

УДК 630.620.952

# УМОВИ, НЕОБХІДНІ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ

**СІНЧЕНКО В.М.** — доктор с.-г. наук, член-кореспондент НААН;  
**ПИРКІН В.І.** — кандидат економічних наук;  
**ГНАП І.В.** — аспірант ІБКЦБ;  
**МЕЛЬНИЧУК Г.А.** — аспірант ІБКЦБ

**Вступ.** В Україні в останнє десятиріччя значна увага приділяється підвищенню ефективності використання біопалива та біоенергії, що дає можливість зменшити залежність національної економіки від імпорту енергоносіїв, знизити її енергоємність і забезпечити економічний розвиток. За останні роки в Україні відбуваються позитивні зміни в енергетичній політиці, спрямовані на просування біомаси в якості палива, що сприяє усвідомленню технічної раціональності спалювання біомаси у вигляді паливної тріски, пелет та гранул. Відбувається становлення внутрішнього ринку твердих видів біопалива, що створює потребу в якісній сировині для їх виготовлення. Біомаса, яка акумулює в собі сонячну енергію у формі вуглеводів рослинного походження, служить вихідною сировиною для виготовлення біопалива в твердому, рідкому, газоподібному вигляді. Залежно від технології переробки, біомасу вважають одним із найбільш чистих видів палива в багатьох країнах світу та розглядають як перспективне джерело енергії. Поряд із економічною доцільністю використання біомаси зберігаються природні ресурси, кардинально вирішується проблема викидів парникового газу CO<sub>2</sub>, зменшується забруднення атмосфери викидами SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>.

Одним із перспективних напрямів є вирощування енергетичної сировини на плантаціях швидкорослих деревних порід, зокрема — верби, тополі, павлової та інших культур, здатних до легкого відновлення наземної частини після її

зрізання. Передовий досвід із цих питань демонструють європейські країни, які почали активно впроваджувати вирощування енергетичної сировини плантаційними методами.

Верба — одна з найбільших родів деревних порід помірного клімату. Вважається, що їх у світі існує близько 350–370 видів. Із них в Україні природно зростають 23–25 видів. Верби, завдяки своїй біологічній стійкості, потужному фотосинтезуючому апарату та кореневій системі, швидкорослості, стійкості до несприятливих факторів, здатності легко розмножуватись вегетативно, формувати низку генерацій,



відносній довговічності, невибагливості до родючості ґрунту та здатності рости на землях, непридатних для ведення сільського господарства, безперечно посідають одне з перших місць серед інших енергетичних культур, які придатні для вирощування в умовах України.

Згідно з законодавством України, плантації швидкорослої верби можна створювати на землях сільськогосподарського призначення.

Створені енергетичні плантації значно покращують естетичний, екологічний стан аграрних та урбанізованих ландшафтів, збільшують різноманітність флори й фауни.

Порівняно з традиційними сільськогосподарськими культурами насадження верби потребують у 3–5 разів менше елементів живлення та поповнюють запаси органіки в ґрунті завдяки опаданню листя. Вони охоплюють корінням значно глибші горизонти ґрунту, ніж, наприклад, зернові культури, отримують із них додаткову кількість поживних речовин і вологи.

Сировина, вирощена на вербових плантаціях, крім енергетичних цілей, може широко використовуватися у целюлозно-паперовій, хімічній промисловостях, для виготовлення лікарських препаратів, плетених виробів, тощо.

Значна увага приділяється технології створення та вирощування насаджень верби, активно вивчається та застосовується на практиці досвід як українських, так і закордонних фахівців, розробляються й впроваджуються найбільш ефективні елементи технології вирощування верби.

**Мета досліджень** - встановлення впливу підготовки ґрунту для садіння садивного матеріалу, строків садіння, густоти насадження та якості садивного матеріалу на продуктивність енергетичної верби.

Дослідження проводилися на полях компанії Салікс Енерджі. Тут розповсю-

джені сірі та темно-сірі лісові суглинки в комплексі з опідзоленими малопродуктивними чорноземами. Середня річна кількість опадів становить 580 мм. В окремі роки їх кількість збільшується до 1000 мм, або зменшується до 300 мм. Відносна вологість повітря в теплий період коливається в межах 77 (березень) — 49 (липень). Середня річна температура +7,5°C, найхолоднішого місяця (січень) — 4°C, найтеплішого (липень) — 19°C. Влітку температура підіймається до 38°C, взимку знижується до -35°C.

Середня річна кількість опадів за 5-річний період становила 702 мм, середня річна температура повітря становила 8,6°C, що є сприятливим для вирощування енергетичної верби. Також слід відмітити, що абсолютний мінімум температури повітря у квітні може становити -4,7°C, у травні опускається до -3,5°C, що може спричинити пошкодження рослин заморозками.

Регіон дослідження є сприятливим для вирощування плантацій верби з огляду достатньої кількості опадів та середньорічної температури (оптимальні показники для верби: кількість опадів — 600 мм, середньорічна температура — +6°C).

При проведенні досліджень використовувались традиційні методи досліджень.

**Результати досліджень.** Найважливішими заходами зі створення високопродуктивних верб є: вибір місця для майбутніх плантацій, передсадильний обробіток ґрунту, підготовка садильного матеріалу до садіння, садіння енергетичної верби.

Верби, зважаючи на їхні різні екологічні особливості, можна вирощувати на всіх типах ґрунтів, але для вербових плантацій будь-якого призначення оптимальним є вологий, багатий на гумус, добре дренований супіщаний або суглинний ґрунт.

Вагоме значення в підвищенні продуктивності верб відіграють сорти.

Інтенсивність приростів сортів верби значною мірою залежить від погодних умов, зокрема кількості опадів. Спостерігається стійка тенденція до посилення інтенсивності росту після випадання опадів та зменшення його у посушливий період. Це вказує на високу вибагливість верби до умов зволоження та необхідність приділення цьому чиннику першочергової уваги під час вибору полів для створення плантацій.

У більшості сортів верби приріст за висотою спадає у другій декаді вересня і становить 0,2–0,5% на тиждень.

Раніше вегетаційний період за-

вершують клони шведської селекції — Tora, Inger (12 XI), а Tordis завершує вегетацію з 15 по 18 листопада.

Сорти шведської селекції на 2-річній плантації в усіх випадках переважають за продуктивністю польські сорти. Серед шведських сортів найпродуктивнішим є Tora (переважає Tordis на 32,5%), далі йде Inger (переважає Tordis — 93,2%, особливо різниця відчутна в бідних ґрунтових умовах).

Також слід відмітити, що за рахунок високої строкатості ґрунтових умов спостерігається велика різниця у продуктивності сортів.

Оптимальні умови для росту верби створюються за залягання ґрунтових вод у липні на глибині 0,6–2,0 м. Рельєф ділянки повинен бути рівним без впадин, де може застоюватися вода, ґрунт слабокислим або нейтральним. Плантації енергетичної верби слід закладати на землях, які не використовуються для вирощування сільськогосподарських культур, мають низький вміст карбону та низький рівень біорізноманіття. Якщо площі заросли сеgetивною рослинністю та молодими деревами, то для знищення цієї рослинності використовуються мульчувачі MP-5,4, ПН-4, ПРС-6, Stark-4, Stark-2,2.

Основний обробіток ґрунту під енергетичну вербу повинен відповідати сучасному технічному й організаційному рівням. Тому найбільш важливо й адекватно слід підходити до конкретних ґрунтово-кліматичних умов зони, полів, погодних умов і фітосанітарного стану ґрунту. На основі агрокліматичної ситуації та стану ґрунту необхідне остаточне визначення зі способом основного обробітку ґрунту.

Основний обробіток ґрунту — це один із головних технологічних процесів, який є фундаментом технології вирощування енергетичної верби. В останні роки на практиці більше застосовується напівпаровий обробіток ґрунту. Він дешевий і оперативний у виконанні технологічних операцій.

В цілому можна зазначити, що основний обробіток ґрунту проводиться в перший рік вирощування енергетичної верби і застосовуються в основному агротехнічні прийоми (мульчування, лущення, оранка, боронування з одночасним вирівнюванням).

До комплексного догляду за зябом, за вирощування енергетичної верби, доцільно проводити щільовання для знищення ґрунтової підшви та посилення мобілізації природної родючості. Для виконання цієї операції застосовуються глибокорозпушувачі АРГ-3,4, Bomet, WORKER.

Вирощування енергетичної верби в промислових цілях потребує застосування мінеральних добрив, які здатні забезпечити інтенсивний ріст і розвиток рослин у рік садіння живців та наступні роки.

Головне завдання системи удобрення полягає в 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.

Дослідженнями встановлено, що кращий ріст, як і в попередніх дослідках, спостерігається на ґрунтах із потужним родючим горизонтом та з порівняно підвищеним вмістом у ньому азоту (90–100 кг/га д.р.) та гумусу (0,75%). При цьому спостерігається залежність між потужністю родючого горизонту та висотою рослин. Це пов'язано з тим, що рослини на родючих ґрунтах мають змогу використовувати поживні речовини з більш глибоких горизонтів.

Вміст гумусу в ґрунті впливає на продуктивність плантацій верби на легкосуглиннистих, добре структурованих ґрунтах. Для забезпечення висоти рослин 2 м після першого року вирощування вміст гумусу в ґрунті має бути не менше 4,2%. Встановлено, що ріст рослин за висотою залежить від вмісту азоту в ґрунті. Для отримання висоти рослин до 2 м після першого року вирощування рівень азоту в ґрунті повинен мати високу забезпеченість.

Вміст фосфору в ґрунті значно впливає на ріст рослин у висоту. Для забезпечення висоти рослин 2 м після першого року вирощування вміст фосфору має бути на рівні 80–120 мг/кг ґрунту.

Високі показники вмісту елементів живлення в ґрунті не завжди можуть забезпечити добрий ріст рослин. Важливим є баланс поживних елементів та фізико-механічні властивості ґрунтів (щільність, структурність), забезпеченість вологою та якість проведених доглядів на ґрунтах сірих та темно-сірих лісових суглинках.

Вміст калію у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) має становити не менше 81–120 мг/кг за Кирсановим. Збільшення вмісту калію до 120–170 мг/кг ґрунту позитивно впливає на продуктивність плантацій верби. До того ж, при створенні плантацій верби, слід відбирати ґрунти з реакцією ґрунтового розчину від середньокислої до нейтральної (рН 4,2–7,0), а для забезпечення висоти рослин до 2 м після першого року вирощування вміст гумусу у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) має бути не меншим 1%.

Підживлення рослин мікроелементами слід проводити з розрахунку їх кількості, яка буде засвоєна рослинами з ґрунту. Для забезпечення більш раціонального використання добрив слід застосовувати системи диференційованого внесення добрив на основі картографування полів та миттєвого аналізу стану листових пластинок.

Передсадильний обробіток ґрунту є складовою єдиного процесу промислового вирощування енергетичної верби та виконується без розриву в часі, випереджаючи садіння на два-чотири проходи садильного агрегату. Передсадильний обробіток ґрунту спрямований на максимальне збереження вологи, прогрівання ґрунту, створення оптимальних умов для приживання і подальшого інтенсивного росту живців та забезпечення дрібно грудкуватого стану верхнього шару ґрунту.

Для обробітку ґрунту застосовуються борона ЗПГ-24 або агрегат Європак, що забезпечує якісне розпушування ґрунту на задану глибину (5–6 см). Перший прохід агрегату виконується по лінії, визначеній віхами, що забезпечує прямолінійність руху. Основна мета передпосадкового обробітку є створення для верби сприятливих умов росту й покращення аерації ґрунту, різко зменшити кількість бур'янів та створити оптимальні умови для приживання й росту живців енергетичної верби.

Для енергетичних плантацій верб слід використовувати доброякісний селекційно-поліпшений садильний матеріал. Заготовляють його з однорічних видовжених пагонів, що вирощені на спеціальних маточних плантаціях. Пагони доцільно заготовляти в період від закінчення вегетаційного періоду до початку сокоруху. Зрізання пагонів залежить від сезону садіння, а саме: у жовтні-листопаді — для осіннього садіння, а у січні-березні — весняного. Живці й пагони доцільно нарізати безпосередньо перед їх садінням.

Дослідженнями встановлено, що живці, нарізані з верхівок прутів, гірше приживаються, поросль з них має меншу висоту, порівняно з живцями, взятими з нижньої та середньої частини. Це пояснюється тим, що живці, взя-

ті з верхівки, мають найменшу товщину, а, отже, й менший об'єм, площу поверхні та запас поживних речовин. Крім того, саме на верхівці пагонів містяться генеративні бруньки, які, розвиваючись, забирають із живця значну частину пластичних речовин, яких в ньому й так недостатньо.

В результаті проведених досліджень встановлено, що продуктивність 2-річних плантацій (урожайність) верби знаходиться в прямолінійній залежності від приживлюваності.

Тобто із збільшенням приживлюваності від 85 до 100% продуктивність плантацій зростає від 0,16 до 3,4 т/га — на кожен її відсоток припадає 0,11 т маси. Проте високі показники приживлюваності не можна вважати гарантією високої продуктивності плантацій, тому що вона буде значною мірою залежати від інших показників (строків садін-



ня, підготовки ґрунту, догляду в перші роки).

В досліджах чітко просліджується різниця приживання й росту живців, заготовлених з верхівки, та нижньої частини пагонів верби тритичинкової. Причина в тому, що верхня частина прута верби тритичинкової значно товща, ніж у інших видів живців, нарізаних з неї, і з достатньо великим запасом поживних речовин. При нарізанні живців верхній і нижній зрізи проводяться на відстані 0,5–1,0 см від бруньок. Живці верб повинні мати не менше чотирьох добре розвинених бруньок. Оптимальна довжина живців має бути 20–25 см та діаметром 2,0–0,7 см. Вони повинні бути здоровими та мати високу вологість.

Пагони, які будуть висаджуватися навесні, зберігаються в холодильних камерах за температури  $-4^{\circ}\text{C}$ , куди вони поміщаються відразу після заго-

товлі. За два-три дні до садіння пагони дістають із холодильної камери й зберігають їх при температурі навколишнього середовища в закритому приміщенні. До садіння пагони зберігають у вологому стані, не допускаючи їх висушування й передчасного проростання.

При створенні енергетичних плантацій верб живці висаджують вертикально з таким розрахунком, щоб вони виступали на 2 см над поверхнею ґрунту.

Для забезпечення механізованої технології вирощування та збирання біомаси енергетичної верби плантації закладаються смугами по 2 рядки. Ширина міжрядь між смугами становить 1,5 м, а рядками в смугі — 0,75 м та відстанню між живцями в рядку 0,50–0,60 м. В такому випадку густина на 1 га становитиме 15–18 тис. живців.

Для кращого забезпечення сонячним світлом рядки рекомендується розміщувати паралельно лінії меридіану (північно-південно-му напрямку).

Для садіння живців верби на великих плантаціях в Європі розроблено низку спеціальних машин для вирощування й збирання енергетичної верби. Так, 4-рядкова садильна машина EnergyPlanter датської компанії Egedal поки є єдиною такого типу, що працює в Україні. Важливим є те, що ця садильна машина розрізає вербовий

прут на живці безпосередньо під час садіння та заробляє їх в ґрунт з ущільненням його навколо живця, що забезпечує високий відсоток приживання живців. Продуктивність машини в середньому 2,5 га/год, що дає можливість за світовий день засаджувати живцями верби до 30 га.

Садіння живців проводиться в два строки. Живці, заготовлені в жовтні-листопаді, необхідно висаджувати відразу в ґрунт. Осіння посадка забезпечує приживлюваність на 87–95%, а також продовженість вегетаційного періоду. Живці, заготовлені в січні-березні, будуть висаджуватися в квітні-травні місяці. І, в залежності від строків заготівлі та зберігання, їх приживлюваність становить 75–82%. Тому потрібно проводити насадження вручну. А це призводить до зменшення врожайності й збільшення витрат.

На невеликих ділянках застосовується пристрій для нарізання садильних щілин, у які здійснюється садіння живців верби вручну. Глибина щілин на 2–3 см перевищує глибину садіння живців. Для підсаджування вручну живців, які не прийнялися, застосовується вузький меч Колесо або садильний штир. На місцях, де живці, посаджені восени або навесні не прийнялися, проводиться насадження живців вручну. Після ручного садіння живців та садіння навесні плантацію доцільно прикоткувати для більш щільного приставання ґрунту до живця.

Вибір садильного матеріалу енергетичної верби повинен бути розрахований на максимальний урожай, так як якість живців, пагонів верби тісно пов'язана зі строками укорінення й ростом рослин.

Під час вирощування енергетичної верби важливе значення має догляд за плантаціями, який ґрунтується на застосуванні комплексу агротехнічних і хімічних засобів, що забезпечують надійний контроль за чисельністю бур'янів, шкідників і хвороб та внесенням мінеральних добрив і мікроелементів, аерацією ґрунту та затриманням в ньому вологи.

Догляд за плантаціями енергетичної верби включає наступні технологічні операції:

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

Ранньовесняний суцільний обробіток ґрунту проводиться до проростання живців верби (за осіннього садіння) з метою контролювання чисельності бур'янів та збереження ґрунтової вологи. В основному суцільний обробіток ґрунту (боронування) проводиться при з'явленні бур'янів на плантаціях після ручного садіння верби.

У перший рік догляду за вирощуванням енергетичної верби застосовують ґрунтовий гербіцид СТОМП із нормою внесення 5 л/га. Робочий розчин вноситься до проростання енергетичної верби.

Посходові обприскування доцільно починати при появі бур'янів. Перший обробіток плантацій енергетичної верби проводять у фазі сім'ядолей у бур'янів, застосовуючи гербіцид Пантера 40 із нормою внесення 2 л/га. Цей гербіцид застосовується проти ярих видів дводольних і злакових бур'янів. За появи нової хвилі цих бур'янів проводиться повторний

обробіток гербіцидом Пантера 40 із нормою внесення 2 л/га.

Механізовані роботи після внесення гербіцидів можна проводити лише на четвертий день. Ручні роботи можна починати на восьмий день після обприскування. Технологічну операцію розпушування ґрунту в міжряддях проводять із метою поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту, покращення умов для росту й розвитку рослин верби у ранній період вегетації.

Потребу в розпушуваннях, їх частоту, глибину визначають із урахуванням таких факторів: стану розвитку рослин верби, кількості опадів, щільності ґрунту та наявності бур'янів. Для виконання міжрядного обробітку ґрунту також застосовують удосконалені агрегати на базі КРНВ-5,6-02, ЛСД-3,1, ORTOLANHC-250 (роторий).

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що застосування пестицидів та агротехнічних обробітків ґрунту дозволяє збільшити приріст за висотою кущів на 75%, приріст бічних пагонів — на 47% у порівнянні з варіантом без догляду. Для досягнення позитивних результатів росту в перший рік вирощування верби слід рекомендувати до трьох обробітків.

Для обробітку ґрунту в широких міжряддях між смугами застосовується лушитель ЛСД-3,1, який забезпечує інтенсивне подрібнення (мульчування) бур'янів і рослинних рештків. Глибина обробітку ґрунту — до 15 см. Через певний період із появою бур'янів і ущільненням ґрунту проводиться друге розпушування.

Важливою агротехнологічною операцією при вирощуванні верби є присипання бур'янів у зоні рядків. Присипання бур'янів у зоні рядків починають, коли їх сходи досягнуть до 5 см. Виконують цю технологічну операцію два-три рази переобладнаними захисними дисками або спареними лапами-бритвами з полчками.

Для підвищення продуктивності енергетичної верби необхідно приділити особливу увагу заходам захисту цієї культури від шкідників і хвороб. Енергетичну вербу найбільше пошкоджують жуки та личинки хрущів, листостіди, сльонники, гусениці різних метеликів, попелиці, мухи та інші.

Одним із ефективних способів контролю чисельності цих шкідників є замочування живців у розчині інсектицидів системної дії з різними активними речовинами (імідаклопрід, тіамотоксам) протягом однієї доби (24 години) до їх садіння в ґрунт.

Рослини біоенергетичної верби

можуть уражуватись бурим і чорним цитоспорозом, іржею листків та іншими хворобами. При високому рівні ураження необхідно застосовувати хімічні заходи захисту, що включають використання профілактичних обприскувань фунгіцидами. Обприскування можна проводити як пізньої осені, так і ранньою весною.

Заготівля біомаси на енергетичних плантаціях проводиться після закінчення вегетації з листопада до лютого. Збирання врожаю — через кожні 2–3 роки. Заготівля біомаси проводиться з одночасним подрібненням на тріску або формуванням зі зрізаних пагонів тюків.

#### Висновки.

1. В Україні в останнє десятиріччя значна увага приділяється підвищенню ефективності використання біопалива та біоенергії, що дозволяє зменшити залежність національної економіки від імпорту енергоносіїв, знизити її енергоємність і забезпечити економічний розвиток. Тому актуальною проблемою є розробка ефективних технологічних процесів вирощування енергетичної верби в різних ґрунтово-кліматичних умовах України.

2. Основний обробіток ґрунту — це один із головних технологічних процесів, який є фундаментом технології вирощування енергетичної верби. Застосування напівпарового обробітку ґрунту сприяє більш оперативному виконанню технологічних операцій та здешевленню.

3. В результаті проведених досліджень встановлено, що продуктивність плантацій верби знаходиться в прямолінійній залежності від приживлюваності. Із збільшенням приживлюваності живців від 85 до 100% продуктивність плантацій зростає від 0,16 до 3,4 т/га.

4. Дослідження показують, що осіння посадка (жовтень-листопад) забезпечує приживлюваність на 85–95%, а також продовженість вегетаційного періоду. Вибір садильного матеріалу енергетичної верби має бути розрахований на максимальний урожай, так як якість живців, пагонів верби тісно пов'язана зі строками укорінення й ростом рослин.

5. Застосування агротехнічних і хімічних засобів забезпечують утримання плантацій у чистому стані. Агротехнічні операції (міжрядні рихлення, присипання бур'янів у зоні рядка) та хімічні препарати (гербіциди СТОМП; Пантера 40) сприяють збереженню ґрунтової вологи та значному зменшенню бур'янів.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / За ред. доктора с.-г. наук, член-кор. НААН України Сінченка В. М., Роїк М. В., Гументик М. Я. та ін. — Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. — 340 с.
2. Гументик М. Я. Вирощування і використання органічної сировини для виробництва енергії. Збірник наукових праць ІБКіЦБ. Випуск 14. «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур». — Київ.: 2012 — С. 446–448.
3. Перспективи вирощування енергетичної верби для виробництва твердого біопалива // Роїк М. В., Гументик М. Я., Мамайсур В. В. Біоенергетика № 2, 2013. С. 18–19.
4. Біомаса, як паливна сировина / Г. Г. Гелетуша, М. М. Жовмір, Є. М. Олійник та ін. // Пром. теплотехніка 2011 Т. 33. — № 5. — С. 76–84.
5. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив / Я. Б. Блюм, І. П. Григорюк, К. В. Дмитрук та ін. — К.: Аграр Медіа Груп, 2014—380 с.

## АНОТАЦІЯ

УДК 630.620.952

## УМОВИ, НЕОБХІДНІ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ

Сінченко В. М. — доктор с.-г. наук, член-кореспондент НААН;  
Пиркін В. І. — кандидат економічних наук;  
Гнап І. В. — аспірант ІБКіЦБ;  
Мельничук Г. А. — аспірант ІБКіЦБ  
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна

**Мета.** З урахуванням існуючих у світі технологічних рішень із вирощування енергетичної верби та досвіду, що є в Україні, допомогти виробникам самостійно здійснювати техніко-економічну оцінку запропонованих технологічних операцій, вибір технічних засобів, обрати оптимальні умови вирощування енергетичної верби та найбільш ефективні технологічні процеси. **Методи.** Методи експериментальних досліджень системного аналізу, комп'ютерної обробки й аналізу інформації. **Результати.** Виробництво біомаси енергетичної верби є недержимим і економічно вигідним твердим паливом, на відміну від багатьох інших джерел енергії. Розроблені й удосконалені елементи технології вирощування енергетичної верби адаптовані до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов України, сприяють ефективному виробництву твердого палива. Наведені результати досліджень із вивчення особливостей росту й розвитку та продуктивності енергетичної верби використовуються при застосуванні елементів технології в умовах Центрального Лісостепу України. Слід зазначити, що промислові плантації енергетичної верби можна закладати на малопродуктивних деградованих землях різного механічного складу, в тому числі й на вироблених торфовищах, землях, які потребують рекультиватії для стримування процесів ерозії ґрунтів. **Висновки.** Основний обробіток ґрунту — це один із головних технологічних процесів, який є фундаментом технології вирощування енергетичної верби. Застосування напівпарового обробітку ґрунту сприяє більш оперативному виконанню технологічних операцій та здешевленню. В результаті проведених досліджень встановлено, що продуктивність плантацій верби знаходиться в прямолінійній залежності від приживлюваності. Із збільшенням приживлюваності від 85 до 100% продуктивність плантацій зростає від 0,16 до 3,4 т/га. Дослідження показують, що осіння посадка (жовтень-листопад) забезпечує приживлюваність на 85–95%, а також продовжує вегетаційний період. Вибір садильного матеріалу енергетичної верби має бути розрахований на максимальний урожай, так як якість живців, пагонів верби тісно пов'язана із строками укорінення й ростом рослин.

**Ключові слова:** енергетична верба, біосировина, живці, садіння пагонів, продуктивність, міжрядні розпушування, присипання бур'янів.

## АНОТАЦІЯ

УДК 630.620.952

## УСЛОВИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ИВЫ

Синченко В. Н. — доктор с.-х. наук, член-корреспондент НААН;  
Пиркин В. И. — кандидат экономических наук;  
Гнап И. В. — аспирант ИБКисС;  
Мельничук Г. А. — аспирант ИБКисС  
Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина

**Цель.** С учетом существующих в мире технологических решений по выращиванию энергетической ивы, а также опыта, имеющегося в Украине, помочь производителям самостоятельно осуществ-

лять технико-экономическую оценку предложенных технологических операций, выбор технических средств, выбор оптимальных условий выращивания энергетической ивы и наиболее эффективных технологических процессов. **Результаты.** Производство биомассы из энергетической ивы является дешевым и экономически выгодным твердым топливом в отличие от многих других источников энергии. Поэтому эта проблема является актуальной. Разработаны и усовершенствованы элементы технологии выращивания энергетической ивы, адаптированной к разным почвенно-климатическим условиям Украины, способствуют эффективному производству твердого топлива. Приведенные результаты исследований по изучению особенностей роста, развития и продуктивности энергетической ивы применяются при использовании элементов технологии в условиях Центральной Лесостепи Украины. Следует отметить, что промышленные плантации энергетической ивы можно закладывать на малопродуктивных деградированных землях различного механического состава, в том числе и на выработанных торфяниках, землях, которые нуждаются в рекультивации для предотвращения процессов эрозии почв. **Выводы.** Основная обработка почвы — один из главных технологических процессов, который является фундаментом технологии выращивания энергетической ивы. Применение полупаровой обработки почвы способствует более оперативному выполнению технологических операций и удешевлению. В результате проведенных исследований установлено, что продуктивность плантации ивы находится в прямой зависимости от приживаемости. С увеличением приживаемости черенков от 85 до 100% продуктивность ивы увеличивается от 0,16 до 3,4 т/га. Исследования показывают, что осенняя посадка (октябрь-ноябрь) обеспечивает приживаемость черенков на 85–90%, а также продление вегетационного периода. Выбор посадочного материала энергетической ивы должен быть рассчитан на максимальный урожай, так как качество черенков, побегов ивы тесно связано со сроками укоренения и ростом растений.

**Ключевые слова:** энергетическая ива, биосырьё, черенки, посадка пагонов, продуктивность, междурядные рыхления, присыпание сорняков.

## ABSTRACT

UDC630.620.952

## CONDITIONS FOR GROWING ENERGY WILLOW

Sinchenko, V.M. — Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the NAS of Ukraine;

Pyrkin, V.I. — Candidate of Economic Sciences;

Gnap, I.V. — postgraduate student of IBC&SB;

Melnichuk, G.A. — postgraduate student of IBC&SB

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine, 25 Klinichna Str., Kyiv, 03110, Ukraine

**Purpose.** To assist producers with independently carrying out feasibility studies of the proposed technological operations, taking decisions the technical facilities, optimal conditions for the growing willow and the most effective technological processes taking into account the existing in the world technological approaches to growing energy willow and Ukrainian experience. **Methods.** Experimental study of system analysis, computer processing, and data analysis. **Results.** Biomass of energy willow may be used to produce inexpensive and cost-effective solid fuel, unlike many other energy sources. The developed and improved elements of the technology of growing willow are adapted to the various soil and climatic conditions of Ukraine; they promote the efficient production of solid fuels. The results of research on the peculiarities of the growth, development, and productivity of energy willow are given including the elements of technology under the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine. It should be noted that industrial plantations of energy willow can be established on unproductive degraded lands of different mechanical composition, including on depleted peatlands and lands requiring reclamation to restrain soil erosion processes. **Conclusions.** The primary tillage is one of the main technological processes and a foundation of the growing willow. Semi-fallow soil cultivation helps to speed up the implementation of technological operations and reduce costs. It was found that the productivity of willow plantations linearly depends on the survival rate. With an increase in survival from 85 to 100% the productivity of plantations increases from 0.16 to 3.4 t/ha. The research shows that planting in autumn (October-November) provides 85–95% survival rate and extending of growing season. The choice of the seedling material of the energy willow should be calculated at the maximum yield, as the quality of cuttings, willow shoots is closely related to the rooting period duration and plant growth.

**Key words:** energy willow, bioresources, cuttings, shoots, productivity, inter-row hoeing, earthing up weeds.