фітофагами як личинки хрущів, коваликів, мідляків та хлібних жуків.

Для захисту верби від щитівки проводять осінню обробку кущів пестицидами з групи фосфорорганічних сполук, піретроїдів тощо та ранньовесняну обробку по сплячих бруньках мінерально-масляною емульсією різних нафтових масел (6–8%), сірчано-вапняним відваром або емульсією карболінеум (6–8%). Коли почнуть з'являтися личинки-бродяжки (квітень–травень), переходять до обробки препаратом Карбофос (5 мл на 5–10 л води) або його аналогами.

Проти вербової попелиці, горностаєвої молі та вербового листоїда застосовують головним чином інсектициди контактної та комбінованої дії таких як Карате Зеон 050 SC, мк.с (0,4 л/га), Коннект 112,5 SC, КС (0,6 л/га), Біскайя 240 D (0,4 л/га) та інші [24].

Проти мишоподібних гризунів та капустянки 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* (біла, ламка, тритичинкова) частіше уражуються бурю іржею, а види підроду *Vetrix* (прутовидна, гостролиста, пурпурова та ін.) – жовтою іржею і борошнистою росою [30]. Не допускати розташування верби поряд з насадженнями сосни і модрина.

Заготівлю пагонів рекомендується проводити рано навесні в рік садіння із здорових маточних кущів. Під час нарізання 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 фунгіцидів та інсектицидів і саджають їх без промивання.

Можливе проведення весняного або пізньоосіннього обприскування молодих плантацій у сильних вогнищах цитоспорозу фунгіцидами, зокрема препаратами типу «Хом» (хлорокис міді, 4г/л води, 600-800 л/га) за допомогою сільськогосподарської авіації [24].

Схожі заходи проводять за ураження верби і тополі паршею, борошнистою росою, іржею та ін. Одним із дієвих заходів боротьби з ервінією та іншими бактеріальними і грибовими хворобами (за незначних обсягів) є своєчасне виявлення хвороби, видалення уражених і прилеглих до осередку рослин, з обов'язковим корчуванням пнів і подальшим їх спалюванням.

7. ЗБИРАННЯ ДЕРЕВНОЇ БІОМАСИ

Збирання деревної маси на енергетичних плантаціях проводиться після закінчення вегетації, як правило, з листопада до березня. Циклічність збору урожаю – через кожні 2–4 роки. За час існування плантації біомасу заготовляють, як правило, 8–9 разів.

Цю операцію можна виконувати різними способами, але основними є заготівля деревної маси з одночасним подрібненням її на тріску (рис. 3), або з формуванням зі зрізаних пагонів тюків або снопів.



Рис. 3. Заготівля вербової енергетичної сировини з подрібненням її на тріску

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 – за однодворічних пагонів у якості садивного матеріалу, її зрізують за допомогою мотокущорізів, що на даний час досить популярні у системі лісового господарства

Після закінчення терміну експлуатації енергетичних плантацій верби (через 20–25 років від моменту створення) землі, на яких вони зростали, підлягають рекультивації 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, рекультивація земель після завершення вирощування енергетичних плантацій верби не спричинює особливих труднощів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Афонін О.О., Фучило Я.Д. Генетичний потенціал верби прутovidної (*Salix viminalis* L.) Середнього Подесення. Науковий вісник НУБіП України. 2012. Вип. 171. Ч. 1. С. 11–19
2. Бондар В.С., Фурса А.В. Економічне обґрунтування технологій вирощування і переробки рослинної біосировини на тверді види палива. Економіка АПК. 2015. № 3. С. 22–27.
3. Бондар В.С., Гументик М.Я. Стратегія та пріоритети розвитку біоенергетики в Україні. Економіка АПК. 2018. № 3. С. 17–25
4. Відновлювана енергетика в Україні: сьогодення та перспективи. Українська асоціація відновлюваної енергетики. URL: <https://vse.energy/docs/OEW-orgel.pdf> (дата звернення: 02 липня 2018).
5. Гелету́ха Г.Г., Желе́зна Т.А., Дроздова О.І. Енергетичний та екологічний аналіз технологій виробництва енергії з біомаси. Аналітична записка. – БАУ № 8, 2014 <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-8-ua.pdf>
6. Гелету́ха Г.Г., Желе́зна Т.А., Олійник Є.М., Гелету́ха А.І. Перспективи виробництва електричної енергії з біомаси в Україні // Промислова теплотехніка. – 2013, Т. 35, № 6. – С. 67–75.
7. Енергетичний баланс України за 2019 рік // Державна служба статистики України (Експрес-випуск від 30.11.2020).
8. Гордієнко М.І. Фучило Я.Д., Гойчук А.Ф. Чагарникові верби рівнинної частини України. – К.: ІАЕ УААН, 2002. – 174 с.
9. Дебринюк Ю.М., Фучило Я.Д., Белеля С.О. Платаційне лісовирощування в Україні: сучасний стан та концептуальні засади підвищення його ефективності // Відтворення лісів та лісова меліорація в Україні: витоки, сучасний стан, виклики сьогодення та перспективи в умовах антропогену: монографія за заг. ред. проф. Ніколаєнка С.М. К.: Ліра-К, 2019. 189–224.
10. Дебринюк Ю.М., Фучило Я.Д. Платаційні лісові насадження в Україні: концептуальні засади, ресурсний потенціал та енергетичне використання: монографія. – Львів: Галицька видавнича спілка, 2020. – 504 с.
11. 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>
12. ДСТУ ISO 14040:2004 Екологічне керування. Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура (18014040:1997, IDT).
13. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / [М.В. Роїк, В.М. Сінченко, Я.Д. Фучило та ін.]. за ред. В.М. Сінченка. – Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. – 340 с.
14. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Затверджена розпорядженням КМУ № 1071 від 24.07.2013. <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>

15. Закон України «Про електроенергетику» (№ 575/97-ВР від 16.10.1997, зі змінами). <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/575/97-%D0%B2%D1%80>

16. Кузнецова А. Виробництво пелет в Україні: прибутковий варіант сталого розвитку? / А. Кузнецова [Електронний ресурс]. – [file:///C:/Documents%20and%20Settings/Admin/%D0%9C%D0%BE%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/Downloads/PP37_Pellets_UKR_f%20\(1\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/Admin/%D0%9C%D0%BE%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/Downloads/PP37_Pellets_UKR_f%20(1).pdf)

17. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року <http://saee.gov.ua/documents/NpdVE.pdf>

18. Новітні технології біоенергоконверсії / [Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк та ін.]. – К: «Аграр Медіа Груп», 2010. – 326 с.

19. Орлов О.М., Порва В.І., Лісовський В.Б. Вирощування чагарникових верб – на промислову основу // Ліс. журн. – 1994. – № 6. – С. 17-18.

20. Ониськів М.І., Фучило Я.Д., Сбитна М.В., Логінов В.Б., Бобко А.М. Платаційне вирощування деревної сировини для потреб целюлозно-паперової та інших галузей промисловості: методичні рекомендації. – К.: ВЦ НАУ, 2003. – 53 с.

21. Порва В.І. Лісовський В.Б. Застосування гербіцидів при вирощуванні чагарникових верб на промислових плантаціях // Лісоводство і агролісомеліорація. – Київ: Урожай, 1995. – Вип. 90. – С. 55-59.

22. Постанова НКРЕ «Про встановлення «зелених» тарифів на електричну енергію» (№ 567 від 30.04.2014) <http://www.nerc.gov.ua/?id=10756>

Режим доступу: [file:///C:/Documents%20and%20Settings/Admin/%D0%9C%D0%BE%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/Downloads/PP37_Pellets_UKR_f%20\(1\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/Admin/%D0%9C%D0%BE%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/Downloads/PP37_Pellets_UKR_f%20(1).pdf)

23. Розпорядження КМУ «Про затвердження плану заходів щодо виконання у 2013 році Загальнодержавної програми адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу (№ 157-р від 25.03.2013) <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/157-2013-%D1%80>

24. Саблук В.Т., Грищенко О.М., Смірних В.М., Педос В.П. Фітофаги енергетичних посадок верби. – Біоенергетика, 2020, № 2 (16). – С. 15–19.

25. Статистичний щорічник України за 2012 рік. Видання Державної служби статистики України, 2013.

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

27. Фучило Я.Д. Сбитна М.В., Деркач Д.Ф. Перспектива застосування видів роду *Salix* L. для створення енергетичних

плантацій в Україні // Український фітоценологічний збірник, випуск 25, серія С Фітоекологія. 2007. – С. 97–102.

28. 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.

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

30. Фучило Я.Д., Сбитна М.В. Вербі України: біологія, екологія, використання: монографія. Видання друге, виправлене і доповнене. – К.: ЦП «Компринт», 2017. – 259 с.

31. Фучило Я. Д., Гнап І. В., Ганженко О. М. Ріст і продуктивність деяких сортів енергетичної верби іноземної селекції в умовах Волинського Опілля. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2018. Т 14. № 2. С. 230–239.

32. Фучило Я.Д., Дебринюк Ю.М., Бровко Ф.М., Гайда Ю.І., Сбитна М.В., Фучило Д.Я. Плантаційне лісовирощування промислового і енергетичного призначення: концептуальні засади, технологічні особливості та перспективи: монографія. – К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018. – 321 с.

33. Alakangas E. 1999. Production Techniques of Logging Residue Chips in Finland / E. Alakangas, T. Sauranen, T. Vesisenaho // Training Manual. ENE39/TOO39/99. AFB- net IV and BENET. 83 p.

34. Annual Statistical Report on the contribution of biomass to the energy system in the EU27, AEBIOM, 2011. <http://ru.scribd.com/doc/73012151/2011-AEBIOM> Annual-Statistical-Report

35. El Bassam N. Handbook of Bioenergy Crops: A Complete Reference to Species, Development and Applications / N. El Bassam. – London; Washington, DC : Earthscan, 2010. – 544 p.

36. Encyclopedia.com. 2000. Homepage, www.encyclopedia.com. Energy in Europe – European Energy to 2020 – A scenario approach, Special issues – Spring 1996. European Commission, Directorate General for Energy (DG XVII). 209 p. Energy in Europe. 1998. Annual Energy Review – Special issue – December 1998, European Commission 195 p.

37. EU Energy in Figures. Publication of European Commission, 2013 http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2013_pocketbook.pdf

38. FINBIO. 1998. Quality Assurance Manual for Recovered Fuels (REF/ RF). For Test Use. Finnish Bioenergy Association. Publications. 28 p. Jyvaskyla, Finland. Finnish Forest Industries Federation. 1999. Facts and Figures. Statistics 1998. Helsinki 51 1999. Paino.

39. Francesco Cherubini. Life cycle assessment of bioenergy systems: State of the art and future challenges / Francesco Cherubini, Anders Hammer Strømman. // Bioresource Technology, N 102, 2011, P. 437-451.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096085241001360X> (Abstrac)

40. Fuchylo Ya., Pasichnyk L., Patyka V., Kalinichenko A. (2017) Bioenergy willow: protection from the negative impact of biological factors // Renewable energy sources theory and practice. Vol. II Edited by Izabela Pietkun-Greber and Paweł Ratuszny Pp. 144–162. Copyright by University of Opole, Opole, 2017. Publication distributed free of charge <https://www.google.com/search?q=Renewable%20energy%20sources%20theory%20and%20practice.%20Vol.%20II%20Edited%20by%20Izabela%20Pietkun-Greber%20and%20Pawe%C5%82%20Ratuszny.%20Copyright%20by%20University%20of%20Opole%2C%20Opole%2C%202017.%20Publication%20distributed%20free%20of%20charge>
41. Hakkila, P. & Fredriksson, T. 1996. Metsamme bioenergian lahteena. Metsantutkimuslaitosja Puuenergiary. Metsantutkimuslaitoksen tiedonantoja 613. 92 s. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/other_documents
42. McCracken A. R. Interaction of willow (Salix) clones growing in mixtures / A. R. McCracken, W. M. Dawson // Tests of Agrochemicals and Cultivars. – 1998. – No. 14. – P. 54–55
43. Solid Biomass Barometer. EurObserv'ER, December 2012. <http://www.eurobserv-er.org/pdf/baro212biomass.pdf>
44. Solid Biomass Barometer. EurObserv'ER, December 2013. http://www.energies_renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro219_en.pdf
45. The Finnish Forest Research Institute.69. European Bioenergy Outlook. AEBIOM, 2013 <http://www.aebiom.org/blog/aebiom-statistical-report-2013/>
46. Thomas Nussbaumer. Evaluation of biomass combustion based energy systems by cumulative energy demand and energy yield coefficient / Thomas Nussbaumer, Michael Oser. Report for International Energy Agency and Swiss Federal Office of Energy, 2004http://www.ieabcc.nl/publications/Nussbaumer_IEA_CED_V11.pdf
47. Willow Varietal Identification Guide / B. Caslin, J. Finnan, A. McCracken (eds) / Crops Research Centre, Carlow & Agri-Food Bioscience Institute. – Carlow, Ireland : Teagasc, 2012. – 64 p.

Наукове видання

ФУЧИЛО Ярослав Дмитрович
СІНЧЕНКО Віктор Миколайович
ГАНЖЕНКО Олександр Миколайович
ГУМЕНТИК Михайло Ярославович
ФУРМАН Валерій Анатолійович
СБИТНА Маргарита Вікторівна
КВАК Володимир Михайлович
ХІВРИЧ Олександр Борисович
ПРАВДИВА Людмила Анатоліївна
ЗЕЛІНСЬКИЙ Богдан Валерійович
ВОКАЛЬЧУК Богдан Миколайович
ФУЧИЛО Дмитро Ярославович
БОРДУСЬ Олексій Олексійович
КИРИЛКО Ярослав Олегович

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ ВЕРБИ ТА ТОПОЛІ**

Формат 60×84 1/16. Тираж 400 пр. Ум. друк. арк. 1,8. Зам. №121.

Видавець і виготовлювач ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ»

03150, Київ, вул. Предславинська, 28

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ДК № 4131 від 04.08.2011 р.