

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І
ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

**ЕНЕРГЕТИЧНА ВЕРБА:
ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ
ТА ВИКОРИСТАННЯ**

*під загальною редакцією
доктора сільськогосподарських наук В.М. Сінченка*

Київ – 2015

УДК 582.623.2:620.592
ББК 43.822.4
Е 62

*Видається за рішенням Вченої ради Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків
НААН України, протокол № 8 від 18.05.2015 р.*

Авторський колектив:

М.В. Роїк, В.М. Сінченко, Я.Д. Фучило, В.І. Пиркін, О.М. Ганженко, М.Я. Гументик, І.В. Гнап, Н.В. Заїменко, Д.Б. Рахметов, В.Л. Курило, В.А. Фурман, Я.П. Макух, В.В. Іваніна, І.Т. Слюсар, С.М. Каленська, В.Т. Саблук, О.М. Грищенко, О.В. Балагура, М.В. Бузинний, О.В. Мороз, М.О. Вакуленко, Г.С. Гончаренко, С.П. Танчик, А.І. Бабенко, С.О. Ременюк, В.С. Бондар, А.В. Фурса, С.Д. Орлов, Л.І. Сторожик, П.Ю. Зиков, В.І. Гореленко, С.М. Мандровська, В.П. Москаленко, Л.Н. Гізбулліна, Г.А. Мельничук

Рецензенти:

Б.Я. Панасюк – доктор економічних наук, професор, академік НААН України, головний науковий співробітник лабораторії економіки Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

Е.Р. Ермантраут – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач лабораторією математичних методів досліджень Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

Е 62 Енергетична верба: технологія вирощування та використання. Під загальною редакцією доктора сільськогосподарських наук В.М. Сінченка. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015.- 340 с.

ISBN 978-966-924-087-3

На основі комплексних наукових досліджень з урахуванням біологічних, агротехнічних, технологічних та економічних особливостей розроблені елементи технології вирощування енергетичної верби в умовах різних агрокліматичних зон України. В результаті вперше розроблена технологія вирощування енергетичної верби, яка забезпечує урожайність біосировини 30-50 т/га та її використання. Детально розглядаються агротехнічні вимоги до виконання технологічних операцій, обґрунтована економічна ефективність технології вирощування енергетичної верби та використання біосировини на тверде біопаливо.

Монографія розрахована на науковців, керівників і спеціалістів з біоенергетики, бізнесменів, аспірантів та студентів сільськогосподарських навчальних закладів.

**УДК 582.623.2:620.592
ББК 43.822.4**

ISBN 978-966-924-087-3

© Інститут біоенергетичних культур і
цукрових буряків НААН України, 2015

ПЕРЕДМОВА

З початком нового століття людство активно здійснює пошук заміни традиційних енергоносіїв відновлювальними джерелами енергії. Така необхідність в значній мірі обумовлюється виснаженням світових запасів вуглеводнів, порушенням природного балансу екосистем, глобальними екологічними проблемами, зокрема зростанням в атмосфері концентрації парникових газів, що призводить до частих природних катаклізмів і різкої зміни погоди на земній поверхні. Тому все актуальнішим стає розвиток такої нової галузі науки, як біоенергетика, яка може стати важливим елементом зменшення дефіциту на викопну вуглеводневу сировину та основою сталого забезпечення держави біоресурсами та її енергобезпеки.

За оцінками світових експертів до 2050 року споживання енергії в світі зросте більш ніж у 2 рази. При цьому майже 40% енергетичних потреб буде покриватися за рахунок відновлювальних джерел енергії, у тому числі близько 30% - за рахунок біоенергетики, яка в свою чергу має базуватися на біомасі цілого ряду високопродуктивних біоенергетичних культур. Серед широкого спектру перспективних культур для біоенергетики особливу увагу в світі, у тому числі і в Україні, приділяють такій культурі, як енергетична верба.

Промислові плантації енергетичної верби можна закладати на малопродуктивних деградованих землях різного механічного складу, в тому числі і на вироблених торфовищах, землях, які потребують рекультивації для стримання процесів ерозії ґрунтів. В цілому без шкоди для вирощування основних сільськогосподарських культур потенційні площі для посадок енергетичної верби в Україні можуть, в найближчий час, становити 400 – 500 тис. га. У масштабах країни це може забезпечити отримання 4-6 млн т сухої біомаси, що становитиме від 8 до 10 млн тонн умовного палива. Середньорічний

урожай біомаси біоенергетичної верби в різних регіонах може досягати 10-15 т сухої речовини з гектара. Технології енергетичного використання біомаси мають, поряд з економічним та екологічним важливий соціальний аспект, оскільки це значний потенціал для створення нових робочих місць і більш доступна та дешева біоенергетика в сільській місцевості. Науковці доводять, що в середньому 1 МВт встановленої потужності сприяє створенню одного робочого місця.

Мета даного видання полягає в тому, щоб порівняти існуючі в світі технологічні рішення та на існуючому досвіді, що є в Україні, допомогти виробникам самостійно здійснити техніко-економічну оцінку запропонованих технологічних операцій і вибір технічних засобів, обрати оптимальні умови вирощування і найбільш ефективні технологічні процеси, адаптовані до тієї чи іншої ґрунтово-кліматичної зони України. При цьому, повинна бути здійснена попередня технічна, технологічна, економічна оцінка енергетичних, екологічних переваг та недоліків запропонованих технологій вирощування та переробки сировини енергетичної верби на біопаливо.

Дане видання буде корисним як для сільськогосподарських виробників і переробників біосировини, так і студентів, аспірантів та науковців, які в процесі застосування запропонованої технології внесуть свої суттєві удосконалення і доведуть їх до більш ефективного рівня.



Іващенко Олександр Олексійович,
доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік НААН України

ВСТУП

Розвиток світової цивілізації тісно пов'язаний з енергетичними ресурсами, що суттєво впливають на незалежну політику країни.

Враховуючи сучасну енергетичну кризу, породжену нестачею викопних видів палива, все більше актуальним стає питання використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) та сталого розвитку економіки. Вдосконалення існуючих засад використання природно-ресурсного потенціалу, обґрунтування шляхів ефективного використання його резервів сприяють розв'язанню енергетичних проблем.

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.

Доля впровадження біоенергії у розвинутих країнах неоднакова. Більшість країн тільки починають використовувати свій ресурсний потенціал, у той час як інші європейські країни, такі як Швеція, Данія, Фінляндія, Норвегія вже створили високотехнологічний промисловий сектор біоенергетики і в значній мірі задіяли його. Зокрема, на основі біомаси створено ефективні системи виробництва комбінованої теплової енергії. Нові держави-учасники ЄС, наприклад, Молдова, Румунія, Болгарія, Польща, країни Балтії, та Україна володіють значними сировинними запасами, однак цей потенціал залишається значною мірою невикористаним або використовується неефективно через відсутність інвестицій у сучасні технології вирощування та переробка біомаси.

За останні роки в Україні відбуваються позитивні зміни в енергетичній політиці, спрямовані на просування біомаси в якості палива, що сприяє усвідомлення технічної раціональності спалювання біомаси у вигляді паливної тріски, пелет та гранул.

Відбувається становлення внутрішнього ринку твердих видів біопалива, що створює потребу у якісній сировині для їх виготовлення.

Науковими закладами, спеціалістами, вченими здійснено ряд досліджень з метою створення високопродуктивних енергетичних плантацій біоенергетичних культур. Особливо високу продуктивність біомаси для виробництва біопалива забезпечують нові сорти та гібриди енергетичної верби, які за врожайністю сухої біомаси, ефективністю акумуляції сонячної енергії та екологічністю технологій вирощування значно переважають існуючі вітчизняні види. З перспективними високопродуктивними сортами та гібридами проводиться робота з інтродукції і впровадження їх у виробництво. Поряд з тим вони потребують певних досліджень, особливо стосовно різних ґрунтово-кліматичних зон України.

З огляду пріоритетності біоенергетики науковцями Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України розроблено ефективні елементи технології вирощування і переробки сировини енергетичної верби. Даною працею рекомендується для впровадження науково-обґрунтовані прийоми підготовки ґрунту, садіння живців, догляду за рослинами та вивчено вплив даних факторів на формування продуктивності та якості біомаси.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОХТОННИХ ВЕРБ

1.1. Історія вирощування верб

Спонтанне вирощування верб мало місце з давніх-давен, проте перші масштабні насадження цієї культури, відомі з історичних джерел, були проведені у Нідерландах для створення і одночасного закріплення дамб, які до сьогодні захищають земельні угіддя цієї країни від Північного моря. Здавна вирощують вербу в Данії, де перші значні за площею штучні насадження верби відносяться до часів правління короля Крістіана V (1670-1690 рр.). У подальшому плантаційним вирощуванням верб (в основному чагарникових) стали займатись практично по всій західній Європі. Пік цієї діяльності припадає на кінець XIX – початок XX сторіччя, коли в моді були найрізноманітніші вироби з вербового пруту. Особливо великого розмаху набрало плантаційне вирощування вербового пруту в Німеччині (110 тис. га).

Площа плантацій верби в Російській імперії на той час становила лише 33-55 га, що пов'язано з наявністю великої кількості природних вербових заростей. У XVIII сторіччі в Росії мали місце окремі спроби культивування верб, наприклад для виготовлення дуг до гужового транспорту.

Вперше масова зацікавленість до вирощування вербового прута з'являється у 80-х роках XIX сторіччя на практично безлісому півдні України (Одеська та Херсонська області). Це пояснювалось модою на галантерейні вироби та меблі з лози, що охопила в той час усі країни Європи. У 1882 році в Одесі вже існувало 6 майстерень з плетіння галантерейних виробів з лози. Очищений прут та стрічки з нього одержували з-за кордону – з Баварії, Ганноверу. Стає цілком зрозумілим інтерес до культивування лози саме в прилеглих до Одеси районах, адже місцева сировина, через малі витрати на транспортування, була значно дешевшою. Тому перші наукові роботи

в колишній Російській імперії, присвячені вирощуванню верб для заготівлі прута, були опубліковані саме в Одесі на початку XX сторіччя.

Перші роботи з культивування верби в умовах півдня України – це здебільшого переклади порад відомих на той час німецьких дослідників, таких як Гоше, Шредер, Крає, Шульце, Дохналь, Брінкмайер та інших з деяким критичним аналізом та поправкою на різницю в ґрунтово-кліматичних умовах. На початку 30-х років минулого сторіччя почали видаватись монографії з цієї проблеми, складені науковими дослідниками. На той час площі плантацій верби в Україні зросли майже до 1 тис. га.

Проблемою вирощування верби займались такі вчені, як: І.Р. Морозов, Л.Ф. Правдін, В.Н. Сукачов, Г.Н. Субоч, Г.Й. Анциферов, І.Д. Гусейнов, А.Б. Долуханов, К.Ш. Шамсієв, В.І. Саутін, В.І. Парфьонов та І.Ф. Мазан. У Болгарії вирощування верби досліджували Ц. Цанов та інш.; в Угорщині – К. Томпа; у Польщі – Р. Доманський, С. Ежевський, А. Кавецька. Окремими аспектами культивування верб займалися також чеські та словацькі дослідники.

В останні десятиріччя гостро постала проблема екології, з'явилися дослідження пов'язані з використанням верби для заліснення відвалів, техногенних пісків, околиць хімічних підприємств, що піддаються впливу шкідливих викидів, стоків і т.д. Фінські вчені вивчають можливості підживлювати плантації верби промисловими стоками.

Загострення світової енергетичної кризи змусило більшість цих країн розробити спеціальні національні енергетичні програми, направлені на скорочення споживання викопних енергоносіїв і заміну їх іншими джерелами енергії, зокрема біомасою швидкоростучих порід дерев. За глибокої хімічної переробки з деревної біомаси можна також виготовляти паливо для двигунів внутрішнього згоряння. Одержання достатньої кількості деревини повинні забезпечити спеціальні енергетичні плантації, на яких окрім тополі, вільхи та

акації, широко використовуються і верби. Проведенню масових робіт із закладання енергетичних плантацій передують наукові дослідження, в яких вивчається в основному можливість успішного їх створення на малопродуктивних землях. Так, фінські дослідники розробляють технологію створення вербових плантацій на вироблених торфовищах і на землях, що вийшли з під сільськогосподарського користування. У Швеції вивчається можливість створення подібних насаджень на підсушених сфагнових болотах, а також вплив добрив та мікоризи на приживання і ріст живців чагарникових верб. Питання створення та використання плантацій швидкоростучих порід зацікавили і німецьких вчених, деякі з них вважають за доцільне, у зв'язку з перевиробництвом продукції сільського господарства, вивільнити для закладання енергетичних плантацій 20 % оброблюваних земель. Британські дослідники вивчають проблему оптимального удобрення плантацій верб.

Північноамериканські вчені у 1980 році пропонували для створення енергетичних плантацій в штаті Міннесота використати 2 млн. га торфовищ і доводили, що за рахунок деревної біомаси можна на 78 % задовольнити існуючу на той час потребу в енергії цього штату. Найефективнішим способом розмноження верби рекомендовано безпосереднє садження мікропагонів (живців) в удобрений субстрат. Вивчався також можливий вихід біомаси для деяких чагарникових верб Північної Америки.

Українські вчені вивчали культивування чагарникових верб. Питання селекції верб для одержання нових гібридних форм вивчали І.Д. Василенко та Н.В. Старова. Дослідження з технологій вирощування верби проводились в Українському науково-дослідному і конструкторсько-технологічному інституті місцевої промисловості. Проблемами вирощування плантацій верби в умовах долини Середнього Дністра тривалий час займалися працівники Вінницької лісової дослідної станції. Схожі дослідження проводились у Ново-Ушицькому лісгоспі об'єднання Хмельницького обласного

управління лісового і мисливського господарства, де впродовж 1988-1992 років створено маточну плантацію із 23-х різновидів верб на площі 2,3 га та промислові плантації на площі 14 га. Серед лісогосподарських підприємств варто також відзначити підприємство «Тур» (Волинська область), в якому для забезпечення виробництва було створено плантацію верби площею 35 га.

З розвитком зеленої енергетики площі біоенергетичних рослин в європейських країнах стрімко зростають (рис. 1.1). Лідерами є Швеція (20 тис. га верби і 550 га тополі), Польща (9 тис. га верби і 300 га тополі), Данія (5,7 тис. га верби і 2,8 тис. га тополі) та Україна (близько 2 тис. га верби і 300 га тополі).

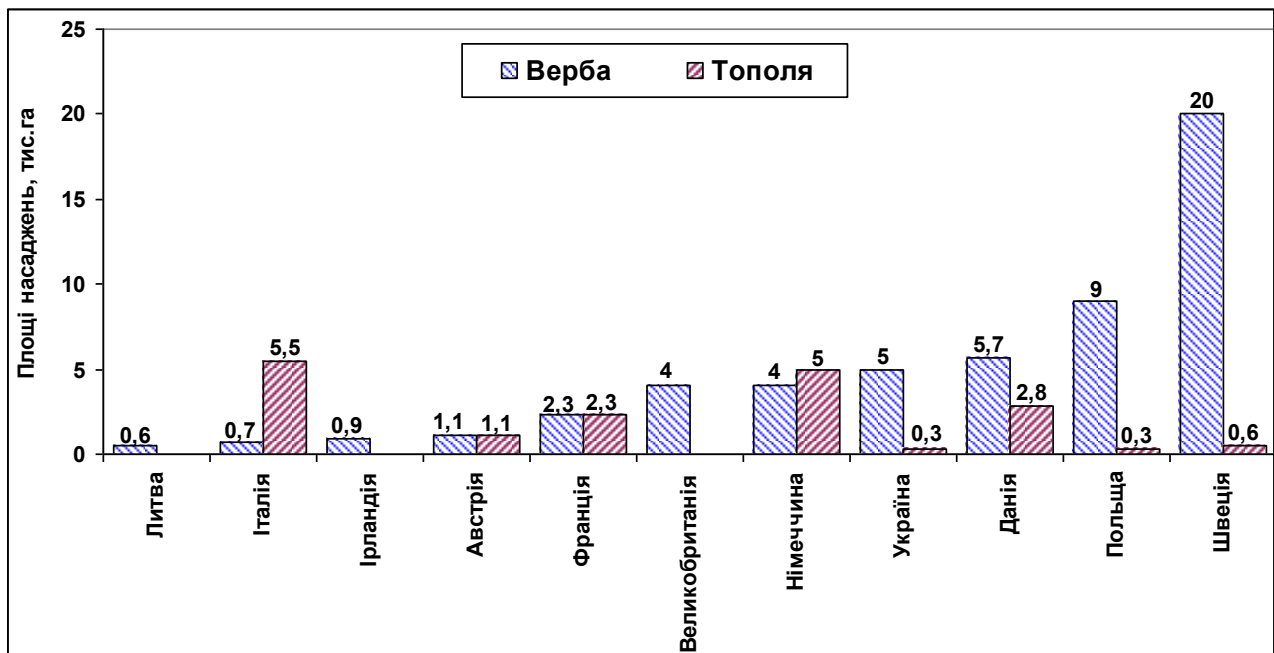


Рис. 1.1. Площа плантацій енергетичної верби та тополі в європейських країнах

Відсутність у достатній кількості власних енергоносіїв та високі ціни на їх імпорт створюють в Україні сприятливі економічні передумови до розширення площ біоенергетичних рослин, серед яких верба займає ключове місце. Крім того, збільшення площ плантацій енергетичної верби позитивно вплине на рівень залісненості територій. Ліси України є найпотужнішим з факторів, що

стабілізують на певному рівні функціональну організацію природних екосистем, посилюють їхню стійкість до антропогенного впливу і змін клімату. Ліси також мають важливе значення для запобігання ерозії ґрунтів і деградації ґрунтового покриву.

Середня залісненість території України становить 15,6%, що є одним з найнижчих показників серед країн Європи (рис. 1.2). У середньому в світі лісистість досягає 29%, а в Європі перевищує 41% (табл. 1.1). Наші найближчі сусіди – Польща, Болгарія, Чехія наближаються до оптимального рівня лісистості – понад 30%. Порівняно з середньоєвропейськими показниками в нашій державі рівень лісозабезпечення є одним з найнижчих – на одного мешканця припадає близько 0,2 га лісів. Україна, поряд з Великобританією, Нідерландами, Іспанією, Італією відноситься до лісодефіцитних країн, тому її політика у цій сфері спрямована, головним чином, на відновлення лісових ресурсів.

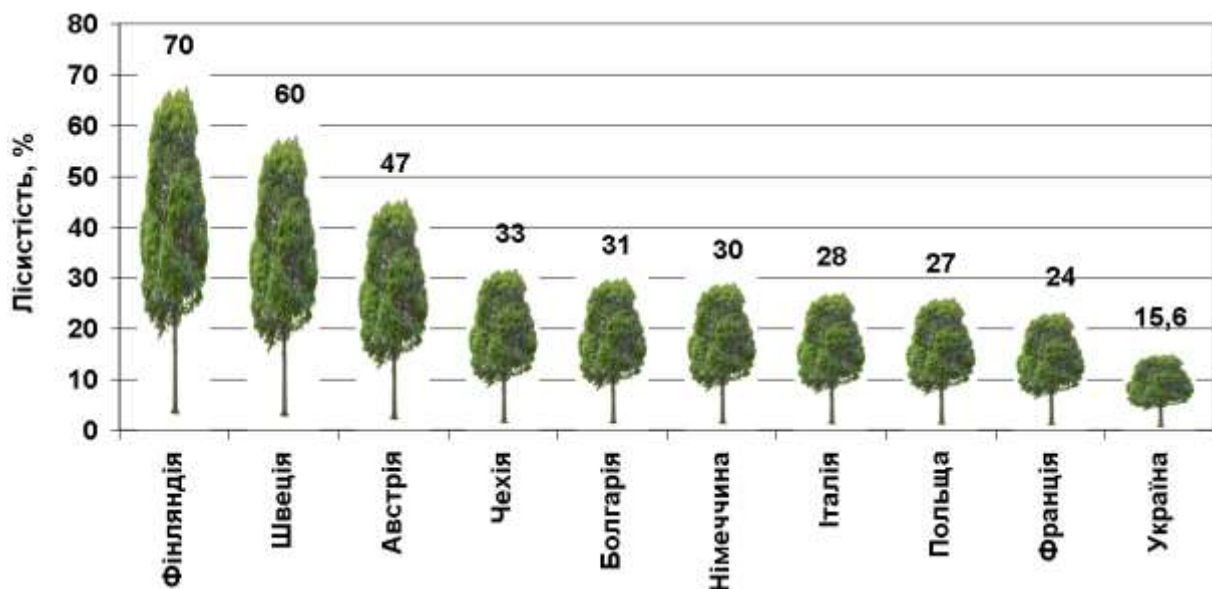


Рис. 1.2. Частка лісів у структурі земельних угідь

Законом України “Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі на 2000-2015 рр.” передбачено створення нових лісів на площі 1,7 млн. га за рахунок заліснення неугідь і малопродуктивних сільськогосподарських земель та створення полезахисних лісосмуг. Потенційними для заліснення

передусім є непридатні для сільськогосподарського використання землі, яких у структурі земельних угідь України за даними академіка Сайка В.Ф. є до 8 млн га. Частину цих земель (до 25%) можна використати для вирощування багаторічних біоенергетичних культур.

Таблиця 1.1

Показники лісозабезпеченості в Європі

Регіон	Загальна площа, тис. га	Площа лісів, тис. га	Лісистість, %	Площа лісів на 1 мешканця, га
Уся Європа	2260128	933326	41,3	1,3
Північна Європа	112329	52538	46,8	2,8
Західна Європа	245569	59479	24,2	0,2
Східна Європа	1902230	821309	43,2	2,4
Україна	60363	9400	15,6	0,2

Закладання плантацій деревних енергетичних рослин (верба, тополя та інші) планується в майбутньому на площі 1,5 млн га.

Верба є високопродуктивною енергетичною рослиною, індустріальне вирощування якої дозволить забезпечити достатню кількість сировини необхідної якості для виробництва різних видів біопалива, зменшити залежність України від імпорту викопних енергоносіїв, створити нові робочі місця переважно у сільській місцевості, а також покращити екологічний стан довкілля.

1.2. Роль відновлювальних джерел енергії в екологічних аспектах зміни клімату планети

Концепція сталого розвитку, розроблена європейськими країнами, передбачає раціональне використання природних ресурсів (Директива 28/2009/ЄС). Особливої актуальності це питання набуло для України і для інших держав, які зіткнулися з проблемами забезпечення енергоресурсами. Причиною такого стану є вичерпність

природних ресурсів, зокрема газу, нафти, вугілля. Для вирішення цієї проблеми активно впроваджується і розвивається біоенергетика, яка крім отриманої енергії призводить до зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Масштабне використання природних енергетичних ресурсів для виробництва енергії на теплових електричних станціях призводить до значного забруднення природного навколишнього середовища такими шкідливими викидами в атмосферу, як диоксид вуглецю (CO_2), оксиди сірки (SO_2), азоту (NO_2) та ін. Теплове випромінювання сонця нагріває атмосферу і поверхню Землі. В атмосфері є так звані парникові гази, які відбивають теплове випромінювання Землі назад до її поверхні. Цей процес, який називають парниковим ефектом, є необхідною умовою життя на Землі. Без парникових газів середня температура її атмосфери була б близько -21°C замість 15°C . Парниковий ефект є природним і необхідним явищем, завдяки якому на Землі зберігається прийнятна для підтримки життя температура. Більшість природних парникових газів складається з вуглекислого газу (CO_2) і водяної пари. Парникові гази розрізняються за ступенем інтенсивності впливу на навколишнє середовище.

Встановлено, що надмірна кількість CO_2 в атмосфері призводить до порушення рівноваги між парниковими газами. У результаті виникає ситуація, за якої парникові гази починають повертати більше теплового випромінювання до поверхні Землі, що призводить до поступового підвищення середньої температури і зміни клімату. Встановлено, що в результаті життєдіяльності людства кількість CO_2 в атмосфері зросла на 29 %, а кількість метану (CH_4) збільшилася більш ніж у два рази (Lammi et al. 2000).

Проблема підвищення концентрації парникових газів у атмосфері Землі напряду пов'язана з активною господарською діяльністю людини. Доказом цього є той факт, що концентрація вуглекислого газу в атмосфері за останні 200 років почала стрімко зростати (рис. 1.3). Це пов'язано з початком індустріальної ери в розвитку людства. Востаннє в історії Землі сучасна концентрація CO_2

в атмосфері (387 мільйонні долі) була 15 мільйонів років тому. Тоді клімат Землі був теплішим на 3-6 градуси, рівень моря був вищим на 25-40 метрів, а північної полярної крижаної шапки і Гренландського льодовика взагалі не існувало.

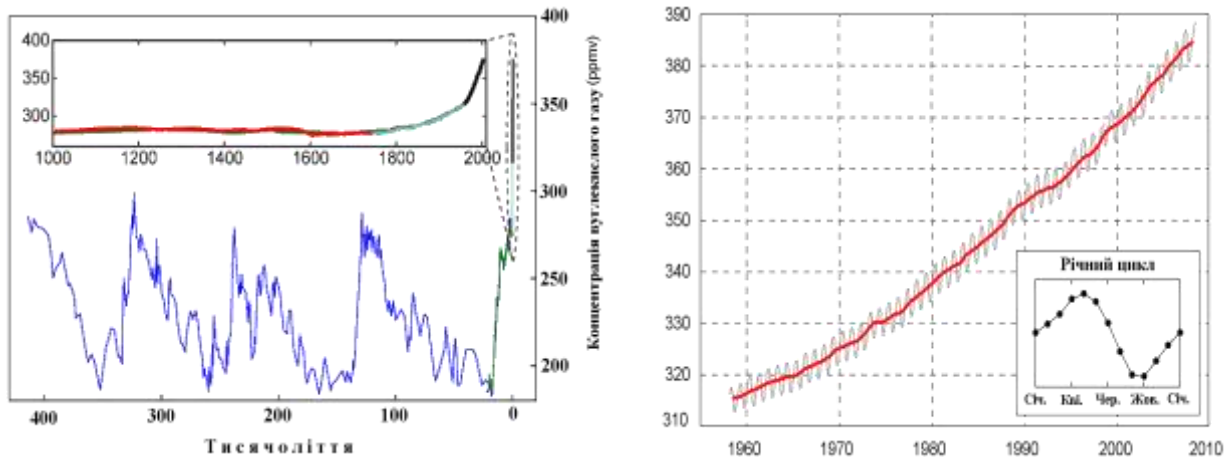


Рис. 1.3. Динаміка концентрації вуглекислого газу в атмосфері

Спалюючи накопиченні впродовж мільйонів років викопні вуглеводні (нафту, вугілля, природний газ) ми повертаємо баланс газів у атмосфері до того доісторичного рівня.

Більше половини викидів CO_2 , що утворилися за спалювання викопного палива, не поглинається біосферою і поверхнею океану, а накопичується в атмосфері. Зростання концентрації CO_2 становить 47 ppm / рік.

У такому випадку, навіть за помірного зростання світової економіки (що не перевищує 2% на рік), концентрація CO_2 в атмосфері до 2050 р. перевищить 500 ppm. Для припинення росту концентрації CO_2 в атмосфері необхідно в найближчі 10-20 років знизити його викиди в 3 рази порівняно з рівнем викидів 1990 року.

Найбільш значним джерелом викидів парникових газів є спалювання викопного палива. За спалювання викопного палива, тобто нафти, вугілля і природного газу, виділяється вуглець, який протягом тривалого часу перебував під землею. До інших джерел викидів відносять лісові пожежі, виробничі процеси, звалища,

сільськогосподарську діяльність тощо. Збільшення кількості вуглецю в атмосфері призводить до незворотних змін у вмісті в атмосфері вуглекислого газу. За існуючими оцінками на частку вуглекислого газу припадає 66% глобального потепління. У глобальному масштабі приблизно 75% викидів двоокису вуглецю припадає на виробництво енергії і транспортні засоби та на 20% загальний вміст вуглекислого газу збільшується в результаті знищення лісів.

Промислово розвинені країни можуть зменшити рівень викидів CO_2 за допомогою підвищення ефективності енергоспоживання, заміщення при виробництві енергії викопного палива відновлюваними джерелами енергії.

Швидкий розвиток промисловості призводить до все більшого забруднення навколишнього середовища важкими металами, кадмієм (Cd), цинком (Zn), міддю (Cu), хромом (Cr) та токсинами. У результаті Чорнобильської катастрофи в Україні радіаційному зараженню піддалося близько 2 млн га земель, з яких більше половини припадає на сільськогосподарські угіддя.

На забруднених територіях неможливо вирощувати культури харчового та кормового призначення. Ці території потребують рекультивації, в чому може допомогти вирощування рослин для промислових або енергетичних цілей. Такий спосіб рекультивації призведе до систематичного зниження рівня забруднення території. У світовому масштабі головним абсорбентом CO_2 та радіонуклідів виступають багаторічні рослини. Вирощування біоенергетичних культур, які інтенсивно зв'язують вуглекислий газ і дають високу врожайність біомаси для енергетичних цілей, дозволить значно зменшити кількість CO_2 .

Раціональними напрямками зниження викидів CO_2 , підвищення екологічної безпеки для виробництва енергії є:

- підвищення ефективності використання органічного палива;
- активне впровадження енергозберігаючих технологій;
- використання біомаси як енергетичного палива.

При цьому використання біомаси є одним з радикальних шляхів вирішення проблеми зниження викидів парникових газів (CO_2) в паливних установках, а також зниження викидів інших шкідливих інгредієнтів:

- біоенергетичні культури становлять основний склад біомаси, самі поглинають викиди CO_2 , тобто в них відбувається рециркуляція: скільки CO_2 поглинається, стільки ж і виділяється за спалювання і при цьому не збільшується його вміст в атмосфері;

- в біомасі практично немає сірки, малий вміст азоту і золи.

Особливої уваги в екологічному плані приділяється викидам в атмосферу таких забруднень як SO_2 , NO_2 , зольних частинок і важких металів. Розроблені норми для регламентування викидів важких металів, що потребують нових витрат для їх дотримання. При цьому буде здійснено перехід на обмеження викидів мікрочастинок (2,5 мікрона і менше), тому що в них значний вміст шкідливих важких металів (ртуті та ін.). Ці норми потребують значно досконаліших і більш дорогих способів очищення газу.

У цілому в наш час зміни клімату перевищують адаптаційну здатність багатьох екосистем. Важко передбачити напрями зміни кліматичних умов, тому можливо нашому поколінню доведеться зіткнутися з неприємними сюрпризами. Взаємодія різних факторів і механізмів зворотного зв'язку може призвести до того, що зміни будуть відбуватися швидшими темпами, ніж прогнозувалося раніше. Крайнім і найбільш загрозливим викликом можливого впливу потепління включають явища збільшення викидів метану в результаті танення шару вічної мерзлоти, зміна здатності океанів пов'язувати вуглець і підвищення числа лісових пожеж. У цілому зміна клімату може вплинути на:

- підвищення рівня моря, що призведе до затоплення багатьох островних держав та прибережних районів;
- скорочення природного біорізноманіття;
- зменшення сільськогосподарських угідь у багатьох регіонах;
- посилення екстремальних погодних явищ, таких як повені,

посухи, смерчі й урагани.

Зміна клімату призведе до скорочення виробництва продуктів харчування і кількості прісної води в багатьох регіонах. Викликане підвищенням температури випаровування води спричиняє збільшення кількості опадів і більш тривалі періоди посухи в багатьох посушливих регіонах.

Дані вимірювань, отримані за допомогою супутників, температура глибинних шарів води в океані, зменшення льодовиків, танення айсбергів і шару вічної мерзлоти в Алясці і інших північних районах тундри, збільшення хмарності та підвищення нічної температури, ранній початок фотосинтезу рослин у Північній півкулі, "переміщення" рослин на великі висоти в Швейцарських і Австрійських Альпах і зміна шляхів міграції різних видів тварин є наочними доказами глобального потепління (Lammi et al. 2000).

Біопаливо характеризується більш високими питомими викидами двоокису вуглецю в порівнянні з викопними видами палива, які мають високу частку водню в енергетичному змісті палива. Однак біопаливо не збільшує вмісту CO₂ в атмосфері. Зелені рослини, такі як дерева, використовують вуглець для створення нової біомаси в процесі фотосинтезу. Деякий внесок у викиди CO₂ вносять тільки машини і обладнання, що використовуються під час вирощування та збиранні біомаси.

Крім технічних заходів у боротьбі зі зміною клімату, також можливо використовувати ряд фінансових заходів, таких як:

- цільове оподаткування, яке застосовується у відношенні викидів CO₂, може знизити рівень викидів CO₂;
- надання державних субсидій, надання підтримки та розробка законодавства в сфері використання відновлюваних джерел енергії;
- комплексне планування в сфері енергетики, що передбачає субсидування проектів енергозбереження та виробництва енергії;
- встановлення загальнодержавних цільових показників рівня викидів для різних галузей і компаній з накладенням санкцій у разі їх порушення.

Слід також зазначити, що поновлювані джерела енергії, у тому числі рослинна біомаса, відіграють або можуть відігравати визначальну роль у зниженні рівня викидів. Енергетичні плантації можуть стати ефективним чинником у боротьбі із загрозою глобальної зміни клімату.

1.3. Використання біомаси в паливо-енергетичній галузі

Біомаса складається з органічних твердих речовин рослинного походження, таких як чагарники, дерева, злакові високопродуктивні культури. Біомаса, яка акумулює в собі сонячну енергію у формі вуглеводів рослинного походження, служить вихідною сировиною для вироблення біопалива в твердому, рідкому і газоподібному вигляді. Залежно від технології переробки біомасу вважаються одним з найбільш чистих видів палива в багатьох країнах світу і розглядають як перспективне джерело енергії. Поряд з економічною доцільністю використання біомаси зберігаються природні ресурси, кардинально вирішується проблема викидів парникового газу CO_2 , зменшується забруднення атмосфери викидами SO_2 , NO_2 .

Лігноцелюозна біомаса є найбільш поширеним матеріалом у світі, її спектр є дуже широким – від різного виду сільськогосподарських відходів до спеціально вирощеної біомаси на основі високопродуктивних деревних та злакових культур. Лігноцелюозна сировина складається в основному з вуглеводних полімерів целюлози, геміцелюлози та фенольних – лігніну. В складі біомаси в низьких концентраціях також присутні деякі інші сполуки, такі як білки, кислоти, солі та мінерали. Енергія біомаси має суттєві переваги порівняно з викопними видами палива і рядом інших джерел енергії, забезпечуючи енергопостачання, підвищення рівня життя, підвищення добробуту та зниження рівня бідності.

Енергетичні системи на основі біомаси сприяють сталому розвитку та охороні навколишнього середовища і отримують все більшого визнання в усьому світі. Серед основних причин подібної

уваги варто відзначити вичерпність викопних видів палива. Формування викопного палива відбувалося в ході геологічних процесів глибоко під землею протягом мільйонів років. Хоча викопне паливо також має рослинне походження, його не можна віднести до поновлюваних джерел енергії через повільний процес утворення такого палива. Неминучим є вичерпаність запасів викопного палива, особливо запасів нафти та газу. Освоєння нових родовищ в даний час є надзвичайно складним через відсутність необхідних для видобутку корисних копалин технологій у зв'язку з тим, що вони залягають на великій глибині, що потребує більше ресурсів та капіталовкладень (VTT Energia 1999).

Біомаса є найбільш важливим відновлюваним джерелом енергії в Європі і відіграє важливу роль в економіці північноєвропейських країн. У Фінляндії, Швеції та Австрії більше 12% споживання становить біоенергія і особливо енергія, що отримується з біомаси.

Заміщення викопних видів палива біомасою знижує рівень шкідливих викидів у процесі виробництва енергії і справляє позитивний вплив на рівень зайнятості місцевого населення. Необхідною умовою збільшення використання біомаси в країнах, що запроваджують нові технології вирощування біомаси енергетичних культур, є побудова повного виробничо-збутового циклу від виробництва і розподілу палива до виробництва і розподілу енергії.

На даний час у світі кількість споживаної енергії з відновлюваних джерел на основі біопалива складає близько 15% порівняно з іншими видами енергії. В окремих європейських країнах внесок біопалива в загальному споживанні первинних енергоносіїв становить значну частку: в Данії – 8%, Швеції – 19%, Фінляндії – 22%, незважаючи на те, що вони мають значні запаси викопних вуглеводнів. За існуючими оцінками в Україні частка ВДЕ не перевищує 2,7% від обсягів виробленої енергії. В Енергетичній стратегії України до 2030 р. передбачається її збільшення до 10 %. В основі пріоритетів оновленої стратегії є:

- раціональне використання і зниження темпів зростання

споживання наявних ресурсів викопного палива та залучення в паливно-енергетичний баланс відновлювальних джерел енергії;

- зниження темпів зростання антропогенного навантаження на навколишнє середовище і протидія кліматичним змінам, при необхідності задоволення зростаючого споживання енергії.

Для досягнення намічених обсягів виробництва енергії на базі відновлюваних джерел необхідно вже в найкоротший період збільшити площі вирощування біоенергетичних культур у декілька разів та забезпечити введення генеруючих об'єктів теплових електростанцій, що працюють з використанням біомаси.

1.4. Використання верби в якості відновлювального джерела енергії в світі

Перші промислові плантації енергетичної верби з'явилися у Швеції в кінці 80-х – на початку 90-х років вісімнадцятого століття, коли в Європі зародився тренд використання альтернативних джерел енергії, замість традиційних і добре відомих нам нафти та газу. Тому Швецію по праву вважають країною, яка вперше запропонувала і впровадила промислову технологію вирощування енергетичної верби як твердого біопалива.

Наступними країнами, які почали наслідувати приклад Швеції, стали Великобританія, Ірландія, Данія, Польща, США та інші. В 2008 році з'явилися перші промислові посадки і в Україні.

Розповсюдження даної багаторічної культури саме в цих країнах пояснюється, в першу чергу, сприятливими кліматичними умовами для її вирощування. Це достатня кількість опадів, величина яких має становити не менше 600-650 мм на рік, що дає можливість досягнення планових показників урожайності. Звичайно, крім енергетичної верби, є ще багато інших рослин, які вирощують для отримання зеленої біомаси, проте вони поширені в інших географічних зонах, які краще підходять для їх відтворення.

Енергетичну вербу на плантаціях вирощують у вигляді кущів. Це в першу чергу пов'язано з промисловою технологією збирання врожаю, що дозволяє застосовувати уже існуючі на ринку машини та обладнання, а також легко перепрофілювати плантацію на вирощування інших сільськогосподарських культур, провівши її рекультивацію після закінчення технологічного циклу або з прийняттям такого рішення в силу ринкових умов господарювання.

Незважаючи на те, що основне призначення енергетичної верби це біопаливо для виробництва електричної та теплової енергії, в різних країнах є своя специфіка використання біомаси з енергетичних плантацій верби та основні драйвери ринку.

Швеція. За різними оцінками, вербу в Швеції вирощують на площі від 15 до 20 тисяч гектарів. За даними компанії Lantmännen, в середньому в країні щорічно засаджують приблизно 500 га нових плантацій, стільки ж рекультивують. Власниками плантацій та виробниками енергетичної тріски є звичайні фермери.

Основними рушійними силами розвитку даного ринку є високий податок на викиди вуглекислого газу (70 євро/т) та великий попит на біомасу всередині країни, пов'язаний з великою кількістю об'єктів централізованого теплопостачання, які функціонують на твердому біопаливі. Вербову тріску поставляють на 25 об'єктів теплогенерації. За цим показником Швеція взагалі знаходиться на першому місці в світі.

Як заявив Андерс Лунд, директор Фонду Східноєвропейського партнерства з енергоефективності та довкілля (E5P), в ході міжнародного інвестиційного форуму з енергоефективності, що проходив у Києві, сьогодні тільки 5% енергії у Швеції виробляється з нафти.

Ще одним важливим фактором вирощування плантацій верби є державна підтримка фермерів у цьому напрямі. Покриття частини витрат на створення плантацій відбувається в розрахунку 500 євро за 1 гектар.

Всі ці заходи сприяли тому, що Швеція стала світовим лідером у даному сегменті біоенергетики. Таким чином, вона зменшила імпорт

дорогих енергоресурсів і перейшла на використання внутрішніх альтернативних джерел енергії. Країна показала, як за короткий проміжок часу можна повністю змінити структуру споживання енергоносіїв, створивши при цьому додаткові робочі місця.

Великобританія. За даними Європейської біомасової асоціації (АЕВІОМ), у Великобританії посаджено близько 4000 га плантацій енергетичної верби. В цій країні тріску енергетичної верби використовують переважно в якості біопалива на ТЕЦ, для чого створені відповідні законодавчі умови.

Серед основних факторів, які посприяли розвитку плантацій у Великобританії, можна виділити обмеженість лісових ресурсів у самій країні, і державну підтримку фермерів у розмірі 800-1000 фунтів стерлінгів на 1 гектар (компенсація частини витрат на садіння).

Данія. Незважаючи на невеликі розміри, ця країна знаходиться в авангарді у розвитку біоенергетики. В останні роки там почали будувати нові станції централізованого опалення з використанням твердого біопалива, які розглядаються іншими країнами як приклад для наслідування. Одним із джерел палива для таких установок є плантації енергетичної верби, площа яких в Данії складає понад 5000 га.

На відміну від інших країн, основним стимулюючим фактором для фермерів стали високі ціни на біомасу, що, в свою чергу, спричинено великим попитом всередині країни. Станом на 2012 рік, ціни на тріску енергетичної верби у Данії наближались до рівня 100 євро/т.

Польща. За даними Агентства реструктуризації та модернізації сільського господарства (ARiMR), станом на 2014 рік у Польщі було посаджено більше 9 000 га енергетичної верби. Основний попит на біомасу з цих плантацій формують польські ТЕС, які виробляють 90% електроенергії в країні. Тому у Польщі було прийнято закон, який стимулює ТЕС використовувати, поряд із вугіллям, біопаливо для зменшення викидів CO₂ в атмосферу.

Позитивним для тамтешнього ринку стало й те, що в 2008 році

Польща ухвалила постанову, яка стимулює використання сільськогосподарської біомаси, до якої належать також енергетичні рослини. У відповідності до цієї постанови, об'єкти, які споживають біопаливо, мають гарантовано використовувати мінімально встановлений процент біомаси. Відповідні показники розроблені для різних категорій виробників теплової та електричної енергії, що передбачає зростання використання біомаси до 2017 року.

Прийняття цієї постанови та наявність великої кількості малопродуктивних земель дало поштовх до розвитку плантацій енергетичної верби в Польщі. У цій країні виникла хороша практика, яка може бути взята за основу для розвитку ринку біоенергетики в Україні. Енергетичні компанії частково фінансують закладення плантацій і гарантують викуп всієї біомаси в майбутні роки. Зважаючи на те, що в Україні частка використання вугілля в генерації електроенергії є значною, лише 5-відсоткове заміщення вугілля біомасою або спільне спалювання може дати великий поштовх для розвитку внутрішнього ринку твердого біопалива.

Це вигідніше, ніж будівництво нових ТЕС на біомасі, оскільки потребує менших капіталовкладень для модернізації обладнання. Заміна 5% вугілля на біопаливо на українських ТЕС – це ринок обсягом 1,5-2,0 млн т пеллет, що в 3-4 рази більше, ніж було вироблено в 2012 році.

Основним питанням, що стоїть на шляху прогресу в сучасному світі, є питання про розвиток енергетики, що базується на доступі до енергетичних ресурсів. За останні п'ять років у динаміці виробництва і споживання вуглеводневої сировини, зокрема нафти і газу, спостерігається стабільне зростання. Завдання забезпечення постійно зростаючих потреб світової і національних економік в енергії обумовлює необхідність розвитку відновлюваної енергетики і, зокрема, біоенергетики. Це також диктується вирішенням глобальних проблем, пов'язаних з обмеженістю запасів викопних видів палива, та забезпеченням екологічної безпеки – виконання прийнятих зобов'язань у рамках Кіотського протоколу.

Розвиток відновлюваних джерел енергії здійснюється країнами Європейського Союзу, зокрема найбільше у Франції, Швеції, Фінляндії та Німеччині. В останні роки використання біомаси для виробництва енергії істотно збільшилося в Фінляндії (де енергія, що отримується з біомаси, становить більше 20% від загального обсягу виробництва первинної енергії), біопаливо відіграє важливу роль у децентралізації та диверсифікації енергетичної системи цієї країни.

Залежність ЄС від імпорту енергії становить близько 50% і у випадку, якщо не буде зроблено ніяких заходів, прогнозується її подальше зростання до 70% у 2020 р. Це особливо відноситься до нафти і газу, які будуть у все більш зростаючому обсязі надходити з джерел, розташованих далеко за межами Європейського Союзу, та імпорт яких часто пов'язаний з певними геополітичними ризиками. Таким чином, основна увага приділятиметься питанням безпеки енергопостачання. Отримання енергії, джерелом якої служать місцеві відновлювані енергетичні ресурси, буде відігравати все більш зростаючу роль у скороченні імпорту енергії, що матиме позитивний вплив на торговельний баланс і безпеку енергопостачання ("Енергія для майбутнього 1997").

Зростання ринку біопалива можна пояснити наявністю механізмів державної підтримки, зокрема шляхом введення податку на викиди CO₂, стосовно до викопних видів палива. Крім цього, уряд компенсує інший податок, що відраховується з виробництва електроенергії на основі викопного палива, постачальникам електроенергії, одержуваної з поновлюваних джерел. У сучасній структурі різні методи споживання енергії з біомаси можуть здійснювати як позитивний, так і негативний вплив на навколишнє середовище.

Зміна клімату є предметом активних дискусій і дебатів на міжнародному рівні. Потрібне прийняття термінових заходів для вирішення цієї проблеми. Згідно з рішеннями відповідних органів ЄС промислово розвинені країни повинні скоротити викиди парникових газів на 20% у період з 1990 по 2020 р. У документі Європейської комісії "Енергетичний вимір зміни клімату", виданому в 1997 р,

підкреслюється роль відновлюваних джерел енергії. Застосування поновлюваних джерел енергії має ряд істотних переваг, дозволяючи підвищити ступінь зайнятості і забезпечити більш ефективний розвиток на місцевому та регіональному рівнях, скоротити імпорту палива, підвищити безпеку поставок енергоресурсів, збільшити експорт, а також забезпечити більш ефективну охорону навколишнього середовища.

Одним з перших документів була так звана Зелена книга під назвою "Енергія для майбутнього: відновлювані джерела енергії" що була опублікована в листопаді 1996 р. і була першим кроком на шляху реалізації стратегії розвитку відновлюваних джерел енергії в Європі. Через рік після видання Зеленої книги була випущена Біла книга ("Енергія для майбутнього 1997"), в якій викладається план дій щодо підвищення ролі поновлюваних джерел енергії на енергетичних ринках. У Білій книзі дається докладний опис заходів з розвитку внутрішнього ринку, політики, що проводиться на місцевому рівні, заходів щодо зміцнення співпраці між державами-членами ЄС. У матеріалах Білої книги Європейська комісія підкреслює роль освіти і навчання при реалізації плану дій. Серед згадуваних Комісією заходів – надання користувачам інформації про товари і послуги належної якості в сфері поновлюваних джерел енергії, а також збір і поширення даних про найкращий досвід надання послуг та експлуатації систем.

В даний час використання поновлюваних джерел енергії (включаючи біомасу, гідроенергію, вітрову, сонячну теплову, геотермальну енергію) в країнах Європейського Союзу є нерівномірним та недостатнім. Одним з головних документів ЄС в секторі відновлюваних джерел енергії є Директива 2009/28/ЕС. Важливим положенням цієї Директиви є вимога щодо рівня зниження викидів парникових газів при впровадженні біоенергетичних технологій – не менше 35% у порівнянні з аналогічним використанням викопних палив. При цьому з 1 січня 2017 р. дана мінімальна вимога збільшується до 50%, а з 1 січня 2018 р. – до 60% для установок, введених в експлуатацію з 01.01.2017 року.

1.5. Вирощування енергетичної верби в Україні

Одним із перспективних напрямів є вирощування енергетичної сировини на плантаціях швидкорослих деревних порід, зокрема – верб, тополь та інших культур, здатних до легкого відновлення надземної частини після її зрізання. Передовий досвід з цих питань демонструють європейські країни, які почали активно впроваджувати вирощування енергетичної сировини плантаційними методами ще на початку вісімнадцятого століття. Поштовхом до розвитку цього напрямку стало загострення світової енергетичної кризи.

У нашій державі біоенергетика почала активно поширюватися в останні роки, коли окремі компанії стали у промисловому масштабі створювати плантації енергетичних рослин, особливо – різних сортів верб.

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 поширені від альпійських височин до напівпустель, пустель та лісотундри і, 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 і здатності рости на землях непридатних для ведення сільського господарства, безперечно посідають одне з перших місць серед інших енергетичних рослин, які придатні для вирощування в умовах України.

Вирощування верби має ряд переваг, порівняно з традиційним веденням лісового господарства. Завдяки високій інтенсивності вирощування, можливості застосування за експлуатації плантацій мінімально можливого обороту зрізання (2-3 роки) вирощування енергетичної вербової сировини більш наближене до сільськогосподарського виробництва.

Продуктивність вербових насаджень за оцінками експертів становить 8-12 т сухої деревини в рік, що перевищує продуктивність традиційних лісових насаджень у 14 разів. При цьому, використання сучасних котлів, які працюють на біопаливі з вербових плантацій, дозволяє у 4 рази зменшити витрати на опалення приміщень у порівнянні з використанням газових опалювальних систем.

Проте, поряд з безсумнівними вигодами плантаційного вирощування енергетичної верби, існує низка не до кінця вирішених питань, які стримують розвиток цього напряму господарювання. Серед них можна виділити наступні:

- підбір та відведення земель, придатних для створення плантацій;
- добір високопродуктивних видів та сортів верби до конкретних умов вирощування;
- розроблення ефективних технологій створення та вирощування плантацій у різних ґрунтових умовах та на різних категоріях земель;
- оцінка впливу такого типу насаджень на навколишнє середовище;
- особливості проведення рекультивації земель після закінчення терміну експлуатації насаджень.

Проте, проаналізувавши багатий світовий досвід вирощування енергетичних насаджень верби, а також досвід українських дослідників, підприємств та компаній, які активно впроваджують новітні біоенергетичні технології в життя, на деякі з цих питань можна отримати впевнені відповіді.

Згідно з законодавством України, плантації швидкорослої верби можна створювати на землях сільськогосподарського призначення. Саме ця категорія земель найбільш придатна для вирощування на ній такого типу насаджень, що є економічно і екологічно доцільним. При цьому перевагу слід віддавати вологим, багатим на гумус, добре дренованим супіщаним або суглинковим ґрунтам. Такі площі займають понижені частини рельєфу, заплави річок, нижні частини пологих схилів, осушені території та інші, відносно багаті категорії

сільськогосподарських земель. Розташування плантацій у таких місцях доцільне також з огляду на те, що снігові та дощові води, змиваючи верхній найбагатший шар ґрунту, відкладають його саме на таких площах, що зменшує необхідність внесення добрив і знижує собівартість вирощування деревної маси. З іншого боку, підібравши відповідний сорт верби та ефективну технологію, можна створювати високопродуктивні енергетичні плантації також на відносно сухих і бідних на поживні речовини ділянках. Ділянки повинні бути, по можливості, рівними, без низин, де може застоюватися вода. При виборі ділянки для плантації окрему увагу слід звернути на доступність техніки, яка використовується при вирощуванні верби. Оптимальна реакція ґрунтового розчину – слабо кисла або нейтральна (рН 5,0–6,5).

В Україні ведеться значна робота зі створення нових сортів верби, які придатні для промислового вирощування.

Зараз також проводиться апробація відомих європейських сортів, таких як Sven, Klara, Inger, Torchild, Tora та інші. Наступним кроком буде їх сертифікація та впровадження у виробництво. Деякі з відомих у Європі сортів вже зареєстровані в Україні та широко використовуються для закладення плантацій.

Значна увага приділяється технології створення та вирощування насаджень верби, активно вивчається та застосовується на практиці досвід як українських, так і закордонних фахівців, впроваджуються сучасні засоби механізації та хімізації виробництва.

Створені енергетичні плантації значно покращують естетичний, екологічний стан аграрних та урбанізованих ландшафтів, збільшують різноманіття флори та фауни. Насадження верби широко використовуються для закріплення берегів рік, балок та ярів, а завдяки високій транспіраційній здатності (інтенсивному випаровуванню вологи з поверхні листової пластинки) застосовують для осушення ґрунтів. У європейських країнах вербові насадження використовуються для очищенні стічних вод, які, у свою чергу, слугують джерелом вологи та елементів живлення для цих рослин.

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, отримуючи з них додаткову кількість поживних речовин і вологи.

Після закінчення терміну експлуатації насаджень верби (20-25 років від моменту створення) землі підлягають рекультивації для наступних насаджень верби, або вирощування традиційних сільськогосподарських культур. За плантаційного вирощування, яке передбачає часте зрізування, верби формують відносно неглибокі кореневі системи, які легко видаляються за допомогою спеціальних культиваторів. Дослідження вчених та практика європейських фермерів доводять, що рекультивація земель після завершення вирощування плантацій верби не має особливих труднощів.

Сировина, вирощена на вербових плантаціях, крім енергетичних цілей, може широко використовуватися у целюлозно-паперовій, хімічній промисловості, для виготовлення лікарських препаратів, плетених виробів тощо. Це може стати додатковим джерелом прибутку.

Закордонний досвід свідчить, що проекти створення насаджень енергетичної верби затверджуються на державному рівні та отримують дотації у всіх розвинутих країнах світу, адже, безсумнівно, це перший крок до енергетичної незалежності кожної країни. Світова спільнота сприяє розвитку даного напрямку отримання енергетичної сировини, як на юридичному, так і на науковому рівнях, створюючи сприятливі умови для фізичних і юридичних осіб, які займаються вирощуванням енергетичних рослин.

Україна має великий біоенергетичний потенціал і, за повноцінного використання малопродуктивних земель, здатна повністю його використати для створення сировинної бази альтернативної енергетики. Енергетичні плантації верби при цьому можуть і повинні зайняти одне з провідних місць.

1.6. Систематика і філогенія роду *Salix* L

Верби, як цінні технічні рослини, необхідно різнобічно досліджувати з метою з'ясування шляхів їх раціонального використання в різних галузях економіки, підбору перспективних видів і форм, визначення оптимальних умов і заходів їх культивування.

Рід верба (*Salix* L.) об'єднує дерев'янисті дводомні рослини, що дуже відрізняються між собою за розмірами і формою, але в цілому – це дерев'янисті рослини від дерев першої величини, висотою до 30 м та діаметром 1-3 м (верба біла), до дрібненьких чагарничків із зануреними в субстрат стовбурцями, довжиною всього кілька сантиметрів і товщиною в кілька міліметрів (полярні та альпійські верби). У переважній більшості представники даного роду це чагарники. Нерідко зустрічається також деревно-чагарникова форма, коли особини певного виду в однакових умовах можуть рости у вигляді куща і дерева (верби козяча, п'ятитичинкова гостролиста, прувовидна та ін.).

1.6.1. Систематика верб

Представники роду *Salix* L. мають широку індивідуальну мінливість ознак, яка іноді перекриває міжвидові відмінності (О.К. Скворцов, 1968). Між рослинами різних видів нерідко утворюються гібриди. Все це дуже ускладнює вивчення видового складу цього роду і він вважається дуже складним для систематики.

Досі немає спільної думки про загальну кількість видів верб. Л.Ф. Правдин (1951), С.Я. Соколов, О.А. Связева (1965), А.А. Качалов (1970) вважають, що всіх верб – більш ніж 600 видів, Н.Б Гроздова та ін. (1986) – біля 400 видів, П.Л. Богданов (1974) – 200, Н.Є. Булигін (1985) – 300 – 350, О.К. Скворцов (1981) – 350 – 370, американські учені (Mosseler, Zsuffa Stoeher, Kenney, 1988) - біля 500 видів.

Незважаючи на велику розбіжність між різними вченими у поглядах на кількість видів у цьому роді, більшість учених сходяться у поглядах на розподіл його на підроди. Рід верба поділяють на три підроди: Верба (*Salix*), хаметія (*Chamaslia*) і ветрікс (*Vetrix*). Схема поділу *роду Salix* L. на таксони зображена на рис. 1.4.

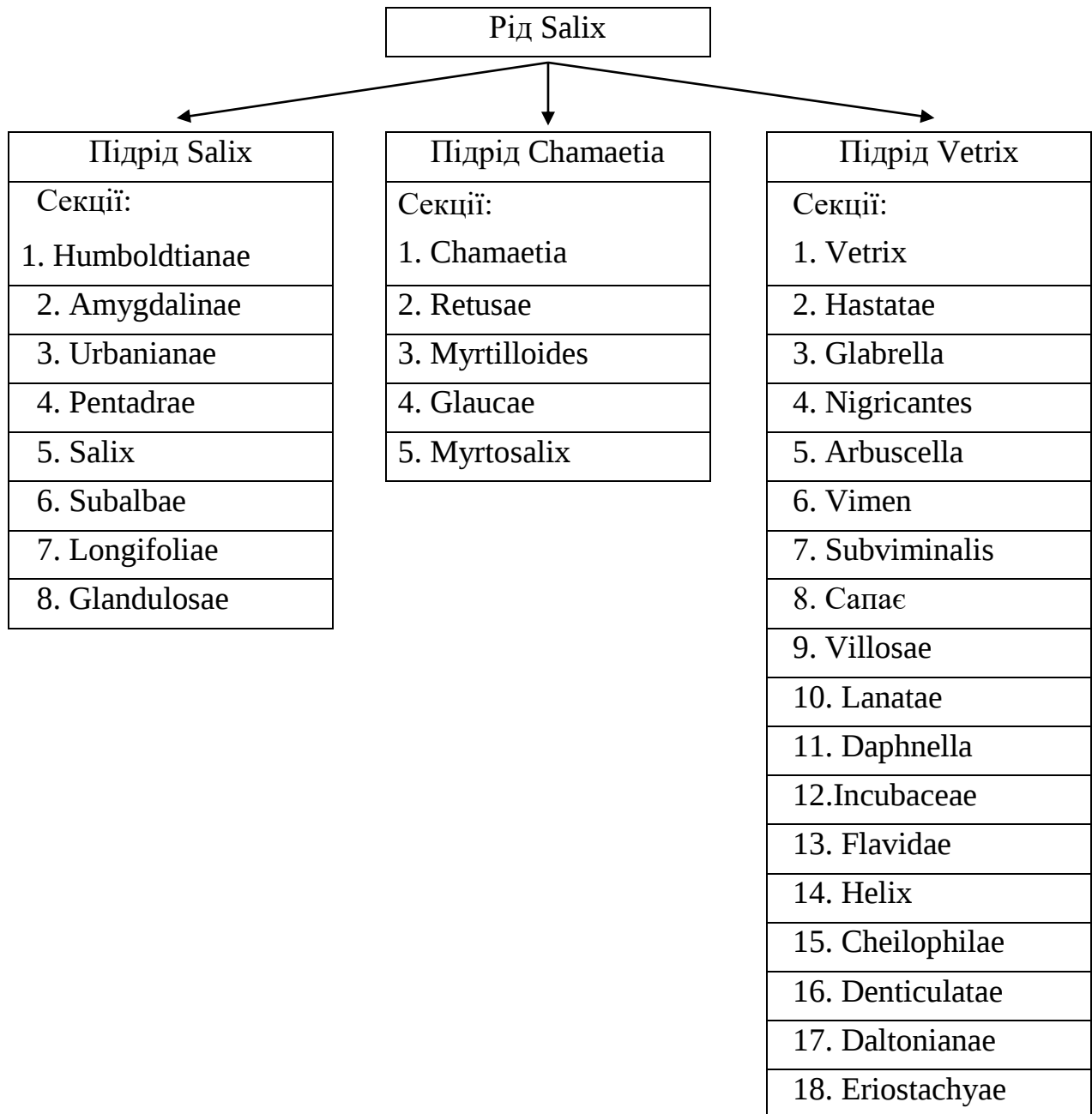


Рис. 1.4. Систематика роду *Salix* L.

До підроду **верба** відносяться дерева та великі кущі з рівномірно-пильчастими, загостреними плоскими листками з жилками, що не виступають над поверхнею та рівними краями.

Приквіткові луски сережок незабарвлені, тичинок часто більше двох, нитки їх опушені. Всі види даного підроду в свою чергу розділені на 8 секцій. В Україні зустрічаються 4 автохтонних види трьох секцій.

Підрид хаметія об'єднує головним чином альпійські та арктичні види, що являють собою низькорослі та сланкі чагарнички.

У них сережка з'являється на сформованому цьогорічному пагоні, тому цвітіння відбувається відносно пізно, а насіння встигає дозріти лише в кінці вегетаційного періоду. Підрид включає 5 секцій. З них в Україні зустрічаються 4. Представлені вони п'ятьма видами.

До підроду **ветрікс** відносяться чагарники та дерева помірної лісової зони, вологих місць степів, напівпустель та пустель, а також, частково -субальпійського поясу гірських систем і лісотундри.

Крім більших, порівняно з підродом хаметія, розмірів, видам цієї групи властива помітна різниця між вегетативними та генеративними бруньками, відсутність або слабкий розвиток листків на генеративних пагонах і темне забарвлення приквіткових лусок.

Підрид ветрікс, за кількістю видів та секцій, значно більший за попередні. Всього відомо 18 секцій даного підроду. В Україні природно зростають 16 видів підроду *Vetrix*, які розподілені по десяти секціях.

1.6.2. Філогенія

Рід верба, разом з родами тополя (*Populus* L.) та чозенія (*Chosenia* Nakai), складають родину вербові (*Salicaceae* Mirbel). За своїми морфологічними ознаками, особливо – за будовою генеративних органів, вона різко відрізняється від інших родин класу дводольних. Це дало підставу для виділення її в окремий порядок – вербоцвіті (*Salicales* Lindley). Спрощена будова квітки, наявність суцвіття у формі сережки (колоса) та дводомність вербових, довгий час не дозволяли визначити їх місце в системі дводольних. Вчені свого часу зближали *Salicaceae* з такими далекими від них родинками, як *Betulaceae*, *Fagaceae*, *Casuarinaceae*, *Juglandaceae*, однак, при

детальному вивченні морфології та анатомії квітки, а також процесів рудиментації та атавістичних явищ, з'ясувалося, що предки вербових мали двостатеві ентомофільні квіти з нормально розвинутою оцвітиною. В сучасній флорі до такого типу найбільш близькими є квітки рослин родини *Flaocurtiaceae* порядку *Violaceae*. Вивчення анатомії деревини підтвердило філогенетичну близькість родин (Гзырян, 1955). Все це дозволило А.Л. Тахтаджяну (1966) зробити висновок, що вербоцвіті походять із древніх представників порядку фіалкоцвіті (рис. 1.5).

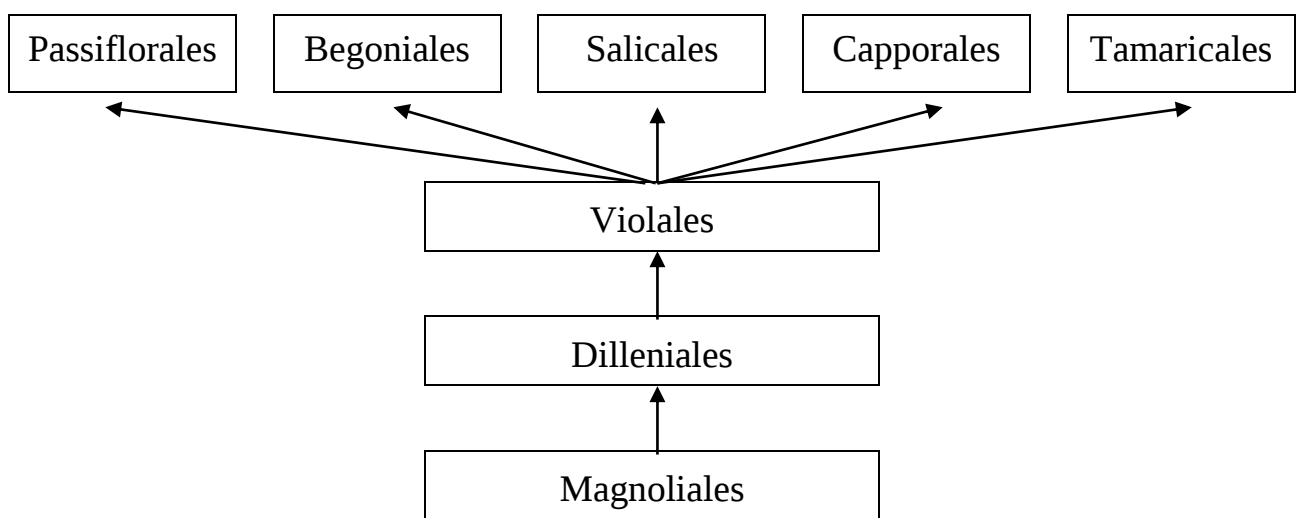


Рис. 1.5. Схема філогенетичних відносин вербоцвітих і близьких до них порядків (за А.Л. Тахтаджяном, 1966)

За даними палеоботаніки, представники родини вербових з'явилися в крейдовий період. А.М. Криштофович (1957) відносить їх появу до верхньої крейди, а англійський вчений Д.Г. Скотт (1927) вказує, що вони існували уже в нижньокрейдний період, тобто вже на початку появи і розвитку покритонасінних рослин. В цілому, можна вважати, що процес виділення вербових завершився понад 100 млн років тому.

Першими із верб, що з'явилися, були представниками підроду *Salix*. Це твердження можна вважати цілком справедливим, оскільки за своїми морфологічними ознаками підрід верба набагато ближчий

до тополь та чозенії, а отже і до древнього спільного кореня родини, ніж підроди ветрікс і хаметія. Філогенетична близькість верб підроду *Salix* та тополі знайшла підтвердження також при дослідженні анатомії кори: у представників підроду верба виявлено кам'янисті клітини, що характерні також для кори тополь, але повністю відсутні у решти видів верб (Маличенко, Лотова, 1986).

На думку О.К.Скворцова (1968) та А.М. Криштофовича (1957), перші представники верб виникли в теплопомірному поясі або в субтропіках, незначно поширилися в тропіки, а головний розвиток роду пішов у напрямку помірного, а потім – і холодного клімату.

Розвиток роду *Salix* L. пройшов свого часу такі основні етапи:

1. Формування основних примітивних секцій підроду *Salix* – від середньокрейдового періоду (а може і нижньокрейдового) до початку кайнозойської ери (від 100 до 70 млн. років тому).
2. Формування основних примітивних секцій підроду ветрікс і іародження в високогір'ях бореальних секцій цього ж підроду, а також секцій підроду хаметія – від початку кайнозойської ери до середини третинного періоду (35 млн. років тому).
3. Широке розселення представників підроду *Chamaetia* і холодолюбних секцій підроду *Vetrix*, спричинене різким похолоданням клімату півночі Євразії, інтенсивне формування молодого холодолюбного шару секцій підроду ветрікс - від середини третинного періоду і до наших днів (О.К. Скворцов, 1968).

Підрид верба, у зв'язку з похолоданням клімату в другій половині третинного періоду, також сформував низку холодолюбних видів. Такими є, наприклад, більшість представників секції *Pentandrae* – їх ареали практично збігаються з верхньою межею лісу. В основному ж, верби набули сучасного, чи близького до нього виду в останньому відділі третинного періоду – пліоцені, тобто більш ніж 1 млн. років тому (Баранов, 1950; Никитин 1987).

1.7. Загальна характеристика верб

Верба – дводомна роздільностатева рослина. Квітки їх зібрані у суцвіття, що являє собою прямостоячу сережку або колос. У деяких видів суцвіття злегка пониклі, особливо під кінець цвітіння (верби тритичинкова, п'ятитичинкова). Сережка одностатева, може завершувати невеликий пагін поточного року (у арктичних і альпійських видів), або сидіти на минулорічному пагоні. Квітки сидячі у пазухах приквіткових лусок, без оцвітини, замість якої є 1-3 нектарники, що у окремих видів зливаються в залозистий диск. Чоловічі квітки мають від 2 до 12 тичинок (у більшості видів – 2), жіночі – одну маточку. Пилок верб липкий, запилення відбуваються за допомогою комах. Деякі автори вважають, що окремі арктичні види верб, через недостатню кількість комах, пристосувалися до запилення вітром (А.Л. Тахтаджян, 1966, Морозов, 1966).

У квітках та суцвіттях верб досить часто спостерігаються відхилення від одностатевості – від одностатевості до двостатевості, а також різного типу аномалії.

Листки і бруньки верб розміщені на пагоні, як правило, чергово (спіралью). В літературі часто згадується, що супротивне (попарно зближене) їх розміщення характерне тільки для верби пурпурової.

У верби прутovidної іноді спостерігаються потрійно зближені вегетативні бруньки.

Наявність у представників роду *Salix* L. великої кількості форм і гібридів у значній мірі визначаються характерним для цього роду явищем поліплоїдії. Число хромосом у верб коливається від $2n = 38$ до $10n = 190$ штук (Старова, 1980).

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

За відношенням до аерації ґрунту О.К. Скворцов (1968) розділяє всі види верб на дві групи: алювіальні та неалювіальні. Перші потребують добре дренованого субстрату та проточного зволоження і заселяють наноси в заплавах річок та струмків. Види другої групи – невибагливі до аерації ґрунту, пристосовані до надмірного застійного зволоження і, в більшості випадків, зустрічаються поза заплавою.

Характерною ознакою практично всіх верб є здатність легко розмножуватися вегетативним шляхом, але кореневих паростків, що так характерні для тополь, верби не дають. Єдиний виняток з цього правила - північноамериканська верба довголиста.

В останній обробці роду *Salix* L. для території України (О.К. Скворцов, 1987) описано 25 видів: у підроді верба – 4, хаметія – 5 і в підроді ветрікс – 16.

О.К.Скворцов (1968, 1981, 1987) трактує як різновид верби туполистої (*S.retusa* L.), який немає підстав виділяти навіть у якості підвиду. Отже, за О.К. Скворцовим, у "Флорі УРСР" фактично описано 24 види верб.

Двадцять п'ятим видом, за О.К. Скворцовим (1966, 1968, 1977, 1981, 1987), є верба Виноградова (*S. Vinogradovii* A. Skvorts.) - вид дуже близький до верби пурпурової (*S. purpurea* L.), який, на наш погляд, можна трактувати у якості підвиду верби пурпурової.

Із 25-ти видів верб, що природно ростуть в межах України, 9 видів зустрічаються лише в Карпатах. В рівнинній частині зростає 16 автохтонних верб.

1.8. Морфологія, поширення та використання верб, придатних для вирощування на енергетичних плантаціях

Верба біла (*S. alba* L.). Народні назви (тут і далі – за Г.К. Смиком, 1991): біловерба, білоталь, верба срібна, ветла, ветловник, вітла, вітла біла, заверба, завербник, лоза біла, ракита, чорнолоза – дерево першої величини, що досягає у висоту 30 м з широкою округлою кроною. Кора старих дерев темно-сіра,

тріщинувата. Пагони різного забарвлення: бурі, зеленуваті, червонуваті, яєчно-жовті, червонувато-жовті, гнучкі, голі, молоді – на верхівці пухнасті. Бруньки притиснуті до пагона, гострі, шовковисті. Листя шириною 1–3 см і довжиною 5–15 см, лінійно-ланцетне, ланцетне, часто витягнуте в довге вістря, краї дрібнопилчасті, з обох боків сріблясто-шовковисті або зверху голі, знизу слабко опушені, молоді – майже завжди сріблясто-волосисті. Черешки із залозками (у великих листків). Прилистки вузькі, залозисті, шовковисті. Сережки 3–6 см завдовжки. Зав'язь гола. Тичинок 2, вільних, знизу опушених. Цвіте одночасно з розпусканням листя. В Україні, в залежності від регіону, – з кінця березня по початок травня (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Вербa біла (*Salix alba* L.)

Зростає по берегах і заплавах річок, уздовж проток, у місцях періодичного затоплення. В культурі – по каналах, біля ставків і водойм, поблизу жител, в садах, парках тощо.

Ареал верби білої займає Середню і Південну Європу, Західний Сибір, Західний Казахстан, Середню Азію, Малу Азію, Іран і Північну Африку. В Україні верба біла зустрічається по всій території.

Верба біла – одна з найчастіше використовуваних і швидкорослих автохтонних верб України. Її стовбурова деревина використовується на будівельні матеріали, господарський інвентар, а молоді стовбури і пагони — на плетені вироби. Деревина порівняно багата целюлозою (близько 40 %), а вміст голоцелюлози досягає 89 %, тому верба біла, нарівні з тополями, може бути використана для створення сировинних баз целюлозно-паперової, деревопереробної та енергетичної промисловості. У корі містяться дубильні і лікарські речовини, вона широко використовується у народній медицині. Кора використовується також для фарбування шерсті, шовку і шкіри у червоно-коричневий та жовтий кольори. Даний вид незамінний у захисному лісорозведенні при залісенні ярів, русел річок, водосховищ, ставків і водойм. Медонос і пергонос. Широко застосовується в озелененні, особливо декоративні її форми срібляста *S. alba* L. var. *argentea* і плакуча *S. alba* L. var. *vitellina*.

Верба біла може використовуватися для створення енергетичних плантацій на добре дренованих свіжих, вологих та сирих ґрунтах в умовах сугрудів і грудів.

Верба ламка (*S. fragilis* L.) – верба, верба крихка, верба крушна, верба ломка, круха, круховерб, круш, солсин – дерево заввишки 12–20 м із зморшкуватою корою і широкою розкидистою кроною. Пагони голі, блискучі, сірувато-зелені, червоно-бурі, жовтуваті; гілки біля основи ламкі. Бруньки притиснуті до пагона, довгі, злегка загнуті, блискучі, голі. Листя шириною 1,5–2,5 см, довжиною 5–15 см, яйцевидно-ланцетне, звужене, з найбільшою шириною нижче за середину, на верхівці витягнуте у довге вістря, голе, молоде (при розпусканні) злегка клейке і трохи опушене, зверху темно-зелене, знизу сизувате, по краях залозисто-пилчасте. Черешки до 1,5 см завдовжки, із залозками зверху, поблизу пластинки. Прилистки частіше ниркоподібні, довго зберігаються. Сережки на довгій ніжці з листочками довжиною 4–7 см, зігнуті. Зав'язь гола. Тичинок 2, вільних, знизу опушених. Цвіте одночасно з розпусканням листя, в Україні, в залежності від регіону, – з кінця березня по початок травня (рис. 1.7).

Росте по берегах річок у сирих незаболочених місцях. Зустрічається відносно рідко. У культурі широко насаджується навколо ставків, водоймищ, вздовж доріг, у садах, парках.



Рис. 1.7. Верба ламка (*Salix fragilis* L.)

Для створення енергетичних плантацій придатна в більш вологих і багатших ґрунтових умовах, ніж верба біла.

Названі два види утворюють між собою низку гібридів, які відрізняються від вихідних форм вищою інтенсивністю росту та декоративністю.

Первинним ареалом верби ламкої вважаються гірські райони Північної і Східної Туреччини, звідки вона поширилась на захід і північ. На даний час зона розселення виду включає Західну Європу, Прибалтику, Білорусь, Україну і басейн Середньої Волги (Росія).

В Україні південна межа поширення верби ламкої проходить по лінії: Таганрог (Росія)–Пологи–Каховка–Цюрупинськ–Очаків і далі на захід – по узбережжю Чорного моря.

Верба ламка, завдяки швидкому росту та накопиченню значної кількості деревної маси є придатною для вирощування деревної маси на целюлозу, енергетичну та хімічну сировину. Стовбурова деревина здавна використовується на будівельні, господарські матеріали та паливо. Кора верби ламкої – якісна сировина для отримання дубильних речовин (містить до 12 % танідів), з неї виробляють також пурпурову фарбу і саліцин та інші лікарські препарати. Кора тонких гілок і листя широко застосовуються у народній медицині, а також є кормом для свійських і диких тварин. Медонос і пергонос. У лісовому господарстві корисна при залісненні перезволожених площ. У захисному лісорозведенні використовується при залісненні річок, водосховищ, балок, ярів, ставків та інших водойм. Досить часто використовується в озелененні. Придатна для створення енергетичних плантацій на перезволожених ґрунтах.

Верба тритичинкова (*S. triandra* L.) – один з найпоширеніших видів верб в Україні. Народні назви: білолоз, білоталь, верба затрійка, верболіз, лоза біла, верба мігдалова, тала. Це великий кущ, зрідка – деревце висотою до 7 м. Пагони верби тритичинкової довгі, тонкі, жовтувато-зелені, матові, голі. Кора дорослих пагонів відділяється тонкими пластинками. Бруньки яйцеподібні, притиснуті до пагона, гострі голі. Листки шириною 1–3 і довжиною 4–12 см, ланцетні, яйцевидно-ланцетні, коротко- або довго-загострені, залозисто-пилчасті, голі, зверху темно-зелені, знизу – зелені або сизі. Черешки до 1,5 см у довжину, з двома бородавчастими залозками зверху біля листової пластинки. Прилистки яйцевидні, зубчасті, довго не опадають. Сережки на довгих ніжках: жіночі – до 4 см, чоловічі – до 10 см у довжину, часто зігнуті. Зав'язь гола, сизувато-зелена. Тичинок – три. Цвіте в квітні-травні, плодоносить у червні-липні (рис. 1.8).

Зустрічається на берегах річок та струмків, озер, стариць, на вологих луках, у канавах та в інших достатньо вологих місцях. Часто утворює суцільні зарості.



Рис. 1.8. Верба тритичинкова (*Salix triandra* L.)

Верба тритичинкова являє собою євросибірський бореально-середземноморський вид, ареал якого займає більшу частину території Іспанії, Франції, Англії, Ірландії, Італії, країн Середньої Європи і Балкан (крім Греції), всю Східну Європу (крім Карелії та лісотундри), Північний та Східний Казахстан, Західний і Середній Сибір (до 65° пн.ш.), Південне Забайкалля, південні райони Амурської області, Приморський край, Середній Сахалін, Північно-Східний Китай, Корейський півострів, Японію. Через Кавказ та Закавказзя ареал верби тритичинкової поширюється на територію Малої Азії та Північного Ірану. Ізольовані місцезнаходження значних розмірів відомі в Південному Ірані, Східному Афганістані, а також у Копет-Дазі та в басейні річки Лена біля Іркутська.

Деревина верби тритичинкової, завдяки своїй надзвичайно високій гнучкості, разом з вербами прутovidною, пурпуровою, гостролистою та деякими іншими, здавна використовується для

виготовлення дуг, обручів, риболовних снастей, плетених меблів, кошиків тощо.

Крім того, молоді пагони з листям використовують для годівлі тварин, а з деревини одержують целюлозу, вміст якої становить 47,7 % Кора використовується для дублення шкір. Дубильних речовин у корі міститься від 2,4 до 21,0 %. Витяжка з кори фарбує тканини в жовтий колір.

Насадження верби тритичинкової успішно застосовують в меліоративних цілях і для одержання високоякісного вербового прута. Верба тритичинкова, як вид, що стабільно з року в рік рясно цвіте, представляє інтерес для бджільництва. Культивується в парках Тростянця, Києва і Львова як декоративна рослина. Один з найбільш продуктивних видів верб при вирощуванні у міні-ротаційних насадженнях, в тому числі – енергетичних, особливо – на перезволожених ґрунтах.

Верба п'ятитичинкова (*S. pentandra* L.) – лаврова, чорна, верба п'ятернка, вербовник, верболіз, лоза, лозина, синетал, тала, шелюг – великий кущ висотою 4–5 м, рідше – дерево до 12 м у висоту. Саме такої висоти екземпляр ми виявили в заплаві річки Тетерів у Радомишльському районі Житомирської області. Його діаметр на висоті 1,3 м становив 23,6 см.

Кора в нижній частині стовбура цього виду шорстка, потріскана, на молодих гілках – гладка, блискуча, темно-коричнева, або зеленкувато-коричнева. Бруньки відхилені від пагона, конусо- або яйцевидні, різного кольору, дуже блискучі. Листки шириною 2–5 і довжиною 4–15 см, яйцевидно-еліптичні, в основі округлі, на верхівці коротко-загострені, гладкі, ніби лаковані, блискучі, по краях – дрібно-залозисто-пилчасті.

Черешки до 1,5 см у довжину з бородавчастими залозками на верхньому кінці. Прилистки яйцевидні, дрібнозубчасті. Сережки довжиною від 1 до 7 см, майже повислі. Зав'язь гола. Тичинок зазвичай 5, іноді – 12. Цвіте у квітні-травні, плодоносить у жовтні-листопаді (рис. 1.9).



Рис. 1.9. Верба п'ятитичинкова (*Salix pentandra* L.)

Європейсько-західносибірський бореальний вид, ареал якого в межах Європи встановити складно, оскільки він тут здавна культивується. Відсутній на Піренейському півострові, північному заході Франції, в Південній Італії, Греції та на океанічному узбережжі Норвегії. У Східній Європі та Західному Сибіру верба п'ятитичинкова зустрічається в усіх фізико-географічних зонах від лісотундри до напівпустинь. Східна межа поширення даного виду проходить по басейну річки Іртиш.

Деревина верби п'ятитичинкової містить 45 % целюлози і тому може використовуватися як сировина для одержання целюлози і паперу, для виготовлення різних виробів а також як паливо. Однорічні пагони її придатні для грубого плетіння, тобто для виготовлення кошиків, фашин, огорож. При цьому немає потреби знімати кору. Літні пагони з листям поїдаються свійськими та дикими

тваринами. В корі міститься від 2 до 18 % дубильних речовин, а також цінна для медичної промисловості сировина – саліцин (0,1-1,0 %), який є основою для одержання таких медичних препаратів як аспірин, бесалол, салол тощо.

В народній медицині відвар кори використовують як в'язучий та протилихоманковий засіб; присипку з кори – для тамування кровотеч. У лісовому господарстві вербу п'ятитичинкову можна використовувати для створення лісових насаджень на вологих та заболочених площах, як медонос. Завдяки високій декоративності цей вид досить широко використовується при озелененні. Культивується в парках Києва, Львова, Кам'янця-Подільського, Вінниці, Білої Церкви та Тростянця.

Верба сива (*S. eleagnos* Scop.=*S. incana* Schrank) – кущ висотою 3–6 м, зрідка невелике деревце (до 10 м). Листки вузьколінійні, завдовжки 4–7 см, загострені з дрібними віддалено-пилчастими або хвилясто-виїмчастими, загорнутими вниз краями, зверху темно-зелені, тонко зморшкуваті, зісподу білоповстисті. Сережки тонкоциліндричні з блідими неоппадаючими великими приквітковими лусками (довжиною до 3,5 мм), у чоловічих квітках луски жовтуваті, у жіночих – на верхівці іноді червонуваті. Тичинок дві, їх нитки при основі волосисті, зрослі. Зав'язь гола, на короткій ніжці. Цвіте одночасно з розпусканням листя, у квітні-травні (рис. 1.10).

Бруньки і листя за формою близькі до верби прутovidної (*S. viminalis* L.), відрізняється білоповстистим опушенням нижнього боку листка, а також структурою сережки.

Зустрічається в Карпатах над потоками, у теплих долинах, іноді по вологих кам'янистих схилах, по дну вузьких ущелин (приблизно до висоти 800 м над рівнем моря) доволі розсіяно, зрідка на прилеглій рівнині.

Ареал охоплює Північну Африку (Атлаські гори), більшість Піренейського півострова (крім південного заходу), Південну Францію, Альпи, Західні Балкани, Південні, Східні та Західні Карпати. Зрідка зустрічається також у горах на півночі Малої Азії.



Рис. 1.10. Верба сива (*Salix eleagnos* Scop.)

Верба сива може використовуватися на паливо, для отримання дубильних речовин, виробництва плетених виробів і для інших побутових потреб. Листя і пагони поїдаються свійськими і дикими тваринами. Медонос. Декоративна рослина. Культивується у багатьох ботанічних садах та парках. Заслуговує на усестороннє вивчення з метою більш широкого використання в штучних насадженнях та в промисловості, зокрема – для створення енергетичних плантацій.

Верба козяча (*S. carnea* L.) – бредина, багниця, рокита, верболіз, тала, смолоза) – великий кущ або дерево до 10–15 м у висоту. Тогорічні пагони сірувато-зелені, голі, влітку – зеленувато- або червонувато-бурі, слабо опушені. Бруньки великі, тупі, голі. Листки 5–8 см у ширину і 8–11 см у довжину, різні за формою, найчастіше – обернено-яйцевидні, коротко-загострені, зверху темно-зелені, зморшкуваті, знизу сіроповстисто опушені. Черешки – до 2 см. Серезки великі: чоловічі – до 6-7 см у довжину, а жіночі – до 10 см. Зав'язь на довгій ніжці, повстисто опушена. Тичинок – дві. Зустрічається по всій Україні на галявинах, узліссях, а також в якості підліску або другого ярусу на достатньо зволжених, але незаболочених місцях (рис. 1.11).



Рис. 1.11. Верба козяча (*Salix caprea* L.)

Верба козяча – євразійський бореальний вид. Її ареал займає Західну та Центральну Європу, крім південної частини Піренейського півострова та Балкан. Східніше зустрічається в лісових та лісостепових районах Східної Європи, Сибіру та Далекого Сходу, включаючи Японію та Камчатку. Значний острівний ареал виду займає північ Малої Азії та Кавказ. Через Україну південна межа поширення виду проходить приблизно по лінії Миколаїв–Запоріжжя–Донецьк. Острівний ареал – у горах Криму. Верба козяча – один із небагатьох видів роду *Salix* L., а серед вітчизняних верб – практично єдиний, який здатен витримувати значне затінення і рости під наметом деревостанів. Як швидкоросла у молодому віці піонерна деревна порода, вона відіграє важливу роль у формуванні та функціонуванні лісових насаджень.

Верба козяча приваблює різних представників дикої фауни: від парнокопитних, що поїдають її листя та гілки, до різноманітних комах, які збирають з суцвіть нектар і пилок. Як ранній і стабільний медонос вона має велике значення у бджільництві.

Медопродуктивність верби козячої сягає 75–150 кг/га. У зв'язку з цим біля пасік вважається за доцільне створювати її насадження.

Потужні кореневі системи цього виду здатні надійно зупиняти ерозійні процеси, тому їх саджають на схилах, та інших місцях, де можлива водна ерозія ґрунту.

Верба козяча використовується також як декоративна рослина. Напровесні дуже ефектний вигляд мають її квітучі золотисті "котики". Крона даного виду теж досить декоративна, зазвичай куляста, рідше – пірамідальна або плакуча.

Дуже широке використання має кора верби козячої. Вона містить від 6 до 21 % дубильних речовин і застосовується при вичинці шкур. Саліцин, що також входить до складу кори (0,1–1,0 %) є основою для виготовлення медичних препаратів (аспірин, бесалол тощо). В народній медицині настойка кори вживається при кашлі, болях, лихоманці, суглобовому ревматизмі, подагрі, малярії, різних кровотечах та шлунково-кишкових захворюваннях, відвар кори – при високій температурі, болях, запаленнях, цинзі, лихоманці, розладі шлунка. Відвар і порошок кори – як зовнішній засіб при виразках, фурункулах, кровотечах. Примочки з відвару кори верби козячої застосовують для лікування опіків. З лікувальною метою вживають також суцвіття даного виду, при серцевих захворюваннях.

Деревину верби козячої використовують для виготовлення різних гнутих виробів, як будівельний матеріал і паливо. Однорічні пагони придатні для плетіння грубих виробів – загорож, фашин, тари тощо.

Уже відносно давно в країнах Західної Європи деревину верби козячої використовують як сировину для целюлозно-паперової промисловості.

У перспективі, через надзвичайно швидкий ріст у перші роки, можливе вирощування цього виду в плантаційному режимі, зокрема – для вирощування енергетичної сировини. Серед недоліків слід відзначити низьку здатність до вегетативного розмноження.

Верба попеляста (*S. cinerea* L.) – верба сіра, івіна, лоза, лоза

біла, тал, тальник сивий, чорнотал, чорнолоз, шилига – високий кущ, звичайно до 5 м заввишки. У кварталі 53 Хотівського лісництва Боярської лісової дослідної станції ми спостерігали екземпляр висотою 6,9 м. Пагони товсті, з темно-сірою жолобчастою корою. Молоді пагони сіроповстисті. Листки 1,5–3,0 см у ширину, 5–12 см у довжину, обернено-яйцевидні, коротко- або довго-загострені з найбільшою шириною вище середини, зверху темно-зелені, знизу світліші, з обох боків повстисто опушені. Черешки – до 1 см, опушені. Прилистки – зубчасті, коротші ніж черешок. Серезки – до 4 см у довжину. Зав'язь – повстиста. Тичинок – дві. Цвіте до розпускання листя – у березні-квітні (рис. 1.12).

Росте, як правило, у вигляді суцільних заростей на берегах річкових стариць, окраїнах низових та перехідних боліт, вологих луках та інших малопроточних вологих місцях. Одна з найпоширеніших верб України. Разом з тритичинковою і гостролистою складає основний фон чагарникової рослинності заплав та інших достатньо зволжених місцезростань на всій території країни.



Рис. 1.12. Верба попеляста (*Salix cinerea* L.)

Верба попеляста – європейсько-західносибірський бореальний вид. Ареал її охоплює Південно-Східну Англію, Східну Францію, Італію, крім південної частини та островів, Балканський півострів, всю Середню та Східну Європу, крім Північної Скандинавії, басейну річки Печори та Нижньої Волги. В Азії верба попеляста росте в басейнах Уралу й Обі: середня та верхня частини, Забалхашся, Нижня та Середня Сирдар'я.

Зарості верби попелястої – основних об'єкт заготівлі вербової кори. Вміст танінів у ній становить від 9 до 17 %. Деревина містить до 52,7 % целюлози, використовується також на паливо, а однорічні пагони – на грубе плетиво. Літні пагони з листям – корм для свійських та диких тварин. Верба попеляста один з найкращих ранніх медоносів. Може використовуватися для закріплення берегів водойм, гребель, а також для вирощування в парках на понижених місцях. Культивується в ботанічних садах та парках Києва, Львова та Тростянця.

Верба пурпурова (*S. purpurea* L.) – верба червона, верба багряна, верболіз червоний, верба рокитина, жовтолоз, жовтолозник, заверб, зарінка, тальник, шелюг, шелюга) – середньої величини кущ, рідше – невеличке деревце висотою 6–8 м. Пагони довгі, гнучкі, завжди голі. Кора зсередини лимонно-жовта, ззовні нерідко вкрита сизим нальотом. Бруньки маленькі, жовтуваті або бурі, голі, нерідко супротивні. Листки – 1,0–1,5 см у ширину, 3–12 см у довжину, тонкі, зворотно-лінійно-ланцетні з найбільшою шириною вище середини, сизувато-зелені, цілокраї. Черешки – до 0,5 см, голі. Прилистків часто не буває (рис. 1.13).

Сережки – сидячі, до 3 см у довжину. Зав'язь – шовковиста. Тичинок – дві, що зрослися ніжками, пильники – пурпурові. Верба пурпурова зустрічається в прирусловій частині заплав річок, або на річкових островах. Ми також спостерігали її на бідних і сухих ґрунтах поза заплавою. В умовах застійного зволоження не росте. Основні місцезнаходження приурочені до басейну ріки Дністер.



Рис. 1.13. Верба пурпурова (*Salix purpurea* L.)

Природний ареал верби пурпурової займає Північну Африку, всю Західну та Центральну Європу, за винятком атлантичного узбережжя Португалії, Франції, більшої частини Британських островів, Данії та Балкан. Північно-східна межа поширення проходить через Північну Латвію та Південно-Східну Естонію і досягає околиць Пскова. Далі на сході поширена на значній частині Білорусі та є звичайною рослиною для Лісостепу та Степу України та Російської Федерації.

Верба пурпурова ціниється за довгі тонкі прутки, які в очищеному від кори вигляді використовуються для виготовлення найтонших високоякісних плетених виробів. З неочищеного (зеленого) пруту виготовляють також риболовні знаряддя. Кора містить багато саліцину – до 5,2 %, танідів – від 5 до 9 %.

У народній медицині відвар кори молодих пагонів вживають, як в'яжучий, гемостатичний, дезинфікуючий і діуретичних засіб, а ванни з відвару рекомендують для хворих на варикозне розширення вен. Порошок з кори використовують як присипку при кровотечах.

Верба пурпурова здавна і широко культивується, особливо в Середній Європі для одержання прута, а також як ґрунтозахисна рослина. Дуже декоративний кущ, але рідко культивується в такій якості. Заслуговує на використання у селекційних дослідженнях для створення відносно посухостійких форм для вирощування на енергетичних плантаціях.

Верба прутовидна (*S. viminalis* L.) – верба лоза, верболіз, верба конопляна, білоталь, верба ветлина, вербинець, витва, в'язинник, кузовиця, верба лозова, верба кошикова, лозина, луг, луговина, лужина, талажчаник – високий кущ, або кущоподібне деревце до 6–8 м у висоту. Пагонит – довгі, гнучкі, сірувато або жовтувато-зелені, голі, на верхівці сильно опушені. Бруньки прилягають до пагона, сплюснуті, із загнутим кінчиком, сірувато-опушені. Листки вузькі, лінійно-ланцетні, шириною 1–2 см, довжиною 12–20 см, довгозагострені, цілокраї, зверху темно-зелені голі, знизу майже білі, шовковисто-опушені. Черешки довжиною до 1 см, опушені. Прилистки шилоподібні, залозисто-зубчасті (рис. 1.14).



Рис. 1.14. Верба прутовидна (*Salix viminalis* L.)

Сережки сидячі, до 6 см у довжину. Зав'язь густо-шовковисто-опушена. Тичинок – дві. Цвіте одночасно з розпусканням листя у березні-квітні.

Заселяє, в основному, приуслову частину заплав. Зрідка росте також по канавах, луках, насипах тощо. Нерідко трапляється на Поліссі та в Лісостепу, рідше – в південних районах.

Верба прутovidна – євразійський бореальний вид, ареал якого займає Середню Європу (відсутня на Піренейському, Апеннінському, Балканському, Скандинавському півостровах та в Данії). На схід поширена аж до річок Лена і Алдан, від верхньої межі лісової зони до межі Степу. По долинах річок доходить до тундри та напівпустель. В Україні поширюється на південь до лінії Харків–Черкаси–Балта.

Верба прутovidна в Україні здавна використовується, як матеріал для плетіння кошиків, тому більш відома під назвою "кошикова лоза". Різні сорти та гібриди її культивуються для одержання високоякісного прута. Прути з природних заростей придатні в основному лише для грубого плетіння, бо є відносно ламкими. Кора коріння і надземної частини містить багато дубильних речовин (відповідно 18,4 і 14,5 %) і дуже багато саліцину – до 5,17 %. У народній медицині порошок кори використовують як присипку при кровотечах, а відвар і настойку – для лікування різних хвороб. Насадження використовують для фітомеліорації заболочених місць, а також, як хороший засіб проти ерозії берегів водойм. Ранній медонос, декоративна рослина.

Верба гостролиста (*S. acutifolia* Willd.) – шелюга червона, верба інеїста, краснoлоз, красноталь, лоза красна, лоза задніпровська, шелюг, шелюжина) – високий кущ, або дерево до 12 м у висоту. Пагони довгі, тонкі, темно-червоні або червоно-бурі, вкриті голубуватим восковим нальотом або без нього. Бруньки темно-червоні, голі, прилягають до пагона. Листки лінійно-ланцетні, довго-загострені, шириною 0,5–1,5 см, довжиною 6–14 см, залозисто-пилчасті, голі, блискучі, знизу блідо-зелені. Черешки – до 1,5 см у довжину, червонуваті. Прилистки – ланцетні, гострі, пилчасті.

Сережки – сидячі, до 3,5 см у довжину. Зав'язь – гола. Тичинок – дві. Цвіте у березні-квітні, плодоносить у травні (рис. 1.15).

Одна з найпоширеніших в Україні верб (крім південно-західних областей). Віддає перевагу піщаним ґрунтам. Найкращі умови для росту – в прирусловій частині заплави, але зустрічається часто поза заплавою: обабіч доріг, на насипах, узліссях тощо.

Верба гостролиста – східно-європейський бореальний вид. Її ареал займає басейн верхньої та середньої течій Північної Двіни, Малоземельську тундру, верхню Печору, басейн Волги, за винятком річки Білої), середній та нижній Дон, Донець та інші річки Приазов'я, Нижній та Середній Дніпро з притоками, включаючи басейн Прип'яті, по течії Західного Бугу заходить на територію Польщі. Південно-східна частина ареалу охоплює піски Західного Казахстану майже до Аральського моря. В Криму верба гостролиста не зустрічається.



Рис. 1.15. Верба гостролиста (*Salix acutifolia* Willd.)

Верба гостролиста здавна дуже широко використовується для закріплення рухомих пісків. Для плетіння використовують не тільки

пагони, а також і коріння, яке досягає до 10–15 м у довжину. Верба гостролиста – другосортний дубитель: у корі від 5 до 9 % танідів. Листя і літні пагони – корм для тварин. Хороший медонос, декоративна рослина.

Верба вовчегідна (*Salix daphnoides* Vill.) – шелюга жовта – дерево до 12–15 м висоти, рідше високий кущ. Кора чорнувата, з дрібними повздовжніми складками, з середини лимонно-жовта. Крона часто пірамідальна. Пагони зеленкуваті, жовто-зелені або зеленувато-бурі, покриті сизим восковим нальотом, голі, молоді – опушені. Листя продовгувате, продовгувато-ланцетне, на вершині коротко загострене, завширшки 1,5–3,5 см, завдовжки 6–10 см, залозисто-пилчасте, зверху блискуче, зісподу сизувато-зелене, голе, молоде – злегка опушене. Черешки – до 1,5 см завдовжки, пухнасті. Прилистки – дрібні, коротші черешків, залозисто-пилчасті (рис. 1.16).

Сережки – пухнасті до 5 см завдовжки. Зав’язь – жовто-зелена, гола. Тичинки – дві, голі, не зрослі між собою. Цвіте в Карпатах у квітні-травні, плодоносить у травні-червні.



Рис. 1.16. Верба вовчегідна (*Salix daphnoides* Vill.)
(І.Р.Морозов, 1966)

Зростає вздовж гірських річок (по долинах великих рік виходить на рівнину) і на відкритих дюнних пісках. В Україні природно росте

лише в Карпатах, дуже рідко (в районі м. Коломия). Ареал виду диз'юнктний, включає три фрагменти: Південну Скандинавію, гори Середньої і частково Південної Європи і Східну Прибалтику.

Верба вовчегідна в Україні, не дивлячись на своє незначне природне поширення, в штучних насадженнях зустрічається практично по всій території країни, особливо – на піщаних аренах, де здавна використовується з метою закріплення рухомих пісків, а також при створенні інших протиерозійних насаджень, зокрема – при захисті русел річок та берегів водосховищ від замулювання. Декоративна рослина. Медонос. Стовбури та пагони використовують для виготовлення різних виробів та для плетіння. Інтенсивний ріст у молодому віці і низька вибагливість до ґрунту роблять даний вид перспективним для створення плантацій на деревну масу, енергетичну сировину, прут для плетення тощо.

Верба мірзинолиста, або чорніюча (*S. myrsinifolia* Salisb.=*S. nigricans* Sm.) – великий кущ, зрідка деревце до 8 м у висоту. Однорічні пагони червоно-бурі, бурувато-зелені, темно-бурі, блискучі, до верхівки сіроповстисті. Листки – 2–4 см у ширину, 3–10 см у довжину, різноманітні за формою, переважно яйцевидно-ланцетні, пильчасті, зверху темно-зелені, знизу сизуваті, при висушуванні чорніють. Черешки короткі, опушені. Прилистки – ниркоподібні або ланцетні, зубчасті. Сережки на коротких ніжках: чоловічі – до 3 см, а жіночі – до 6 см у довжину. Зав'язь гола або волосиста. Тичинок – дві. На Поліссі та в Карпатах зустрічається нечасто, в Лісостепу – дуже рідко. Росте, в основному, вздовж канав, доріг, на вологих узліссях та в інших добре зволжених місцях (рис. 1.17).

Верба мірзинолиста – європейсько-західносибірський бореальний вид. Її ареал охоплює північну частину Британських островів, всю Скандинавію, Данію, північні райони Німеччини, Альпи, Судети, Західну Польщу. В Східній Європі верба мірзинолиста поширена від Лісотундри до Лісостепу, в Західному Сибіру – до середньої течії Обі.



Рис. 1.17. Верба мірзинолиста (*Salix myrsinifolia* Salisb.)

Природні зарості верби мірзинолистої внаслідок незначної кількості промислового значення не мають, хоча вид може культивуватися як хороший танідонос: танідів у корі від 6 до 13 %. Кора містить також значну кількість саліцину – 0,1–1,0 %. Деревина придатна для палива, а гілки – для грубого плетіння; дрібні гілки з листям – на корм для тварин. Медонос. Як декоративна рослина культивується в ботанічних садах Києва, Кривого Рогу, Кам'янця-Подільського, Асканії Нової.

Швидкий ріст у молодому віці дозволяє використовувати вербу мірзинолисту в міні-ротаційних енергетичних плантаціях, а також у селекційних дослідженнях для створення швидкорослих гібридів.

Серед інтродукованих видів високою продуктивністю відзначаються клони **верби шерстистопагінцевої (*Salix dasyclados* Wimm.)**. Це дерево або високий чагарник до 9–15 м заввишки, іноді до 20 м. Кора – темно-сіра або бура. Однорічні пагони товсті, зеленуваті, голі, літні – сірі, густо-повстисто-опушені. Бруньки великі, з відтягнутим заломленим кінчиком, повстисті. Листки завширшки 2–3 см, завдовжки 7–18 см, ланцетні, широколанцетні,

часто нерівнобічні із загорнутим краєм, суцільнокрайні або залозисто-зубчаті, зверху темно-зелені, голі, знизу сірувато-опушені, неблизкучі. Черешки – короткі, пухнасті (рис. 1.18).

Прилистки – великі, серповидні, пильчасті, часто розділені на дві лопаті. Квітне раніше появи листя. Сережки рясні, великі, до 5–6 см, майже сидячі. Зав'язь на дуже короткій ніжці, густо білоопушена. Тичинок – 2, вільних, голих

У природі заселяє береги і заплави рік і річок в межах лісотундри, лісової, лісостепової зон і північно-степової смуги Євразії. Південна межа поширення виду проходить північніше кордонів України по території Білорусі та Росії. Утворює чагарникові зарості разом з іншими вербами.



Рис. 1.18. Верба шерстистопагінцева (*S. dasyclados* Wimm.)

Деревина, кора і пагони використовуються на місцеві господарчо-побутові потреби. Листя і гілки – корм для худоби. У корі міститься до 14 % танідів. У захисному лісорозведенні застосовується в боротьбі з ерозією і при залісенні річок і водосховищ, ставків і інших водойм. Як швидкоросла і високопродуктивна порода, часто вирощується на енергетичних плантаціях у країнах Європи.

1.9. Колекція генофонду верб Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків

Метою створення колекції генофонду верби різного еколого-географічного походження є вивчення видів та форм верб за ознаками продуктивності, високої енергетичної цінності та їх використання як цінного вихідного матеріалу для селекції.

Використання джерел високої продуктивності та елементів, що її обумовлюють, енергетичної цінності як вихідного матеріалу для селекції; сприяє підвищенню результативності селекційної роботи. В колекції інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків налічується 17 зразків верби різного еколого-географічного походження (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Колекція верб та їх розподіл за секціями і підродами

№ з/п	Українська назва верби	Латинська назва	Секція	Підрид
1	Верба біла	Salix alba L.	Salix	Salix
2	Верба ламка	S.fragilis L.	Salix	Salix
3	Верба тритичинкова	S. triandra L.	Amygdalinae	Salix
4	Верба п'ятитичинкова	S. pentandra L.	Pentandrae	Salix
5	Верба шерстистопагінцева	S.dasyclados	Vetrix	Vetrix
6	Верба повзуча	S. repens L	Vetrix	Vetrix
7	Верба кангінська	S. congensis L.	Chamaetia	Chamaetia
8	Верба Матсуда (звивиста)	S. matsudana L.	Vetrix	Vetrix
9	Верба сива	S. elegnos Scop.	Canae	Vetrix
10	Верба козяча	S. caprea L.	Vetrix	Vetrix
11	Верба попеляста	S. cinerea L.	Vetrix	Vetrix
12	Верба пурпурова	S. pur pur ea L..	Helix	Vetrix
13	Верба прутувидна	S. viminalis L.	Vimen	Vetrix
14	Верба гостролиста	S. acutifolia Willd.	Daphnella	Vetrix
15	Верба вовчегідна	S. daphnoides Vill.	Daphnella	Vetrix
16	Верба мірзинолиста	S. myrsinifolia	Nigricantes	Vetrix

У деревовидних верб висота коливається залежно від віку, умов росту і спадкових ознак виду.

Серед чагарникових видів є високі (до 8 м) і низкорослі (до 1,5 м).

Дерева і чагарники розділяються на видовжені і вкорочені пагони та за забарвленням кори – зелена, жовта, коричнева, сіра, біла та інші.

Бруньки верб розрізняються за розміром, формою, кольором, опушенням, положенням відносно пагона та діляться на листкові і квіткові.

Для листків верб характерне широке варіювання за розміром, формою, кольором, відсутністю чи наявністю опушення, характером поверхні листової пластинки, відсутністю чи наявністю прилистків. У мезофільних видів, як правило, листки більші, мають округлу форму, прилистки великі, довго зберігаються. Для інших видів типовим є видовжені листки з шиловидними прилистками, що рано опадають. Листкова пластинка цілісна, жилки виступають, або сховані на поверхні листка, за формою – від лінійної до округлої. Краї листової пластинки цілісні або зубчасті, зазубрені.

Квітки одностатеві, розміщуються поодинокі на стержні сережки в пазухах приквіткових лусок.

Основні елементи продуктивності видів верб – укоріненість живців, середньодобовий та середній за вегетаційний період прирости рослин, середня кількість пагонів куща. Чим більше генотип відповідає умовам середовища, тим вищою буде його продуктивність.

За результатами досліджень вкоріненість живців верб залежить від генотипу виду і від чинників навколишнього середовища. В інтродукованих рослин вкоріненість змінювалась в межах від 82,7 у верби ламкої *Salix fragilis* L. до 98,7% верби повзучої *Salix repens* L. Причиною слабкої вкоріненості живців верби є низький вміст доступної вологі в ґрунті.

Висота рослин, діаметр стебел та кількість пагонів з куща в

більшій мірі залежать від генотипу рослин і менше від ґрунтового кліматичних умов. Незважаючи на жаркі й посушливі умови вегетаційних періодів приріст пагонів у верб сягав від 53 до 204 см. та від 2 до 3 шт. першого порядку, 3-5 шт. другого порядку з діаметром від 11,5 до 14,9 мм.

Встановлено зворотню кореляційну залежність між показниками висоти, діаметру пагонів у кущі. Вищій середній висоті відповідає менший діаметр пагонів у кущі. Подібна закономірність спостерігається і між показникам галуження 1-го і 2-го порядків.

Найвищі показники висоти куща, кількості пагонів у кущі діаметру стебла на висоті 5 см над поверхнею ґрунту було зафіксовано у верби ламкої *Salix fragilis* L. (203 см заввишки; 3,0/5,0 пагонів; 14,7 мм у діаметрі).

Упродовж вегетаційного періоду проводилися вимірювання довжини пагонів. Найбільший середньодобовий приріст зафіксовано у верби п'ятитичинкової *Salix pentandra* L. (1,07 см/доба), найнижчу величину приросту у верби повзучої *Salix repens* L (0,83 см/доба).

Вміст води у рослинах визначає направленість і інтенсивність всіх фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі і фотосинтезу. Вміст хлорофілів **a** та **b** рослин є специфічною ознакою для генотипів верби. У порівнянні хлорофіл **a** у генотипах верб змінювався від 0,296 Верб повзуча *Salix repens* L. до 0,426 В п'ятитичинкова *Salix pentandra* L.

Процес утворення та накопичення органічної речовини є інтегральним показником усіх фізіологічних процесів, що відбуваються в рослинному організмі. Накопичення сухої речовини рослинами - це відбиток життєдіяльності рослинного організму на кожному етапі його росту та розвитку в конкретних умовах навколишнього середовища. Накопичення сухої речовини за однакових умов зовнішнього середовища є специфічним для кожного виду, гібриду, генотипу рослин.

З'ясовано, що приріст сухої речовини у генотипів верб коливався від 13 % у верби пурпурової (*S. purpurea* L.) до 15,5% у верби тритичинкової, класична (Я.Д. Фучило) (*S. triandra* L.).

Упродовж вегетаційного періоду визначалися біометричні та якісні показники верб.

Виділено зразки верби гостролистої (*S. acutifolia* Wild.), верби пурпурової (*S. purpurea* L.), верби козячої (*S. caprea* L.) за біометричними показниками. Виділено зразки з підвищеним приростом вегетативної маси та накопичення сухої речовини у верби тритичинкової, класична (Я.Д. Фучило) (*S. triandra* L.) ST 5-14, верби козячої (*S. caprea* L.) SC 17-14.

Виділено еталонний зразок верби прутовидної (*Salix viminalis* L.) за ознаками швидкого (9,6 см/доба) наростання вегетативної маси, вміст сухої речовини (14,5%) та урожайність сухої маси стебел (15,8 т/га).

Виділено джерело біологічних ознак (вміст сухої речовини, величина урожайності, накопичення енергії у верби тритичинкової, місцева форма (*S. triandra* L.).

База даних роду *Salix* передана до Національного центру генетичних ресурсів рослин України.

Вегетативні частини роду *Salix* зберігаються в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків та його селекційних відділках на Білоцерківській ДСС, Веселоподільській ДСС, Ялтушківській ДСС.

1.10. Біологічні та екологічні особливості верб

Із всіх біологічних та екологічних особливостей автохтонних вітчизняних видів роду *Salix*, нами розглянуті фенологія, відношення до ґрунтових умов, насіннєве та вегетативне розмноження, а також інтенсивність росту надземної частини і, частково, – будова кореневих систем.

1.10.1. Цвітіння та плодоношення

Початком цвітіння того чи іншого виду вважався день, коли вперше була помічена хоча б одна сережка, що зацвіла. Найзручніше фіксувати початок цвітіння у чоловічих екземплярів через те, що пиляки тичинок мають яскраво-жовтий колір. Жіночі сережки у всіх видів зелені і не такі примітні, як чоловічі, хоча і за ними можна спостерігати початок і кінець цвітіння. Початок цвітіння жіночих квіток настає тоді, коли повністю сформувалась маточка, і приймочка маточки почала розкриватися. Кінцем цвітіння слід вважали період, коли тичинки починали буріти і всихати, коли всихали приймочки на жіночих квітках.

Кінцем цвітіння виду вважався момент, коли відцвітали практично всі рослини даного виду. Різниця в термінах цвітіння різних особин буває значною. У всіх верб вона становить 5-7 днів.

Різниця в строках цвітання нерідко буває пов'язана з умовами місцезростання, а точніше - з температурним режимом середовища.

Слід відмітити, що період цвітіння досить часто залежить від погодних умов. Холодна дощова погода затягувала початок і тривалість цвітіння усіх верб, а теплі погодні умови сприяли своєчасному початку і оптимальному періоду цвітіння.

Щодо початку цвітіння верб, які зацвітають першими (гостролиста, козяча, попеляста), помітити перші квітки досить складно, через те, що першими зацвітають ті, що розміщені, як правило, у верхній частині крони.

Для того, щоб настало цвітіння, необхідно, щоб рослина одержала певну кількість тепла. Для верби усіх видів кількість тепла визначається, як сума ефективних (вищих 0°C) або активних (вищих + 5°C) середньодобових температур повітря.

При переході рослин від зимового стану до пробудження, початку вегетації і, врешті, до цвітіння, в ідеальному варіанті, тобто коли б температура повітря весною наростала б стабільно з кожною

добою, початку кожної фази фенологічного розвитку відповідала б якась конкретна температура повітря.

Найважливішою в цьому плані є температура від 2 до 3°C, при якій рослина пробуджується зі стану зимового спокою, і, при подальшому одержанні тепла, починає розвиватися.

Накопичивши певну кількість тепла – суму температур (70-80°C), вищих за температуру пробудження – рослина починає вегетацію, цвітіння, утворення насіння тощо.

Для початку цвітіння верб необхідна, окремо для кожного виду, постійна сума позитивних температур. Сума ефективних температур, вищих 10°C, не може бути застосована для визначення початку цвітіння верби, оскільки вони в основній масі відцвітають до початку накопичення цієї температури.

Отже, температура початку їх розвитку знаходиться в межах від 0°C до 5°C.

Температура 3°C, або дуже близька до неї, є температурою початку вегетації для більшості видів. Для пізно квітучих верб така температура є дещо вищою (на 1-1,5°C).

Середня тривалість періоду цвітіння верб складає 56 днів.

Коли ж прихід весни супроводжується різким і довготривалим потеплінням, період цвітіння верб ще більш скорочується.

У заплавах річок Київського Полісся весною спостерігається затримка в розвитку кущів одного і того ж виду, що ростуть найближче до води, порівняно з тими, що ростуть на підвищених ділянках. На це також звертали увагу ряд дослідників (Фурсаєв, Беляков 1933, Лосицький 1936, Правдін 1952). Л.Ф. Правдін вказує, що рослини, які пристосувалися до існування в умовах довготривалого затоплення заплави, ізолювалися від видів позазаплавних місцезростань не тільки просторово, але і фенологічно.

А.Д. Фурсаєв та Е.В. Беляков відзначають, що заплавні форми верб значно запізнюються в цвітінні порівняно з позазаплавними: у них цвітіння "переноситься" на час після спаду води, тобто на початок літа (прутовидна, тритичинкова). Також увага акцентується

на тому, що кущі видів, які в межах заплави ростуть по найвищих місцях (шелюга) практично не мають розходжень у фазі цвітіння, порівняно з рослинами того ж виду, що ростуть в плакорних умовах. Ті ж, які заселяють низини (верба біла), мають уже більшу розбіжність, а рослини видів, що займають найбільш понижені місця (тритичинкова, прutowидна) – найбільшу. Таку розбіжність дослідники вбачають в узгодженості фізіологічного розвитку рослини з періодичними змінами умов місцезростання.

Важливий вплив на розвиток рослин у даному випадку має також температура та повітряний режим ґрунту. У рослин, що ростуть на підвищених місцях, коренева система не підтоплена талою водою, ґрунт практично однаково прогрівається, температурний режим однаковий, і тому синхронно проходять фази фенологічного розвитку у різних кущів.

Рослини верб прutowидної, тритичинкової та деяких інших видів, які в заплаві займають найнижчі місця, цвітуть і плодоносять пізніше через надмірну кількість води низької температури.

Початком плодоношення вважається розтріскування коробочок, поява пуху з насінням, а кінцем – момент повного його вильоту і початок опадання сережок.

Початок розтріскування коробочок кожного з видів по окремих роках, хоча і значно відрізняється, але ця різниця не така різка, як різниця дат початку цвітіння. У роки, наближені за температурним режимом до середніх багаторічних, різниця складає всього кілька днів. Очевидно, це пов'язано з тим, що сума ефективних температур повітря до травня місяця, коли починають дозрівати коробочки верб, вирівнюється і суттєво не відрізняється в окремі сезони.

Дослідженнями встановлено залежність між сумою позитивних температур, вищих 0, +3, +5 і +10°C та початком розтріскування коробочок, а також яка з цих температур найтісніше пов'язана з даною фенофазою. Як на початок цвітіння, так і на початок вильоту пуху щорічно рослини накопичують практично однакову суму позитивних температур, при цьому, у фазі дозрівання насіння ця

сума за роками виявилася цілком достовірною при всіх вибраних ефективних температурах.

Середній тривалість терміну розлітання пуху знаходиться в межах 15-22 днів.

Можна стверджувати, що у верби п'ятитичинкової від запилення до початку вильоту пуху проходить не більше 118 днів. Фізіологічна зрілість її насіння настає значно швидше – через 6-7 тижнів.

Слід також відзначити, що терміни дозрівання коробочок і насіння у верб не співпадають. У всіх видів верб у зелених, недозрілих сережках за 7-10 днів до початку дозрівання є значна кількість насіння, здатного проростати.

1.10.2. Розвиток верб протягом вегетаційного періоду

Першим проявом пробудження верб після періоду зимового спокою є розтріскування генеративних бруньок і поява з них "котиків".

Через 4-5 днів після повного розпускання "котиків" починають розпускатися сережки і розтріскуватися вегетативні бруньки у верб прутувидної та пурпурової. Одночасно з цим, починають розкриватися приквіткові луски, а також вегетативні бруньки. Ще через 4-5 днів починають розтріскуватися бруньки решти верб.

В кінці першої - на початку другої декади квітня практично одночасно зацвітають верби гостролиста, козяча та попеляста. Приблизно в цей же час починає цвісти сон-трава, а у верб прутувидної та пурпурової розкриваються приквіткові луски, і з їх пазух починають проростати тичинки і маточки. В кінці другої декади квітня починають цвісти верба прутувидна, а через день-два – і пурпура. Одночасно практично на всіх вербах появляються окремі листочки. Через тиждень після пурпурової зацвітають верби мірзинолиста, розмаринолиста і вушката, а через 1-3 дні після цього – відцвітають види, що зацвіли першими, і настає масова поява листя

на всіх вербах. Одночасно з листям тритичинкова та п'ятитичинкова верби викидають сережки (п'ятитичинкова – на 2-3 дні пізніше). Листя останніх двох видів до цього часу розвиваються інтенсивніше, ніж прутovidної та пурпурової, не кажучи вже про попелясту, вушкату та розмаринолисту.

У перших числах травня починає цвісти верба тритичинкова, приблизно через тиждень після неї зацвітає і верба п'ятитичинкова. На цей час всі верби вже повністю сформували листя, починають цвісти вишня, яблуня, груша, ірга.

Запилення у верб відбувається за допомогою комах, в основному – бджіл і джмелів. У нічний час, цілком імовірно, що в їх запиленні беруть участь нічні метелики (Щербиновский, 1954). Від запилення до запліднення, за даними Н.В.Старової (1980), проходить від 24 до 48 годин.

З кінця другої декади травня, спостерігається найбільш інтенсивний лінійний приріст всіх верб. Особливо це помітно на рості подовжених пагонів. У липні подовжені пагони однорічних живцевих саджанців верб гостролистої, пурпурової та прутovidної в умовах свіжого субору здатні приростати на 1,4-1,5 см за добу (Бабенко, Фучило, 1988).

У більш сприятливих умовах однорічні живцеві саджанці деяких видів у період інтенсивного росту досягають середньодобового приросту до 3 см (Фучило, Ониськів, Сбитна, 2006).

Верба п'ятитичинкова досягла максимального приросту (15,7 мм на добу) у період з 10 по 24 липня і закінчила свій ріст, сформувавши верхівкову бруньку до 18 вересня. Листя з її саджанців повністю опало 30 жовтня.

Максимальний приріст саджанців верби прутovidної за висотою (відповідно: 28,9 і 25,9 мм на добу) спостерігався з 24 липня по 7 серпня.

Верба прутovidна зберігала високий приріст у висоту ще протягом двох місяців і сформувала верхівкову бруньку лише у кінці

жовтня. Листя на верхівках її пагонів залишається зеленим до настання морозів. Дане явище є характерним для цього виду верби.

Верби тритичинкова і біла досягли максимуму свого приросту раніше решти досліджуваних видів – у період з кінця червня до початку липня. Після цього верба тритичинкова до 21 серпня, тобто найшвидше серед інших видів, закінчила вегетацію. Її листя опало 5 листопада.

Аналіз отриманих даних дозволяє зробити висновок, що максимальний приріст видів верб у дворічному віці відбувається в період з кінця травня до середини липня, але спостерігається значна відмінність динаміки середньодобового приросту у окремих видів. Так, у верби п'ятитичинкової та пурпурової максимум приросту приходить на другу частину цього періоду (з 12.06 по 16.07), а у тритичинкової та прутовидної – на середину (з 12.06 по 21.06).

До середини серпня інтенсивність росту різко зменшується.

Листопад у верб починається після початку осінніх приморозків, які настають у Київському Поліссі наприкінці вересня.

Найдовше не опадає листя у верби прутовидної. На верхній частині її пагонів зелене листя тримається до початку зими.

Крім того, що строки закінчення лінійного приросту, як уже згадувалося, залежать від виду верби, великий вплив на них мають також умови місцезростання: в несприятливих умовах (перезволожених, сухих, бідних на поживні речовини тощо) лінійний приріст закінчується значно швидше, ніж у сприятливих.

1.11. Інтенсивність транспірації та фотосинтезу

Швидкорослість верб забезпечується інтенсивним проходженням у їх органах біохімічних процесів, внаслідок чого утворюється велика маса пластичних речовин, які використовуються на формування вегетативних та генеративних органів. У значній мірі швидкість проходження цих процесів характеризують інтенсивність транспірації води та фотосинтезу.

Дослідження транспірації проводились за методом швидкого зважування зірваних листків на торсійних терезах одразу після зривання і після 2-хвилинної експозиції (Гордієнко, 1979). На час експозиції зірвані листки поміщалися якомога ближче до того місця, звідки їх зірвали. Зважування проводилися з точністю до 0,5 мг. Результати досліджень у мг випарованої води з 1 грама живого листка наведені в таблиці 1.3.

З наведених даних видно, що у найжаркіший час вегетаційного періоду представники родини вербових з 1 грама живого листка випаровують від 0,80 до 2,55 грамів води за одну годину. Найбільш інтенсивно в цей період транспірація відбувається у верб тритичинкової, білої та пурпурової (від 2,08 до 2,55 мг·г⁻¹·год⁻¹). У верб п'ятитичинкової та тополі інтенсивність транспірації дещо нижча: від 1,54 до 1,79 мг·г⁻¹·год⁻¹. Найнижчим цей показник виявився у верби прутовидної – 0,80 мг·г⁻¹·год⁻¹. Порівняння транспірації гібридної верби і її батьківських форм показує, що інтенсивність транспірації гібрида знаходиться між показниками транспірації його батьківських форм, причому – ближче до материнської (до верби пурпурової).

Таблиця 1.3

Інтенсивність транспірації деяких видів верб і тополі, мг·г⁻¹·год⁻¹

№ п/п	Вид	Статистики інтенсивності транспірації				
		М	m	σ	V	P
1	Верба прутовидна	795	87,5	195,7	24,6	11,0
2	Верба пурпурова х Верба прутовидна	1790	84,6	207,2	11,6	4,7
3	Верба тритичинкова	2552	161,1	322,2	12,6	6,3
4	Верба біла	2518	156,6	383,6	15,2	6,2
5	Верба п'ятитичинкова	1598	164,4	328,8	20,6	10,3
6	Тополя євроамер. «Dorskamp»	1537	193,0	386,1	25,1	12,6

Примітка: тут і далі: М – середнє значення; m – помилка середнього значення; σ – середньоквадратичне відхилення; V – коефіцієнт варіації, %; P – точність досліджень, %.

Інтенсивність фотосинтезу в листках верб і тополь визначалася (паралельно з визначенням транспірації) методом половинок (Гордієнко, 1979). Термін експозиції половинок листків, що залишені на рослинах, становив 4 години. Після висушування експонованих половинок листків і зрізаних половинок, що під час експозиції знаходились у вогкій тканині, зважування на аналітичних вагах, визначення їх площ та обробки отриманих даних з'ясувалося, що досліджувані рослини мають високу інтенсивність асиміляції органічних речовин.

Кількість сухої речовини, асимільованої одним квадратним дециметром листової поверхні досліджуваних видів за одну годину становить у найжаркіший період вегетації 21,7 – 59,2 мг.

Найвищим цей показник виявився у верби прутовидної ($59,2 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$), а найнижчим – у тополі ($21,7 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$). У решти досліджуваних форм він був практично однаковим: 41,7 – 44,7 $\text{мг} \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$.

Отже, всі верби, взяті для досліджень, позитивно реагують на підвищення родючості ґрунту та (до певної міри) – його зволоженості. Насадження верб прутовидної, пурпурової, гостролистої та їх гібридів можна з успіхом створювати у типах умов зростання лісу В₂₋₄ – D₃₋₄. Для верб тритичинкової та п'ятитичинкової необхідні більш багаті і вологі ґрунти (CD₃₋₄).

Надмірне зволоження ґрунту, порівняно з сухими та свіжими умовами, в перший рік вирощування забезпечує укорінення практично всіх посаджених живців. Це пояснюється тим, що живець не являє собою повноцінну рослину, у нього відсутня коренева система і, для підтримання життєдіяльності, до того часу, поки відросте коріння, йому необхідно багато вологи. В наступні роки надмірна, а особливо ще й застійна зволоженість призводить до пригнічення і загибелі уже укорінених рослин (табл. 1.4).

Із трьох, використаних для дослідження видів, найвищі показники продуктивності має верба прутовидна, яка найбільш інтенсивно зреагувала на збільшення гумусу і зволоженості ґрунту і

значно переважає решту видів за висотою кущів і продуктивністю однорічної фітомаси.

Таблиця 1.4

Вплив умов місцезростання на укорінення живців верб

Вид	Тип умов місцезростання			
	A ₂	B ₂	D ₃	C ₅
Верба п'ятитичинкова	$\frac{6,8 \pm 0,5}{40,0}$	$\frac{27,7 \pm 2,6}{35,0}$	$\frac{58,7 \pm 4,3}{92,1}$	$\frac{17,8 \pm 0,9}{100}$
Верба тритичинкова	$\frac{18,3 \pm 0,9}{65,3}$	$\frac{49,0 \pm 2,3}{85,0}$	$\frac{100,4 \pm 3,4}{100}$	$\frac{42,1 \pm 1,6}{96,7}$
Верба прутувидна	$\frac{15,2 \pm 0,8}{54,0}$	$\frac{72,6 \pm 3,8}{100}$	$\frac{103,5 \pm 3,7}{97,4}$	$\frac{26,4 \pm 1,6}{100}$
Верба пурпурова	$\frac{24,1 \pm 1,8}{48,0}$	$\frac{81,7 \pm 5,0}{100}$	$\frac{81,1 \pm 3,0}{100}$	$\frac{27,5 \pm 1,6}{100}$
Верба гостролиста	$\frac{27,5 \pm 2,1}{80,9}$	$\frac{71,6 \pm 3,9}{80,0}$	$\frac{96,6 \pm 4,5}{100}$	$\frac{39,8 \pm 1,8}{100}$

Примітка: У чисельнику вказано середнє значення висоти однорічних кущів та помилку середнього (у сантиметрах); у знаменнику – укорінення живців (у відсотках)

Більш зволожені, але менш дренажні едафічні умови (D₅) негативно впливають на продуктивність верб, але забезпечують високу їх збереженість, що вказує на негативний вплив надмірного застійного зволоження на розвиток саджанців верб, яке здатне навіть викликати їх загибель, хоча у перший рік – сприяє високому укоріненню їх живців.

У описаному нами випадку найвищий варіант зволоження забезпечив першим двом видам абсолютні показники збереженості. Досить високими вони є і у верби прутувидної

На важливе значення для успішного росту верб дренажності ґрунту вказує О.К. Скворцов (1968). За його спостереженнями верба п'ятитичинкова, яка в природі росте на лісових осоково-куничникових болотах, навколо сфагнових боліт, на мокрих луках та інших перезволожених місцях у вигляді невеличкого деревця з ознаками

пригніченості, після осушення території може досягти розмірів верб ламкої та білої – дерев другої, або першої величини. Він також вказує, що в зоні позитивного балансу вологи навіть такі типові представники болотних верб, як лапландська та чорнична, в умовах культури на суходолі ростуть значно краще, ніж на болоті, якщо їх позбавити конкуренції інших деревних та трав'янистих рослин.

З усього вищевказаного можна зробити висновок, що всі види верб досягають найбільших розмірів на багатих, добре зволжених і насичених повітрям ґрунтах. Те, що багато видів даного роду в природі зустрічаються тільки в перезволжених місцях, не означає, що дані умови найсприятливіші для них. Вони ростуть тут тому, що лише за цих умов вони здатні, завдяки своїм біологічним особливостям, успішно конкурувати з іншими видами рослин.

1.12. Вплив ФАР на продуктивність біомаси енергетичної верби

Наростання біомаси відбувається у процесі фотосинтезу, коли на основі діоксиду вуглецю, води, мінеральних речовин та сонячних промінів утворюється органічна речовина. Енергія сонячних променів переходить в енергію рослинної біомаси. Ефективність цього процесу і, в кінцевому рахунку, продуктивність культури, залежать від функціонування насадження як фотосинтезуючої системи і її основної частини – фотосинтетичної активної радіації (ФАР).

У польових умовах насадження (фітоценоз), як сукупність рослин на одиниці площі, являють собою складну динамічну саморегулюючу фотосинтезуючу систему. Ця система включає в себе багато компонентів, які можна розглядати як підсистеми; вона динамічна, оскільки постійно змінює свої параметри в часі та саморегулююча. Таку систему характеризують нові властивості порівняно з окремою рослиною. Так, для окремої рослини збільшення площі живлення і пов'язане з цим поліпшення освітленості призводять до підвищення продуктивності, а для фітоценозу важлива оптимальна густота рослин.

Управління процесом формування врожаю здійснюється на основі систематичного контролю за розвитком рослин і фотосинтетичною діяльністю насаджень відповідно до заздалегідь заданих параметрів. Фотосинтетично активна радіація (ФАР) (енергія сонячної радіації) є необхідною умовою фотосинтезу. Слід створювати такі насадження, в яких пагони з листям поглинали б енергію сонця з можливо більш високим коефіцієнтом корисної дії для створення високої продуктивності біомаси. У процесі фотосинтезу бере участь не вся сонячна енергія, а тільки її видима частина – фотосинтетично активна радіація (ФАР) з довжиною хвиль 380 – 720 нм (нанометр). Ці промені поглинаються хлорофілом і є енергетичною основою фотосинтезу. Енергія ФАР становить близько 50 % загальної енергії сонячної радіації. Інфрачервона частина сонячного спектра, що складає близько 50 % загальної енергії сонця, не бере участі в фотохімічних реакціях фотосинтезу. Ці промені поглинаються ґрунтом, від якого нагріваються надземний шар повітря та значна частина площі рослини, при цьому посилюються транспірація і випаровування вологи з поверхні ґрунту. Кількість ФАР, що потрапляє на одиницю поверхні ґрунту, в середньому по місяцях року і по декадах місяця є різною за кількістю та силою потоку.

Високою продуктивністю використання ФАР вважається 1-2%. При використанні сортів інтенсивного типу та оптимізації процесів формування врожаю можливо досягти акумуляції в урожаї понад 2,5-3,0% ФАР. Надходження сонячної енергії за вегетаційний період залежить від географічної широти. Так, якщо порівнювати північні і південні райони України, то ФАР, що поступає за вегетаційний період відрізняється в 1,5-2,0 рази. Насадження являють собою оптичну систему, в якій листковий апарат поглинає ФАР. У початковий період розвитку рослин асиміляційна поверхня листків невелика і значна частина ФАР проходить повз них. Із збільшенням площі листя збільшується і поглинання ними енергії сонця. Коли індекс листової поверхні (величина, що показує, у скільки разів площа листя перевищує ту площу, на якій знаходяться рослини) дорівнює 4, то

поглинає максимальне значення загальної радіації. За наступного збільшення площі листя поглинання ФАР не підвищується. В насадженнях, де формування площі листя є оптимальним, поглинання ФАР може скласти в середньому за вегетацію 50-60% поступаючої радіації. Отримана рослинним покривом ФАР є енергетичною основою для фотосинтезу. Однак у врожаї акумулюється тільки частина цієї енергії. Коефіцієнт використання ФАР зазвичай визначають по відношенню до падаючої на рослинний покрив ФАР. Якщо в урожаї біомаси в середньому акумульовано 1,0-1,5% ФАР, то суха маса всіх органів рослин становитиме - 10-15т/га. У розріджених насадженнях коефіцієнт використання ФАР складає 0,4-0,6 %. За розгляду насаджень як фотосинтезуючої системи урожайності сухої маси, створюваної за вегетаційний період, її приріст за певний період залежить від кількості пагонів у кущі, площі листя, тривалості періоду і чистої продуктивності фотосинтезу за цей період.

$$Y = \Phi\P * \text{ЧПФ} ,$$

де Y - урожайність сухої біомаси, т/га;

$\Phi\P$ - фотосинтетичний потенціал, тис. м^2 - днів/га;

ЧПФ - чиста продуктивність фотосинтезу, $\text{г}/\text{м}^2$ за добу.

Фотосинтетичний потенціал розраховують за формулою:

$$\Phi\P = S_c * T,$$

де S_c - середня за період площа листя , тис. м^2 /га;

T - тривалість періоду, дні.

У період найбільшої інтенсивності росту енергетичної верби, добові прирости загальної сухої біомаси на одному гектарі плантації складають в середньому 200-400 кг. Для її накопичення рослини споживають від 5 до 10 кг мінеральних речовин, 300-600 кг, вуглекислого газу та значну кількість вологи. В процесі фотосинтезу листовим апаратом виділяється така ж кількість кисню.

Основні показники для фітоценозу та продуктивність визначають у розрахунку на одиницю площі – 1 м², або 1 га. Так, площу листя вимірюють в тис. м²/га. Крім того, використовують такий показник, як індекс листкової поверхні.

Основну частину асиміляційної поверхні складають листки, саме в них здійснюється фотосинтез. Фотосинтез може відбуватися і в інших зелених частинах рослин – пагонах; однак внесок цих органів у загальний фотосинтез зазвичай невеликий. Вважається, що при індексі листкової поверхні 4-5 листків, як оптична фотосинтезуюча система, працює в оптимальному режимі, поглинаючи найбільшу кількість ФАР. За меншої площі листя частина ФАР не поглинається. Якщо площа листя пагонів енергетичної верби загущена, то верхні листки затінюють нижні, їх частка у фотосинтезі значно знижується, що негативно впливає на формування в цілому біомаси. Динаміка площі листків показує, що на різних етапах вегетації рослин фотосинтезуюча система функціонує неоднаково. Перші 20-30 днів вегетації, коли площа листків є незначною, більша частина фотосинтетичної радіації за рахунок відсутності листкового апарату не поглинається, і тому коефіцієнт використання її є невисоким. В подальшому процесі вегетації рослин виростають пагони і площа листків починає швидко наростати, досягаючи максимуму. В осінній період під час зниження температури та ФАР площа листків починає швидко зменшуватися. У цей час переважають перерозподіл і відтік поживних речовин з вегетативних органів у генеративні.

На тривалість цих періодів і їх співвідношення впливають різні чинники, в тому числі агротехнічні. З їхньою допомогою можна регулювати процес збільшення площі листків і тривалість періоду вегетації. У посушливих ґрунтово-кліматичних умовах густоту рослин збільшують. При цьому площа листків збільшується і зменшується транспірація вологи з ґрунту та підвищується урожайність біомаси.

Занадто велике розростання пагонів при достатньому водопостачанні призводить до небажаних результатів. Біомаса в

цьому випадку збільшується досить високими темпами за рахунок вегетативних органів, проте умови формування біомаси погіршуються. До подібних результатів може призвести і надмірне загушення та затінення значної частини листя рослин.

У результаті фотосинтезу в рослинах накопичується 90-95 відсотків сухої речовини, тому управління цим процесом є одним з найбільш ефективних шляхів впливу на продуктивність біомаси. Науковими дослідженнями підтверджено, що основне завдання фотосинтезу – збереження та підтримка на більш високому рівні фотосинтетичної діяльності рослин та максимальне підвищення продуктивності рослин. Часто стримуючим фактором фотосинтезу є недостатня кількість вуглекислого газу. Зазвичай у повітрі близько 0,03 відсотка CO_2 . Однак, над плантацією енергетичної верби, де відбувається інтенсивно фотосинтез, кількість CO_2 зменшується в три - чотири рази, що гальмує процеси накопичення органічних речовин. Таким чином, один із шляхів підвищення продуктивності фотосинтезу є збільшення концентрації вуглекислого газу в повітрі.

Сучасний рівень технології в цілому дозволяє вирішити це завдання в глобальних масштабах. На думку вчених та екологів високий рівень вмісту вуглекислого газу в повітрі призведе до зміни теплового балансу планети, до її перегріву внаслідок так званого «парникового ефекту». «Парниковий ефект» обумовлений тим, що при наявності великої кількості вуглекислого газу атмосфера починає сильніше затримувати генеровані поверхнею Землі теплові промені.

Інший шлях подолання негативного впливу низької концентрації вуглекислого газу в атмосфері на врожай – поширення таких форм рослин, які мають дуже інтенсивну фотосинтезуючу здатність. Це вирощування рослини групи $\text{C}_3\text{-C}_4$. У даних видів культур рекордні показники інтенсивності фотосинтезу.

Впровадження та інтродукція нових високопродуктивних культур з високим коефіцієнтом фотосинтезу є надзвичайно актуальним питанням в рослинництві. Рослинність земної кулі досить неефективно використовує сонячну енергію. Коефіцієнт корисної дії

у більшості дикоростучих рослин складає всього 0,2 відсотка, у культурних він дорівнює в середньому 0,6 відсотка. За оптимального забезпечення культурних рослин водою, поживними речовинами коефіцієнт корисного використання світла підвищується до чотирьох - шести відсотків. Теоретично можливий ККД – три-чотири відсотки. Зіставлення наведених цифр свідчить про великі можливості у збільшенні фотосинтетичної продуктивності рослин.

Підвищити ефективність використання сонячної енергії в ході фотосинтезу можна шляхом розміщення рослин на оптимальній відстані одну від одної та формуванням густоти насадження під час садіння. У зріджених посадках значна частина світла не буде використана рослинами, а в загущених рослини затінюють одні одних, їх стебла стають довгими і ламкими, легко вилягають від дії дощу й вітру. У тому і іншому випадку відбувається зниження врожаю. Ось чому дуже важливо вибрати для кожної культури найбільш оптимальну густоту стояння. На жаль, багато сільгоспвиробників, агрономів не беруть до уваги названі фактори, що негативно впливає на продуктивність певного виду чи сорту рослин. Найбільш часто рослини неефективно фотосинтезують через недостачу вологи та елементів мінерального живлення. Якщо поліпшити умови водопостачання і мінерального живлення то розміри листової поверхні рослин збільшаться, а між ними і продуктивністю біомаси існує пряма залежність. Однак існує межа зростання ефективності фотосинтезу, коли подальше поліпшення водозабезпечення і мінерального живлення не дає позитивних результатів. Результати наукових досліджень свідчать, що при значній площі листової поверхні (зазвичай коли на 1 квадратний метр площі припадає чотири-п'ять квадратних метрів листя) рослини поглинають практично всю енергію світла. Якщо ж на одиницю площі поля приходить ще більша поверхня листя, то в результаті затінення рослин інтенсивність фотосинтезу зменшиться, тому надмірне забезпечення рослин водою та елементами мінерального живлення буде неефективне. Наукові дослідження доводять, що за

використання нових сортів та гібридів енергетичної верби потрібно звертати увагу на саму будову куща та кількість пагонів у ньому. Зокрема, він повинен мати компактну рівну вертикально орієнтовану крону пагонів з широкими та довгими листочками.

За рахунок покращення умов для фотосинтетичної діяльності рослин енергетичної верби можна суттєво впливати на врожайність та якість сировини.

Існує залежність між видами енергетичної верби та інтенсивністю використання поживних речовин, які впливають на ріст та розвиток рослин в процесі вегетації переважно на початковому періоді. Тому важливим фактором в технології вирощування енергетичної верби є створення сприятливих, оптимальних умов для розвитку рослин та накопичення максимальної продуктивності біомаси.

1.13. Насіннєве розмноження

Основним способом розмноження верб у природних умовах є насіннєве розмноження, хоча більшість з них мають здатність також чудово розмножуватися і вегетативно. Як уже згадувалось, у верб щорічно відзначається рясне цвітіння, як наслідок – вони рясно та стабільно плодоносять, продукуючи величезну кількість насіння.

Інтенсивність плодоношення має значний вплив на розповсюдження виду. Насіння верб дуже дрібне. Довжина насіння більшості видів знаходиться у межах від 0,8 до 1,8 мм, ширина – від 0,4 до 0,7 мм, а маса 1000 насінин – від 0,09 до 0,25 г.

При дозріванні та розтріскуванні коробочок, насіння, за допомогою пучка волосинок, що прикріплені до нього, розлітається від материнського куща. Підхоплене вітром, або течією річки, воно розноситься від нього на значну відстань. Насіння верб овальне, за формою схоже на жолудь дуба, зелене або сірувато-зелене і дуже дрібне.

Уже до кінця першого вегетаційного періоду з насіння, яке попало у сприятливі для проростання умови, виростають значних

розмірів рослини. При цьому, їх кількість на одиниці площі досягає вражаючих величин від 500 до 600 тис. шт./га.

Насіння верб складається з оболонки та прямого зародка, який, в свою чергу, складається з двох сім'ядоль, брунечки між ними та підсім'ядольного коліна. Поживні речовини в сім'ядолях практично відсутні, проте весь зародок містить у собі багато хлоропластів, через що насіння і має зелений колір, оскільки оболонка його – напівпрозора. Свіжозібране насіння має високу схожість.

Лабораторна схожість свіжозібраного насіння верб становить 78,3-87,3 %. Низька схожість насіння верби попелястої пояснюється тим, що на час збору її сережок вони були вже переспілі і пух з насінням, в основному, уже вилетів, а насіння, що залишилося в коробочках, почало втрачати життєздатність. Дозріле насіння верб дуже швидко втрачає здатність проростати.

При попаданні на сприятливий субстрат, насіння верб дуже швидко проростає (через 10-20 годин). Якщо субстрат на протязі вегетаційного періоду не пересохне, особливо в перший місяць, то до осені з насінини виростає рослина висотою 15-20, а іноді 30-40 см.

Виняток серед інших верб становить насіння верби п'ятитичинкової, яке вилітає з сережок восени, а проростає навесні, зберігаючи високу життєздатність протягом зими.

Отже, насіння верби п'ятитичинкової здатне, на відміну від насіння інших верб, зберігати життєздатність на протязі 6-7 місяців, але твердження, що воно має період спокою, є не зовсім точним.

Насіння верб, оскільки воно не має періоду спокою і дуже швидко втрачає життєздатність, висівають відразу після заготівлі. В умовах виробництва це не завжди можливо. Тому велике практичне, а також і наукове значення має розробка способів їх зберігання протягом тривалого часу. К.А. Тімірязєв (1950) вказував, що для проростання насіння всіх рослин необхідна наявність води, кисню і сприятливої температури середовища.

Саме насіння містить мало води, коли ж воно потрапляє у вологе середовище, то набухає і розриває оболонку, даючи можливість

розвиватися зародку. Крім того, під впливом води, в зародку і сім'ядолях проходять біохімічні процеси перетворення нерозчинних у воді пластичних речовин у розчинні і переміщення їх від сім'ядолі до зародка, де вони знову перетворюються на водонерозчинні і відкладаються у клітинах зародка.

Кисень необхідний насінні, що проростає, для дихання: вона його вбирає і виділяє вуглекислий газ. Все це проходить одночасно з процесами, описаними вище. Внаслідок дихання насіння помітно нагріваються, очевидно це також корисно для розвитку зародка.

Період проростання, за К.А. Тімірязєвим (1950), закінчується після закінчення запасу поживних речовин у сім'ядолях. Самостійне життя рослин починається тоді, коли починає проявлятися діяльність листків, а для цього вони повинні піддатися впливу сонячного світла. У насіння верб період проростання практично відсутній, поживних речовин у сім'ядолях дуже мало, проте самі сім'ядолі, при наявності води і світла, відразу починають синтезувати пластичні речовини, що використовуються як матеріал для росту зародка.

Отже, для проростання насіння верб необхідна наявність таких основних факторів: води, світла, кисню та оптимальної температури середовища. Коли ж на насіння діють тільки кілька із наведених факторів, за виключенням хоча б одного, то воно не може прорости, але в ньому відбуваються незворотні біохімічні процеси, що призводять до втрати життєздатності.

Для того ж, щоб зберегти його життєздатність якнайдовше, необхідно якнайповніше нейтралізувати дію на насіння всіх чотирьох названих чинників, особливо – води, як фактора визначального. На перший погляд таке твердження може здатися парадоксальним, тим більше, що О.А. Ситникова (1950) вбачала втрату життєздатності насіння верби козячої в тому, що при сухому середовищі протоплазма клітин насіння різко зменшується і клітини гинуть від механічного розриву протоплазми.

Аналіз результатів експериментів, проведених дослідниками різних країн, свідчить, що саме зменшення вологості насіння сприяє

підтриманню його життєздатності. Так, досліди японського вченого Накашіми (Крокер, 1950) показали, що насіння *Salix japonica* та *Salix Reinii* краще зберігає життєздатність в ексикаторі, де роль підсушуючої речовини виконує 50 % за об'ємом розчин сірчаної кислоти. Відносна вологість повітря підтримувалася таким чином в межах 10 %. У пізніших роботах Накашіма встановив, що при зберіганні насіння верб П'єро та японської (*S. Pierottii* та *S. Japonica*) в такому ж ексикаторі, але поміщеному в льодовик, після 360 днів зберігання мало схожість 53 %, в той час, коли на відкритому повітрі вона повністю втрачалася за один тиждень. Як бачимо, такий спосіб зберігання забезпечує практичне повну відсутність вологи, позитивної температури і світла. Кисню в ексикаторі також, очевидно, була незначна кількість.

Дещо пізніше проблемами збереження життєздатності насіння верб і тополь займалися ряд українських дослідників. Т.Г. Буч (1957) пропонує зберігати їх насіння в ексикаторах, де підсушуючою речовиною є хлористий магній з розрахунку 100 г на 1000 см³ об'єму, що забезпечує відносну вологість в 5-6 %, при температурі -2 – -6°C. При такому зберіганні на протязі трьох місяців насіння верби ламкої (*S. fragilis*) мало схожість 65 %, а після 12 місяців – 50 %. Насіння верб козячої та попелястої при цих же умовах після 12 місяців зберігання мало схожість відповідно 99 та 97 %, а насіння тополі - 89-99 %.

У дослідах Г.О. Черствіна (1962) насіння тополі білої, що зберігалася в ексикаторі з хлористим кальцієм, при вологості 8-9 %, після 8 місяців зберігання мало схожість 82 %, а насіння верб білої та ламкої через два місяці зберігання – 40 %. Коли ж насіння цих верб підсушити до 6-8 %, герметично закупорити і помістити в холодильник з температурою -2 – -3°C, то при початковій схожості 70-80 %, через 6 місяців вона складає 50-60 %. Л.І. Костіна (1962) вважає, що використання сірчаної кислоти як підсушуючої речовини недоцільне, оскільки її випари шкідливо впливають на насіння тополь, тому для підсушування слід використовувати хлористий кальцій, при нормі 100 г на 1000 см³, або на 200 г насіння. Схожість

насіння тополі білої в її дослідах трималася на рівні 74 % після 11 місяців, при початковій – 98 %.

Цікавий та ефективний спосіб зберігання насіння верб запропонували американські дослідники (Zasada, Densmore 1980). В своїх дослідах вони зберігали насіння верб та тополі бальзамічної в поліетиленових мішках, що були, в свою чергу, поміщені у такі ж мішки більшого розміру. Температура зберігання становила -10°C . Схожість насіння перевіряли зразу після збору, через 24 та через 36 місяців. Через 24 місяці схожість тополі бальзамічної та верб з літнім розсіюванням насіння (*S. Bebhiana*, *S. alaxensis* та *S. novaeangliane*) знизилась на 1,2 – 6,5 %, а через 36 місяців – на 4,5 % у тополі та на 20-40 % у верб. При зберіганні насіння *S. glauca* що дозріває, як і у верби п'ятитичинкової, восени, різниці у схожості не виявлено, у всіх трьох варіантах (зразу після збору, через 24 і 36 місяців) вона складала 94-100 %. Отже, отримано результат, який повністю задовольняє потреби практики. В даному випадку низька температура зберігання, яку до цього не застосовували, очевидно, сприяла нейтралізації вологи, що містилася в насінні та мішках, а подвійний шар поліетилену надійно ізолював насіння від попадання повітря.

Отже, найоптимальнішими умовами для проростання насіння верб є наявність достатньої кількості вологи та кисню, освітленість не нижче 1000 Лк та температура в межах $25-30^{\circ}\text{C}$ (Junttila, 1976; Zasada, Densmore 1980). При відсутності хоча б однієї з цих умов насіння не зможе прорости, проте під дією решти факторів, сприятливих для проростання, воно дуже швидко втратить життєздатність, що пов'язано з незворотними біохімічними процесами, які при цьому відбуваються. Для довготривалого підтримання життєздатності насіння верб, необхідно захистити його від дії всіх чотирьох факторів. Для цього насіння можна помістити, наприклад, в ексикатор, витіснивши попередньо з нього повітря вуглекислим газом, і перенести його в темне та холодне місце (до -10°C).

Вирощування насінного садивного матеріалу верб не набуло у виробничих умовах значного поширення внаслідок ряду біологічних

причин: швидка втрата насінням життєздатності, вибагливість проростків до зволоження ґрунту при поганому прикріпленні до нього, що викликає їх змивання підчас поливу; значна світлолюбність сіянців тощо. Все це спричиняє до значних матеріальних витрат і перешкоджає масовому вирощуванню вербових сіянців. У той же час, насіннєве розмноження має важливе значення при проведенні селекційних робіт з метою виведення нових цінних форм верб.

За Ф.А.Павленком (1958) для успішного вирощування сіянців верби ламкої на виробничих розсадниках необхідно свіжозібране і очищене від пуху насіння висіяти в борозенки шириною 4-6 см та глибиною 1,5-2,0 см, з рівним дном. Схема посіву 50x30x30x30 см. Перед посівом дно борозенок потрібно добре зволожити. На 1 погонний метр (пог.м) доцільно висівати 0,4-0,5 г насіння і злегка замульчувати його торфом. Якщо стоїть суха і жарка погода, то посіви вкривають гілочками без листків (хмизом), але можна обійтись і без покриття. В першу декаду посіви поливають 3-4 рази на день за нормою 2-3 л/м². На 10-12-й день гілочки забирають і до 30-35-денного віку поливають 1-2 рази на день. При появі бур'янів грядки прополюють та розпушують ґрунт. У 40-денному віці посіви потрібно прорідити, залишивши по 100-120 шт. сіянців на 1 пог.м. Через 15-20 днів прорідження можна повторити, залишивши по 70- 80 шт./пог.м. Така густота забезпечує хороший ріст і розвиток рослин і може дати з 1 га близько 2 млн. сіянців, придатних для садіння.

Схожу технологію для вирощування сіянців верби білої запропонував П.Г. Вакулюк (1960). У його дослідженнях брали дещо меншу глибину борозенки – 0,3-0,5 см, меншу норму висіву – 0,3 г/пог.м, схему посіву – 60x33x33x33 см, а полив проводили за нормою 4-5 л/м²: перші 4 дні – 3 рази на день, потім 7 днів – 2 рази, а наступні 14 – по одному разу. Автор вважає за можливе замість посіву насіння розкладати сережки верб в борозенки глибиною 0,7-1,0 см, при цьому різниці в розмірах сіянців та їх виході з одного погонного метра не спостерігалось.

Мало чим відрізняється від вищенаведених технологія вирощування сіянців верб, що застосовується в Угорщині (Правдин, 1976): глибина борозенок 1,0-1,5 см, ширина 5-8 см, як мульчу використовують пісок, для покриття – соломі, поливають на протязі 8-10 тижнів, норма висіву 1,0-1,2 г на 1 пог.м. Посіви проріджують і залишають по 80 сіянців на один погонний метр. При відстані між посівними стрічками 50-70 см, з 1 га розсадника одержують 600 тисяч стандартних сіянців.

При невеликій кількості насіння вирощування сіянців верби доцільно проводити в умовах закритого ґрунту. Особливості такого вирощування садивного матеріалу верби білої.

1.14. Вегетативне розмноження

Враховуючи те, що більшість верб добре розмножуються вегетативно, саме вегетативний садивний матеріал найчастіше використовується при створенні їх насаджень різного призначення. Крім своєї простоти і дешевизни, вегетативне розмноження дозволяє передати потомству (клону) від материнської рослини всі корисні у технологічному чи біологічному відношенні властивості, чого не можливо забезпечити при насіннєвому розмноженні.

Здатність верб до утворення додаткових коренів пов'язана з тим, що рід зародився і сформувався в умовах річкових заплав, де рослини на протязі року по кілька разів піддаються затопленню, або заносу алювіальними відкладами. При цьому їх коренева система атрофується через відсутність кисню. За П.В. Ціммерманом (Zimmerman, 1930), для нормального розвитку кореневої системи верб у воді, необхідна наявність у ній не менше 1 % кисню. В природних умовах така кількість кисню у воді є лише у верхньому, 10-15 сантиметровому шарі, тому, потрапивши всього під шар води глибиною 15 см, коренева система верб, як ми вже згадували, перестає виконувати властиві їй функції. При тривалому затопленні можливе повне відмирання коріння. У цьому випадку в рослини

живою залишається лише надземна частина, власне це вже не рослина, а великий живець, позбавлений кореневої системи.

У процесі еволюції, верби виробили кілька пристосувань, що дозволяють їм виживати в цих екстремальних умовах. По-перше, забезпечена економна транспірація вологи через листя, адже, не дивлячись на те, що рослина практично повністю залита водою, в її крону вода не потрапляє, тому що не діє коренева система. Фенотипічно ксероморфні ознаки верб проявилися у блискучому, шкірястому та досить товстому листі, однорічних пагонах, вкритих восковим нальотом або опушенням тощо (Любинский, 1957). Саме ксерофітні властивості дозволяють ряду видів верб успішно рости в сухих умовах, а також витримувати сильні посухи набагато краще, ніж така посухостійка порода, як дуб (Сукачев, 1952; Drogozowski, Kosjan, 1988). По-друге, завдяки наявності під корою всієї надземної частини груп меристемних клітин – корневих зачатків, верби здатні дуже швидко відновлювати втрачену кореневу систему.

Наявність великої кількості корневих зачатків, як ми вже згадували, дозволяє вербам чудово розмножуватися вегетативно практично всіма стебловими живцями, відводками, поділом кущів, щепленням, колами, хлистами тощо. Не розмножуються вони тільки корневими живцями та корневими паростками.

В природних умовах у верб найчастіше спостерігаються відводки, які мають важливе значення для формування їх природних заростей. Кущі верб, що формують основний фон вербняків не тільки в Поліссі, а й практично у всій Європі – попелястої та тритичинкової, завдяки укоріненню невідділених від материнського куща гілок, мають змогу розростатися в ширину, перетворюючи таким чином окремі кущі у суцільні, майже непрохідні хащі.

Верби здатні утворювати як горизонтальні, так і вертикальні відводки. Горизонтальні утворюються внаслідок того, що, конкуруючи за світло, окремі стовбурці куща практично притискаються до поверхні ґрунту і у місці дотику на них з'являється коріння, тобто стовбурець стає здатним існувати як окремий організм.

Вертикальними відводками можна вважати укорінені стовбурці кущів після заносу їх алювієм. У практиці культивування верб відводки майже не застосовують. Це пов'язано з успішним їх розведенням зимовими живцями. Нам відомо про розмноження відводками верби лапландської з метою доповнення насаджень (Вехов, 1954), рекомендацію В. Гомілевського (1882) незначний відпад на прутяних плантаціях заповнювати відводками з сусідніх кущів та згадка З.Я. Лванової (1982), що верба козяча в природних умовах здатна порівняно легко розмножуватися відводками, про що ми уже згадували.

Щеплення верб, використовують тільки при культивуванні декоративних, високотанідних та інших господарськи важливих клонів верб козячої і, значно рідше, – попелястої. Для цього, за Л.Ф. Правдіним (1952), живці верби козячої з 1-2 міжвузлями прищеплюються копулюванням на неукорінені живці верби шерстистопагінцевої (*S. dasyclados* Wimm.). Місце прищеплення обв'язують мочалом і садовим варом. Прищепи, що звичайно робляться в лютому, зберігаються до садіння під снігом. Після висаджування в ґрунт вони швидко зростаються, прищепа формує стебло, а підщепа – корінь.

Схожу технологію використав у своїй роботі німецький дослідник В. Ведель (Wedel, 1982), вирощуючи прищеплені саджанці плакучої форми верби козячої (*S. carnea* "Pendula"). Прищепи, зроблені в січні, до 12 травня розвивалися в теплиці у контейнерах, після чого – в тих же контейнерах – на відкритому повітрі. Він дослідив, що кращими підщепами для цього клону є верби козяча, попеляста і прutowидна.

Зелене живцювання застосовується переважно при розмноженні різних форм верби козячої. За своєю технологією воно не відрізняється від зеленого живцювання рослин інших видів.

Основним матеріалом для розмноження верб у культурі є різноманітні здерев'янілі частини стовбура та крони: кілки (частини стовбурів чи гілок товщиною в верхньому відрубі 3-10 см та

довжиною 0,5-2,5 м), пагони, гілки, 1-2-річний прут тощо. Найбільш зручним та економним матеріалом для створення культур верб найрізноманітнішого призначення є 1-2-річні здерев'янілі стеблові живці.

1.14.1. Оптимальні розміри живців для створення насаджень

При збільшенні довжини живця збільшується висота однорідного куща, що з нього виростає, і кількість прутів у кущі. При збільшенні довжини живця висота змінюється незначно.

Було встановлено, що при збільшенні довжини живця у всіх видів підвищується збереженість живцевих саджанців і збільшуються розміри їх надземної частини, але після довжини 25-30 см спостерігається уже деяке зниження більшості показників. При цьому, така залежність простежується протягом багатьох років.

Для верби прутувидної найвищі показники збереженості рослин спостерігається при довжині живців 25 і 30 см (відповідно: 83 і 84 %). В цьому ж діапазоні довжини живців відзначаються найбільші показники середньої висоти кущів ($149 \pm 4,4$ см).

У верби прутувидної досліджувались лише три варіанти довжини живців: 10, 20 і 30 см. При цьому, за більшістю показників найвищі результати отримані у варіанті з використанням живців довжиною 20 см, а найнижчі – при 10 см живцях.

Висаджування надто довгих живців важче виконувати, також для їх заготівлі необхідно витратити значно більше вербового пруту, що теж вказує на доцільність використання при створенні плантацій верб живців довжиною 20-30 см. При цьому, коротші живці слід застосовувати у більш вологих умовах, а довші – у сухіших.

Отже, при садінні свіжозаготовлених живців, оптимальна довжина живця становить 20-25 см. Коли виникає необхідність отримати з обмеженої кількості садивного матеріалу якнайбільше саджанців, без врахування їх розмірів у перший рік, то доцільно використовувати живці довжиною 10 см. При цьому, за однакової

витрати садивного матеріалу, можна виростити на 54 % рослин більше, ніж при довжині живців 20 см.

За даними Вінницької лісової дослідної станції (Караманский, 1991), при закладці плантацій на свіжих і вологих ґрунтах довжина живця повинна бути 25-30 см, на ґрунтах з недостатнім зволоженням – 30-35 см. Найбільш доцільно використовувати живці товщиною в верхньому відрізі 5-8 мм. Найменша допустима товщина живця для верб, що дають товстий прут – 5-6 мм, середній – 4-5, тонкий – 3-4 мм. О.Ф. Стеченко (1991) пропонує живці, довжиною 20-30 см, товщиною 5-15 мм, а для верб, що утворюють тонкий прут – 3-5 мм.

З отриманих даних можна зробити висновок, що в умовах вологих умов живці верб успішно укорінюються і уже за перший вегетаційний період їх надземна частина досягає значної висоти. Найвищі саджанці вирости з живців верби прутовидної: їх середня висота становить 219,8 см, при 100 % приживлюваності живців. Також середню висоту більше 2 м мають однорічні живцеві саджанці верби пурпурової. Середня висота надземної частини решти видів знаходиться у межах від 85,7 см до 144,6 см, тобто їх можна використовувати для створення насаджень, як великомірний садивний матеріал.

Простежується пряма залежність між товщиною живців і їх приживлюваністю, висотою та кількістю пагонів, що відростають від одного живця. Так, з найтовстіших живців верби прутовидної, при однаковій (100 %-ній) приживлюваності, порівняно з тоншими живцями, відростає на 15,8 % більше пагонів, середня висота яких, у свою чергу, на 5,2-8,2 % вища, ніж у пагонів з тонших живців. Товщі живці у верби п'ятитичинкової, порівняно з тонкими, мають на 34,9 % кращу приживлюваність і на 18,7 % більшу висоту.

Простежується пряма залежність між показниками висоти і кількості пагонів: більшій середній висоті кущів відповідає більша кількість пагонів у кущі.

У діапазоні середньої товщини від 0,42 до 0,98 см укоріненість живців і розміри вирощених з них рослин збільшуються при збільшенні товщини, що підтверджує висновки зроблені Ц. Цановим (1968, 1973). Як уже відзначалось, він вищі показники укорінення і росту товстих живців пояснював їх більшим об'ємом, а отже і більшим запасом у них поживних речовин. Але бувають випадки, коли об'єм живців однаковий, а їх розміри різні (одні тонші і довші, інші – товщі і коротші). Спеціальні дослідження у цьому напрямі провів польський дослідник З. Єжевський (Jezewski, 1971). Він встановив, що при однаковій масі, а отже і однаковому об'ємі, довгі та тонкі живці мають дещо вищий відсоток укорінення і на 44% більший загальний урожай в перший рік. Цю різницю він пояснює тим, що у довгих і тонких живців на 40 % більша площа поверхні. Кращі укорінення і енергія росту тонших і довших живців, на нашу думку, пояснюється не тільки більшою поверхнею, а й більшою довжиною, завдяки чому після садіння вони досягають глибших, краще забезпечених вологою шарів ґрунту.

В цілому, отримані результати вказують на доцільність використання для створення плантацій верб живців, довжиною від 20 до 30 см і товщиною у верхньому зрізі від 4 до 15 мм.

При вирощуванні культур деревоподібних верб у перезволожених лісорослинних умовах, де для проведення лісокультурних робіт неможливо застосувати техніку, а площа швидко заростає небажаною рослинністю, у якості садивного матеріалу використовують кілки – живці, що значно більші за розмірами від вищеописаних. Як правило, їх довжина становить 1,0-1,5 м, а товщина у верхньому зрізі – 2-5 см.

Важливо відзначити, що приріст за рік (без врахування висоти з якої відросли пагони) виявився значно більшим у коротших кілків (на 26,9 %). Де явище можна пояснити тим, що у 60-сантиметрових живців надземна і підземна частина приблизно однакові за розмірам, що сприяє кращому забезпеченню всього живця вологою і, відповідно, – інтенсивнішому росту пагонів. Велика ж надземна

частина довгих кілків, спричиняє більше обезводнення живцевих рослин і негативно впливає на їх ріст.

Із наведеного матеріалу можна зробити висновок про доцільність створення культур деревоподібних верб на перезволожених і забур'янених ділянках великомірними живцями (кілками). Без проведення освітлення в цих умовах краще ростуть дерева з довгих кілків (1,0-1,5 м). При ретельному проведенні освітлень, починаючи з першого року вирощування, доцільніше використовувати короткі кілки (0,5-0,7 м), що дозволить зекономити до 40-50 % садивного матеріалу.

Бажано утримуватися від використання клонів верби ламкої з підвищеною ламкістю пагонів, тому що це часто призводить до обламування верхівок дерев. При цьому втрачається приріст за висотою та погіршуються якісні характеристики деревини.

Створення культур верб ламкої та білої кілками широко використовується в Нижньодніпровських плавневих лісах на перезволожених ділянках з нестабільним рівнем ґрунтових вод.

Вербу прутувидну можна вирощувати на різних типах ґрунтів. Цей вид відрізняється великою пластичністю і росте на ґрунтах з реакцією рН від 4,2 до 7,0. При цьому для вирощування верби бажаніші легкі ґрунти. Проектуючи закладання плантацій верби прутувидної, необхідно підбирати відповідний різновид, який дасть максимальний урожай за короткий час. Вибір саджанців енергетичної верби має тісний зв'язок з умовами росту і розвитку рослин.

Верба прутувидна розмножується вегетативно за допомогою живців від пагонів продуктивних форм верби. Правильно підготовлений живець має бути 20-25 см. При цьому пагони мають бути висотою 1,4-2,5 м, сатування (товщина) пагонів – 2,0-0,8 см. Пагони для живців заготовлюються від другої половини листопада до першої березня після припинення соку руху. Живці повинні мати 5 сплячих бруньок, бути чистими, здоровими і мати відповідну вологість.

Для створення вербових насаджень на отримання дрібних

асортиментів використовуються 1-2 річні живцеві саджанці. Нарізати живці необхідно з однорічних пагонів, що вирощені на спеціальних маточних плантаціях, при цьому бажано утримуватися від заготівлі живців з верхівкової частини пагонів.

Підготовлені живці, пагони необхідно зберігати у контрольованих умовах, аби вони не висохли і зберігати здоровими – в погребях, холодильних камерах, спеціально обладнаних сховищах тощо.

Таким чином, за садіння на плантаціях навесні, з заготівлею живців безпосередньо перед садінням, тобто коли вже почався сокорух і почали розвиватися листки, можна отримати високий ступінь укорінення живців та досить інтенсивний ріст пагонів. Однак продуктивність таких насаджень, принаймні у перші три роки, значно поступається продуктивності аналогічних насаджень, проведених восени або навесні при заготівлі живців у кінці періоду зимового спокою. Заготівля живців у період сокоруху негативно впливає на життєздатність материнських кущів.

Осіньне садіння з заготівлею живців безпосередньо перед садінням та ранньовесняне з заготівлею садивного матеріалу в кінці періоду зимового спокою і зберіганні його до садіння – найбільш придатними для вирощування плантацій верб. До позитивних сторін першого варіанту належить швидкий початок росту, краще використання ґрунтової вологи, можливість проводити садіння не в стислі строки, відсутність витрат на зберігання садивного матеріалу, а до негативних – можливість висушування живців у малосніжні зими морозами та вітром. При весняному садінні цієї небезпеки немає, але збільшуються витрати на зберігання живців протягом 1,0-1,5 місяців, і скорочується оптимальний термін створення плантацій, так як навесні швидко пересихає ґрунт. Восени та навесні можна саджати вербу прутинкову та тритичинкову, які мають високу продуктивність за обох строків садіння.

Ділянки з високим рівнем ґрунтових вод доцільно засаджувати восени, коли він найнижчий. Для забезпечення в підприємстві промислового вирощування енергетичної верби слід займатися

маточним вирощуванням садивного матеріалу. Для цього застосовується придбаний сортовий матеріал (пагони при механізованому садінні живців розміром 20-22 см саджаються на глибину 18-19 см, а восени живці доцільно заглиблювати на кілька сантиметрів від поверхні і присипати ґрунтом на 3-4 см, що запобігає їх вимерзанню, висушуванню та витисканню з ґрунтом морозами). При цьому відстань між живцями в рядку – 0,30 м, між рядками – 0,70 м, між рядами – 1,4 м. Густота насадження – 30000 шт./га.

За промислового вирощування енергетичної верби на тріску садіння живців потрібно проводити на глибину 18-19 см, з відстанню між саджанцями в рядку – 0,60 м, між рядками – 0,70 м, між рядами – 1,4 м. Густота насадження – 15000 шт./га.

1.14.2. Просторова орієнтація живців в ґрунті

В умовах свіжого субору найбільш ефективним є вертикальне садіння живців. При ньому підвищується доля укорінених живців, збільшуються середня висота кущів та діаметри пагонів. Крім того, цей спосіб зручніше застосовувати на практиці.

При відхиленні від вертикальної посадки, укорінення та ріст пагонів погіршуються.

Це частково пов'язано з вертикальною орієнтацією всіх процесів, що відбуваються в рослинах (табл. 1.5). Зовнішньо це проявляється в тому, що пагони ростуть вертикально вгору, а корені – вниз, відхилення ж, які ми бачимо в природі – ріст пагонів та коренів у горизонтальному напрямку – пов'язані з конкуренцією за світло і поживні речовини. За значного відхилення рослини від вертикалі, фізіологічні процеси, що протікають в ній, дуже гальмуються. При посадці живця верхнім кінцем вниз, можливе повне його відмирання.

**Вплив просторової орієнтації в ґрунті живців верби пурпурової
на їх укорінення та ріст у висоту після першого року
вищівування**

Варіант садіння живців	Ступінь укорінення, %	Середня висота кущів, см		Діаметр кореневої шийки, мм
		М	м	
Горизонтально на глибину 3 см	53,5	12,3	0,4	2,6±0,4
Під кутом 45° на всю довжину	67,5	15,0	0,5	3,8±0,4
Вертикально на всю довжину	80,0	16,0	0,5	4,5±0,5

При посадці під кутом або горизонтально, коренева система формується тільки з нижнього боку живця і через те розвиваються тільки половина корневих зачатків. При вертикальному ж розміщенні живця корені розвиваються з усіх корневих зачатків і тому коренева система є більш розгалуженою, що сприяє кращому приживанню і росту пагонів. Головною ж причиною кращого укорінення і росту вертикально висаджених живців, як і у випадку з тонкими довгими живцями, є їх краще забезпечення вологою.

1.14.3. Вплив стимуляторів росту на укорінення живців

Проведені дослідження з вивчення впливу на укорінення живців верб стимуляторів росту (0,01%-ого розчину гетероауксину (індолілової кислоти) та 0,004%-им розчином індоліл-олійної кислоти при 24-годинній експозиції) показали, що застосовані концентрації вказаних стимуляторів росту позитивно вплинули на приживання та ріст живців верби гостролистої, проте, при обробці індоліл-олійною кислотою верхівкових живців збільшився ступінь їх укорінення на

20%, але зменшилась однорічних пагонів, що з них вирости (на 35%). Аналогічно впливають дані концентрації на укорінення живців і ріст пагонів верби пурпурової. На живці верби прутovidної дія застосованих стимуляторів була негативною: контрольні живці мали ступінь укорінення 96,7 %, а оброблені – 85,7 %. Таким чином, живці верби прутovidної мають високий ступінь укорінення і без обробки стимуляторами і їх застосування є недоцільним.

1.14.4. Особливості заготівлі та висаджування живців

Живці, нарізані з верхівок прутів, гірше приживаються, поросль з них має меншу висоту, порівняно з живцями, взятими з нижньої та середньої частин. Це пояснюється, очевидно, тим, що живці, взяті з верхівки, мають найменшу товщину, а отже і менші об'єм, площу поверхні й запас поживних речовин. Крім того, саме на верхівці пагонів містяться генеративні бруньки, які розвиваючись забирають із живця значну частину пластичних речовин, яких в ньому і так недостатньо.

Найменш чітко просліджується різниця приживання й росту живців заготовлених з верхівки та нижньої частини пагонів верби тритичинкової. Причина тут, очевидно, в тому, що верхівкова частина прута верби тритичинкової значно товща, ніж у інших видів живців, нарізаних з неї, і з достатньо великим запасом поживних речовин.

Живці, отримані з нижньої частини, краще укорінюються і мають після першого року вирощування більшу висоту, а живці, нарізані з середини середньої та верхівкової частин пагона, практично не відрізняються між собою за ступенем укорінення та висотою пагонів, що з них вирости.

У цілому, для забезпечення високих показників укорінення живців, верхівкову частину пагона (приблизно 1/6 частину довжини) не бажано використовувати для їх живців, хоча, при дефіциті

садивного матеріалу, можна нарізати живці і з верхівки. При цьому бажано збільшувати їх довжину і, по можливості, видаляти з них генеративні бруньки.

Відомо кілька точок зору щодо оптимальних строків садіння живців верб. Деякі автори вважають доцільнішою пізньоосінню посадку, яка, на їх думку, забезпечує хороше укорінення і ріст рослин за рахунок кращого використання запасу вологи в ґрунті та більш раннього початку росту.

Можливі строки заготівлі і висадки живців найраціональніші і найбільш придатні для виробництва: 1 – посадка живців пізно восени з заготівлею живців безпосередньо перед посадкою; 2 – заготівля живців наприкінці зими до початку сокоруху, зберігання їх до посадки в ґрунті і посадка навесні, приблизно через місяць після заготівлі; 3 – посадка живців навесні з заготівлею безпосередньо перед посадкою.

1.15. Особливості росту надземної частини та будова кореневої системи

Коренева система верб у перші роки життя формується, як стрижнева. Особливо це помітно на сіянцях першого року. На другий рік основний стрижневий корінь ще чітко виділяється, але вже починають інтенсивно розростатися бокові.

Кореневі системи рослин, що утворилися з укорінених живців, також спочатку розвивають один стрижневий корінь, що росте вертикально вниз.

При цьому він, як правило, відростає саме з нижньої частини живця, незалежно від його довжини і орієнтації в ґрунті. В даному випадку чітко проявляється явище поляризації живця. У наступні роки активно розростаються також бокові корені і коренева система формується в залежності від характеру ґрунту і підґрунтя, а також -

від глибини залягання ґрунтових вод. При значній глибині їх залягання і при відсутності в ґрунті корененепроникних горизонтів, чагарникові верби формують добре розгалужену потужну кореневу систему, яка дозволяє їм витримувати посушливі кліматичні умови (Шамсієв та ін., 1965), або значні посухи, коли скидає листя навіть така посухостійка порода, як дуб звичайний (Сукачев, 1952).

Коріння верб досягає водоносних горизонтів дуже швидко, вже на 2-3 рік після садіння. Так, за Д. Гусейновим (1965) в Азербайджані на луговому солонцюватому ґрунті, при заляганні ґрунтових вод на глибині 290 см, корені окремих клонів верби пурпурової після другого року вирощування досягали глибини 4 м. Такі ж рослини цього виду в Київському Поліссі в свіжих суборах розвивають кореневі системи до глибини 2,3 м.

Мала кількість горизонтальних і вертикальних коренів пояснюється практично повною відсутністю гумусового горизонту. В умовах свіжого субору, де гумусовий горизонт має товщину 25 см, значна маса коренів знаходиться саме в ньому, але і в цих кореневих системах є чітко виражені стрижневі корені, що ростуть вертикально вниз.

Також тут є чимало коренів, що ростуть вверх - до гумусового горизонту.

В умовах заплави, де ґрунтові води влітку знаходяться на глибині 0,6 см всі досліджувані види розвивають добре розгалужену кореневу систему поверхневого типу. Основний корінь, що в цих умовах також формується, орієнтується в горизонтальному напрямку.

Кореневі системи рослин, що утворилися з укорінених живців, спочатку розвивають один стрижневий корінь, що росте вертикально вниз. При цьому він, як правило, відростає саме з нижньої частини живця, незалежно від його довжини і орієнтації в ґрунті. В даному випадку чітко проявляється явище поляризації живця. У наступні роки активно розростаються також бокові корені, і коренева система

формується в залежності від характеру ґрунту і підґрунтя, а також – від глибини залягання ґрунтових вод. При значній глибині їх залягання чагарникові верби формують добре розгалужену потужну кореневу систему, яка дозволяє їм витримувати посушливі кліматичні умови. Коріння верб досягає водоносних горизонтів дуже швидко, вже на 2-3 рік після садіння.

Мала кількість горизонтальних і вертикальних коренів пояснюється практично повною відсутністю гумусового горизонту. В умовах свіжого субору, де гумусовий горизонт має товщину 25 см, значна маса коренів знаходиться саме в ньому, але і в цих кореневих системах є чітко виражені стрижневі корені, що ростуть вертикально вниз.

Оскільки на першому році вирощування важливо, щоб живці прижилися, то висока концентрація азоту в ґрунті небажана. На основі цих досліджень можна зробити висновок, що на першому році вирощування верб вносити мінеральні добрива недоцільно. На бідних ґрунтах перед садінням потрібно внести необхідну кількість торфу і гною.

За зрізання прута протягом кількох років, з пеньків, що залишаються, формується так звана «булава». З часом вона починає загнивати, що негативно впливає на кількість та якість прута, тому приблизно через 7-10 років від початку експлуатації плантації булав зрізують. Така операція стимулює появу зі сплячих бруньок нових високопродуктивних пагонів, тому вона отримала назву «омолодження».

Як і більшість рослин, верби краще ростуть на багатих, добре дренованих ґрунтах. Оптимальними для отримання великої кількості деревної маси верб є умови, що сформувались у середній частині заплави річок. Результати агрохімічного аналізу ґрунту показали, що у їх ґрунті міститься наступна кількість гумусу і основних макроелементів:

- у верхньому 30-сантиметровому шарі: гумус – 4,31%, P_2O_5 – 160 мг/кг, K_2O – 150 мг/кг, азот лужногідролізований – 208 мг/кг;

- на глибині 30-60 см: гумус – 2,16%, P_2O_5 – 120 мг/кг, K_2O – 120 мг/кг, азот – 120 мг/кг.

Зважаючи на те, що в цих умовах відзначається інтенсивний ріст вербових плантацій, такий хімічний склад ґрунту можна вважати оптимальним для вирощування на ньому енергетичних плантацій і в поза заплавних умовах.

Слід відзначити, що потрібно проводити аналіз ґрунту не лише верхнього шару, але й на глибину 30-60 см, тому що верба формує глибоку кореневу систему і здатна добре розвиватись при умові залягання ґрунтової породи на глибині не менше 40 см та при заляганні ґрунтових вод на глибині 0,5-2,0 м.

В результаті досліджень ґрунтів, можна зробити висновок, що на горбистому рельєфі ґрунтоутворюючі процеси проходили нерівномірно, з чим пов'язані значна різниця в потужності гумусового горизонту та нерівномірний розподіл елементів живлення. Спостерігається вихід породи (глина) на глибину до 20 см, що є негативним для росту рослин та розвитку їх корневих систем, тому що розвиток центральної кореневої системи з нижньої частини живців затруднений, а бічне коріння не має достатнього запасу вологи в посушливі періоди вегетації. В цих місцях спостерігається зниження таксаційних показників рослин та значно знижується відсоток їх укорінення.

Рослини верби формують глибоку кореневу систему, тому під час підбору полів слід звертати увагу на товщину гумусового горизонту та робити аналіз зразків ґрунту, не лише з верхнього шару, а й з глибини 30-60 см.

Загалом, для створення високопродуктивних плантацій слід враховувати біологічні особливості енергетичної верби та вимоги до ґрунтово-кліматичних умов (табл. 1.6).

Таблиця 1.6

Біологічні особливості енергетичної верби

№ з/п	Абіотичні фактори та біологічні особливості	Показники
1	Тепло: - мінімальна температура проростання живців, °С - температура, що спричиняє пошкодження сходів, °С - оптимальна температура росту і розвитку, °С - сума активних температур за вегетаційний період (вище +5°С), °С - середня тривалість періоду цвітіння верби, діб	0...+5 -5...-6 від 6 1900-3500 56,6
2	Волога: - оптимальна вологість ґрунту, % - транспіраційний коефіцієнт - коефіцієнт водоспоживання, мм/(га, ц)	70 397 80-110
3	На утворення 10 тонн свіжозрізаної верби з ґрунту виноситься, кг д.р.: NO ₃ P ₂ O ₅ K ₂ O CaO	42 15 25 45
4	Рівень залягання ґрунтових вод, м	0,5 – 2,0
5	Середня річна кількість опадів, мм	600-700
6	Вимоги до реакції ґрунтового розчину	4,2-7,0
7	Відношення до світла (довжина дня)	Довгого дня
8	Оптимальна щільність ґрунту, г/см ³	1,0-1,2 – на чорноземах; 1,2-1,3 – на сірих лісових
9	Індекс листової поверхні Оптимальна площа листової поверхні на 1 га, тис. м ²	3,0-5,0 30-50
10	Тип кореневої системи	Мичкуватий
11	Заглиблення коренів у ґрунт (перший рік), см Горизонтальне розростання кореневої системи, см	30-60 до 60
12	Використання ФАР, %	1,0-1,5
13	Тривалість вегетаційного періоду, днів	200
14	Вміст гумусу в ґрунті (шар 0-20 см)	2,1-3,0%
15	Рівень рухомого азоту в ґрунті має бути	150-200 мг/кг за Корнфілдом
16	Вміст фосфору в ґрунті	50-100 мг/кг за Кірсановим
17	Вміст калію в ґрунті	80-120 мг/кг за Кірсановим

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ

Найважливішими заходами зі створення високопродуктивних плантацій верб є: вибір місця для майбутніх плантацій, ретельний основний та передсадильний обробіток ґрунту, підбір оптимального сортового складу верби для конкретної зони вирощування, своєчасне та якісне садіння живців, догляд за рослинами впродовж усього періоду експлуатації плантації, що включає внесення добрив та захист рослин від шкідників і хвороб.

2.1. Вибір місця під плантацію енергетичної верби

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 суглинистий ґрунт. Це відповідає типам умов місцезростання від В₂₋₄ до Д₂₋₄. Такої думки дотримуються практично всі відомі автори (табл. 2.1).

Дещо розходяться думки різних авторів у питанні про оптимальну глибину залягання ґрунтових вод. К.К. Вебер (1911) вказує, що ґрунтові води не повинні підніматися вище 30 см, Д. Вісман (1930) стверджує, що рівень ґрунтових вод не повинен перевищувати 60 см і не опускатися нижче 125 см, І.Р. Морозов (1966) вважає, що оптимальний рівень ґрунтових вод для лісової зони – 1,5 – 4,0 м, для Лісостепу – 1,0 - 3,0 м. Таку ж глибину А.І. Голиков (1958) вважає оптимальною для зони нестабільного зволоження. За М.Д. Кобезьким (1936) оптимум рівня ґрунтових вод для успішного росту вербових плантацій становить 0,5 – 2,0 м, а за В.І. Саутіним та ін. (1986) – 1-2 м.

В цілому значних розходжень між цими даними немає, а виникли вони, можливо, через нестабільність рівня ґрунтових вод, який у значних межах коливається протягом року та залежно від типу ґрунту.

Таблиця 2.1

**Характерні елементи ландшафту, на яких розповсюджена верба,
та оптимальні умови її вирощування**

Вид верби	Елементи ландшафту	Тип лісорослинних умов	
		у природі	у культурі
Верба біла	Береги і долини річок, на піщаних і особливо – на піщано-мулових наносах	$B_{3-4} - D_{3-4}$	$B_{3-4} - D_{2-4}$
Верба ламка	Береги рік та інших водойм, вогкі долини, канали	$C_{3-5} - D_{3-5}$	$C_{3-5} - D_{2-5}$
Верба тритичинкова	Понижені місця в прирусловій частині заплави, рідше – береги стариць	C_{4-5}, D_{4-5}	$B_{3-5} - D_{2-5}$
Верба пурпурова	Прируслова та середня частина заплави	C_{3-4}, D_{3-4}	$B_{2-4} - D_{1-4}$
Верба прувовидна	Прируслова та середня частина заплави	$C_{3-5} - D_{3-5}$	$B_{2-4} - D_{1-5}$
Верба гостролиста	Піщані ґрунти в заплаві і поза заплавою	A_{1-3}, B_{1-3}	$A_{1-3} - D_{1-3}$
Верба вовчегідна	Береги і долини гірських річок	$B_{3-4} - D_{3-4}$	$A_{1-4} - D_{1-4}$
Верба п'ятитичинкова	Окраїни низових та перехідних боліт, мокрі луки	C_{4-5}, D_{4-5}	C_{3-5}, D_{2-5}
Верба козяча	Узлісся, розріджені сосняки, вирубки	$A_{2-4} - D_{2-4}$	$A_{2-4} - D_{1-4}$
Верба попеляста	Береги застійних водойм, окраїни боліт, мокрі луки	B_4, C_{3-5}, D_{3-5}	$B_{3-5} - D_{2-5}$
Верба вушката	Окраїни болі, мокрі, заболочені ліси	$A_{4-5} - C_{4-5}$	$A_{3-5} - C_{2-5}$
Верба сиза (в Старке)	Розріджені сосняки, березняки, узлісся, луки, болота	$B_{2-4} - C_{2-4}$	$B_{2-4} - D_{2-4}$
Верба мірзинолиста (в. чорніюча)	Окраїни низових та попередніх болі, вологі розріджені ліси, луки	$B_{3-4} - D_{3-4}$	$B_{3-4} - D_{1-4}$
Верба розмаринолиста	Піски, луки, низинні та перехідні болота	$A_{1-5} - C_{1-5}$	$A_{1-5} - D_{1-5}$
Верба лапландська	Низові та перехідні болота	$B_{3-4}, C_{4-5}, D_{3-4}$	$A_{2-5} - D_{2-5}$
Верба чорнична	Перехідні болота	$A_{4-5} - C_{4-5}$	$A_{2-5} - D_{2-5}$

За нашими даними, оптимальні умови для росту верби створюються за залягання ґрунтових вод у липні на глибині 0,6-2,0 м. У природі це – заплави річок, крім приматерикової частини, дно балок, вибалків, ярів, конуси виносу ярів, нижні частини пологих схилів та інше. Рельєф ділянки повинен бути рівним без впадин, де може застоюватися вода, ґрунт – слабокислим або нейтральним. Більшість дослідників вважають оптимальним рН 5-6 (Морозов, 1966; Анциферов, 1970; Сатин та ін., 1986).

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.

Такі площі, як правило, заростають сегетивною рослинністю та молодими деревами. Для знищення цієї рослинності використовується мульчувач рослинних залишків МР-1,5 призначений для подрібнення порослі дерев, який виробляється на ПАТ «Спецлісмаш» (м. Лубни) (рис. 2.1).

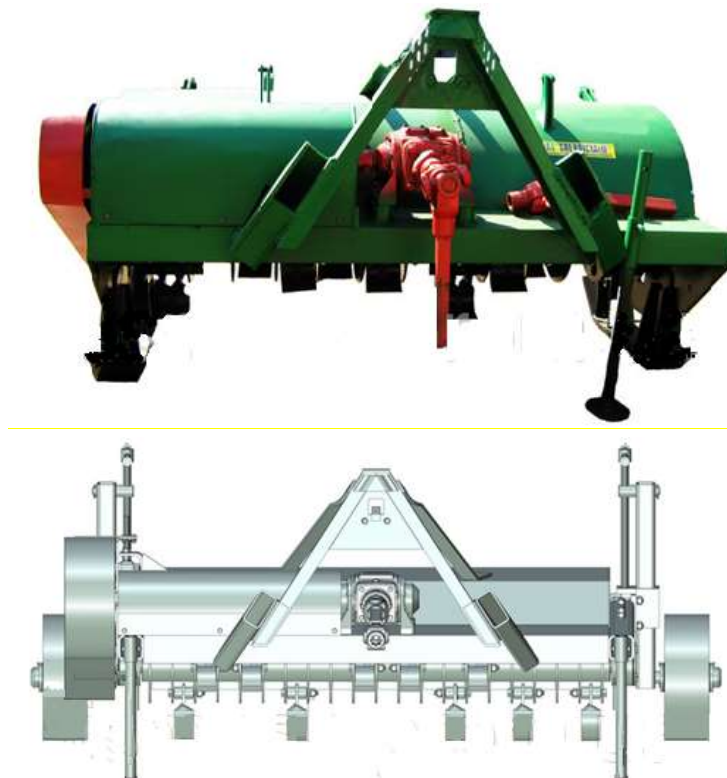


Рис. 2.1. Агрегат для мульчування рослинних залишків МР-1,5

2.2. Основний обробіток ґрунту, підготовка ґрунту та садіння верби

Основні завдання обробітку ґрунту полягають в активному впливі на фізичні, хімічні та біологічні процеси, що відбуваються в ньому, на фізичний стан та структуру орного шару, водоповітряний режим та режим живлення. Технологічні операції з основного обробітку ґрунту за вирощування енергетичної верби необхідно розглядати в комплексі, як важливі засоби контролювання чисельності бур'янів, шкідників та збудників хвороб.

Важливе значення має пошук та реалізація найбільш сприятливих, енергетично вигідних та екологічно прийнятних способів обробітку ґрунту під енергетичну вербу з урахуванням ґрунтово-кліматичної зональності, структури системи, місця та глибини поверхневого та глибокого обробітків, строків їх здійснення та якості виконання.

Основний обробіток ґрунту під енергетичну вербу повинен відповідати сучасному технічному та організаційному рівням. Тому найбільш зважливо і адекватно слід підходити до конкретних ґрунтово-кліматичних умов зони, підприємства й поля, погодних умов та фітосанітарного стану ґрунту.

На основі ретельного аналізу 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. Нині в структурі технології витрати на основний обробіток ґрунту становлять в середньому 15 %. В структурі основного обробітку ґрунту найбільші витрати займають мінеральні добрива і становлять майже 20-30 %. Ці показники показують, що основний обробіток ґрунту є основним технологічним засобом, направленим на підвищення продуктивності енергетичної верби.

Теоретичними дослідженнями і практикою рекомендовані так звані 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 проводять наприкінці вересня – на початку жовтня після внесення мінеральних добрив на глибину 30-32 см.

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 проводять 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 наступив.

2.2.1. Лушення площ відведених для садіння верби

Технологія вирощування енергетичної верби включає комплекс технологічних операцій, у тому числі і лушення. У структурі технологічного комплексу напівпарового способу основного обробітку ґрунту лушення здійснюється переважно дисковими боронами (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Основні агротехнічні вимоги до лушення площ в системі
основного обробітку під енергетичну вербу**

Показники	Вимоги	Допуски
Агротехнічні вимоги до лушення стерні: трактор ХТЗ-121, Джон Дір; с/г машини: БДВ-6, БДТ-7,0, БДВП-7		
Строк проведення технологічної операції	квітень - травень	
Тривалість роботи на одному полі, днів	2	+ 1
Глибина обробітку, см	10 – 12	± 2
Глибина впадин після поперечного проходу агрегату, см	до 4	+ 1
Кількість непідрізаних бур'янів на 1 м ²	не допускається	-
Огріхи між суміжними проходами	не допускається	-
Перекриття між суміжними проходами, см	10 – 15	+ 2
Кількість обробітків	2	+ 1
Спосіб руху агрегату	човниковий	-
Напрямок руху агрегату при повторному обробітку	перпендикулярно (під кутом 90°) до напрямку першого обробітку	під кутом 45° до напрямку першого обробітку
Розряд роботи	V	

Основною метою лушення площ під енергетичну вербу є розпушування його верхнього шару, підрізування та подрібнення бур'янів, для кращого їх загортання ґрунтом під час оранки, запобігання втратам вологи від випаровування та створення сприятливих умов для її накопичення в період між лушенням та оранкою, створення агрофізичних передумов для оптимізації кришення пласта ґрунту та зменшення тягового зусилля під час проведення оранки. На полях, де переважають кореневищні бур'яни (осот, пирій, хвощ польовий, свинорий, чумаї та інші), застосовуються важкі дискові борони в два сліди. Лушення проводять агрегатами у складі важких дискових борін БДТ-3,0, БДТ-7,0, БДТ-10 та БДВ-6, БДВП-7, БДВМ-4,2, БДВ-3,2.

За необхідності лушення площ може проводитися у три сліди, збільшуючи глибину обробітку до 10-12 см. Кут атаки дисків

регулюють за допомогою розсувних тяг, глибину обробітку – зміною положення рамок секцій або натягу пружин на штангах. Основна вимога до луцення полягає у досягненні рівномірної глибини обробітку ґрунту по всій ширині захвату агрегату.

Своєчасне і якісне луцення забезпечують знищення значної кількості наявних збудників хвороб та личинок шкідників, які зимують у верхніх шарах ґрунту. Ці фактори сприяють підвищенню продуктивності енергетичної верби.

На полях, де переважають багаторічні коренепаросткові бур'яни (осот, гірчак, берізка польова та інші), проводять дво-триразове луцення площ, перше – дисковими знаряддями на глибину 8-10 см, друге – після масової появи бур'янів на глибину 12-14 см, а за потреби – третє також дисковими боронами після відростання бур'янів. Така система обробітку дозволяє зменшити кількість бур'янів на 80-90%.

Якість луцення визначається такими показниками, як своєчасність проведення, глибина, повнота підрізання бур'янів, відсутність огріхів, вирівняність поверхні поля. Останній показник можна поліпшити збільшенням глибини луцення.

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 пір'ї відростає до висоти 10-12 см. Норма внесення гербіциду – 6 л/га (витрата робочої рідини 200 – 250 л/га). За настання побуріння пірію після внесення гербіциду проводять внесення мінеральних добрив і глибоку оранку.

За сильного засмічення полів стійкими до раундапу-макс широколистими бур'янами (берізка польова, осоти 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.

2.2.2. Система удобрення енергетичної верби

Енергетична верба відноситься 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 енергетичної 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. У таблиці 2.3 наведені оптимальні 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.

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.

Таблиця 2.3

**Орієнтовані дози внесення мінеральних добрив
під енергетичну вербу**

Зона	Типи ґрунтів	За режимом зволоження	Внесення мінеральних добрив, кг/га, д.р. (без гною)	
			садіння	догляд
Полісся	Урожайність – 40-45 т/га			
	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, урожайність – 50 т/га			
	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, урожайність – 45 т/га			
	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 догляду за енергетичною вербою вносяться тільки азотні добрива один раз у три роки (після зрізування верби)

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 енергетичної 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 щавлевої кислоти ($\text{Ca}_2\text{C}_2\text{O}_4$). 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 (садіння) 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 «Калимаг-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 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 втрат аміаку, рідкі азотні добрива потрібно зберігати у герметичній тарі зі спеціальними клапанами, а за внесення їх відразу необхідно загортати в ґрунт.

Кращими рідкими азотними добривами під енергетичну вербу є вуглеаміакати, 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 д.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 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 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 P_2O_5 . Приготування компостів з гною і пташиного посліду з додаванням фосфогіпсу суттєво підвищує мінеральну цінність у удобрювальні властивості органічних добрив.

2.2.3. Глибока оранка

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.

Проведення глибокої оранки поліпшує водопроникність ґрунту і накопичення в ньому води.

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 рихлення 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. Багаторічними дослідженнями та виробничою практикою доведено, що глибока оранка чорноземів (30-32 см) під енергетичну вербу ефективніша, ніж звичайна (20-22) та мілка (14-16 см). За глибокої оранки створюються кращі умови для життєдіяльності культурних рослин, а саме: зменшується рівень забур'яненості, ураження хворобами, пошкодження шкідниками, а також створюються сприятливіші умови для висаджування і приживання живців.

За мілкої оранки спостерігається тенденція зменшення весняних запасів вологи в ґрунті (особливо в шарі 100-150 см), а також зміни у розподілі елементів живлення. Так, у шарі ґрунту 0-60 см кількість поживних речовин однакова як за глибокої (30-32 см), так і мілкої оранки, але в шарі 0-15 см завжди їх більше за мілкої оранки, особливо на удобрених полях. Це сприяє більш інтенсивному росту в початковий період бур'янів. З ростом кореневої системи рослин перевага мілкої оранки зникає і врожайність верби стає вищою за глибокої оранки.

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. Фірма Лемкен випускає начіпні оборотні плуги «Ональ» та напівначіпні «Варідіамана».

Ефективним є застосування оборотних плугів з удосконаленою формою леміша та корпуса (наприклад, виробництва компаній Лемкен та Фогель унд Ноот з Німеччини та Австрії відповідно). Останні суттєво зменшують тягові зусилля, що дозволяє економити енергоресурси під час здійснення цього технологічного заходу.

Основними агротехнічними вимогами до оранки є – виконання її в оптимальні строки, достатнє обертання скиби, відсутність огріхів, 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 (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Агротехнічні вимоги до глибокої оранки

Показники	Нормативи	Допуски
Агрегат для глибокої оранки: трактори ХТЗ-121, Джон Дір; оборотний плуг – ПОНП-6, ПЛН-5-35		
Початок виконання робіт	вслід за внесенням добрив	1-2 дні після внесення добрив
Тривалість роботи в одному полі, днів	6	± 2
Прямолінійність, м	без відхилень від прямої лінії	+1м на 500м гону
Оборот пласта	повний	=
Загортання післяжнивних решток, бур'янів, добрив, %	не менше 95%	+2
Гребені, см	не більше 5	-2
Огріхи, не оброблені поворотні смуги	не допускаються	-
Глибина оранка, см	30 - 32	-2
Розряд роботи	V	

Підготовка агрегатів до роботи на оранці починається з підготовки самого поля, налаштування та регулювання плугів. Їх робота під час основного обробітку ґрунту під енергетичну вербу не має яких-небудь специфічних особливостей та здійснюється відповідно загальноприйнятим схемам та інструкціям для зяблевої оранки як такої.

До комплексного догляду за зябом, за вирощування енергетичної верби, перед посадкою рекомендовано включати також його щілювання як додатковий захід для підвищення вологозберігаючої ефективності системи обробітку ґрунту і знищення «підшви». Для цього застосовують щілиноутворювачі ЩП-000 та ЩП-3-70 один раз на 25 років. Щілювання завжди здійснюють по

діагоналі та поперек напрямку оранки на полях з безпечним для ерозії ґрунту рівнем схилу. На схилових землях та вирівняному зябу щільювання, як і оранка, також повинне бути контурним. Глибина щілин має становити 45-50 см, відстань між ними – 140 см.

Система основного обробітку ґрунту під енергетичну вербу за напівпаровим способом з самого початку була зорієнтована на переваги тривалого та ретельного літньо-осіннього догляду за глибоко зораним у кінці липня – на початку серпня полем. У багатьох сучасних зональних технологій 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 (ВНЩ-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.

2.2.4. Вирівнювання ґрунту

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 культивації. Це збільшує витрати, ущільнює ґрунт, погіршує його фізичні властивості. Під час вирівнювання поверхні ґрунту слід дотримуватися наступних агротехнічних вимог (табл. 2.5).

За вирівнювання поля восени необхідно, щоб його поверхня до зими не набула надто дрібної структури, оскільки в такому випадку виникає небезпека глинизації 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.

Агротехнічні вимоги до вирівнювання ґрунту

Показники	Нормативи	Допуски
Агрегат для вирівнювання ґрунту: Трактор ХТЗ-121, МТЗ-82, с.-г. машини: СП-16А+ВНІС-Р+ЗБСС-1,0 або АРВ-8, 1-01; ЗПГ-24		
Час проведення роботи	за появи бур'янів	
Тривалість роботи, дні	2	± 1
Глибина обробітку ґрунту, см	5-6	± 1
Швидкість руху агрегату, км/год.	7-8	+1
Напрямок руху агрегату до оранки, градусів	10-15	+20
Розряд роботи	IV	

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

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

2.2.5. Підготовка ґрунту для садіння пагонів

Пересадильний обробіток ґрунту є складовою частиною єдиного процесу вирощування маточного садивного матеріалу та промислового вирощування енергетичної верби і повинен здійснюватися 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 росту живців, забезпечення дрібно грудкуватого стану верхнього шару ґрунту.

Верби, зважаючи на їх різні екологічні особливості, можуть рости практично на всіх типах ґрунтів, але для вербових плантацій будь-якого призначення оптимальним є вологий, багатий на гумус, добре дренований супіщаний або суглинистий ґрунт. Ґрунт має бути слабокислим або нейтральним (рН 4,2-7,0).

Для 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.

Перший прохід агрегату проводять по лінії, визначеній віхами, що забезпечує прямолінійність руху. При цьому перевіряють якість його роботи: глибину обробітку ґрунту, гребнистість поверхні розпушеного шару, якість підрізання бур'янів. Якість роботи агрегату на передпосівному обробітку ґрунту необхідно постійно перевіряти згідно агротехнічними вимогами (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Агротехнічні вимоги до передсадильного обробітку ґрунту

Показники	Нормативи	Допуски
Агрегат для виконання передпосівного обробітку ґрунту: трактори ХТЗ-121, ХТЗ-170, с/г машина АРВ-8,1-01, Європак		
Строки виконання роботи	одночасно з садінням живців	
Тривалість роботи в одному полі	1	+ 1
Глибина розпушеного шару ґрунту, см	5 – 6	+ 2
Знищення бур'янів, %	не менше 98%	+ 2
Висота гребенів або глибина бороздок, см	1,5	± 0,2
Швидкість руху агрегату, км/год.	7 – 10	± 1
Напрямок руху агрегату	під кутом 3-4 ⁰ С до напрямку садіння	-
Забезпеченість підготовки ґрунту	на 3 – 4 проходи до напрямку садіння	-
Розряд роботи	V	

Отже, основна мета передпосадкового обробітку – створити для верби сприятливі умови росту: покращити аерацію ґрунту, різко зменшити кількість бур'янів та створити оптимальні умови для приживання і росту живців енергетичної верби.

2.2.6 Найбільш поширені схеми закладання плантацій енергетичної верби

Для забезпечення механізованої технології вирощування і збирання біомаси енергетичної верби плантації цієї культури закладають смугами, здебільшого по 2 рядки. Для кращого забезпечення сонячним світлом рядки рекомендується розміщувати паралельно лінії меридіани (у північно-південному напрямку). На сьогодні відомо декілька схем садіння енергетичної верби (рис. 2.2), які відрізняються між собою за шириною міжрядь між смугами та між рядками у смузі, кількістю рядків у смузі, а також віддалю між рослинами в рядку.

За Європейською технологією, яка поширена в більшості європейських країн, енергетична верба висаджується смугами по 2 рядки. Ширина міжрядь між смугами становить 1,5 м, а між рядками у смузі – 0,75 м. За такої схеми садіння довжина лінії рядків на 1 га становить 8889 м (табл. 2.7). Щоб отримати густоту стояння рослин 15 тис.шт./га крок садіння (відстань між рослинами у рядку) за цією схемою має бути 0,59 м, при цьому індекс форми площі живлення становить $k_{\phi}=1,9$. Тобто, за густоти стояння 15 тис.шт./га довжина прямокутника живлення буде майже у двічі перевищувати ширину, що свідчить про нерівномірний розподіл рослин по площі.

Ще більша нерівномірність розміщення рослин енергетичної верби спостерігається за Австрійської технології, згідно якої живці висаджуються смугами по 2 рядки, при цьому ширина міжрядь між смугами 2,5 м, а між рядками у смузі – 0,75 м (табл. 2.7).

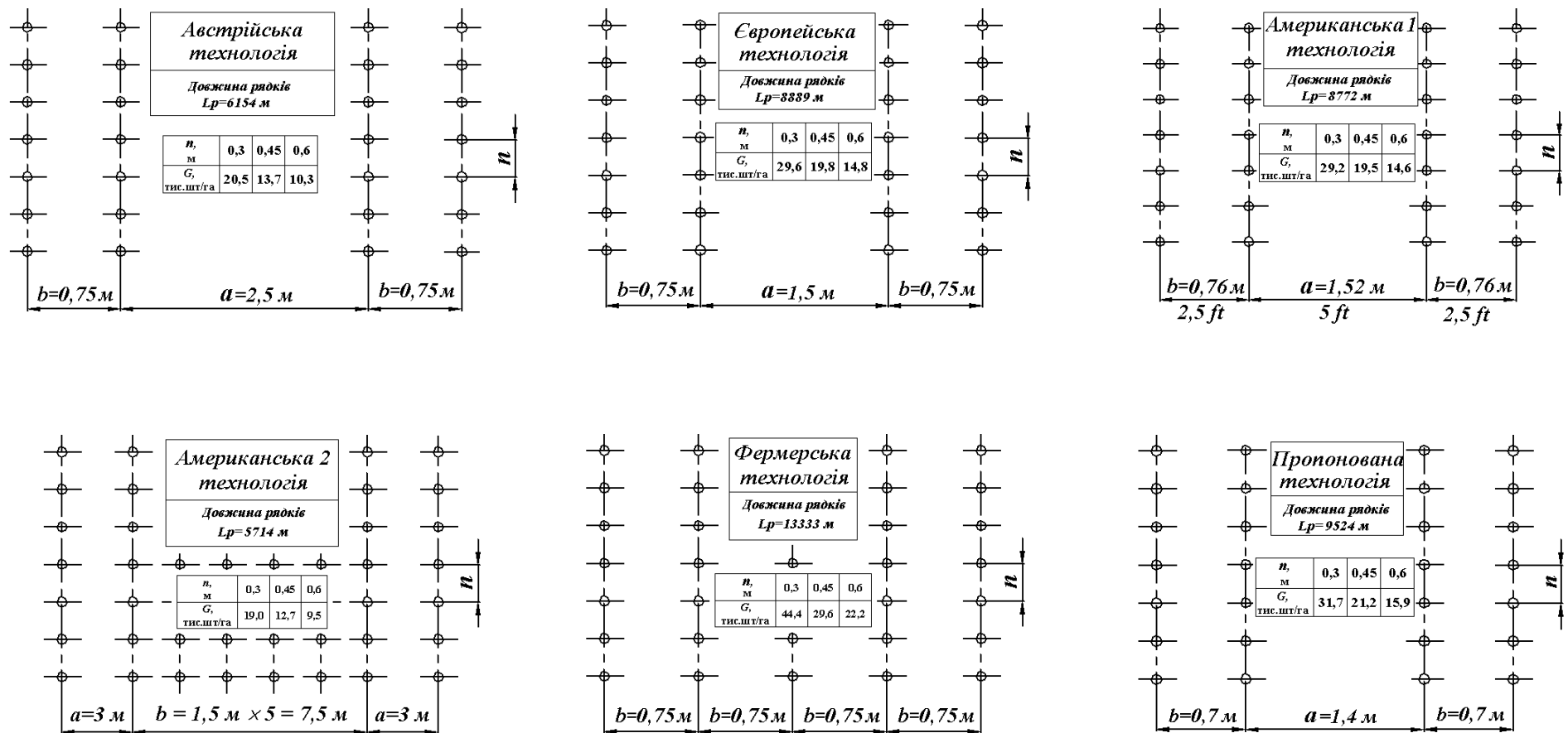


Рис. 2.2. Розміщення рослин енергетичної верби за різних технологій вирощування (a – ширина міжрядь між смугами, b – ширина міжрядь у смузі, n – відстань між рослинами в рядку).

Довжина лінії рядків на 1 га за Австрійською схемою садіння становить 6154 м, а індекс форми площі живлення за густоти стояння рослин 15 тис.шт./га – 3,96. Тобто, довжина прямокутника живлення майже у 4 рази перевищує його ширину.

Таблиця 2.7

Параметри відомих схем садіння енергетичної верби

Показники	Схеми садіння плантацій					
	Австрійська	Європейська	Американська 1	Американська 2	Фермерська	Пропонована
Ширина міжрядь, м:						
між смугами, a	2,5	1,5	1,52	3	0,75	1,4
між рядками у смузі, b	0,75	0,75	0,76	1,5	0,75	0,7
Кількість рядків у смузі, N , шт	2	2	2	6	1	2
Довжина лінії рядків, L_p , м/га	6154	8889	8772	5714	13333	9524
Індекс форми площі живлення (за густоти рослин 15 тис.шт./га), k_ϕ	3,96	1,90	1,95	5,91	1,19	1,65

У США поширено декілька схем розміщення рослин енергетичної верби на плантації. Одна з них нагадує Європейську схему, адаптовану під місцеву систему мір. Згідно цієї схеми відстань між смугами становить 5 футів (1,52 м), а між рядками – 2,5 фути (0,76 м). Довжина лінії рядків на 1 га та форма площі живлення за цією схемою суттєво не відрізняється від Європейської.

Згідно іншої схеми, садіння живці енергетичної верби виконується смугами із 6 рядків, при цьому відстань між рядками складає 1,5 м, а між смугами – 3 м. За такої схеми довжина лінії рядків на 1 га становить 5714 м, а прямокутник площі живлення має ще більш витягнуту форму, ніж за Австрійської технології ($k_\phi=5,91$).

Дві вищезгадані технології застосовуються у США для вирощування енергетичної верби на великих плантаціях, площею

понад 100 га. Для менших площ застосовується схема садіння, яка не передбачає смуг. За цією схемою рослини розміщуються рядками з шириною міжрядь 0,75 м. В цьому випадку довжина лінії рядків становить 13333 м, а індекс форми площі живлення – $k_{\phi}=1,19$, що свідчить про високу рівномірність розподілу рослин по площі. За такою ж технологією закладаються розсадники розмноження верби у країнах Європи. Суттєвим недоліком цієї схеми є неможливість збирання біомаси енергетичної верби поточковим способом.

Проаналізувавши недоліки та переваги відомих закордонних технологій, а також врахувавши ґрунтово-кліматичні умови України та традиційну для нашої країни систему машин, зорієнтовану на міжряддя 70 см, нами пропонується технологія вирощування енергетичної верби з шириною міжрядь між смугами $a=1,4$ м та шириною міжрядь у смузі $b=0,7$ м (рис 2.3).

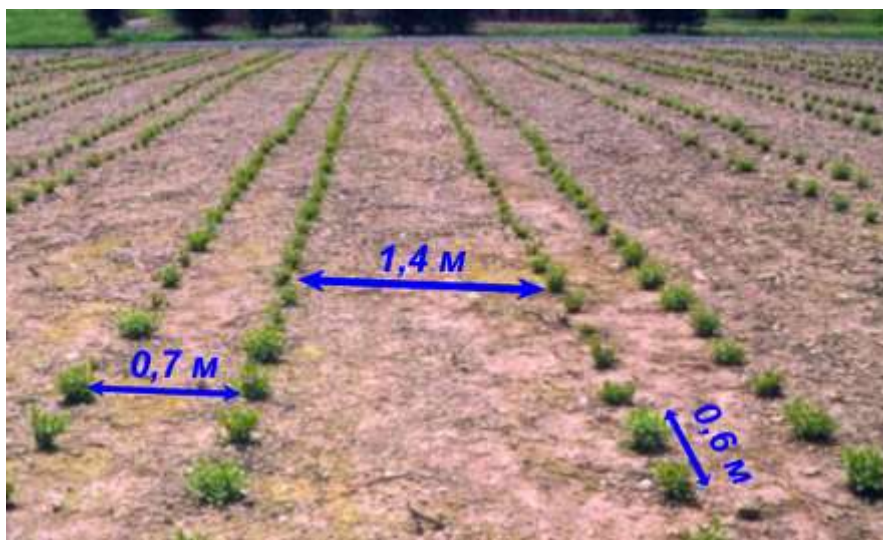


Рис. 2.3. Розміщення рослин за пропонованою технологією вирощування енергетичної верби

За цією схемою довжина лінії рядків на 1 га становитиме 9524 м, а площа живлення однієї рослини матиме форму прямокутника, у якого довжина лише у 1,65 раза більша за ширину, що свідчить про кращу рівномірність розміщення рослин по площі, порівняно з відовими технологіями (окрім фермерської). При цьому, пропонована технологія дозволяє механізовано збирати біомасу верби поточковим способом.

2.2.7 Методика розрахунку потреби в садивному матеріалі

Згідно з механізованою технологією енергетична верба саджається смугами по декілька рядків (рис. 2.4). Загальна довжина смуг на одному гектарі визначається за формулою:

$$L_c = \frac{10000}{c} = \frac{10000}{a + b \cdot (N - 1)},$$

де L_c – довжина смуг на 1 га, м;

c – відстань між осьовими лініями смуг, м;

a – ширина міжрядь між смугами, м;

b – ширина міжрядь між рядками у смугі, м;

N – кількість рядків у смугі, шт.

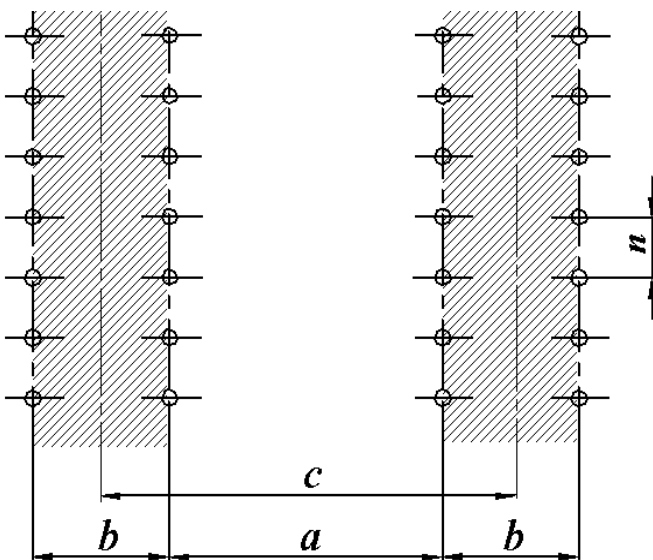


Рис. 2.4. Схема до визначення густоти насаджень рослин

Для визначення довжини лінії рядків енергетичної верби на 1 га плантацій використо-вуємо формулу:

$$L_p = N \cdot L_c = \frac{10000 \cdot N}{a + b \cdot (N - 1)},$$

де L_c – довжина рядків на 1 га, м

Розділивши загальну довжину рядків на відстань між рослинами в рядку (крок садіння) отримаємо густоту стояння рослин (табл. 2.8, рис. 2.5):

$$G = \frac{L_p}{n} = \frac{10000 \cdot N}{n \cdot (a + b \cdot (N - 1))},$$

де G – густота стояння рослин, шт./га;

a – ширина міжрядь між смугами, м;

b – ширина міжрядь у смузі, м;

n – відстань між рослинами в рядку (крок садіння), м;

N – кількість рядків у смузі, шт.

Таблиця 2.8

Розрахунок густоти насаджень живців верби за різними технологіями, шт./га

Крок садіння n , м	Австрійська ($a=2,5$ м; $b=0,75$ м; $L_p=6154$ м/га)	Європейська ($a=1,5$ м; $b=0,75$ м; $L_p=8889$ м/га)	Американська 1 ($a=1,52$ м; $b=0,76$ м; $L_p=8772$ м/га)	Американська 2 ($a=3,0$ м; $b=1,5$ м; $N=6$ рядків, $L_p=5714$ м/га)	Фермерська (без смуг $b=0,75$ м; $L_p=13333$ м/га)	Пропонована ($a=1,4$ м; $b=0,7$ м; $L_p=9524$ м/га)
0,15	41,0	59,3	58,5	38,1	88,9	63,5
0,20	30,8	44,4	43,9	28,6	66,7	47,6
0,25	24,6	35,6	35,1	22,9	53,3	38,1
0,30	20,5	29,6	29,2	19,0	44,4	31,7
0,35	17,6	25,4	25,1	16,3	38,1	27,2
0,40	15,4	22,2	21,9	14,3	33,3	23,8
0,45	13,7	19,8	19,5	12,7	29,6	21,2
0,50	12,3	17,8	17,5	11,4	26,7	19,0
0,55	11,2	16,2	15,9	10,4	24,2	17,3
0,60	10,3	14,8	14,6	9,5	22,2	15,9
0,65	9,5	13,7	13,5	8,8	20,5	14,7
0,70	8,8	12,7	12,5	8,2	19,0	13,6
0,75	8,2	11,9	11,7	7,6	17,8	12,7
0,80	7,7	11,1	11,0	7,1	16,7	11,9
0,85	7,2	10,5	10,3	6,7	15,7	11,2
0,90	6,8	9,9	9,7	6,3	14,8	10,6
0,95	6,5	9,4	9,2	6,0	14,0	10,0
1,00	6,2	8,9	8,8	5,7	13,3	9,5

Розрахунок потреби у садивному матеріалі (живцях) слід проводити з врахуванням густоти стояння рослин та коефіцієнта приживання k . Коефіцієнт приживання залежить від стану живців, ґрунтово-кліматичних умов, якості проведення підготовки ґрунту, садіння та догляду за насадженнями енергетичної верби.

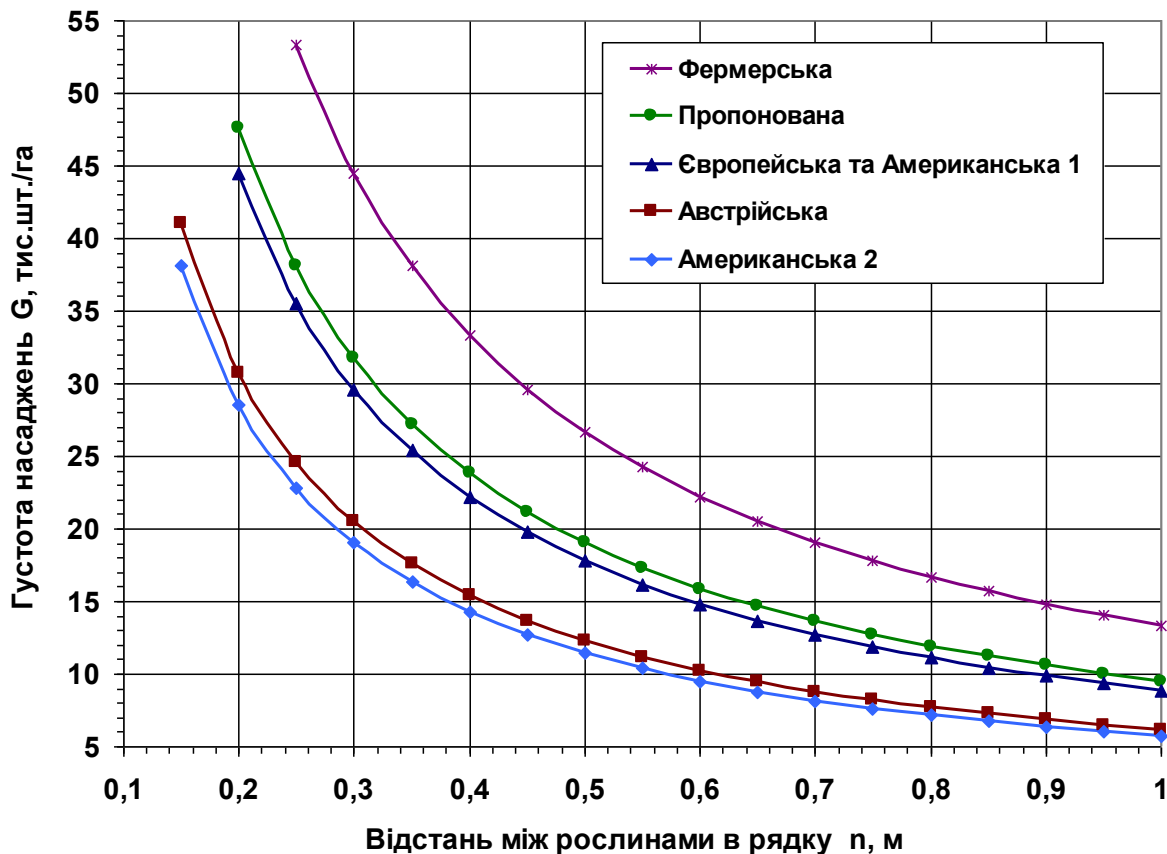


Рис. 2.5. Залежність густоти насаджень живців верби від схеми садіння та відстані між рослинами у рядку

Таким чином, кількість живців, необхідних для закладання плантації, розраховується за формулою:

$$K_{\text{ж}} = \frac{G \cdot k_n \cdot F}{100} = \frac{100 \cdot N \cdot k_n \cdot F}{n \cdot (a + b \cdot (N - 1))},$$

де $K_{\text{ж}}$ – кількість живців, шт.; G – густина стояння рослин, шт./га;
 k_n – коефіцієнт приживання, %; F – площа плантації, га.

2.2.8 Садіння енергетичної верби

Для садіння живців верби на великих плантаціях нині в Європі розроблено низку спеціальних машин для вирощування і збирання енергетичної верби. Так, 4-рядкова садильна машина Energy Planter датської компанії Egedal (рис. 2.6) поки є єдиною такого типу, що працює в Україні. Вона використовується для садіння живців енергетичної верби в основному на великих плантаціях (понад 100 га). Важливим є те, що ця машина розрізає вербовий прут на живці безпосередньо під час садіння і заробляє їх у ґрунт з ущільненням його навколо живця, що забезпечує високий відсоток приживання живців. 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 Європейською схемою (1,5x0,75 м).

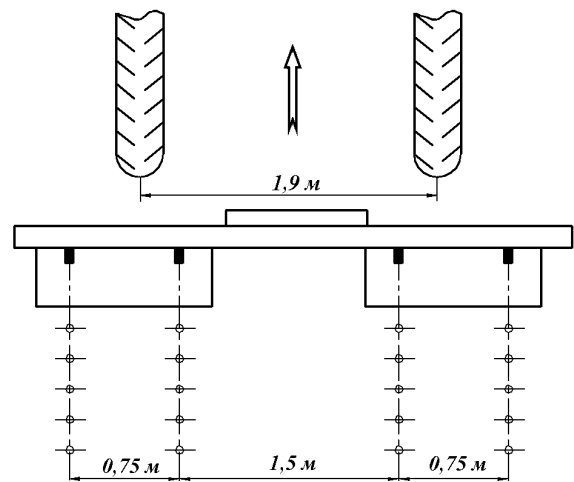


Рис. 2.6. 4-рядкова машина для садіння живців верби Energy Planter

Для закладання невеликих плантацій енергетичної верби або розсадників доцільно використовувати простіші за конструкцією, але менш продуктивні 2-рядні садильні машини (рис. 2.7). При цьому в

якості садивного матеріалу використовуються на пагони, а живці енергетичної верби завдовжки 20...25 см та діаметром 0,7...1,4 см.

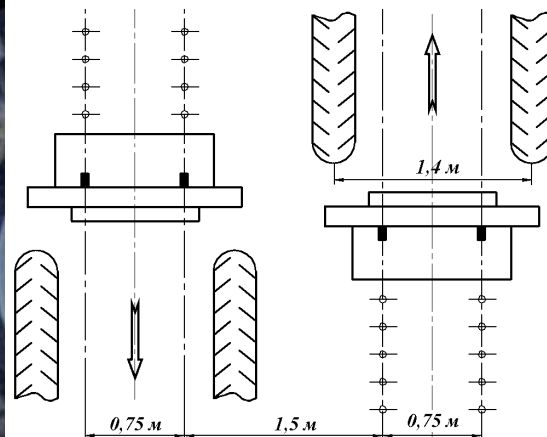


Рис. 2.7. 2-рядкова машина для садіння живців верби

У відділі технологій вирощування біоенергетичних культур розроблено спосіб та пристрій для нарізання садильних щілин, в які здійснюється садіння живців верби в ручну (рис. 2.8.). Згідно цього способу перед садінням на поверхні поля нарізуються садильні щілини спеціальної форми. Глибина щілин на 2-3 см перевищує глибину садіння живців. Одночасно із нарізанням щілин можна вносити мінеральні добрива локальним способом, а також проводити нарізання щілин-орієнтаторів, за допомогою яких вподальшому здійснюватиметься навігація агрегатів з догляду за плантаціями у перший рік вегетації. Щілиноутворювачі кріпляться до рами за допомогою хомутів, що дозволяє переміщувати їх вздовж рами і висаджувати живці за будь-якою схемою.

На невеликих науково-дослідних ділянках та для підсадження живців, які не прийнялися («лікування» плантації) садіння живців верби проводять вручну, використовуючи вузький меч Колесова або садильний штир (рис. 2.9). На місцях, де живці, посаджені восени або навесні, не прийнялися, після закінчення першого вегетаційного

періоду проводиться насадження живців вручну. Після ручного садіння живців та садіння весною плантацію доцільно прикотити для більш щільного приставання ґрунту до живця.

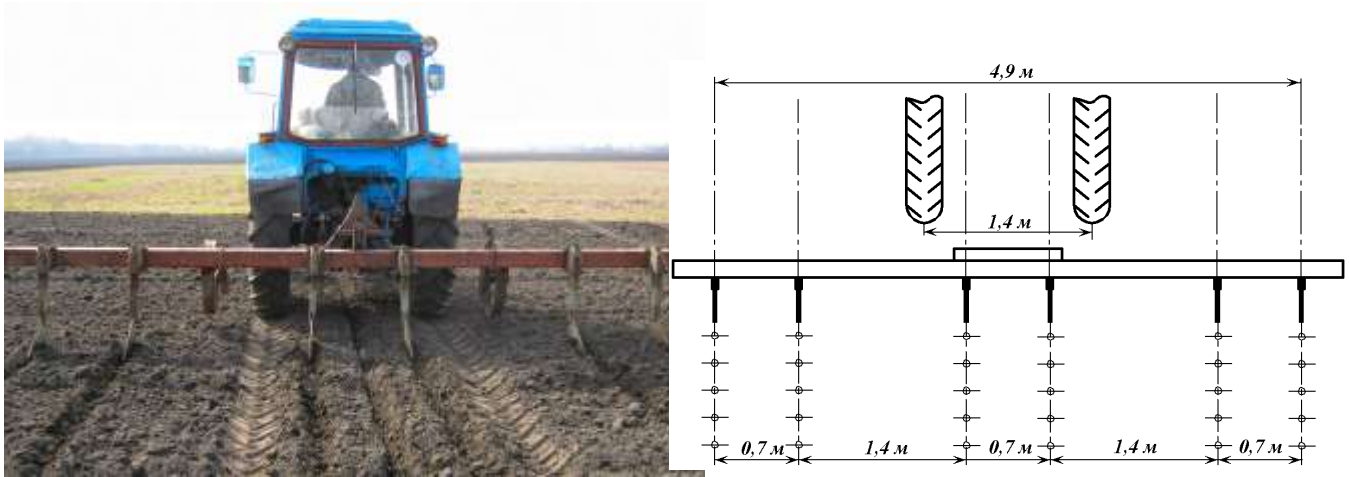


Рис. 2.8. Агрегат щілеутворювач для ручного садіння живців верби

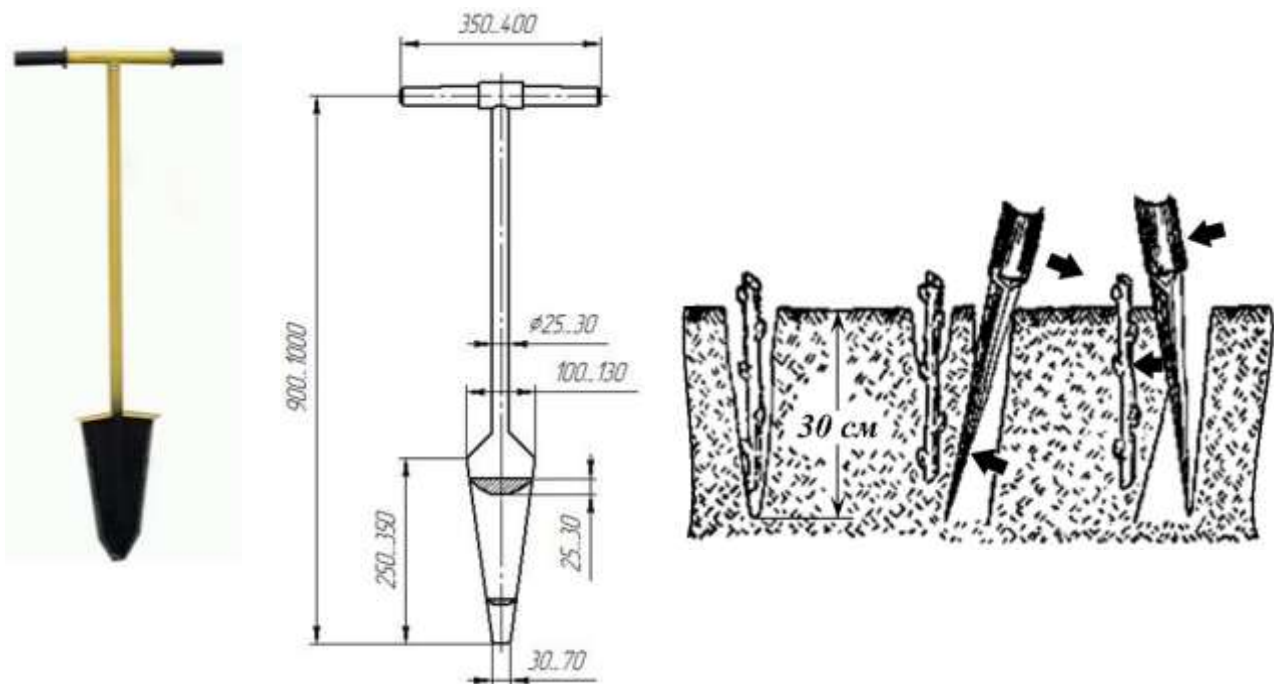


Рис. 2.9. Меч Колесова для ручного садіння живців верби

Проектуючи закладання плантацій енергетичної верби, слід підібрати відповідний різновид, який дасть максимальний урожай за короткий час. Вибір садивного матеріалу енергетичної верби не

повинен бути випадковим. Якість живців, пагонів верби тісно пов'язана зі строками укорінення і ростом рослин.

Живці повинні мати 5 сплячих бруньок, бути чистими і мати відповідну вологість. Тому найкраще живці приживаються, якщо їх перед садінням замочити у воді протягом 24-48 годин (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Живці енергетичної верби для механізованого та ручного садіння

Садивний матеріал для зберігання упаковують у пачки (пагони по 50 шт., живці – по 100 шт.) і зберігають у холодильниках, погребах, спеціально обладнаних сховищах тощо.

Верхівку живців необхідно обробити фарбою з додаванням протигрибкових засобів. Таким чином садивний матеріал буде попереджено від хвороб. Крім цього, позначення кожного різновиду верби своїм кольором полегшить роботу на плантаціях.

Щоб уникнути пропусків, пов'язаних з огріхами під час садіння та неприживанням посаджених живців, необхідно проводити «лікування» плантації шляхом підсаджування живців у місця пропусків за допомогою меча Колісова. «Лікування» плантацій доцільно проводити якщо частка пропусків перевищує 15%.

2.3. Догляд за плантаціями та збирання енергетичної верби

Під час вирощування енергетичної верби важливе значення має догляд за плантаціями, який ґрунтується на застосуванні комплексу агротехнічних і хімічних засобів, що забезпечують надійне контролювання чисельності бур'янів, шкідників і хвороб та внесення мінеральних добрив і мікроелементів, аерацію ґрунту та затримання в ньому вологи.

Для якісного проведення польових робіт з догляду за рослинами верби в оптимальні агротехнічні строки за раціональних затрат праці і коштів слід визначитися з необхідними технологічними операціями, видовим складом і кількістю технічних засобів.

Оптимізація технологічних операцій і технічних засобів догляду за плантаціями верби дає можливість створити необхідні (сприятливі) умови для росту і розвитку рослин, отримати заплановану оптимальну для кожного поля урожайність верби за раціональних затрат на їх вирощування і значного зменшення витрат коштів на одиницю продукції.

Аналізуючи стан та тенденції розвитку сучасного енергетичного комплексу, за застосування технологічних операцій і технічних засобів для догляду за площами верби, необхідно враховувати:

- зональність вирощування енергетичної верби, згідно з якою системи прийомів і технічних засобів для їх реалізації повинні бути адаптовані до конкретних ґрунтово-кліматичних умов;
- оптимальність застосування відповідних технологічних прийомів і машин за критерієм створення найбільш сприятливих умов для рослу і розвитку рослин, отримання максимального врожаю та їх економічної ефективності виконання, згідно з якою необхідні технологічні операції повинні визначатися для кожного конкретного поля або випадку;
- наявність гнучкої системи догляду за площами, згідно з якою для забезпечення максимальної ефективності виробництва необхідно застосовувати кілька варіантів технологічних операцій.

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.

2.3.1. Ранньовесняний обробіток ґрунту

Ранньовесняний суцільний обробіток ґрунту проводиться до проростання живців верби (за осіннього садіння) з метою контролювання чисельності бур'янів та збереження ґрунтової вологи.

Тип борін підбирають з таким розрахунком, щоб під час обробітку розпушений шар не був глибоким. За застосування зубових борін для зменшення кількості проходів агрегатів на плантаціях і підвищення їх продуктивності комплектують широкозахватні агрегати.

Зубові борони використовують залежно від щільності ґрунту: на ущільнених – середні ЗБЗСС-1,0 або посівні ЗБП-06, на не ущільнених – райборінки ЗОР-07. Боронувальний агрегат рухається по діагоналі під кутом 25-30° до напрямку рядків. На першому проході агрегату перевіряють глибину обробітку ґрунту. Якщо вона не відповідає заданій, змінюють борони на легші чи важчі. Швидкість руху агрегату – 7 км/год.

2.3.2. Захист плантацій верби від бур'янів

У перший рік догляду за вирощуванням енергетичної верби, як садивного матеріалу, так і для промислового використання, застосовують ґрунтовий гербіцид СТОМП з нормою внесення 5 л/га. Робочий розчин вноситься до проростання енергетичної верби. При вирощуванні енергетичної верби застосовується основна система захисту плантацій від бур'янів – комбінована.

Комбінована система захисту від бур'янів використовується на

площах з високим рівнем присутності насіння бур'янів та за умови недостатнього рівня матеріально-технічного забезпечення. Ця система передбачає обов'язкове внесення в ґрунт гербіцидів, що діють у вологому ґрунті через кореневу систему, і наступних обприскувань сходів. Застосування ґрунтових гербіцидів знижує напруження в проведенні захисних заходів у боротьбі з бур'янами по сходах.

Найбільш складно контролювати комплекс дводольних видів бур'янів. Тому основну увагу при виборі ґрунтових гербіцидів необхідно приділяти противдодольним препаратам.

Головне завдання гербіцидів – забезпечити необхідний захист посівів від бур'янів до періоду виростання пагонів верби до висоти, більшої за висоту бур'янів.

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 з нормою внесення 2 л/га. Науковими дослідженнями встановлено, що проти багаторічних злакових бур'янів використовується гербіцид Пантера 40. За появи нової хвилі ярих видів дводольних і злакових бур'янів слід обробити плантації знову гербіцидом Пантера 40 з нормою внесення 2 л/га. На цей час рослини верби повинні мати не менше чотирьох-п'яти листків. Обприскування грамініцидами проводять незалежно від фаз розвитку енергетичної верби (приблизно в травні). Комплекс захисту плантацій проти бур'янів за чіткого дотримання регламентів роботи з гербіцидами не дає побічних ефектів.

Механізовані роботи після внесення гербіцидів можна проводити лише на четвертий день. Ручні роботи можна починати на восьмий день після обприскування.

За післясходового застосування гербіцидів на їх дію не впливають такі фактори ґрунтового комплексу, як структура, вміст гумусу, ґрунтова реакція (рН), вологість ґрунту тощо. Гербіциди можна застосовувати гнучко і цілеспрямовано залежно від засміченості даного поля.

Проводити розпушування міжрядь і внесення гербіциду краще неодноразово, оскільки форсунки обприскувача легко забруднюються пилом від механічного обробітку ґрунту. Крім того, дія гербіцидів на забруднені ґрунтом листки знижується. Доцільно спочатку провести смугове обприскування, а потім культивацію (обробіток) ґрунту в міжряддях. Механічний обробіток необхідно проводити кілька разів.

Технологія внесення гербіцидів. Для внесення препаратів необхідно близько 200-250 л/га води з робочим тиском 2,0-3,0 атм. Менші норми рідини не рекомендуються через небезпеку випаровування і пов'язане з цим зниження біологічної активності препаратів. Правильний вибір розпилювача визначає величину крапель, внесення оптимальної кількості гербіциду на цільовий об'єкт і втрати препарату через випаровування і знесення повітряними потоками.. Для діапазону витрати рідини 200 л/га особливо придатні розпилювачі з плоским конусом розпилу типу LU і XR із соплами типу 11003 і 407-03. Уже за низького тиску від 1,5 до 2,0 атм. вони забезпечують хороший розподіл краплин.

Для якісного розприскування розчину швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 6-7 км/год. Оскільки на обсяг води, що витрачається, впливають тип розпилювача, робочий тиск рідини і швидкість руху, режим обприскування треба встановлювати відповідно до ширини захвату обприскувача, довжини поля і числа повних обробітків, для того щоб обприскувачі можна було заправляти на краю поля.

Вносять препарати штанговими обприскувачами з широким (15 – 30 м) захватом. Наразі найбільш зручними оприскувачами є ОП-2000-2-01, ОПШ-2000, ОСШ-2500, ОПК-3000, RAU, Спаєр, Харді-2200 та ОВП-1500 (Садовий), що обладнані щілинними розпилювачами, відсікаючими індивідуальними клапанами та фільтрами.

Головне завдання гербіцидів – забезпечити необхідний захист посівів від бур'янів до періоду виростання пагонів верби до висоти, більшої за висоту бур'янів.

Приготування робочого розчину проводять у місткості обприскувача. Бак заповнюють (обов'язково чистою і бажано м'якою) водою на $1/3$ або $1/4$ об'єму. Після цього в бак вносять за безперервної роботи мішалок гербіциди і після енергійного перемішування доводять вміст робочої рідини до повного об'єму водою. В заправленому обприскувачі мішалки повинні працювати постійно до закінчення процесу обприскування.

Наземне обприскування проводять у суху погоду за швидкості вітру до 5 м/сек. 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 $\pm 5\%$.

Під час роботи штанга обприскувача не повинна коливатись у вертикальному напрямку. Рух агрегату повинен бути плавним, на постійній швидкості. Це забезпечує рівномірність внесення робочої рідини на плантацію. Не допускається проведення повторних проходів і перекриття та наявності огріхів (табл. 2.9).

Однак передсадильне застосування гербіцидів має певні недоліки:

- воно можливе тільки на ґрунтах, що містять близько 3% гумусу; за вищого вмісту гумусу гербіциди дуже адсорбуються органічними частками ґрунту і їхня дія знижується;
- на більш легких малосорбційних ґрунтах, особливо при сильних дощах, можуть виявлятися фітотоксична дія на рослини верби;
- потрібна достатня кількість вологи в ґрунті, щоб необхідна кількість діючої речовини гербіциду розчинилася і стала доступною для кореневої системи бур'янів;
- бур'яни, що проростають у поверхневому шарі ґрунту, можуть недостатньо піддаватися дії гербіцидів;
- необхідність рівномірного змішування деяких гербіцидів із ґрунтом викликає занадто глибоке його розпушування, через що порушується капілярна система. Тим самим погіршуються умови для

росту верби, особливо в посушливі роки;

- ґрунтова флора і фауна зазнає дії отрутохімікатів;
- за сильних дощів за умови водної ерозії, після внесення гербіцидів виникає небезпека їх потрапляння у водойми.

Таблиця 2.9

Агротехнічні вимоги до внесення ґрунтових гербіцидів

Показники	Нормативи	Допуски
Агрегат для внесення розчинів ґрунтових гербіцидів: трактор МТЗ-80, с.-г. машина ОП-2000-2-01, ОПК-3000		
Строк проведення роботи, дні перед садінням; дні після садіння (по вегетації)	1 5	-1
Норма внесення препаратів, %	згідно з рекомендаціями в залежності від швидкості руху та ширини захвату агрегату. Норма на 1 га встановлюється за діючою речовиною	+5
Нерівномірність розподілу гербіцидів, %	не допускається	
Глибина загортання гербіцидів, см	згідно з рекомендаціями, адаптовано до зони	-
Спосіб руху агрегатів	прямолінійний	
Швидкість руху агрегатів, км/год.	постійна 7	±1
Ширина смуги, що обробляється розпилювачем, см	регулюється висотою розпилювачів відносно поверхні ґрунту	
Повторна обробка (перекриття захвату)	не допускається пропусків, агрегат обладнаний маркерами, відмічати вмикання	
Оптимальна норма внесення рідини, л/га	200-250	
Швидкість вітру, м/сек.	до 3	
Температура, С ⁰	19	+5
Розряд роботи	VI	

Компромісним рішенням є застосування малих норм внесення сучасних гербіцидів досходовим способом у комбінації з

післясходовим. Загалом вченими розроблені агротехнічні вимоги до захисту енергетичної верби від бур'янів (табл. 2.10).

Таблиця 2.10

Агротехнічні вимоги до захисту енергетичної верби від бур'янів

Показники	Нормативи	Допуски
Агрегати для виконання роботи: трактор МТЗ-82, с.-г. машина ОП-2000-2-01, ОПК-3000, ОСШ-2500		
Строки проведення обприскувань по сходах	перше у фазі сім'ядолей рослин бур'янів; друге за появи нової хвилі бур'янів (через 8-10 днів після першого)	
Норми внесення і перелік препаратів	зазначені у розділі	
Швидкість руху агрегату, км/год	6	± 1,0
Температура повітря при обприскуванні, °С максимальна мінімальна	до 24 не нижче 15	+2,0
Норма витрати робочої рідини, л/га	200-250	± 20
Спосіб руху агрегату	по міжряддях, човниковий	
Ширина поворотних смуг	всі однакових розмірів	
Розпилювачі	щілинні розпилювачі, розраховані на норму виливу +відсікаючі клапани+фільтри	
Розряд роботи	VI	

Внесення гербіцидів проводять штанговими обприскувачами: ОП-2000-2-01, ОПК-3000, ОСШ-2500, які обладнанні щілинними розпилювачами і відсікаючими клапанами та фільтрами; іноземними “RAU” та іншими.

Перевірку роботи обприскувача на норму виливу розчину проводять з використанням води. З урахуванням встановленої норми

випливу рідини обприскувачем, швидкості руху та ширини захвату агрегату, витрату води на 1 га визначають за формулою:

$$P = \frac{D \cdot 600}{v \cdot M_z},$$

де P – випливу води обприскувачем, л/хв.;

v – швидкість агрегату, км/год.;

M_z – ширина захвату агрегату, м.

Норми витрати гербіцидів на 1 га встановлюють за діючою речовиною.

Під час роботи штанга обприскувача не повинна коливатись у вертикальному напрямку. Рух агрегату повинен бути плавним, на постійній швидкості.

На важких і заплываючих ґрунтах, де легко утворюється ґрунтова кірка, міжрядні розпушування необхідні, і їх треба проводити навіть коли вони знижуватимуть захисну дію гербіцидів. На ґрунтах, щільність яких не перевищує 1,1 -1,2 г/см³, і які не заплывають, міжрядні розпушування не проводять, бо це сприяє появі нової хвилі сходів бур'янів.

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 епікутикулярних восків, що серйозно перешкоджають проникненню гербіцидів у тканини і провідні системи листків і стебел. Тому внесення стандартної норми гербіцидів без урахування реакції рослин на погоду в одній і тій же фазі розвитку у першому випадку може забезпечити високий рівень знищення бур'янів і пригнічення рослин культури, а в другому — низьку ефективність їх дії на бур'яни.

2.3.3. Захист плантацій енергетичної верби від шкідників і хвороб

2.3.3.1. Шкідники

Для підвищення продуктивності енергетичної верби необхідно приділяти особливу увагу заходам захисту цієї культури від шкідників та хвороб.

Енергетичну вербу найбільше пошкоджують жуки та личинки хрущів, жуки листоїди і слоники, гусениці різних метеликів, попелиці, мухи та ін.

Хрущі: травневий (*Melolontha melolontha* L.) та **червневий** (*Amphimallon solstitialis* L.) – належать до родини пластинчастовусих, пошкоджують енергетичну вербу обгризаючи листки, а личинки – кореневу систему.

Хрущ травневий один з основних шкідників лісових насаджень у лісостеповій зоні України. У роки масового розмноження, жуки можуть повністю об'їдати листя дерев. Найвідчутнішої шкоди завдають личинки другого і третього віку, які пошкоджують кореневу систему верби з травня по вересень.

Найчутливіші до пошкоджень молоді дерева, які часто гинуть. Хрущі з'являються з середини травня до кінця червня. Личинки першого віку – брудно-білого кольору шестиногі. Личинки подальших віків – білі, великі, с-подібні. Личинки останнього віку досягають довжини 45-65 мм. Кожне покоління хруща живе від трьох до п'яти років. Тривалість життя кожного покоління хруща залежить від географічної широти місцевості, від кліматичних умов, зокрема температури, і від кількості їжі (рис. 2.11).

Через місяць-півтора після того, як були відкладені яйця, з них виходять личинки, які живуть у землі три-чотири роки. Таких червоподібних личинок у народі на Україні називають «борозняками». Вони зовсім не схожі на дорослих хрущів.

Личинки пристосовані до життя в ґрунті. Завдяки червоподібній формі тіла вони в ньому легко пересуваються.



а



б

Рис. 2.11. Хрущ травневий:
а – травневий хрущ (*Melolontha melolontha* L.)
б – личинки травневого хруща

Подібно до більшості тварин, що живуть у темряві, личинки хрущів мають біле забарвлення. Очі в них відсутні. За допомогою сильних, схожих на щипці, верхніх щелеп личинка хруща риє землю і перегризає коріння рослин, яким вона живиться. У перший рік свого життя личинки хруща живляться різними рослинними залишками, а на другий, і особливо на третій рік життя – перегризають коріння різних рослин і підгризають коренеплоди.

Вербовий листоїд (*Clytra laeviseula* R.) належить до родини листоїдів – Chrysomelidae. Довжина тіла цих жуків 8,3-12,0 мм, ширина 4 мм. Тіло чорне, циліндричне або овальне, на кінцях тупо заокруглене. Зверху тіло голе. Дуже рідко вершини надкрил або передньоспинка покриті волосками. Голова втягнута в передньоспинку. Передньоспинка чорна, блискуча. Надкрила яскраві, червоно-оранжеві або жовто-руді. На кожному надкрилі по 3 плями. Пляма на передній частині надкрил маленька, чорного кольору. Задні плями дуже часто злиті у поперекову широку перев'язь, яка вузько переривається на шві. Вершина щитка не виступає над надкрилами. Крім *Clytra laeviseula* у посадках верби може зустрічатись і інший листоїд – *Clytra guaripunctata*. У цього виду задня пляма меншого

розміру та округлої форми. Крім того, передньоспинка у *C. laeviseula* блискуча з гладенькими краями, а у *C. guaripunctata* має пунктировку.

Живляться листками дерев здебільшого з родини розоцвітих – *Rosacea*, а також інтенсивно заселяють вербу, грубо об'їдаючи їх листовий апарат.

Тополевий листоїд (*Melasoma populi* L.).

Жук завдовжки 10-12 мм, з червонуватими надкрилами синювато-зеленими передньоспинкою та нижньою стороною тіла. На верхівці надкрил по одній чорній плямі (рис. 2.12).



Тополевий листоїд
(*Melasoma populi* L.)



Личинка тополевого листоїда



Яйця тополевого листоїда

Рис. 2.12. Тополевий листоїд

Осиковий листоїд (*Melasoma tremulae* F.) за зовнішнім виглядом і біологією подібний до тополевого, але менший за розмірами (довжина 7-10 мм) і він не має чорних плямок на надкрилах.

Дорослі комахи листоїдів і їхні личинки пошкоджують листки верби.

Звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* C.L.Koch.) – дуже дрібна комаха (самка – 0,43 мм довжиною, самець – 0,25 мм).

Дорослі особини та їх личинки живуть на нижньому боці листків під густою павутиною і живляться клітинним соком рослин (рис. 2.13).

У місцях проколів клітина відмирає, в результаті цього листок знебарвлюється, стає мармуровим, а при сильному заселенні листків шкідником вони підсихають і опадають, молоді пагони не дають приросту.

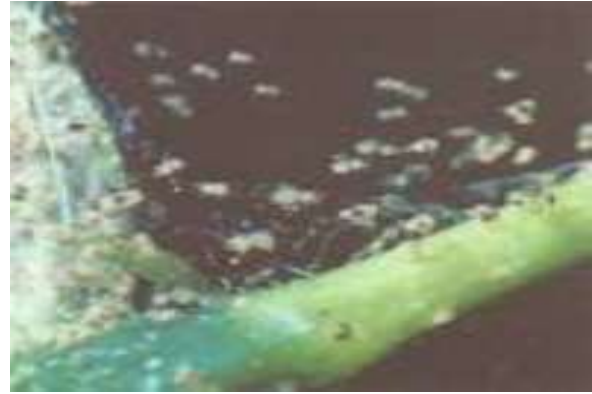


Рис 2.13. Павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* C.L.Koch.)

Зимує у стадії імаго на деревах у тріщинах кори, під рослинними рештками. Навесні за температури повітря 10-12⁰С вони виходять з місць зимівлі і починають живитися, заселяючи набряклі бруньки, а з появою листків переселяються на них. Одна самка здатна відкласти до 300 яєць. За сприятливих погодних умов кліщ розвивається у 10-12 поколіннях за вегетацію.

Влітку павутинний кліщ зеленувато-жовтого кольору, до осені набуває червонувато-оранжевого забарвлення.

Іноді на гілках верби можна побачити білу піну, схожу на плювок. Така піна з'являється через діяльність комахи – вербової пенніци. Як правило, "плювки" з'являються на вербі вже навесні, в травні. Личинки пенніц живляться соком дерева. Піна з'являється після того, як сік проходить через травний тракт личинки. Піна служить відмінним укриттям личинки від несприятливих факторів навколишнього середовища, оберігає ніжне тільце личинки від висихання.

Вербова хвилівка (*Stilpnotia satilis* L.)

Метелик з білими крилами завдовжки 20-25 мм. Гусінь волохата, жовто-блакитного кольору з червоними цятками. Об'їдає листки верби (рис. 2.14).

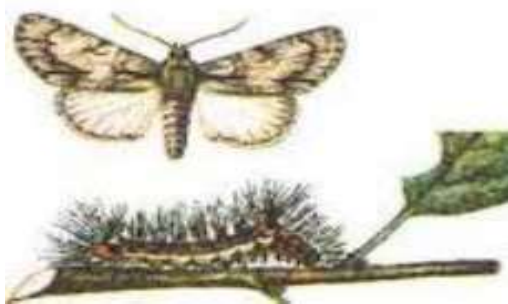


Рис. 2.14. Вербова хвилівка (*Stilpnotia satilis* L.)

Вербовий шовкопряд-листовійка (*Earias chlorona* L.) найчастіше пошкоджує вербу прутувидну (рис. 2.15). Гусениці листовійки згортають верхівки листків у щільний кокон та об'їдають верхівку пагона. Пагін кущиться і втрачає свої технічні якості. Доросла особина – це білий метелик з крилами 44-55 мм у розмаху.



Рис. 2.15. Вербовий шовкопряд-листовійка (*Earias chlorona* L.)

Метелики літають протягом червня та липня, потім відкладають яйця на кору верби або листки, причому, склеюють кладку сріблястою масою. У цьому стані яйця зимують. Гусениці здатні дуже сильно об'їдати вербові листки, причому процес поїдання триває протягом ночі, а вдень шкідники, як ні в чому не бувало, спокійно сидять на гілках дерева. Заляльковування відбувається всередині скріплених павутиновими нитками декількох листків з верхівки пагона. В результаті пагін втрачає свої технологічні якості. Метелики вербового шовкопряду, збираючись у великій кількості, іноді здійснюють перельоти. Якщо гусениці нападають на молоде дерево, то воно приречене і гине. У вербового шовкопряду є і вороги. Це кажани, паразитні мухи, горобці, комахи-наїзники.

Попелиця вербова звичайна (*Aphis saliceti* Kalt.). Цей шкідник посилено висмоктує сік з бруньок, листків, а також молодих пагонів, що неминуче призводить до опадання листків, уповільнення росту верби, а в деяких випадках і до повного відмирання дерева (рис. 2.16). Таке часто буває з молодими деревцями, які ще не дуже добре вкоренилися.



Рис. 2.16. Попелиця вербова звичайна (*Aphis saliceti* Kalt.)

Попелиця поселяється на верхівковій частині листків, завдяки чому листки деформуються і скручуються. Яйця попелиці зимують у тріщинах кори верби, в пагонах. Навесні попелиця поселяється на листках, пагонах і починає харчуватися їх соком. Пізніше з'являються крилаті особини попелиці. За рік може народжуватись до 10-ти поколінь попелиці. І в серпні крилаті особини повертаються на вербу, щоб відкласти яйця в корі для перезимівлі.

Внаслідок масового розмноження попелиць вони значно ослаблюють рослини верби, пригнічують їх ріст. При живленні комахи виділяють екскременти, на яких поселяються сажкові гриби, які перешкоджають фотосинтезу.

Щитівка вербова (*Chionaspis salicis* L.) Дуже поширений шкідник (рис. 2.17).



Рис 2.17. Щитівка вербова (*Chionaspis salicis* L.)

Зимує на корі штабів, скелетних гілок у стадії яйця під щитком. У травні наступного року з яєць з'являються личинки і розповзаються на нові молоді гілки. З личинних шкірок личинок утворюються щитки, під якими живуть личинки до дорослої стадії. У кінці липня – на початку серпня самки закінчують свій розвиток і у вересні відкладають яйця під щитком. Одна самка відкладає 40-120 яєць. Заселення шкідником пагонів та молодих гілок пригнічує їх ріст, кора на штабах і гілках розтріскується, всихають окремі гілки, а при значному заселенні – цілі дерева і кущі.

Вербова горностаєва міль (*Yponomeuta rorellus* Hbn.) трапляється повсюдно. Пошкоджує різні види верби. Метелик з розмахом крил 18 – 20 мм; передні крила білі з 25 – 30 чорними крапками, розміщеними трьома неправильними рядами, верхівка крила темно-сіра; задні крила сірі, однобарвні. Яйце розміром 0,8 × 0,4 мм; світло-жовте. Гусениця до 20 мм завдовжки, темно-сіра, голова чорна, потиличний і анальний щитки чорнобурі (рис. 2.18).



Рис. 2.18. Вербова горностаєва міль
(*Yponomeuta rorellus* Hbn.)

Лялечка – 9-11 мм, бурувато-жовта, голова, крижові чохлики й кремастер темно-бурі, на кремастері шість щетинок.

Зимують гусениці першого віку під щитками. У другій половині квітня виходять з під щитка і вгризаються в паренхіму листків. У мінах живуть до першого линяння, 10-14 діб.

Після виходу з мін група гусениць у кілька десятків особин

обплутує 4-6 листків павутиною, під якою розпочинає живлення. Від пошкоджених листків залишаються тільки великі жилки. В міру росту гусениці переповзають до основи гілки, обплутуючи її густою павутиною. У разі масового розмноження шкідника не тільки гілки, а й стовбури, і рослинність, що росте поблизу, бувають обплетені павутиною. Завершивши розвиток, який триває 40-45 діб, гусениці сповзаються ближче до стовбура дерева для заляльковування. Лялечки розміщуються вертикальними рядами головою вгору під спільним густим шаром павутини. Через 12-15 діб, наприкінці червня починається літ метеликів, який триває до кінця серпня. Метелики додатково не живляться. Самки відкладають по 20 - 30 яєць купками на гладеньку кору молодих гілок поблизу бруньок. Кожну кладку яєць самка вкриває пінистими виділеннями, що застигають у вигляді видовжено-овального щитка (5-8 мм).

Спочатку щиток жовтувато-зелений, з часом стає темно-сірим, під колір кори. Через 15-20 діб відроджуються гусениці й залишаються під щитком до весни наступного року. За рік розвивається одна генерація.

Найбільший вплив на зниження чисельності вербової горностаєвої молі чинять комахи паразити, що налічують близько ста видів, і хвороби.

Із яйцегусеничних паразитів слід виділити хальцид – *Ageniaspis fuscicollis* Dalm., *Copidosoma flagellare* Dalm., іхневмоніда – *Angitia armillata* Grav., браконіда – *Ascogaster guadridentata* Wesm. та ін. Гусениць молі активно заражають мухи тахіни: *Sarcophaga evenymella* Vche., *Bessa selesta* Meig., *B. parallela* Mg., *Diadegma armillata* Grav. та ін.

На лялечках паразитують хальциди – *Habrocytus dispar* Curtis, *Monodentomerus aereus* Walk. та ін. Значна загибель гусениць молі спостерігається у роки з підвищеною вологістю внаслідок ураження грибом *Beauveria bassiana* Vuill.

Вербова галиця різнодомна – дрібна комаха (до 5 мм завдовжки), має вигляд комара. З'являються імаго під час цвітіння

верби. Веретеноподібні личинки живуть у тканинах суцвіть, спричиняючи їх деформацію.

Вирізання і спалювання гал до цвітіння верби є ефективним заходом захисту рослин від заселення цим шкідником.

2.3.3.2. Заходи захисту плантацій верби від шкідників

Особливо небезпечними для кореневої системи верби є ґрунтові шкідники – личинки травневого (*Melolontha melolonta* L.) та червневого (*Amphimallon solstitialis* L.) хрущів, які значно пошкоджують посадковий матеріал. Після садіння живців та їх укорінення вони грубо об'їдають кореневу систему, що в свою чергу призводить до ослаблення молодих рослин, відставання їх в рості та розвитку порівняно з неушкодженими, або до повної загибелі рослин. Внаслідок цього густота рослин зменшується. Контролювати чисельність цих фітофагів ускладнено, оскільки ті, які знаходяться в ґрунті, зимують там, і виходять з діapaузи після садіння живців верби в ґрунт. Вони інтенсивно живляться молодими корінцями, що призводить до негативних наслідків.

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 (імідаклопід, тіаметоксам або клотіанідин) 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 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.

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

У роки масових розмножень вербової горностаєвої молі у період виходу гусениць із мін – обробка рекомендованими інсектицидами або біопрепаратами. Насадження, розміщені в заплавах поблизу річок і озер, необхідно обробляти тільки біопрепаратами.

Контроль чисельності листогризучих шкідників здійснюється за допомогою обприскування насаджень верби інсектицидами. Зокрема, у виробничих насадженнях цієї біоенергетичної культури за виявлення значної щільності популяції фітофагів, проводять обприскування рослин інсектицидами у рекомендованих для багаторічних насаджень нормах витрати за допомогою авіації. Проти павутинного кліща застосовують рекомендовані препарати акарицидної дії для дерев'янистих рослин.

2.3.4. Хвороби

Рослини біоенергетичної верби можуть уражуватись бурим і чорним цитоспорозом, іржею листків та ін.

Іржа листя верби. Хворобу викликають паразитичні іржачисті гриби з роду *Melampsora*. Проміжними господарями іржі є сосна, модрина, різні види цибулі, чистотіл тощо.

Хворобою уражуються листки, а в окремих випадках – і молоді верхівкові пагони, що призводить до передчасного їх опадання, а згодом і до загибелі рослин (рис. 2.19).

Іржа особливо небезпечна для молодих насаджень з низьким розташуванням крон. Перші ознаки хвороби можна спостерігати в кінці червня на початку липня, коли на листках з'являються жовто-

оранжеві плями (уредіосоруси), з яких висипаються спори у вигляді порошку. Восени на листках з'являються також темні плями — теліосоруси.



Рис. 2.19. Іржа листків верби

Ураження іржею, що систематично повторюється протягом декількох років, призводять до сильного ослаблення молодих дерев верби. Первинним джерелом інфекції в більшості випадків бувають модринові і соснові насадження.

Бурий цитоспороз – збудник гриб (*Cytospora chrysosperma* (Rers.) Fr.) - уражує кору пагонів, поволі розповсюджуючись в ній до лубу. Зовнішня частина кори забарвлюється в червоно-бурий колір (рис. 2.20).



Рис. 2.20. Бурий цитоспороз

Чорний цитоспороз – збудник – гриб (*Cytospora foetidae* Vl. et. Rr.) – уражує стовбури і пагони верби. Крона і зовнішні шари заболоні забарвлюються в зелено-бурий колір. Зовні колір кори змінюється нечасто. Джерелами інфекції є уражені дерева (рис. 2.21).

Зараження здійснюється спорами, які розповсюджуються дощем, вітром, комахами та садивним матеріалом. Спори, що виходять з пікнід у вигляді оранжево-червоних крапель або джгутиків, масово утворюються навесні (травень – початок червня) і восени (кінець серпня – вересень).



Рис. 2.21. Чорний цитоспоров

За осіннього зараження дерева уражуються сильніше, ніж при весняному, оскільки низькі температури сприятливіші для розвитку збудника. Ворогами інфекції на маточних плантаціях і шкільках є довгі пеньки, що залишаються при обрізанні живців, механічні пошкодження при догляді, морозобійні тріщини тощо. Для хвороби характерний прихований період протягом першого року ураження, що сприяє перенесенню інфекції на нові площі при використанні приховано заражених пагонів.

Стійкість окремих видів і форм верби залежить від умов їх зростання. Гриб розвивається активніше, якщо живці були підсушені при зберіганні, або посаджені у сухий чи холодний ґрунт.

2.3.4.1. 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 росою. Не допускати розташування верби поряд з насадженнями сосни і модрина.

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.

Можливе проведення весняного або пізньоосіннього обприскування шкілок і молодих культур у сильних вогнищах цитоспорозу фунгіцидами.

За появи перших уредоспороношень на листі та загрози сильного ураження іржею та цитоспорозами рекомендується проводити обприскування рослин фунгіцидами у рекомендованих для багаторічних насаджень нормах витрати за допомогою авіації.

Верби також можуть уражуватись паршею, борошнистою росою, 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.

2.3.5. Техніка безпеки при застосуванні пестицидів

Інсектициди і фунгіциди застосовуються для боротьби з шкідниками і хворобами при вирощуванні енергетичної верби. Під час роботи з ними необхідно суворо дотримуватися вимог і положень «Інструкції по техніці безпеки, з використання пестицидів і мінеральних добрив при вирощуванні енергетичної верби, а саме:

- інсектициди і фунгіциди вносяться під керівництвом спеціаліста з захисту рослин;

- особи, які зайняті на роботах по внесенню інсектицидів і пестицидів, повинні пройти медичний огляд і спеціальний інструктаж;

- особи, що зважують отрутохімікати, беруть участь у приготуванні робочого розчину, заправці обприскувача, проводять роботи з обприскування плантацій енергетичної верби, повинні бути в комбінезонах, головних уборах, гумових або брезентових рукавицях, захисних окулярах та респіраторах;

- для роботи з інсектицидами і фунгіцидами допускаються особи, що не мають протипоказань щодо роботи з пестицидами, не допускаються підлітки до 18 років, вагітні жінки і ті, що годують немовлят;

- працювати безпосередньо з отрутохімікатами дозволяється не більше 6 годин;

- особи, які працюють зі штанговими оприскувачами, допускаються до роботи, якщо швидкість вітру не більше 3 м/с;

- на полі, де виконуються роботи з внесення пестицидів, повинні бути умивальник з водою, мило, рушник і медична аптечка.

Для зведення до мінімуму негативного впливу пестицидів на людей та довкілля систематично ведуться роботи щодо їх вдосконалення. До застосування не допускаються препарати без всебічного вивчення дії на теплокровних тварин, корисних комах, мікрофлору ґрунту, персистентності тощо. Розробляються правила щодо техніки безпеки при роботі з кожним препаратом та регламенти їх застосування.

Для уникнення можливого негативного впливу пестицидів на людину і навколишнє середовище необхідно суворо дотримуватися правил техніки безпеки при роботі з ними, що викладені в «Инструкции по технике безопасности при хранении, транспортировке и применении пестицидов в сельском хозяйстве» (М.: Агропромиздат, 1985).

Основні вимоги щодо техніки безпеки при роботі з пестицидами наведено нижче.

Відповідальність за охорону праці і техніку безпеки при роботі з пестицидами покладається на керівників господарств і організацій, що їх застосовують. Усі роботи з хімічного захисту рослин проводяться під керівництвом дипломованого спеціаліста із захисту рослин. Особи, що залучаються до роботи з пестицидами (постійно чи тимчасово), щорічно в обов'язковому порядку проходять медичний огляд та інструктаж із техніки безпеки, що реєструється у спеціальному журналі.

Керівник роботи зобов'язаний познайомити осіб, що залучаються до роботи з пестицидами, з їхньою характеристикою, особливостями дії на організм людини, заходами застереження, виробничої й особистої гігієни, дати інструктаж із техніки безпеки і правил пожежної безпеки, ознайомити із заходами надання першої долікарської допомоги при отруєнні пестицидами.

До роботи з пестицидами не допускаються особи віком до 18 років, вагітні і жінки-годувальниці, а також особи, що мають медичні протипоказання (різні види хронічних захворювань, наведені в спеціальному переліку).

Тривалість робочого дня при роботі з високотоксичними пестицидами – 4 год. (з доопрацюванням 2 год. на роботах, що не зв'язані із пестицидами), із менш токсичними – 6 год.

Особи, що виконують роботи, пов'язані з контактом із пестицидами, обов'язково повинні користуватися засобами індивідуального захисту, якими їх забезпечує організація, що відповідає за виконання цих робіт. Підбір індивідуальних засобів захисту проводиться в кожному конкретному випадку залежно від властивостей препаратів, а також характеру роботи.

Для захисту організму від потрапляння пестицидів через шкіру, органи дихання, слизові оболонки тощо за кожним працюючим на період робіт відповідно до «Норм безкоштовної видачі спецодягу, спецвзуття, запобіжних пристосувань» закріплюють комплект індивідуального захисту, спецодягу, спецвзуття, респіратор чи протигаз, захисні окуляри, рукавиці. Адміністрація господарств

забезпечує видачу, прання, знезаражування спецодягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту.

При захисті організму від потрапляння пестицидів через органи дихання необхідно використовувати протигазові респіратори (РПГ–67) із відповідними патронами, універсальні (РУ–60М), промислові протигази зі змінними коробками, протипилові респіратори (Ф–62Ш, У–2К, «Пелюстка», «Астра»).

При обпилюванні, обприскуванні, протруюванні насіння високотоксичними препаратами (1-ї, 2-ї груп за показниками шкідливості, леткості) необхідно використовувати респіратори РУ–60М і РПГ–67 із протигазовими патронами. Для захисту від ртутьорганічних препаратів – протигазовий патрон марки «А», для фосфор-, хлор- та інших органічних сполук – протигазовий патрон марки «А» з герметичними окулярами типу ПО-2.

Щоденно після роботи гумові лицьові частини протигазів і респіраторів слід ретельно промити теплою водою з милом і продезінфікувати спиртом чи 5%-м розчином марганцевокислого калію, після чого їх промити чистою водою і висушити. Спецодяг необхідно очистити від пилу механічним способом і провітрити. Періодично його перуть у міру забруднення, але не раніше як через шість робочих змін. Не допускається зберігання спецодягу в житлових приміщеннях та на складах для пестицидів.

Не ближче як за 200 м від місця роботи з пестицидами (з навітряного боку) слід обладнати майданчики для відпочинку, споживання їжі, бачком для питної води, умивальником, милом, шафкою для аптечки першої долікарської допомоги та індивідуальними рушниками.

При всіх видах робіт з пестицидами керівник робіт стежить за станом і самопочуттям працюючих. При першій скарзі працюючого він зобов'язаний звільнити його від подальшої роботи і надати першу допомогу, викликати лікаря.

Працюючі з пестицидами повинні суворо дотримуватися правил особистої гігієни. Під час робіт забороняється їсти, пити, курити,

знімати засоби індивідуального захисту. Усе це можна робити на спеціально обладнаному майданчику після ретельного миття рук, порожнини рота й носа.

Пестициди необхідно застосовувати лише у разі необхідності, дотримуючись регламентів, рекомендованих «Переліком...» та рекомендаціями.

Обприскування рослин пестицидами в спекотну погоду необхідно провадити в ранню чи вечірню пору, коли утримується нижча температура, мала інсоляція, мінімальний вітер. Це дає змогу підвищити ефективність обробок, зменшити нецільові витрати пестицидів, їх знесення за межі площ, що обробляють, і розсіювання в атмосфері.

Не допускається обприскування плантацій енергетичної верби, розташованих з навітряного боку щодо площ, на яких вирощують овочі, фрукти, виконують ручні роботи чи збирають урожай. Санітарно-захисна зона в даному випадку повинна бути при наземному обприскуванні не меншою 300 м, авіаційному – 1000 м. Забороняється також авіаобприскування рослин у радіусі до 1000 м від населених пунктів, тваринницьких ферм, а також у радіусі 2000 м від водойм рибогосподарського користування. Обприскувати культури поблизу населених пунктів слід при напрямку вітру від населеного пункту.

Важливим заходом профілактики отруєння є дотримання строків безпечного виходу людей на площі, оброблені пестицидами. Строки виходу людей на оброблені пестицидами площі для ручних і механізованих робіт з догляду за рослинами для кожного препарату наведено в «Переліку...» та додатках до нього.

Для обмеження забруднення пестицидами рослинної продукції необхідно суворо дотримуватися встановлених для кожного препарату регламентів.

Для уникнення отруєнь населення і домашніх тварин проведення авіаобробок лісів необхідно погоджувати з органами санітарного нагляду і місцевими Радами. При цьому встановлюється

санітарно-захисна зона між оброблюваними насадженнями, населеними пунктами, водоймами, місцями відпочинку людей. На віддалі 200 м від межі оброблюваного поля на входних і вихідних дорогах встановлюють попереджувальні знаки встановлених зразків, в яких вказуються допустимі строки випасання тварин, сінокосіння, відвідування лісу людьми, збирання ягід, грибів, лікарських рослин, строки можливого виконання робіт. Лісгоспи за 10 днів до початку проведення обробки повинні повідомляти про це через пресу, радіо, інші засоби оповіщення населення, заготівельні та інші організації, а також бджолярів.

Пестициди повинні надходити на склади в тарі, що відповідає нормативно-технічній документації, і мати необхідне маркування на кожній пакувальній одиниці: підприємство-виробник і його товарний знак; найменування препарату і вміст діючої речовини у процентах; група пестициду; знак небезпечності; маса нетто; номер партії; дата виготовлення; позначення нормативно-технічної документації; надпис «Вогненебезпечно» або «Вибухонебезпечно», якщо препарат має ці властивості. На тарі повинна бути застережна смуга, відповідна групі пестициду: червона – гербіциди; біла — дефоліанти; чорна — інсектициди та нематодциди; зелена – фунгіциди; синя – протруйник; жовта – зооциди. До кожної затарованої одиниці додається або наноситься на тару інструкція щодо застосування препарату.

Перед початком робіт на складі слід провести 30-хвилинне очищення повітря за допомогою вентилятора, а при його відсутності – провітрювання приміщення.

Робота на складах виконується обов'язково із застосуванням засобів індивідуального захисту, що відповідають властивостям препаратів, які там зберігаються.

Обприскування з використанням вентиляторних обприскувачів допускається при швидкості вітру до 3 м/с (дрібнокраплинне) і до 4 м/с (великокраплинне), а із використанням штангових тракторних обприскувачів – при швидкості вітру до 4 м/с (дрібнокраплинне) та 5 м/с (великокраплинне). Авіаційне обприскування апаратурою

допускається при швидкості вітру до 3 м/с (дрібнокраплинне) і до 4 м/с (великокраплинне).

Робочі рідини слід готувати на спеціальних розчинних вузлах чи заправних майданчиках.

Перед початком робіт із приготування робочих рідин необхідно перевірити справність змішувачів, наявність у місткостях фільтрів, стан мішанок тощо.

Доставку пестицидів до місця призначення і заправки обприскувачів необхідно здійснювати за допомогою спеціально обладнаних або пристосованих заправників. Наповнювання місткостей контролюється рівнемірором. Забороняється відкривати люк і перевіряти заповнення місткості окомірором, а також наповнювати обприскувачі без наявності в них фільтрів.

При заповненні місткостей обприскувача, обпилювачів або іншої апаратури необхідно знаходитися з навітряного боку. Не можна допускати потрапляння пестицидів на взуття, одяг і відкриті частини тіла. При випадковому потрапленні на відкриті частини тіла пестицидів їх необхідно видалити за допомогою ватних тампонів, а потім обмити ці місця водою з милом.

Кількість препаратів на робочому майданчику не повинна перевищувати денної норми використання. Забороняється залишати без охорони пестициди, робочі рідини та тару.

При обробці поля пестицидами слід уважно стежити за роботою машин, якістю обробки. Не допускати огріхів, подвійних обробок, перевитрат препаратів тощо.

Концентрація пестицидів у робочій зоні не повинна перевищувати допустимої.

У зв'язку з широким використанням пестицидів у приватних господарствах при їх застосуванні потрібно також дотримуватися вимог, що містяться у «Переліку...», де вказуються регламенти їх використання. Застосовувати у приватному секторі препарати, не вказані у «Переліку...», категорично забороняється. При придбанні

пестицидів для приватного сектора слід дотримуватися розрахунків потреби, не створювати запасів. У разі їх залишків дуже важливо дотримуватися безпеки зберігання в домашніх умовах. Їх треба зберігати у нежилых приміщеннях, під замком у недоступних для дітей місцях. Забороняється використовувати для зберігання пестицидів пляшки з-під алкогольних та інших напоїв. На тару, в якій зберігаються пестициди, наклеюють етикетку з зазначенням назви препарату, вмісту діючої речовини в процентах, призначення, норми витрати тощо.

Для обробки рослин на присадибній ділянці потрібно користуватися ранцевим обприскувачем, а також засобами індивідуального захисту.

При суворому дотриманні регламентів застосування пестицидів у народному господарстві, дотриманні вимог санітарних норм і правил при роботі з ними забезпечується не тільки захист рослин від шкідників, хвороб та бур'янів, а й охорона здоров'я населення і навколишнього середовища.

2.3.6. Розпушування ґрунту в міжряддях

Таку технологічну операцію проводять з метою поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту, покращення умов для росту і розвитку рослин верби у ранній період вегетації. Відмова від розпушування ґрунту збільшує непродуктивні витрати вологи з верхніх шарів ґрунту в період інтенсивного росту (рис. 2.22).

Міжрядні розпушування сприяють поглинанню атмосферних опадів, зменшують щільність ґрунту в разі його надмірного ущільнення.

Потребу в розпушуваннях, їх частоту, глибину визначають з урахуванням таких факторів: стану розвитку рослин верби, кількості опадів, щільності ґрунту та наявності бур'янів.

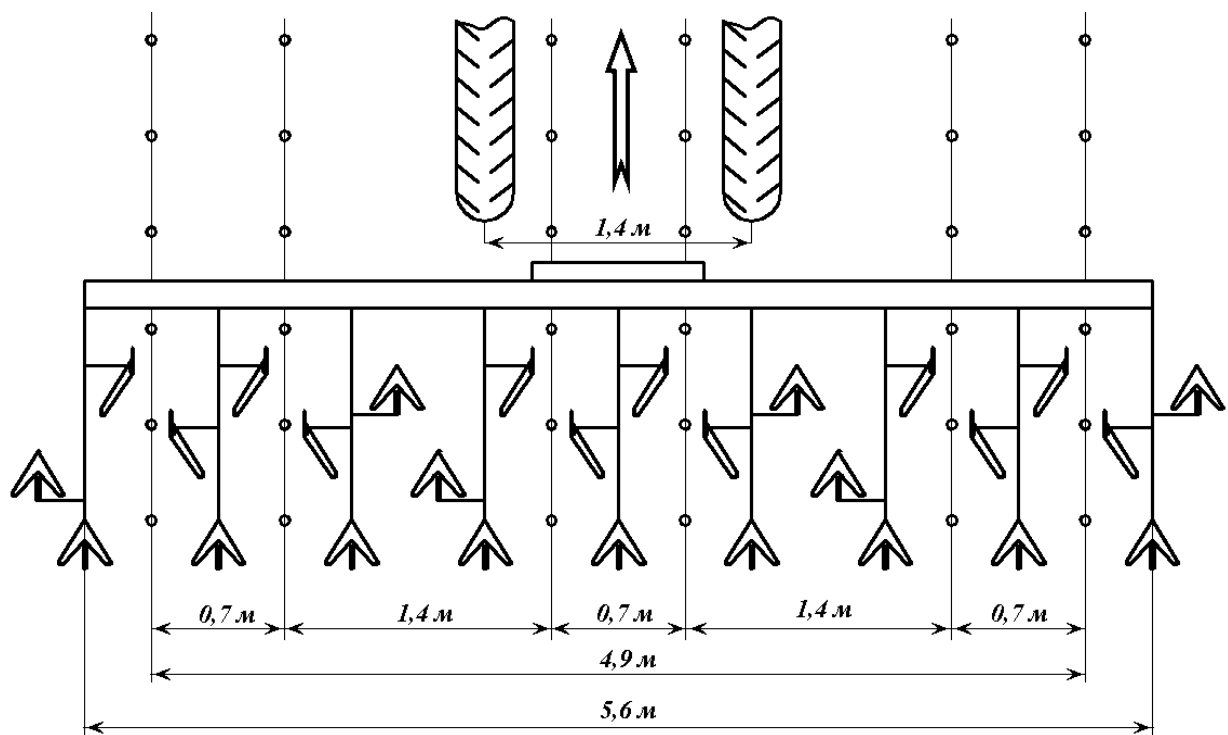


Рис. 2.22. Розпушування ґрунту в міжряддях енергетичної верби агрегатом весною на базі УСМК-5,4 для міжрядного обробітку ґрунту, дослідне поле ІБКіЦБ «Ксаверівка-2», 2015р.

Для виконання міжрядного розпушування ґрунту також застосовують удосконалені агрегати на базі: КРНВ-5,6-02, КФ-5,4, ЛСД-3,1, ORTOLAN HC250 (роторий), HC250 (табл. 2.11).

Таблиця 2.11

Агротехнічні вимоги до розпушування ґрунту в міжряддях

Показники	Нормативи	Допуски
Агрегат: трактор МТЗ-82 (100); удосконалені культиватори на базі: КРНВ-5,6-02, КФ-5,4, ЛСД-3,1, ORTOLAN HC250, HC250		
Початок проведення роботи	позначення рядків живців верби	повні сходи живців
Глибина обробітку ґрунту в міжряддях, см :	6	± 1
Ширина захисної зони рядка, см	9	± 2
Швидкість руху агрегату, км/год.	4-6	+1
Грудочок розміром не більше 20 мм, %	5	± 5
Спосіб руху агрегату	човниковий	
Строки виконання роботи	2-3 дні в одному полі	± 1
Розряд роботи	V	

На ущільнених полях і зарослих бур'янами плантаціях слід застосувати культиватори типу КФ-5,4, HC250, ORTOLAN HC250, обладнані активними фрезерними робочими органами (рис. 2.23, 2.24, 2.25, 2.26, 2.27).



Рис. 2.23. Розпушування ґрунту в міжряддях енергетичної верби
фрезерним культиватором НС250

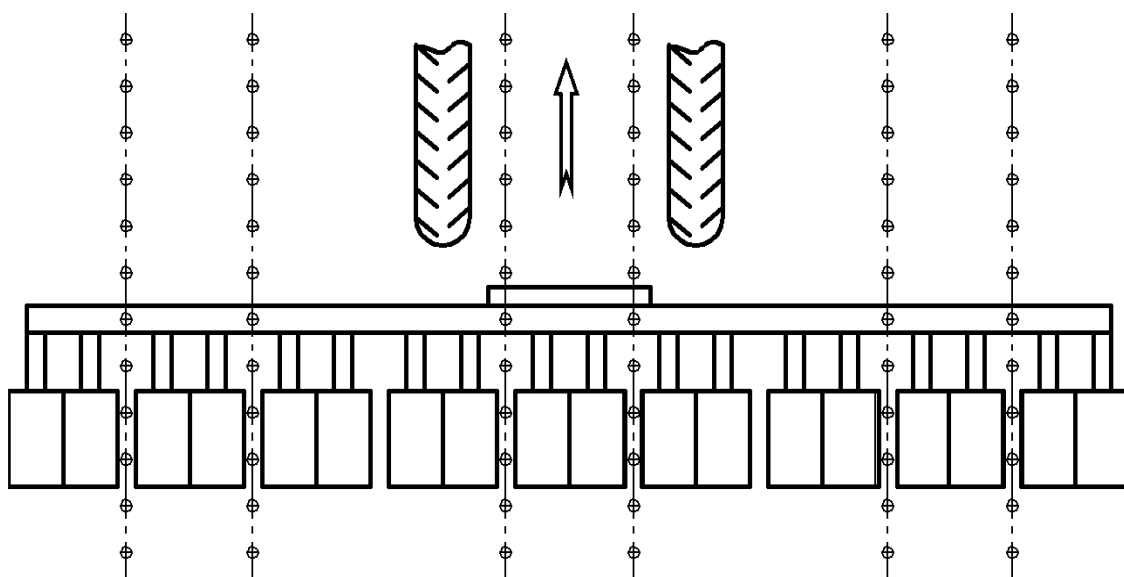


Рис. 2.24. Розпушення ґрунту в міжряддях енергетичної верби
удосконаленим фрезерним культиватором на базі КФ-5,4

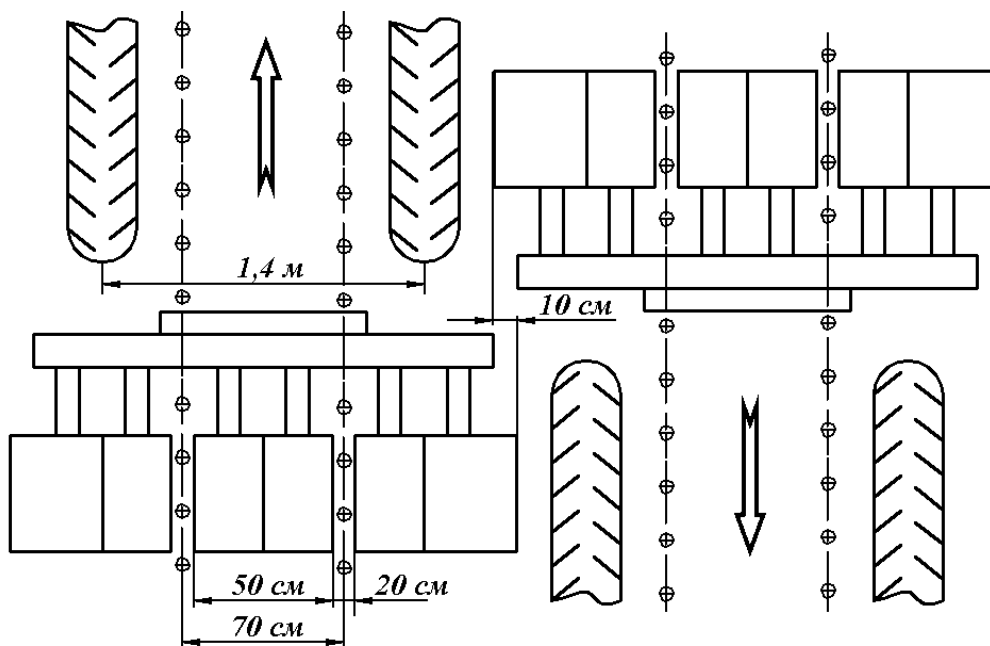


Рис. 2.25. Розпушування ґрунту в міжряддях енергетичної верби спеціальною фрезою НС250

Для обробітку ґрунту у широких міжряддях між смугами доцільно застосовувати луцильник ЛСД-3,1, який забезпечує інтенсивне подрібнення (мульчування) бур'янів і рослинних рештків. Агрегується з трактором МТЗ-82 (100), глибина обробітку ґрунту – до 15 см, витрати пального – до 4 л/га (рис 2.26).



Рис. 2.26. Луцильник стерневий дисковий ЛСД-3,1



Рис. 2.27. Культиватор-фреза ORTOLAN HC250 (Італія)
для розпушування ґрунту в міжряддях енергетичної верби

Дослідженнями встановлено, що розпушування ґрунту в міжряддях доцільно проводити в перший рік вирощування на початку вегетації. Наступні розпушування ґрунту в міжряддях необхідно

проводити залежно від щільності ґрунту. Якщо щільність ґрунту становить 1,2-1,25 г/см³ і більше та з'являються бур'яни, то необхідно провести друге розпушування фрезерними культиваторами.

Доцільно на розпушуванні ґрунту в міжряддях використовувати групову роботу агрегатів.

Через кожні 2 чи 3 роки після збирання верби на догляді за плантаціями застосовують удосконалені фрезерні культиватори для розпушування ґрунту в міжряддях.

У разі відсутності машин з фрезерними робочими органами доцільно використовувати культиватор КРНВ-5,6-02. Культиватор обладнують: плоскорізальними лапами-бритвами 150 мм, ротаційними батареями РБ-5,4.

Заводять агрегат у міжряддя, визначені для першого проходу, опускають культиватор в робоче положення. На відрізок 10-20 м остаточно регулюють глибину обробітку ґрунту, ширину захисних зон. Під час наступних заїздів агрегату в загінку слідкують, щоб робочі органи культиватора чітко попадали в міжряддя.

2.3.7. Присипання бур'янів ґрунтом у зоні рядків енергетичної верби

Найефективніше присипання бур'янів у ранні періоди їх розвитку. Вирішальним моментом для цієї операції є правильний вибір строків проведення. Досвід показує, що 2-3-разове присипання бур'янів рівноцінне застосуванню ґрунтових гербіцидів. Ретельно проведене присипання бур'янів сприяє збереженню вологи у нижніх шарах ґрунту, вирівнюванню ґрунту в зоні рядка, зменшує відхилення рослин від осі рядка, що позитивно впливає на якість збирання врожаю.

Присипання бур'янів у зоні рядків починають, коли сходи їх досягнуть до 5 см. Виконують цю операцію два-три рази переобладнаними захисними дисками або спареними лапами-бритвами з полічками.

Після утворення у рослин верби пагонів висотою 20-30 см для присипання бур'янів у зоні рядка використовують ті ж робочі органи. Кількість присипань обумовлюється інтенсивністю появи бур'янів у зоні рядка.

Для присипання бур'янів ґрунтом в зоні рядка енергетичної верби агрегати комплектують з тракторами МТЗ-82 (100), культиваторами КРНВ-5.6-02, укомплектованими переобладнаними захисними дисками або спареними лапами-бритвами з полицками.

Підготовку культиватора виконують так, як і для першого розпушування ґрунту в міжряддях і відповідним чином налаштовують робочі органи. Спочатку переобладнують захисні диски. До площини стояка диска, протилежної тій, яка притискається бічним болтом у тримачі гряділя, приварюють відрізок дроту довжиною 80 мм і товщиною 4 мм, завдяки чому досягається встановлення дисків на гряділі опуклим боком до міжряддя під кутом 12-14° до напрямку рядків.

На подовженому валику в передній частині гряділя встановлюють два переобладнаних захисних диски під кутом 12-14° до напрямку рядків ввігнутих боком до рядків верби.

Відстань від рядка до найближчої точки леза, що спирається на регулювальний майданчик, може бути у межах 7-9 см. За присипаючими робочими органами встановлюють на кожному гряділі у двох бічних тримачах лапи-бритви, а в задньому центральному тримачі – ротаційну батарею.

Для присипання бур'янів у літній період вегетації (але не пізніше червня) на кожному гряділі культиватора в передній частині ставлять лапи-бритви або долото, а в задньому або пересувному центральному тримачах – переобладнані захисні диски (рис. 2.28).

Робочі органи на глибину обробітку регулюють так само, як і для розпушування ґрунту в міжряддях і зоні рядків. При цьому глибина ходу робочих органів повинна бути близькою до необхідної висоти валка, а глибина ходу лап-бритв і ротаційних батарей – до 5 см.

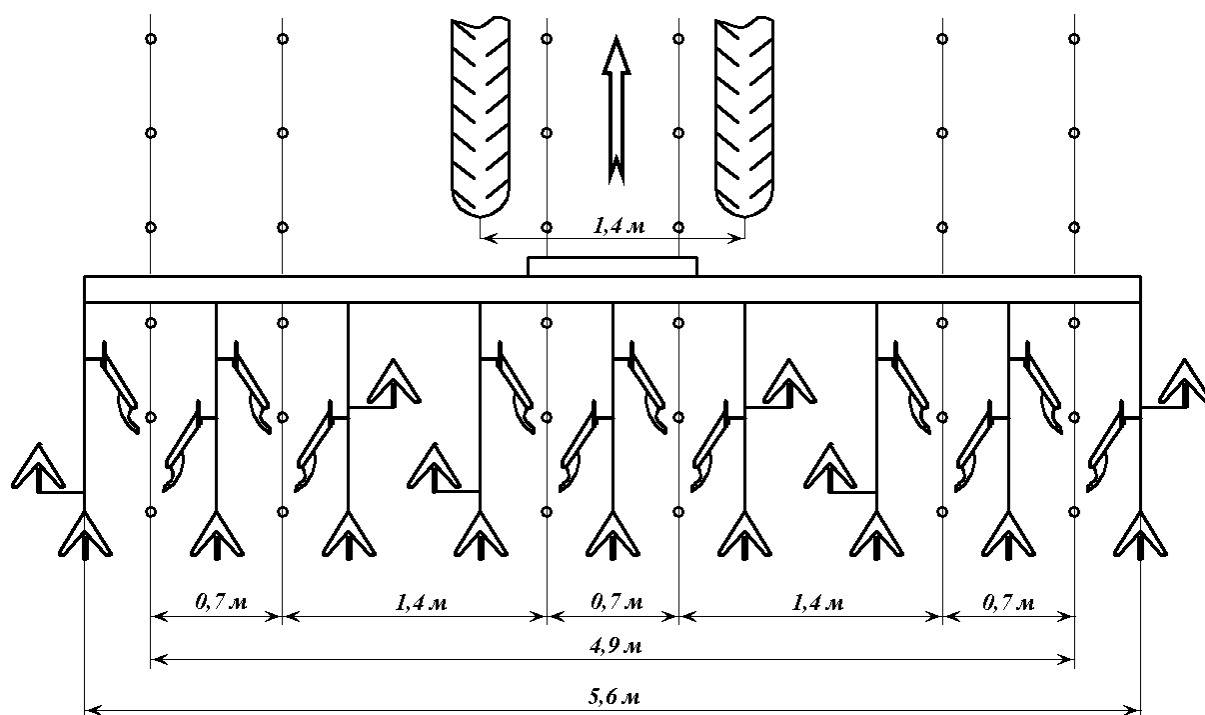


Рис 2.28. Міжрядний обробіток ґрунту з присипанням бур'янів в зоні рядка

При присипанні бур'янів ґрунтом в зоні рядків енергетичної верби слід дотримуватися агротехнічних вимог (табл. 2.12).

Таблица 2.12

Агротехнічні вимоги щодо присипання бур'янів ґрунтом у зоні рядків енергетичної верби

Показник	Норма	Допуск
Початок виконання роботи	Висота сходів верби 20-30 см	Висота рослин верби до 30 см
Тривалість роботи, дні	4	+ 2
Висота ґрунтового валика, см		
при першому присипанні	3	+ 2
при другому присипанні	6	+ 2
Кількість знищених бур'янів в зоні рядка, %	60	± 20
Швидкість руху агрегату, км/год.	5	+ 2
Спосіб руху агрегату	Човниковий вздовж рядків	
Розряд роботи	IV	

Швидкість агрегату з застосуванням робочих органів для присипання бур'янів у зоні рядків – 5-6 км/год. За рахунок цієї технологічної операції можна забезпечити знищення бур'янів у зоні рядків на 90-95%.

Контролювання чисельності бур'янів є одним із факторів, що значно впливає на досягнення високих врожаїв. При цьому не виключається застосування гербіцидів. У межах інтегрованого або адаптованого землеробства контролювання чисельності бур'янів включає технологічні фактори, за допомогою яких можна зменшити забур'яненість полів. До таких інтегрованих заходів і факторів можна віднести:

- диференційований, високоякісний обробіток ґрунту;
- створення здорових, конкурентоздатних сортів і гібридів;
- застосування добрив;
- механічну, агротехнічну боротьбу з бур'янами;
- застосування гербіцидів.

Всі ці елементи мають бути взаємозв'язані та екологічно і економічно обґрунтовані. Їх оптимальне поєднання є не тільки розумним з точки зору захисту зовнішнього середовища, але залежно від економічності самого застосування гербіцидів. Такий комплексний підхід вимагає умілого застосування всіх елементів інтегрованої боротьби з бур'янами. Виходячи з цього, зрозуміло, що досягти високих результатів у боротьбі з бур'янами при вирощуванні енергетичної верби можливо тільки при інтегрованій системі контролювання чисельності бур'янів.

2.4. Збирання енергетичної верби

2.4.1. Заготівля садивного матеріалу

Перше зрізування маточної плантації верби проводять після закінчення першого року вегетації. Таке зрізання називають «виховним», або «технологічним» оскільки вони сприяє збільшенню кількості пагонів у подальші роки вегетації. Існує тісна залежність

між висотою зрізання та кількістю і розмірами утворених пагонів: чим вище зрізано кущ, тим більше виростає нових пагонів і тим менші їх діаметр та висота.

За вирощування плантацій верб пурпурової та тритичинкової «виховне» зрізання потрібно проводити на висоті 10 см відносно поверхні ґрунту. Таку ж висоту можна прийняти і для верби гостролистої, яка має приблизно однакову продуктивність при зрізанні на рівні з поверхнею ґрунту та на висоті 10 і 20 см. У наступні роки пеньки, що залишаються при зрізанні на висоті 10 та 20 см, як правило, відмирають, а найдовші пруті з'являються з їх нижньої частини на висоті 2 см. Тому, під час наступного зрізання після «виховного» ці пеньки необхідно зрізати.

У подальшому прут слід зрізати, залишаючи пеньки заввишки до 2 см. Приблизно через кожні 5-6 щорічних зрізань прута плантації необхідно дати можливість відновити потенціал. Для цього один рік прут не зрізують. При зрізанні прута вручну від такого відпочинку можна відмовитись, якщо щорічно на кущах зрізати частину пагонів не в однорічному, а в дворічному віці, тобто, в основному, у вигляді меблевої палиці.

За зрізання прута протягом кількох років, з пеньків, що залишаються, формується так звана «булава». З часом вона починає загнивати, що негативно впливає на кількість та якість прута, тому приблизно через 7-10 років від початку експлуатації плантації булав зрізують. Така операція стимулює появу зі сплячих бруньок нових високопродуктивних пагонів, тому вона отримала назву «омолодження».

Важливою при вирощуванні маточного садивного матеріалу є густота насадження живців, яка має становити 30000 шт./га. В результаті в перший рік з 1 га можна отримати 350-400 тис. шт. живців.

Наприклад, у верби гостролистої за весняного садіння гілкуватість становить 0-1%, а за осіннього – 3-7%. Значна гілкуватість пруту верби пояснюється тим, що наприкінці липня верхівку її пагонів часто пошкоджує вербовий шовкопряд-листовійка, після чого з пошкодженого місця відростають кілька пагонів.

Починаючи з другого року існування маточних плантацій, вони досягають значної продуктивності стандартних живцевих саджанців, а на третій рік виходять на максимальні показники продуктивності – 1,8-2,5 млн. шт./га. У подальшому кількість отриманого садивного матеріалу залежить від погодних умов конкретного вегетаційного періоду і від застосованої агротехніки.

У перший рік вирощування за сприятливих умов висота рослин становить від 1,8 до 2,4 м, кількість пагонів на 1 рослину – від 2 до 5 шт.

З метою стимулювання активного розвитку кущистості скошування пагонів енергетичної верби в кінці першого року вирощування є обов'язковим прийомом.

Збирання маточних пагонів з рослин другого року проводиться в період від припинення до початку сокоруху (листопад – початок березня). Найкраще збирати пагони верби, якщо замерзлий ґрунт. В іншому випадку коренева система недостатньо міцно утримує пагони, і вони можуть висмикуватись із землі. На виробничих плантаціях використовуються роторні косарки або механізовані збиральні комбайни.

На маточних плантаціях зрізані пагони в подальшому використовуються для отримання садивного матеріалу. Тому зрізання пагонів на рослинах першого року вегетації, щоб уникнути висмикування і пошкодження кореневої системи, рекомендується проводити механічною бензопилою або роторною косаркою (рис. 2.29, 2.30, 2.31, 2.32). Пагони зрізуються із залишенням на пеньку 2-3 бруньок, необхідних для вегетації рослин на наступний рік. Обрізка пагонів в перший рік стимулює кушіння рослин верби на другий рік вегетації, що дозволяє сформувати оптимальний маточний кущ. Маточні пагони діаметром від 8 мм до 20 мм і більше можна використовувати на живцювання в якості садивного матеріалу.

Якщо зрізання проводиться правильно, то верба енергійно відростає. У цьому випадку термін використання плантацій може скласти 20-25 років.



Рис. 2.29. Косарка роторна Z-165 призначена для скошування верби і укладання пагонів у валок (Польща). Висота зрізування 32 і 42 мм, кількість ножів – 6, продуктивність – 1,6 га/год., робоча швидкість – 15 км/год.



Рис. 2.30. Косарка роторна Z-169 з підсиленням карданом (Польща) для скошування верби і укладання пагонів у валок. Висота зрізування – 42 мм, кількість ножів – 6, продуктивність – 2 га/год., робоча швидкість – 15 км/год.



Рис. 2.31. Косарка роторна КР-1,65, призначена для скошування верби і укладання пагонів у валок (Україна). Висота скошування – 42 мм, кількість роторів – 2, кількість ножів – 6, продуктивність – 1,6 га/год., робоча швидкість – 15 км/год.



Рис. 2.32. Транспортування садивного матеріалу енергетичної верби з маточного поля

2.4.2. Збирання енергетичної верби для промислового використання

До збирання біомаси енергетичної верби на енергетичні цілі приступають після закінчення періоду вегетації після опадання листя, до початку нової вегетації. Зрізання пагонів проводиться на висоті 5-10 см від поверхні ґрунту.

Збирання верби є вирішальний етап технології її вирощування. Від правильної і чіткої організації цього процесу, раціонального використання збиральної техніки і транспортних засобів залежить повнота збору врожаю та забезпечення споживачів біосировиною.

Під час збирання біомаса енергетичної верби подрібнюється на дрібні частинки – паливну тріску. Паливна тріска енергетичної верби являє собою деревинну біомасу, перероблену різанням або подрібненням в дрібну фракцію за допомогою спеціальних подрібнювальних машин. Типова довжина паливної тріски, придатної для спалювання в топках котлів малої потужності, які використовуються для теплопостачання будинків та малих ТЕС,

становить 1...3 см. Проте, як правило, вироблена щепа може мати інший розмір, що відповідає потребам замовника незалежно від видів використовуваного сировини (рис. 2.33).



Рис. 2.33. Паливна тріска енергетичної верби

Для отримання паливної тріски з пагонів енергетичної верби використовуються декілька способів збирання біомаси: потоковий, перевалочний та роздільний.

2.4.3. Потоковий спосіб збирання енергетичної верби

Основний спосіб збирання верби – потоковий. Він забезпечує мінімальні затрати праці і витрати коштів, високу якість біосировини, доставки її відразу до місць зберігання або перероблення, уникнення тимчасового зберігання її у польових кагатах. Проте застосування потокового способу потребує більшої кількості транспортних засобів, більше витрат пального.

Згідно потокового способу збирання енергетичної верби пагони зрізуються, подрібнюються на дрібні частинки (паливну тріску) і навантажуються у транспортний засіб, який рухається поруч зі збиральним агрегатом. Паливна тріска транспортується до місця її подальшого перероблення або зберігання. Для реалізації потокового способу збирання енергетичної верби у Європі створені спеціальні

самохідні комбайни і навісні модулі, що використовуються для зрізування і подрібнення деревної маси (рис 2.34, 2.35, 2.36).



Рис. 2.34. Механізована жатка для збирання біомаси енергетичної верби Модель "Claas Holzerteilvorschub HS2" для Farming / Landwirtschafts Simulator 2013 – Робоча ширина захвату 3 м.



Рис. 2.35. Збирання біомаси енергетичної верби самохідним комбайном (Салікс Енерджі), 2014 р.

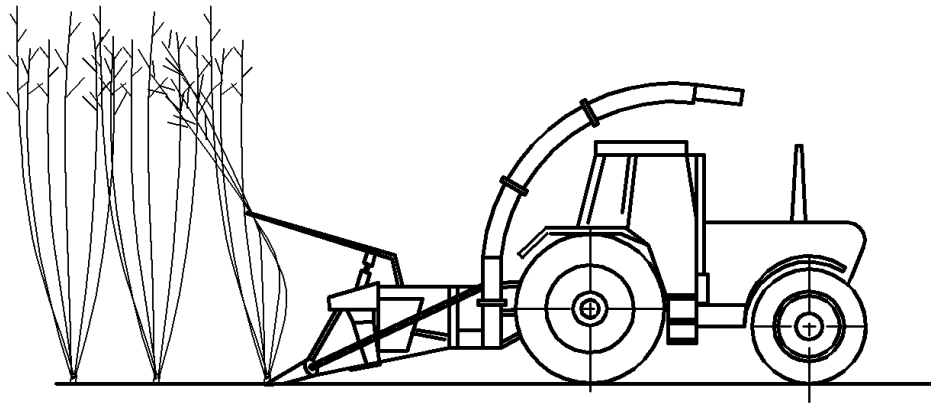


Рис. 2.36. Навісний агрегат для збирання енергетичної верби на біомасу

Потоковий спосіб збирання енергетичної верби є найбільш економічно ефективним і має значні переваги порівняно з роздільно-перевалочним, особливо за широкомасштабної заготівлі біомаси. Потоковий спосіб дозволяє знизити витрати на планування, управління та інші основні витрати в розрахунку на одиницю продукції – паливну тріску.

Найбільш вагомими недоліками поточного способу збирання біомаси енергетичної верби є висока вологість отриманої паливної тріски (до 50%) та неможливість її висушування природним способом. У період тривалого зберігання паливної тріски у кагатах відбуваються хімічні та біохімічні реакції, особливо якщо тріска

містить багатий поживними речовинами матеріал, такий як листя. Втратам сировини можна запобігати тільки в тому випадку, якщо вологість щепи підтримується на рівні 25%. Взимку волога тріска може змерзатися під час транспортування або зберігання і її використання може призвести до виходу з ладу вантажно-розвантажувальних систем. Тому отримана за потоковим способом тріска потребує додаткових затрат коштів та енергії для досушування як у випадку подальшого її перероблення на паливні гранули або брикети, так і в разі безпосереднього її спалювання.

2.4.4. Перевалочний спосіб збирання енергетичної верби

За перевалочного способу збирання енергетичної верби, зібрана комбайнами біомаса вивозиться на ходу в транспортний причіп і її відвозять на край поля, де укладають у польові кагати для тимчасового зберігання (рис. 2.37, 2.38).

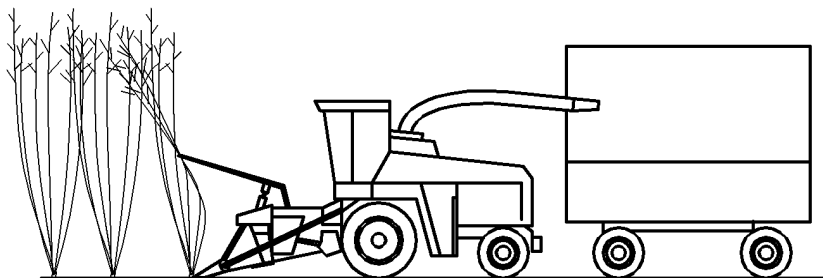


Рис. 2.37. Збирання енергетичної верби самохідним комбайном

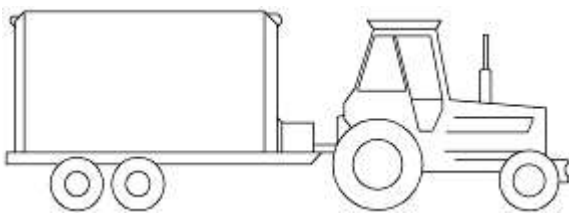


Рис. 2.38. Транспортування та кагатування паливної тріски енергетичної верби (Салікс Енерджі), 2014р. (перевалочний спосіб)

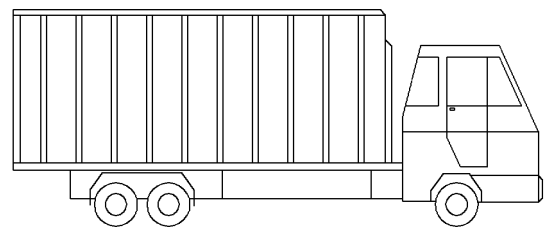
Цей спосіб дає можливість, зменшити простой комбайнів, підвищити їх продуктивність, більш ефективно використовувати транспортні засоби. Разом з тим збирання верби перевалочним способом супроводжується більш високими додатковими витратами на навантаження біосировини.

Транспортування паливної тріски характеризується високим рівнем витрат на одиницю продукції через відносно низьку об'ємну щільність. Неоднорідність сировинного матеріалу ускладнює використання палива, особливо це стосується обладнання, призначеного для роботи з паливом, і систем контролю процесу горіння. Для зменшення транспортних витрат необхідно підвищити об'ємну щільність, що транспортується. Для підвищення ефективності використання палива, в тому числі процесу спалювання, потрібно забезпечити переробку сировини в більш однорідний матеріал, що має форму частинок, або подрібнених кусочків. Процес подрібнення дозволяє виконати обидва ці завдання.

Транспортування тріски з полів на далекі відстані здійснюється трісковозами, які для цього обладнують підкузовним транспортером або самоскидним бункером з бічним розвантаженням і об'ємом вантажного простору від 90 до 120 м³ (рис. 2.39). Вага без вантажу щеповоза звичайного типу становить 25 т, що дозволяє транспортувати тріску вагою 40 т (максимально допустиме навантаження на міст може становити, наприклад, у Фінляндії, 60 т).



Самоскидний причіп



Вантажний автомобіль без причіпа зі знімним контейнером

Рис. 2.39. Машини для транспортування біомаси

Під час транспортування тріски з дуже високим вмістом води можливе перевантаження трісковоза, в той час як при транспортуванні сухої тріски вага самоскидів з вантажем значно нижча від максимально допустимого рівня повної ваги. Витрати на транспортування тріски, залежать від відстані перевезення і числа наявних самоскидів. Використання подрібнюючої машини і самоскидів значно впливає на витрати. У цій послідовності важливими факторами є забезпечення повного завантаження обох машин і мінімізація часу очікування в процесі роботи. У випадку, якщо подрібнююча машина і самоскид належать різним підрядникам, то це є більш складним завданням.

Для невеликих господарств використовуються універсальні комбіновані машини, що представляють собою поєднання щеповоза і подрібнюючої машини. Наприклад, самоскид з подрібнюючою машиною (див.рис. 2.39), змонтований на шасі вантажного автомобіля, може виробляти тріску безпосередньо на плантації.

Самоскид з подрібнюючою машиною використовується як автономний транспортний засіб, також може здійснювати завантаження інших змінних вантажних контейнерів. Контейнери можуть або доставлятися безпосередньо на об'єкт кінцевого користування, або залишатися на плантації для подальшого транспортування. У цьому випадку відсутні простої, які характерні для виробничих циклів, що включають виробництво тріски і використання проміжних пунктів.

2.4.5. Роздільний спосіб збирання енергетичної верби

Роздільний спосіб заготівлі використовується фермерами та малими агропідприємствами для заготівлі паливної тріски на продаж.

Роздільний спосіб дозволяє знизити витрати на планування, управління та інші основні витрати в розрахунку на вироблений кубічний метр паливної тріски. Роздільна заготівля паливної тріски використовується, як правило, при малих площах вирощування енергетичної верби.

При такій заготівлі операція збирання виконується спеціальною навісною косаркою для транспортування зрізаних пагонів з використанням тракторів тягового класу 2-3. Дрібномасштабне виробництво паливної тріски є економічно ефективним в основному для енергетичних систем теплопостачання з невисокою потужністю від 0,3 до 1,0 МВт.

Одним із варіантів переробки пагонів енергетичної верби є виробництво тріски подрібнювачем або дробаркою на об'єкті кінцевого використання. У цьому виробничому процесі відсутня залежність між операцією подрібнення і транспортування, що дозволяє виключити проблеми, які можуть виникати в процесі виробництва паливної тріски, рис. 2.40. Підвищується технічна та оперативна готовність обладнання, що підвищує продуктивність і знижує витрати. Підвищується ефективність контролю виробничого процесу, знижується потреба в робочій силі, підвищується рівень

контролю якості палива. Пересувні подрібнюючі машини можна замінити потужними стаціонарними дробарками, здатними подрібнювати сировину різного за величиною діаметра.

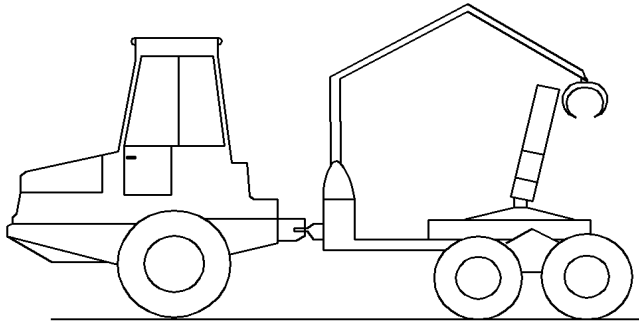


Рис. 2.40. Машина для навантаження та перевезення пагонів енергетичної верби до місця переробки

В умовах України подрібнення пагонів енергетичної верби є економічно ефективним методом виробництва тріски за великих обсягів переробки і за умови, що відстань транспортування не перевищує 30 км. Чим більші обсяги виробництва палива, тим очевидніші переваги цієї схеми. Вимоги до виробничого процесу включають наявність досить великих площ для переробки та зберігання паливної тріски.

У період тривалого зберігання паливної тріски в кагатах відбуваються хімічні та біохімічні реакції, особливо якщо тріска містить багатий поживними речовинами матеріал, такий як листя. Втратам сировини можна запобігати тільки в тому випадку, якщо вологість тріски підтримується на рівні 25%. Взимку волога тріски може змерзатися при транспортуванні в автотранспорті та зберіганні в бункерах. Використання замерзлої тріски може призводити до заклинювання і поломки вантажно-розвантажувальних систем.

В цілому виробничий процес заготівлі паливної тріски можна використовувати при застосуванні комплексного методу заготівлі біосировини методом роздільної заготівлі сировини та самостійної заготівлі тріски власниками енергетичних плантацій.

Пагони енергетичної верби спеціальною причіпною машиною механізовано зрізуються та формуються шляхом пресування в тюки з подальшою сушкою в польових (природних) умовах (рис. 2.41).



Рис. 2.41. Снопов'язувачий комбайн для збирання пагонів енергетичної верби, виробництво Швеція

Наступною операцією є подрібнення підсушених пагонів причіпними подрібнювачами. Подрібнення біомаси енергетичної верби вимагає застосування високомобільної машини, оснащеної перекидаючим контейнером для тріски об'ємом 15-20 м³, придатної для виконання робіт на місцевості. Подрібнювачі, призначені для виконання робіт на енергетичних плантаціях, зазвичай монтуються на шасі форвардера. Подрібнювальна машина переміщається по полосах подає сировину за допомогою маніпулятора із захопленням на живильник подрібнюючого органа. Паливна тріска транспортується та перевантажується з контейнера, що перекидається, в контейнер щеповоза, який може знаходитися поряд або на автопричепі. Так як подрібнення пагонів та позашляхове транспортування тріски виконуються однією машиною, знижуються витрати на переміщення машин що є економічно доцільним. Переміщення подрібнюючої машини з однієї площі на іншу може здійснюватися на низькому автопричепі, а при малих відстанях між плантаціями - самостійно по польових дорогах. Використання контейнерів дозволяє знизити, але не усуває повністю взаємозалежність між подрібнювачем та самоскидом, і ця ланка в виробничому процесі залишається досить важливою. Розміщення автомобільних вантажних контейнерів не вимагає великої площі, але майданчик, призначений для їх установки, повинен мати рівну поверхню з твердим покриттям (рис. 2.42).



Рис. 2.42. Спеціальна машина для подрібнення деревини з встановленим у передній частині шасі маніпулятором, за допомогою якого матеріал подається в подрібнюючий орган, який прикріплений в передній або бічній частинах шасі, з бункером, або бег-бегом для тріски, встановлюваним у задній частині шасі машини.

Причепні подрібнюючі машини, які використовуються на плантаціях енергетичної верби для виробництва паливної тріски, повинні бути максимально легкими, хоча легкість конструкції знижує їх міцність і стійкість. Однак, в будь-якому випадку причепні машини є занадто важкими для виконання робіт на зволжених ґрунтах, а використання подрібнюючого обладнання на енергетичних плантаціях взагалі виключається. Для причіпної машини потрібна плоска рівна поверхня, а малі розміри пагонів і низька швидкість пересування обмежують радіус дії машини в межах 300-500 м. Випадання снігу в зимовий період може ускладнювати виконання робіт і підвищувати вологість тріски. Для транспортування паливної тріски на великі віддалі необхідно застосовувати змінні контейнери об'ємом від 30 до 50 насипних м³, при цьому можливе одночасне транспортування 2-3 контейнерів, що збільшує загальний обсяг вантажу до 80-100 м³. Економічна конкурентоспроможність причіпного подрібнювача значно знижується при великих відстанях транспортування тріски. При потребі виробництва паливної тріски в

великих обсягах потрібно користуватися спеціальними механізованими збиральними комплексами (рис. 2.43).

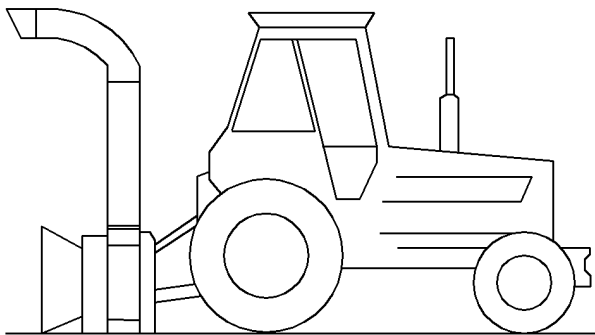


Рис. 2.43. Навісна щепорізка, що агрегатується з тракторами класу 20-30 кН, працює від валу відбору потужності трактора

Основною виробничою ланкою переробки сировини енергетичної верби є процес переробки пагонів на тріску на об'єкті кінцевого використання, який, як правило, є більш економічно ефективним, ніж процес переробки на енергетичному полі.

Важливою операцією в технології заготівлі сировини є транспортування тріски. Тому більш ефективно виробництво паливної тріски досягається при механізованому способі збирання пагонів та транспортуванні на відстань не більше 30 км (рис. 2.44).

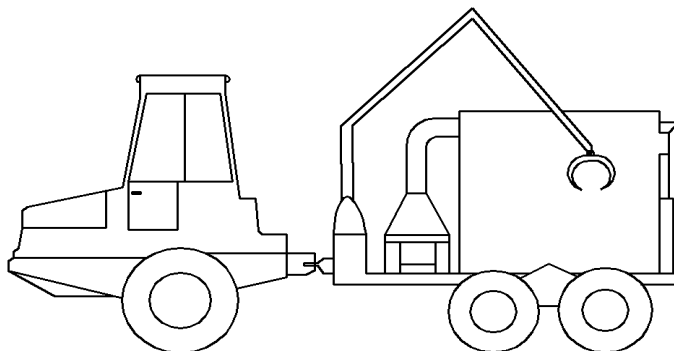


Рис. 2.44. Спеціальна подрібнююча машина з механізмом приводу і бункером для тріски, змонтованим на шасі форвардера

За даною схемою, із зрізаних пагонів енергетичної верби спеціальною причіпною машиною формують тюки за формою подібні до великих колод. Вони в технологічному аспекті є транспортабельні, зручні для навантаження та розвантаження. Спеціальні машини підвозять їх для подрібнення на стаціонарних подрібнювачах тріски. При даній технології можуть використовуватись як причіпні так і електричні стаціонарні подрібнювачі, встановлені на спеціальних площадках, в ангарах неподалік котелень, міні ТЕС, де проходить безпосередньо виробництво теплової або електричної енергії.

Потужні подрібнювачі тріски більш продуктивні і стійкі до високої вологості та її коливань. Проте висока вологість знижує ККД навіть потужних установок. Вологість паливної тріски не повинна бути занадто високою; також слід виключити розбіжності в характеристиках вологості різних партій тріски. Вологість пагонів енергетичної верби необхідно знизити з тим, щоб повною мірою використовувати енергетичний потенціал палива. Вологість є критичною характеристикою палива, особливо в зимовий період, так як природне зменшення вмісту вологи відбувається тільки в літній час. Для підтримки зниженого рівня вологості в дощовий осінній період необхідні детальне планування та визначення термінів виконання робіт. За будь-яких умов слід вжити заходів до того, щоб забезпечити підтримку вологості тріски, використовуваної на установках великої потужності, на рівні менше 50% і тріски, використовуваної на установках малої потужності, на рівні менше 40%.

Транспортування тріски з високою вологістю на далеку відстань характеризується високим рівнем витрат на одиницю продукції через відносно низьку об'ємну щільність. Неоднорідність сировинного матеріалу ускладнює використання палива, особливо це стосується обладнання, призначеного для роботи з паливом, і систем контролю процесу горіння. Для зменшення транспортних витрат необхідно підвищити об'ємну щільність сировини, що транспортується, а для підвищення ефективності операцій, пов'язаних з використанням

палива, і процесу спалювання палива потрібно забезпечити переробку сировини в більш однорідний матеріал, що має форму частинок. Процес подрібнення дозволяє виконати обидва ці завдання.

Подрібнення являє собою механічну переробку пагонів енергетичної верби на однорідний сипучий матеріал, що має більш високу цінність. Подрібнення може здійснюватися за допомогою гострої ріжучої кромки з отриманням частинок з необхідними характеристиками (тонке подрібнення, кускове подрібнення) або застосовується тупий ударний інструмент, котрим опрацьований матеріал дроблять або розтрісклюють з утворенням частинок непевної форми (дроблення, розтрісклення).

Мілке подрібнення здійснюється за допомогою гострих ножів, які подрібнюють пагони, на дрібні частинки. Довжина частинок зазвичай становить від 5 до 50 мм, а ширина дорівнює 20% довжини. Ножі, що здійснюють подрібнення пагонів, звичайно закріплюються на диску або барабані дискової або барабанної подрібнюючої машини. Подрібнення являє собою механічну переробку сировини, що має більш високу цінність і більше однорідний сипучий матеріал (рис. 2.45, 2.46).



Рис. 2.45. Причіпна автономна щепорізка з власним двигуном транспортується транспортним засобом



Рис. 2.46. Мобільний дисковий подрібнювач Skorpion 120 SD

2.4.6. Складування та зберігання сировини енергетичної верби

Зберігання сировини відбувається у вигляді паливної тріски, або заготовлених після скошування пагонів під навісом, щоб не допустити повторного намокання від дощу. Але за великої кількості сировини іноді немає можливості її зберігати в закритих приміщеннях або під навісами. У такому випадку тріску зберігають у довгих кагатах до 5 м заввишки, які сформовані телескопічними навантажувачами. У результаті утворюється щільний верхній шар, який не пропускає вологу всередину кагата. Зібрана сировина великих розмірів у вигляді пагонів швидше висихає завдяки нещільному прилягання часток, що забезпечує краще провітрювання маси (рис. 2.47). Висушену сировину подрібнюють або спалюють безпосередньо для виробництва тепла або електроенергії.

Одна з найбільших екологічних переваг сировини енергетичної верби її вуглецева нейтральність щодо процесу вирощування і горіння. Двоокис вуглецю, що поглинається рослиною під час вирощування, так само в такій же кількості, що утворився внаслідок його перетворення в тепло чи електроенергію. У порівнянні зі спалюванням вугілля, використання біопалива з енергетичної верби забезпечує значне зниження викидів шкідливих твердих частинок, ртуті, оксиду сірки, азоту та інших забруднювачів повітря. Завдяки швидкому і стабільному зростанню верба є ідеальним екологічно чистим паливом. Її насадження застосовують також для створення природного мікроклімату в місцях проживання людей, вона є елементом ландшафтного дизайну: служить для створення декоративних огорож і прибережних природних бар'єрів, які затримують відходи від попадання в річки, ставки і озера. Вирощування верби може бути засобом збереження і поліпшення навколишнього середовища, тому її використовують для рекультивації земель, стабілізації схилів і як лісосмуги для захисту від вітрів тощо.



Рис. 2.47. Складування пагонів енергетичної верби для природнього сушіння.

Як правило біомасу енергетичної верби складують біля магістральної дороги з твердим покриттям для більш ефективного використання великогабаритної і важкої техніки. Наприклад, довжина щеповоза перевищує 20 м, а ширина – 2,6 м. Повна вага самоскидів з вантажем становить приблизно 60 т. Довжина подрібнювача на шасі вантажного автомобіля становить від 10 до 12 м, а вага – 30 т.

Купи пагонів енергетичної верби повинні мати максимально можливі розміри і розташовуватися в межах робочого радіуса дії маніпулятора подрібнюючої машини або дробарки. На практиці максимальна відстань від задньої кромки купи до краю дороги може становити від 5 до 6 м. Слід враховувати, що при тривалому зберіганні може значно збільшуватися вологість пагонів верби в купах невеликих розмірів. Наприклад, при виробництві тріски з пагонів, які у купах великих розмірів, подрібнюючу машину не потрібно переміщувати на інші ділянки, і вона може, залишаючись на одному місці, виробити паливну тріску, достатню для повного завантаження самоскидів.

Сушу сировину (містять близько 30% вологи), яка зберігалася протягом літнього періоду, слід накривати при зберіганні на відкритому майданчику для захисту від дощу і снігу в осінньо-зимовий період. Навпаки, зелені і вологі лісосічні відходи закривати не рекомендується.

Продуктивність виробництва сировини становить від 40 до 80 насипних м³ паливної тріски за робочу годину. Як правило, зелена тріска переробляється швидше, ніж суха. Слід проявляти виняткову обережність при переробці нижніх шарів лісосічних відходів. Пошкодження ріжучих ножів щепорізки домішками, що містяться в них, може викликати значні додаткові витрати.

Для переробки відходів деревообробки та біомаси енергетичних культур також можуть використовуватися молоткові і пластинчасті дробарки. Дробарки значно менше, ніж подрібнюючі машини, чутливі до домішок – таких, як камені і металеві предмети. Разом з тим дробарки являють собою важкі машини великої потужності, які важко транспортувати. Також якість тріски, отриманої в дробарці, зазвичай значно нижче якості тріски, виробленої подрібнюючою машиною, які можуть ускладнювати роботу живильного транспортера.

Паливна тріска є традиційним джерелом енергії, для опалення та виробництва електроенергії на ТЕЦ та в комунальних підприємствах, особливо в сільській місцевості, де джерела паливної сировини знаходяться поруч з місцем проживання і є легкодоступним екологічним паливом.

Зібрана з плантації тріска верби є придатною для:

- постачання пального для котлів, котельням;
- опалення приватних будинків, установ, промислових об'єктів;
- пелетування та брикетування.

Котли, які виробляють в даний час:

- з автоматичним режимом роботи;
- типи котлів від 20 кВт до 1 МВт;
- забезпечують комфорт газового опалювання;

- поряд з економною роботою потребують мінімального обслуговування.

За допомогою автоматизованого опалювання тріскою можна досягти до 75% економії у порівнянні з газовим опалюванням (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Порівняльна характеристика спалювання тріски верби енергетичної

Назва показників	Шведська верба	Деревина для опалювання	Природний газ
Вміст вологи в період збору врожаю (%)	50	35	-
Теплота згоряння МДж/т-МДж/м ³	21	19	34
Ціна в натуральному вигляді, євро/кг, м ³ (30; 35% - вміст води)	0,041 (30%)	0,065 (35%)	0,261-0,392
Ціна, євро/кг (0-% вміст води)	0,059 (0%)	0,01 (0%)	0,261-0,392
Ціна тепла 1 МДж (євро)	0,002	0,005	0,007-0,011
% співвідношення цін	100	161	276-414
Ефективність в %	90	70	90
Співвідношення в залежності від ефективності, %	100	230	276-414
Переваги	Можливість автоматизації. Висока ефективність. Дешева. Сприятлива емісія згоряння екологічно чиста	Легкодоступна, помірний рівень цін, широко використовується	Можливість автоматизації, висока ефективність
Недоліки	В даний час не широко доступні	Періодична робота. Не може бути автоматизованим. Середня ефективність	Дорогий. Залежить від оператора. Збільшує емісію CO ₂ . Несприятливий для довкілля
Економія в порівнянні з газом	60-75%	17-45%	0%

2.4.7. Рекультивація плантації

Після закінчення терміну експлуатації насаджень верби (20-25 років від моменту створення), землі підлягають рекультивації для створення наступних насаджень верби або вирощування традиційних сільськогосподарських культур. За плантаційного вирощування, яке передбачає часте зрізування, верби формують відносно неглибокі кореневі системи, які легко видаляються за допомогою спеціальних культиваторів (рис 2.48). Дослідження вчених та практика європейських фермерів доводять, що рекультивація земель після завершення вирощування плантацій верби не має ніяких труднощів.



Рис. 2.48. Машина Destroyer, призначена для рекультивації насаджень верби

2.5. Досвід вирощування енергетичної верби у фірмі «Salix Energy»

Регіон вирощування енергетичної верби компанією Салікс Енерджі відноситься до Західного Полісся (рис. 2.49).



Рис. 2.49. Плантація енергетичної верби (Салікс Енерджі, 2013 р.)

В Західному Поліссі на площах, де створюються енергетичні плантації верб, розповсюджені сірі та темно-сірі лісові суглинки в комплексі з опідзоленими малопотужними 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 $+7,5^{\circ}\text{C}$, найхолоднішого місяця (січень) – 4°C , найтеплішого (липень) – 19°C . Влітку температура підіймається до 38°C , взимку знижується до -35°C .

Аналізуючи вищенаведені дані, можна зробити висновок, що середня річна кількість опадів за 5-річний період становила 702 мм, середня річна температура повітря становила $8,6^{\circ}\text{C}$, що є сприятливим для вирощування енергетичної верби. Також слід відмітити, що абсолютний мінімум температури повітря у квітні

може становити $-4,7^{\circ}\text{C}$, у травні опускається до $-3,5^{\circ}\text{C}$, що може спричиняти 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 – $+6^{\circ}\text{C}$).

Для зменшення ризику втрати продуктивності під час ранньовесняних та пізньоосінніх заморозків слід створювати поліклональні насадження з використанням не менше 5 різних сортів верби, що дасть змогу компенсувати втрату продуктивності плантацій за рахунок сортів більш стійких до заморозків при змішаному їх садінні.

Інтенсивність приростів сортів верби у значній мірі 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. Сорт 1047 зберігає приріст на рівні 3,5-2,2% в тиждень протягом вересня.

Терміни завершення вегетаційного періоду не є постійними і залежать від конкретних погодних умов та відрізняються у різних сортів, що може враховуватись при їх визначенні, тоді як послідовність настання фенофаз зберігається. Раніше вегетаційний період завершують клони шведської селекції – Tora, Inger (12 XI), а Tordis та польські сорти 1057, 1047 завершують вегетацію пізніше – з 15 по 18 листопада. Останнім листя скидає сорт 082 (20 XI).

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що сорти шведської селекції на 2-річній плантації у всіх випадках переважають за продуктивністю польські сорти, наприклад у 1047 і Tordis різнця у прирості становить 38,8%, Tordis і 1057 – 62%, Tora і 1047 – 30,4%,

Inger і 1057 – 85%. Серед шведських сортів найпродуктивнішим є Tora (переважає Tordis на 32,5%), далі йде Inger (переважає Tordis на 2 – 93,2%, особливо різниця відчутна в бідних ґрунтових умовах), третє місце посідає Tordis. А серед польських сортів у більшості випадків сорти 1057 та 1047 переважають 082 за продуктивністю на 13,6-78,4 %.

Також слід відмітити, що в умовах дослідної ділянки за рахунок високої строкатості ґрунтових умов спостерігається велика різниця і продуктивності сортів у різних частинах ділянки. Наприклад, сорт 1057 у нижній та верхній частині ділянки мав різницю у продуктивності 85,8 %.

Визначення найбільш продуктивних сортів проводять шляхом створення випробувань плантацій (невеликих за площею насаджень з використанням різних сортів) на різних типах земель.

Приживлюваність є одним з основних факторів, що впливає на продуктивність плантацій верби протягом періоду її експлуатації. Приживлюваність має становити не менше 85 %. За приживлюваності від 25 до 84 % необхідно проводити додаткове насадження, а за приживлюваності менше 25% – реконструкцію насаджень (рис. 2.50).



Рис. 2.50. Енергетична верба перший місяць вегетації
(травень 2015 р.)

З наведеного аналізу можна зробити висновок, що продуктивність 2-річних плантацій (урожайність, y) верби знаходиться в прямолінійній залежності від приживлюваності (x), а при значеннях від 70 до 100 % може виражатися залежністю:

$$y = 0,108x - 7,400$$

Тобто за збільшення приживлюваності від 70 до 100 % продуктивність плантацій зростає від 0,16 до 3,4 т/га – на кожен відсоток приживлюваності припадає 0,11 т маси. Проте високі показники приживлюваності не можна вважати гарантією високої продуктивності плантацій, тому що вона буде значною мірою залежати від якості доглядів у перші роки.

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що надмірний вміст фосфору негативно впливає на продуктивність плантацій верби. При цьому, продуктивність плантацій зростає зі збільшенням вмісту фосфору від 100 до 200 мг/кг ґрунту. Подібну залежність спостерігали і за 1-річного приросту.

Отже, надмірний вміст фосфору негативно впливає на продуктивність плантацій верби, оптимальний вміст фосфору становить 50-150 мг/кг ґрунту (за Кірсановим). Слід відмітити, що високу продуктивність було отримано як на ділянках з середнім вмістом рухомого фосфору в ґрунті – 80 мг/кг ґрунту, так і за високого вмісту – 185 мг/кг.

Аналізуючи отримані дані, за вмістом калію в ґрунті, можна зробити висновок, що надмірний вміст калію також негативно впливає на продуктивність плантацій верби. Слід відмітити, що з високим вмістом калію спостерігається також високий вміст фосфору та низький вміст азоту, який швидше за все виступає лімітуючим фактором.

З наведених даних можна зробити висновок, що плантації верби мають добрий ріст на слабокислих (рН 5,1-5,5), близьких до нейтральних, та навіть сильно кислих (рН 4,15) ґрунтах. Гірший ріст спостерігається на нейтральних ґрунтах (рН 6,1-7,0).

На однорічних плантаціях добрий ріст рослин спостерігається в ширшому діапазоні – реакція ґрунтового розчину від слабокислої (5,17) до нейтральної (6,6).

Отже, реакція ґрунтового розчину сама по собі не є показником потенційної продуктивності ґрунту, критичні її показники – дуже сильно кислі (менше 4,2) та близькі до нейтральних – дуже сильно лужні (7,1 і більше) можуть сигналізувати про непридатність ґрунту для верби.

Отже, для отримання високої продуктивності плантацій в перші роки вирощування вирішальними факторами є забезпеченість вологою, якість підготовки ґрунту, терміни садіння та якість догляду. Це також підтверджують результати росту на 1-річних плантаціях дослідного поля Ксаверівка-2 Васильківського району Київської області.

Ґрунти з більш потужним ґрунтовим профілем мають більший запас поживних речовин, особливо азоту та гумусу, кращу структуру, водопроникність та аерацію, що створює сприятливі умови для росту рослин.

Аналізуючи вищенаведені дані, можна зробити висновок, що кращий ріст, як і в попередніх дослідях, спостерігається на ґрунтах з потужним родючим горизонтом та з порівняно підвищеним вмістом у ньому азоту (більше 200 мг/кг) та гумусу (0,75 %). При цьому спостерігається залежність між потужністю родючого горизонту та висотою рослин. Це зв'язано з тим, що рослини на родючих ґрунтах мають змогу використовувати поживні речовини з більш глибоких горизонтів.

Як видно з наведених даних добрий ріст рослин спостерігається за реакції ґрунтового розчину з рН 4,2 – 7,0, при значеннях рН більше 7 на карбонатних ґрунтах ріст рослин може погіршуватись.

Вміст гумусу не завжди може бути показником потенційної продуктивності плантацій. Так, розглянувши ґрунти з високим вмістом гумусу, можна зробити висновок, що продуктивність рослин не була реалізована через: глинисті ґрунти з дуже високою

щільністю, глинисті погано структуровані ґрунти, та торфові ґрунти (останні позбавлені калію і мікродобрив).

Отже, вміст гумусу у ґрунті впливає на продуктивність плантацій верби на легкосуглинистих 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 у 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.

Отже, як видно з наведених даних, 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.

В цілому, добрий ріст рослин спостерігали на середніх (гумусовий горизонт 40-80 см), потужних (гумусовий горизонт 80-120 см), багатих елементами живлення, добре структурованих, супіщаних, легко та середньо суглинистих ґрунтах з достатнім забезпеченням вологою.

Основна частка приросту насаджень верби припадає на першу половину вегетаційного періоду (травень-червень) і станом на першу декаду липня становить 75-87 %. Це слід враховувати під час проведення підживлень плантацій, особливо малостійкими азотними добривами, приурочуючи ці операції до періоду найбільш інтенсивного росту. При цьому, інтенсивність росту верби у значній мірі залежить від погодних умов і може збільшуватись більш ніж удвічі після регулярного випадання опадів.

Для забезпечення росту рослин верби за висотою до 2 м після першого року вирощування вміст азоту у верхньому шарі ґрунту (0-20 см) має становити не менше 101-150 мг/кг ґрунту за Корнфілдом.

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 середньоокислої 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%.

На ґрунтах з малопотужним родючим профілем (менше 40 см) в горизонті 30-60 см спостерігається різке зниження вмісту азоту (до 60-80 мг/100 г) та гумусу (до 0,25-0,5%), так як підстилаючі ґрунтові породи бідні на ці речовини. Коренева система рослин не може розвиватись на таких ґрунтах за пересихання верхнього, більш родючого шару.

Ґрунти з середнім (40-80 см) та потужним (80-120) родючим профілем мають більший запас поживних речовин, у порівнянні з ґрунтами малопотужним родючим шаром (до 40 см), їх вміст у шарі 30-60 см становить: азоту – більше 90-100 мг/кг, гумусу – 0,75-1%. Подібні ґрунти більш придатні для створення плантацій верби.

Крім високого вмісту елементів живлення в ґрунті, важливим є їх баланс та фізико-механічні властивості ґрунтів (щільність, механічний склад, структурність, аерація, забезпеченість вологою) та якість проведення доглядів.

Найважливішими заходами зі створення високопродуктивних енергетичних плантацій є: вибір місця під плантацію, ретельний обробіток ґрунту, вибір оптимального для рослинних умов виду (клону) верби, виду садивного матеріалу, сезон і спосіб садіння, догляд за ґрунтом, внесення добрив, захист рослин від шкідників і хвороб, способи і терміни зрізання деревної маси.

Як видно з наведених даних, кращі результати отримано на полях з використанням оранки, найгірші – з проведенням лише дискування та культивування. Кращий ефект від застосування оранки зумовлений в першу чергу тим, що за рахунок перевертання скиби

забезпечується краще знищення бур'янів у порівнянні із чизелюванням та дискуванням.

Застосування міжрядного механічного обробітку ґрунту після використання інтегрованого захисту рослин від бур'янів, шкідників, хвороб на догляді дозволяє отримати додаткове збільшення приросту кущів на 29 %, бічних пагонів на 15,6 % та збільшує кількість бічних пагонів на 20 %.

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.

Кращим методом підготовки ґрунту для створення плантацій верби є оранка, так як забезпечує покращення фізико-механічних властивостей ґрунту та найбільш ефективно знищує бур'яни. Підготовка ґрунту цим методом забезпечила більшу продуктивність у 3 і більше разів у порівнянні з варіантами підготовки ґрунту чизелюванням та дискуванням.

В перші роки вирощування верби ефективним є суцільне внесення гербіциду СТОМП з нормою внесення 5 л на га після садіння живців, а через півтора місяця після садіння вносять гербіцид Пантера у дозі 2 л на га, або Фюзілад 0,5-1,0 л/га, що збільшує висоту кущів на 46,4 %, висоту бічних пагонів – на 32% та збільшує кількість бічних пагонів на 26 %.

Застосування міжрядного механічного обробітку ґрунту після використання інтегрованого захисту рослин на догляді дозволяє отримати додаткове збільшення приросту кущів за висотою на 29 %, бічних пагонів – на 15,6 % та збільшує кількість бічних пагонів на 20 % за рахунок пошкодження кущів культиватором, що стимулює ріст додаткових пагонів зі сплячих бруньок.

На землях, що тривалий час не оброблялись, для якісної підготовки ґрунту слід використовувати глибоку оранку, що

забезпечить максимальне знищення бур'янів та розпушення ґрунту.

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 листкових пластинок.

Під час відбору полів слід віддавати перевагу плантаціям з вологими умовами та неглибоким заляганням ґрунтових вод (0,5-2,0 м). На ділянках з глибоким заляганням ґрунтових вод слід віддавати перевагу ґрунтам глинистого та суглинистого механічного складу, які краще затримують вологу.

На завершення розділу слід відзначити, що для вирощування високопродуктивних вербових насаджень важливим є утримання полів у чистому від бур'янів стані, тому підготовку ґрунту слід проводити за системою чорного пару з використанням гербіцидів системної дії.

Для створення плантацій слід використовувати різні клони верби, які є найбільш продуктивними в умовах даної площі, у кількості не меншій п'яти. До того ж, на полях, відведених для створення плантацій верби, слід проводити обстеження ґрунту на щільність заселення личинками коренегризучих шкідників, та в разі перевищення допустимих норм їх кількості на одиницю площі – проводити заходи боротьби з ними.

Для регулювання росту рослин на площах з нерівномірним розподілом елементів живлення доцільно використовувати системи диференційованого внесення добрив на основі картографування полів та миттєвого аналізу стану листкових пластинок.

РОЗДІЛ 3

ПЕРЕРОБКА БІОМАСИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ В ПАЛИВНУ ТРІСКУ, БРИКЕТИ ТА ГРАНУЛИ

3.1. Технологія виробництва паливних гранул та брикетів

Частка біопалива на основі паливних гранул в Європі зростає з кожним роком. До 2015 р, згідно з різними дослідженнями, в ЄС буде споживатися близько 100 млн. т паливних гранул. Вже сьогодні країни Європи використовують понад 60% усіх вироблених гранул в світі.

На країни Європейського союзу припадає близько 50% від усіх обсягів виробництва паливних гранул в світі. При цьому країни ЄС-28 споживають 80% від усіх вироблених у світі гранул. США виробляє близько 30% всього обсягу, а використовує лише половину виготовлених гранул. Канада виробляє приблизно 10% від усього обсягу паливних гранул. Країни СНД виробляють близько 8% від світового обсягу і практично невелику частку споживають усередині країни.

Паливні гранули є традиційним джерелом енергії, яке використовують в комунальній енергетиці для опалення житлових будівель та технічних приміщень. Одночасно із зростанням попиту на твердопаливні котли на біопаливо, що використовують як паливо гранули, зростає попит і збільшуються обсяги торгівлі паливними гранулами. У той же час зростає значення класифікації якості, яка визначає умови вимірювання параметрів біопалива. У зв'язку з цим в більшості європейських країн прийняті стандарти з визначення якості біопалива.

Виробництво гранульованого біопалива, як і виробництво багатьох інших поновлюваних джерел енергії, бере початок у часи нафтової кризи 1970-х рр. Споживачі та представники промислових кіл були змушені усвідомити, наскільки зросла їх залежність від

різних джерел енергії, особливо нафти. Практичне використання гранульованого біопалива почалося в середині 1980-х рр.

У Швеції технологія виготовлення гранул інтенсивно розвивалася з 1980-х рр. і особливо в 1990-і рр., виробляються гранули діаметром 6, 8, 10 і 12 мм. Гранули, розмір яких перевищує 30 мм, називаються брикетами.

Енергія, необхідна для виробництва гранул, приблизно на 10% перевищує вміст енергії в самих гранулах, яка витрачається за сушіння сировини, а за виробництва гранул з сухої сировини витрачається тільки 1-2% енергії, що міститься в них.

Біопаливо у вигляді паливних гранул має ряд переваг:

- відсутні значні коливання якості;
- гранули мають фіксовані характеристики, включаючи значення теплоти згорання, що представляє практичне значення для користувача і дозволяє здійснювати оптимальну подачу палива, що забезпечує чисте горіння;
- гранули є сухим матеріалом і мають однорідні розміри і форму, що полегшує процес зберігання і вантажно-розвантажувальні роботи;
- гранули мають високий вміст енергії або енергетичну щільність;
- гранули придатні для спалювання в установках малої і великої потужності;
- гранули зручно зберігати і переміщати навіть у невеликих домашніх господарствах;
- гранули можуть доставлятися замовнику як насипний матеріал в автоцистернах та розвантажуватися з використанням пневморозвантажувачів в бункер замовника, аналогічно тому, як здійснюється розвантаження нафтового палива; гранульована деревина також реалізується в біг-бегах (мішках) різного об'єму.

З точки зору користувача недоліком гранульованого палива у порівнянні з нафтовим паливом є те, що гранули вимагають приблизно в три рази більше місця для зберігання. Крім того, при

зберіганні на відкритому повітрі гранульоване паливо поглинає вологу і змерзається.

Технологія виробництва паливних гранул була відома ще в ХХ столітті, проте гранулювання саме біомаси енергетичних культур для подальшого спалювання в твердопаливних котлах та ТЕС набуло поширення відносно недавно. Недоліками цього способу є високі енергетичні витрати на подрібнення біомаси та її пресування, малий опір на стиск і порівняно низька теплота згоряння отриманих гранул.

Паливні гранули мають щільність $950 \text{ кг} / \text{м}^3$, зольність – не більше 5%, опір на стискання -3,5 МПа. Робоча теплота згоряння паливних гранул – до 4500 ккал / кг. Найбільш близькою до технології отримання паливних гранул є технологія виробництва брикетів із сумішей, що містять в якості компонентів деревні та органічні суміші. Пресування сировини проходить при тиску 110 МПа протягом 10 с з одночасним нагріванням матриці до 163 С. Отримані брикети мають опір на стиск 10 МПа, зольність – 12,5% і робочу теплоту згоряння – 4000 ккал / кг.

Устаткування для гранулювання органічної сировини, може бути стаціонарне та мобільне. Найбільш відомі фірми та виробники обладнання для гранулювання: Holzpellets, Heizpellets, Pelletieranlage, Biomasse, Pelletierung, pelleting, Pelletfabrik, Stroh, Pellets, Strohpellets, stroh-pellets, Pelletiermaschinen, Pellethersteller, Pelletslieferanten, Pelletqualität, Pelletheizungen, CPM, Andritz, Salmatec, Amandus Kahl, Buhler, Munch.

В основі технології виробництва паливних гранул і брикетів лежить процес пресування подрібненої сировини, в даному випадку тріски енергетичної верби. Процес виробництва гранул складається з чотирьох етапів:

- 1) Подрібнення тріски;
- 2) Сушіння (зволоження) тріски;
- 3) Гранулювання;
- 4) Охолодження та пакування.

3.2. Подрібнення сировини (тріски)

Для надійної роботи преса гранулятора сировина (тріска) енергетичної верби попередньо подрібнюється до стану мілкої фракції у вигляді муки. Фракція тріски на вході в гранулятор повинна бути не більше 4 мм. Таку фракцію можуть забезпечити молотковий млин або стружковий верстат. Результати наукових досліджень свідчать, що на енергоємність процесу пресування значний вплив має ступінь подрібнення тріски. Чим менший розмір частинок після подрібнення, тим менші затрати енергії під час пресування. При подрібненні тріски дезінтегратором відбувається руйнування клітин до мікрорівня в результаті чого процес пресування буде проходити з мінімальними енерговитратами та кінцевий продукт (гранули або брикети) матиме вищі показники щільності, твердості та теплотворної здатності.

3.3. Сушіння сировини (тріски)

Тріска енергетичної верби (сировина) перед пресуванням за традиційною технологією повинна мати вологість $10\pm 2\%$. Сировина з більшою або меншою вологістю вимагає додаткового сушіння або зволоження. Сушіння тріски може здійснюватись на сушарках двох типів: стрічкових і барабанних (рис. 3.1). За якістю, надійністю та безпечністю сушіння сировини перевагу мають сушарки стрічкового типу, хоча їх вартість вища. В якості сушильного агента в сушарках може застосовуватись топковий газ, нагріте повітря або водяний пар. Паливом для сушарок здебільшого служить природний газ або відходи сільського господарства (солома, стебла, лузга) та деревообробної промисловості (тирса, тріска).

Сировина з вологістю менше 8% погано піддається гранулюванню, тому потрібно додаткове її зволоження у шнекових змішувачах за допомогою води або водяної пари.

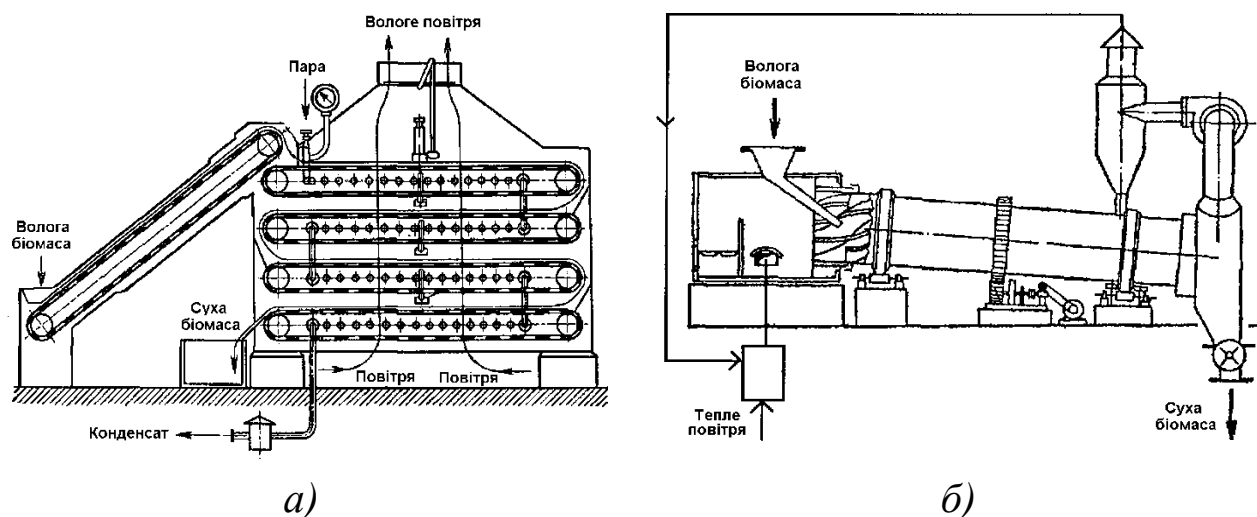


Рис. 3.1. Сушарки тріски: а) – стрічкова; б) – барабана.

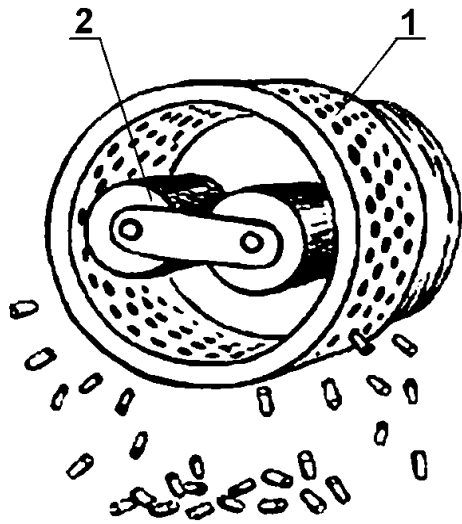
Пар застосовують для зниження міцності й збільшення пластичності сировини енергетичної верби. Гранулятори деяких виробників через конструктивні особливості не потребують обробки паром. Доцільно застосовувати обробку паром для старої злежаної біомаси, але з такої сировини складно отримати гранули високої якості.

3.4. Гранулювання сировини

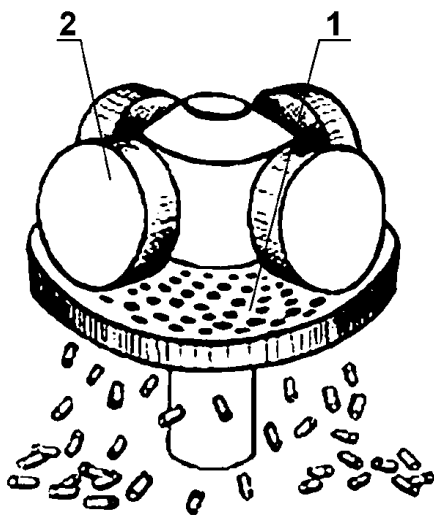
Після сушки (зволоження) сировина потрапляє у гранулятор, в якому муку із тріски енергетичної верби пресують у паливні гранули. Під дією сил тертя та адіабатичних процесів, що відбуваються під час різкого стиснення сировини, температура в робочій зоні преса сягає 100°C. Через високу температуру лігнін, який міститься у структурі біомаси, розм'якшується і склеює частинки в щільні циліндри. Тому паливні гранули з сировини енергетичної верби мають вищу щільність та меншу гігроскопічність.

Гранулювання відбувається на спеціальних пресах з циліндричною або плоскою матрицею 1, на робочій поверхні якої розміщено декілька рядів отворів (рис. 3.2). У процесі роботи роторні вальці 2 перекочуються по поверхні матриці створюючи контактне напруження зминання біомаси. Таким чином, під дією вальців

біомаса продавлюється через отвори в матриці, зрізання сформованих гранул здійснюється спеціальними ножами. Питоме споживання електроенергії під час гранулювання складає від 30 до 50 кВт/год. на 1 тонну.



а)



б)

Рис. 3.2. Прес з циліндричною (а) та плоскою (б) матрицею

Конструкція преса з циліндричною матрицею розроблялась для комбікормової, харчової та хімічної промисловості, а прес з плоскою матрицею – для утилізації промислових і побутових твердих відходів. На сьогоднішній день можуть бути використані для виробництва паливних гранул преси обох модифікацій.

3.5. Охолодження і пакування паливних гранул

Як зазначалось раніше, у процесі гранулювання відбувається сильне нагрівання гранул, що істотно знижує їх міцність. Для охолодження і позбавлення зайвої вологи паливні гранули з преса потрапляють на транспортер (норію), яким подаються у колону охолодження через шлюзовий затвор. Потік повітря, створений вентилятором циклону, проходить через шар гранул, охолоджуючи їх. Колони охолодження спроектовані таким чином, що потік повітря рухається у зустрічному напрямку відносно гранул, при цьому вже охолоджені паливні гранули першими стикаються з холодним повітрям.

Така технологія дозволяє уникнути ефекту «теплого шоку», коли під впливом холодного повітря поверхня гранул швидко охолоджується і покривається сухою кіркою, в той час як серцевина гранули залишається вологою. Крім того, потоком повітря відділяється пил і дрібна фракція, які виводяться через циклон.

У процесі охолодження вологість гранул знижується, пелети набувають необхідну міцність, вологість і температуру. З колони охолодження гранули потрапляють на стіл розсіювання, на якому некондиційні гранули та уламки відділяється від готового продукту. Весь відбракований матеріал надходить на вторинну переробку, завдяки чому досягається безвідходність виробництва.

Після охолодження та додаткового очищення готові паливні гранули стрічково-скребковим транспортером подаються у фасувальну тару. Пакування гранул для промислових споживачів здійснюється у великі мішки (біг-беги) масою 620-1000 кг або насипом у контейнери масою від 10 до 20 т. Для приватних і невеликих промислових споживачів паливні гранули фасуються у маленькі поліетиленові пакети масою 15-25 кг.

Належне виконання усіх технологічних операцій (подрібнення, висушування, гранулювання, охолодження та фасування) дають змогу отримати належні характеристики готової продукції. Головні

показники якості паливних гранул, визначенні європейськими нормативними документами наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Вимоги Європейських стандартів до пелет

Показник	DIN 51731	O-Norm M 7135	DIN plus	SS 18 71 20
	Німеччина	Австрія	Німеччина	Швеція
Діаметр, мм	4–10	4–10		<25
Довжина, мм	<50	<5×d	<5×d	<5×d
Щільність, кг/дм ³	>1,0–1,4	>1,12	>1,12	*
Вологість, %	<12	<10	<10	<10
Насипна маса, кг/м ³	650	650	650	>500
Брикетний порошок, %	*	<2,3	<2,3	*
Зольність, %	<1,5	<0,5	<0,5	<1,5
Теплотворна здатність, МДж/кг	17,5–19,5	>18	>18	>16,9
Вміст сірки, %	>0,08	>0,04	>0,04	>0,08
Вміст азоту, %	>0,3	>0,3	>0,3	*
Вміст хлору, %	>0,03	>0,02	>0,02	>0,03
Миш'як, мг/кг	>0,8	*	>0,8	*
Свинець, мг/кг	>10	*	>10	*
Кадмій, мг/кг	>0,5	*	>0,5	*
Хром, мг/кг	>8	*	>8	*
Мідь, мг/кг	>5	*	>5	*
Ртуть, мг/кг	>0,05	*	>0,05	*
Цинк, мг/кг	>100	*	>100	*

* – величина не регламентується.

3.6. Паливні брикети

З сировини енергетичної верби можна виготовляти також паливні брикети, технологія виробництва яких схожа з технологією гранулювання, але є більш простою.

Основним чинником, що визначає механічну міцність, водостійкість і калорійність брикету, є його щільність. Чим щільніший брикет, тим вищі показники його якості. Якість брикетів також у значній мірі залежить від вологості біомаси, оптимальне

значення якої для сировини на основі тріски енергетичної верби становить 8-10%. За більш високої вологості внутрішній тиск води, що виникає під час стиснення подрібненої біомаси, не дозволить сформувати якісні брикети.

Для виробництва паливних брикетів із енергетичної верби застосовують поршневі або шнекові преси. Перед пресуванням матеріал додатково подрібнюють і підсушують (вологість не повинна перевищувати 12-14%).

Поршневий прес працює циклічно – під час кожного ходу поршень продавлює певну кількість біомаси через конічне сопло. У конструкції приводу поршневого пресу завжди передбачено маховик, який дозволяє вирівняти навантаження на електродвигун. Поршневі преси відносно дешеві і тому широко поширені (рис. 3.3).

Особливістю шнекових пресів (екструдерів) є їх менша маса порівняно з поршневими через відсутність масивних поршня і маховика. Продукція з таких пресів виходить безперервно, тому її можна розрізати на частини необхідної довжини. Щільність брикетів, виготовлених на екструдерах є вищою, ніж на поршневих пресах. Шнекові преси менш шумні, завдяки відсутності ударних навантажень. До недоліків можна віднести більші витрати енергії і швидкий знос шнека.

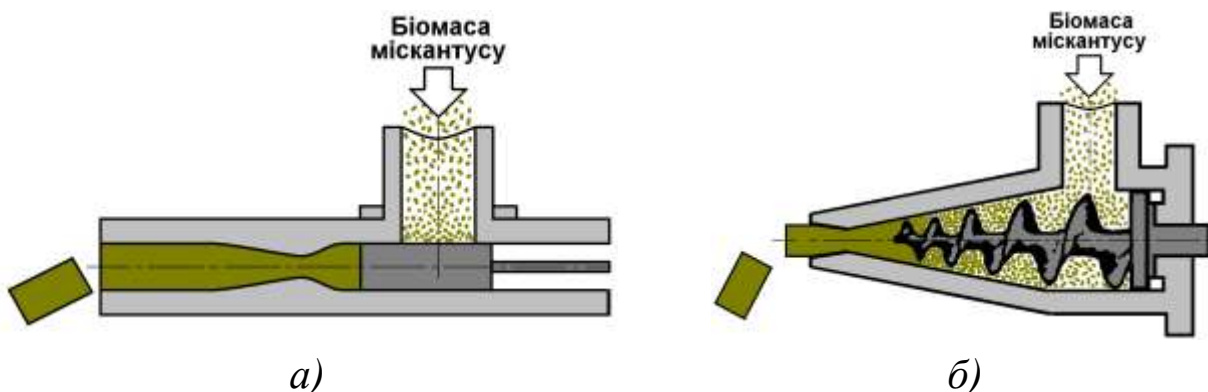


Рис. 3.3. Брикетувальні преси:
а) – поршневого типу; б) – шнекового типу.

Залежно від способу виробництва брикети бувають різних форм – у вигляді цегли, циліндра або шестикутника з отвором всередині (рис. 3.4). Стандартних розмірів у даній продукції немає.



Рис. 3.4. На основі сировини енергетичної верби можуть бути різні форми твердого біопалива

Циліндричні брикети. Цей вид паливних брикетів отримують шляхом пресування біомаси на обладнанні ударно-механічного типу. Циліндричні брикети мають високу щільність і можуть бути будь-якої довжини (від шайби до поліна), через що користуються великою популярністю в Європі та на внутрішньому ринку. Такі брикети бувають не тільки круглої форми, але і квадратної або восьмикутної, з отвором в середині або без нього.

Екструдерні брикети. Ці брикети обов'язково мають отвір всередині і темну (обпалену) зовнішню поверхню. В основі екструдерної технології виробництва брикетів лежить процес пресування біомаси шнеком під високим тиском за температури від 250 до 350 °С. Висока температура сприяє оплавленню поверхні

брикетів, які завдяки цьому стають міцнішими. Такі брикети закладаються вручну в топку котла чи в грубку, вони користуються попитом у Прибалтиці і Росії.

Брикети у вигляді цеглинки. Такий брикет має вигляд прямокутного паралелепіпеда зі скошеними кутами і виготовляється шляхом гідравлічного пресування. Брикети у вигляді цегли користуються попитом на внутрішньому ринку та відмінно купуються в усіх європейських країнах.

3.7. Теплотворні властивості енергетичної верби

Основними компонентами біомаси енергетичної верби, що визначають її теплотворну здатність, є целюлоза, геміцелюлоза і лігнін, які складають до 99% сухої маси деревного матеріалу (рис. 3.5).

Целюлоза – природний полімер, полісахарид з видовженою ланцюговою молекулою $(C_6H_{10}O_5)_n$. Целюлоза являє собою дуже стійку речовину білого кольору, яка не розчиняється у воді та інших органічних розчинниках, не розпадається під час нагрівання до 200°C, але є горючою речовиною, яка спалахує за температури 275°C. Теплотворна здатність целюлози становить 18,8 МДж/кг. Частка целюлози у сухій речовині біомаси верби становить 40-45 %. Тонкі волокна целюлози (мікрофібрили) слугують каркасом для стінок рослинних клітини. Між мікрофібрилами знаходиться геміцелюлоза, лігнін, а також вода.

Геміцелюлоза відноситься до вищих молекулярних сполук і займає проміжне положення між крохмалем і целюлозою, але на відміну від останньої краще розчиняється. У рослинах геміцелюлоза виконує функцію опорного конструкційного матеріалу і резерву поживних речовин. Частка геміцелюлози у структурі сухої речовини біомаси верби становить до 40 %.

Лігнін – це органічна речовина, яка поряд із целюлозою є складовою частиною задерев'янілих тканин вищих рослин та разом з

геміцелюлозою зумовлює міцність їх стовбурів і стебел. Вміст лігніну у деревині верби становить 18-24%. Лігнін багатий вуглецем і воднем, тому володіє високою теплотворною здатністю (до 25 МДж/кг) і є основним компонентом у процесі гранулювання біомаси. Близько 40% теплотворної здатності біомаси верби зумовлено лігніном.

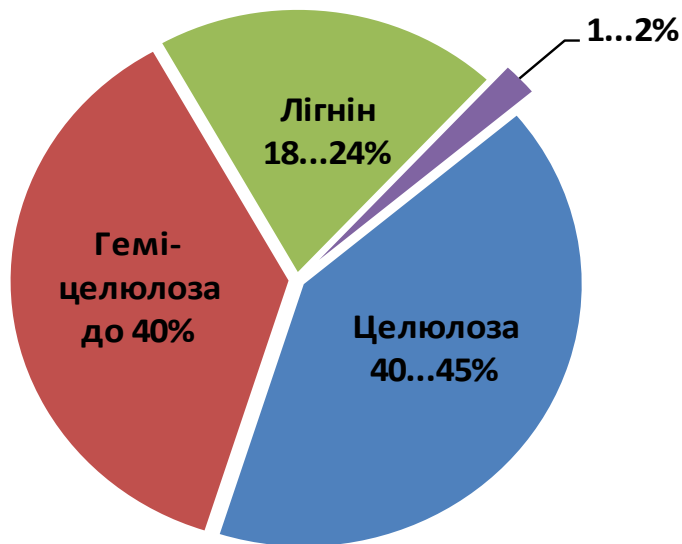


Рис. 3.5. Структурний склад сухої біомаси верби

Окрім вищезгаданих компонентів до складу біомаси верби входить також попіл та вода, вміст яких негативно впливає на теплотворну здатність.

Попіл – негорючий пилоподібний або шлакоподібний залишок, що утворюється з мінеральної частини біомаси під час повного її згорання. Частка зольних

елементів у структурі сухої речовини біомаси верби 2-3 року вегетації становить до 1 %. Згідно стандартів ЄС частка попелу у твердому біопаливі (пелетах) преміум класу не повинна перевищувати 1%, а для промислових пелет – до 4%. Високий вміст попелу та низька температура її плавлення може негативно впливати на надійність роботи котлів.

Найбільший негативний вплив на теплотворну здатність біомаси верби має її *вологість*. Вода збільшує об'єм газів горіння, погіршує займання біомаси, а також поглинає багато теплової енергії. Щоб нагріти і випарувати 1 кг води необхідно витратити 2,6 МДж енергії. Тому, для підвищення тепловіддачі слід застосовувати тверде біопаливо з низькою вологістю. Стандартами ЄС допускається використання паливних гранул вологістю до 10%. Для зменшення затрат на висушування біомаси енергетичну вербу слід збирати за мінімальної вологості її стебел (кінець осені – початок весни).

3.8. Розрахунок теплотворної здатності енергетичної верби

Теплотворною здатністю біопалива називається кількість тепла, що виділяється під час згоряння 1 кг біомаси. Залежно від конструктивних особливостей котла та режимів його роботи розрізняють вищу і нижчу теплоту згоряння.

Вища теплота згоряння – це кількість тепла, яка виділяється під час повного згорання 1 кг біомаси, конденсації усієї утвореної водяної пари та охолодження усіх продуктів згорання до початкової температури біопалива (рис. 3.6). Вища теплота згорання біомаси верби визначається за формулою:

$$E_B = \left(\frac{100 - W - Z}{100} \right) \cdot E_0, \quad (1)$$

де E_B – вища питома теплотворна здатність біомаси, МДж/кг;

W – вологість біомаси, %;

Z – зольність біомаси, %;

E_0 – питома теплотворна здатність абсолютно сухої біомаси, МДж/кг.

За літературними даними та на основі власних досліджень відомо, що теплотворна здатність абсолютно сухої беззольної біомаси верби коливається не в значних межах і становить близько $E_0=18,5$ МДж/кг.

Підставивши значення E_0 у формулу (1) отримаємо:

$$E_B = 18,5 - 0,185 \cdot W - 0,185 \cdot Z \quad (2)$$

Нижча теплота згоряння – це кількість тепла, що виділилося під час згоряння 1 кг біомаси, без обліку тепла, витраченого на

нагрівання та випаровування води. Нижча теплота згорання визначається за формулою:

$$E_H = \left(\frac{100 - W - Z}{100} \right) \cdot E_0 - \frac{W}{100} \cdot (Q_1 + Q_2) \quad (3)$$

де E_H – нижча питома теплотворна здатність біомаси, МДж/кг;

Q_1 – питома теплоємність нагрівання води, МДж/кг;

Q_2 – питома теплоємність пароутворення, МДж/кг.

Питома теплоємність нагрівання води до кипіння визначається за формулою: $Q_1 = C \cdot (100 - t_0)$, де C – питома теплоємність води ($C = 0,004183$ МДж/кг·°С), t_0 – початкова температура води, °С. Приймаючи $t_0 = 15^\circ\text{C}$ отримаємо $Q_1 = 0,004183 \cdot (100 - 15) = 0,356$ МДж/кг. Отже, для нагрівання 1 кг води від 15 до 100°С потрібно затратити 0,356 МДж енергії. Питома теплоємність пароутворення для води становить $Q_2 = 2,236$ МДж/кг.

З врахуванням вищенаведеного, формула для визначення нижчої теплотворної здатності біомаси енергетичної верби матиме вигляд:

$$E_H = \left(\frac{100 - W - Z}{100} \right) \cdot 18,5 - \frac{W}{100} \cdot (0,356 + 2,236),$$

або

$$E_H = 18,5 - 0,2109 \cdot W - 0,185 \cdot Z \quad (4)$$

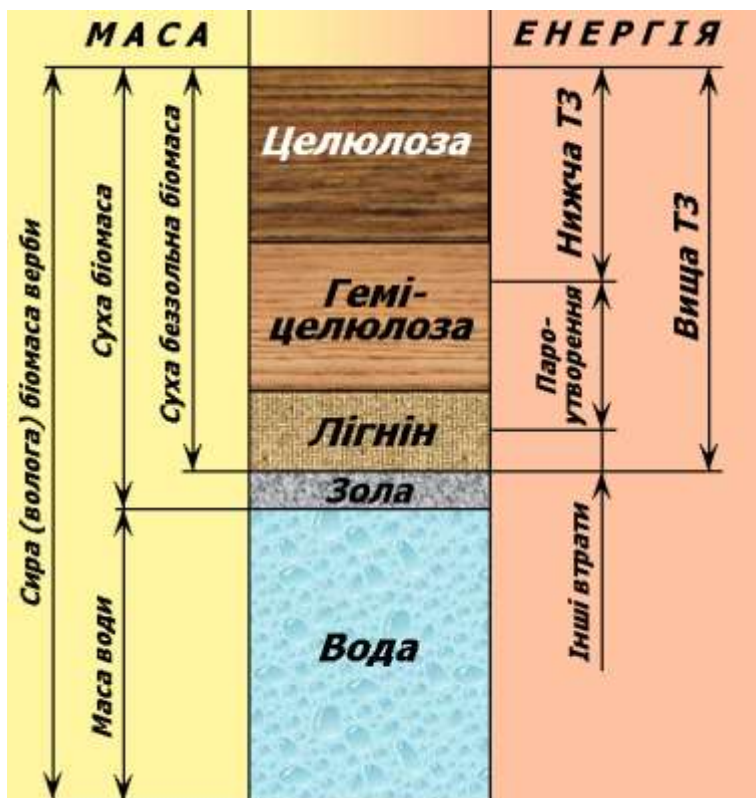
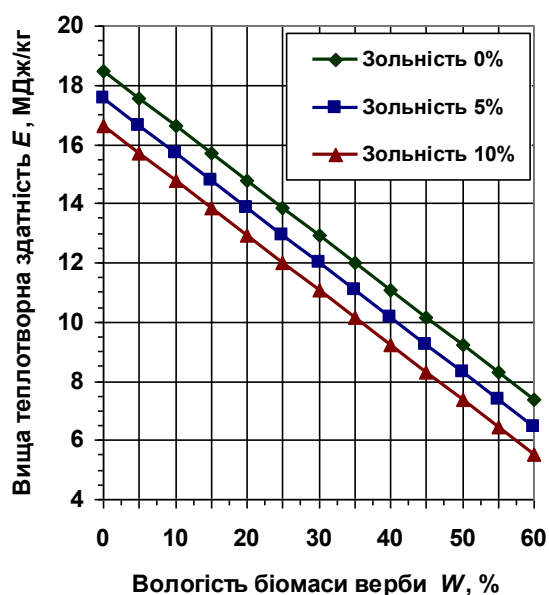
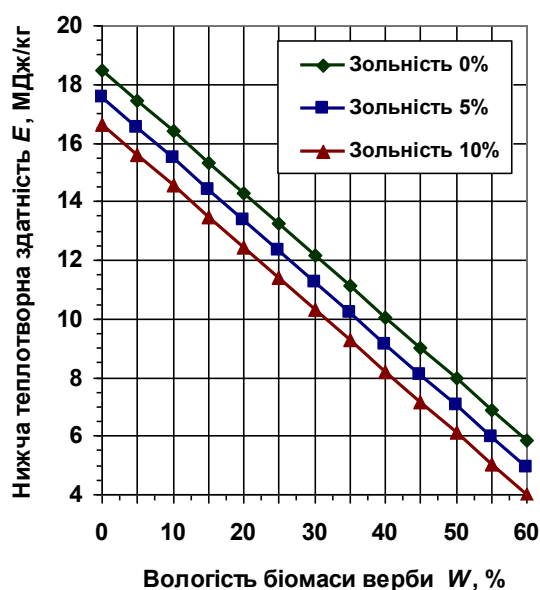


Рис. 3.6. Структурний склад біомаси верби та її теплотворна здатність

На рис. 3.7 зображено графіки залежності вищої та нижчої теплоти згорання від вмісту золи та вологості біомаси. Для більш точного визначення теплотворної здатності біомаси верби можна скористатися номограмою, наведеною в табл. 3.2.



а)



б)

Рис. 3.7. Залежність теплотворної здатності верби від зольності та вологості біомаси: а) – вища ТЗ; б) – нижча ТЗ.

Таблиця 3.2

**Номограма для розрахунку вищої та нижчої теплотворної
здатності енергетичної верби залежно від вологості та зольності
біомаси, МДж/кг**

Вологість, %	Зольність, %										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	<u>18,5</u>	<u>18,3</u>	<u>18,1</u>	<u>17,9</u>	<u>17,8</u>	<u>17,6</u>	<u>17,4</u>	<u>17,2</u>	<u>17,0</u>	<u>16,8</u>	<u>16,7</u>
	18,5	18,3	18,1	17,9	17,8	17,6	17,4	17,2	17,0	16,8	16,7
5	<u>17,6</u>	<u>17,4</u>	<u>17,2</u>	<u>17,0</u>	<u>16,8</u>	<u>16,7</u>	<u>16,5</u>	<u>16,3</u>	<u>16,1</u>	<u>15,9</u>	<u>15,7</u>
	17,4	17,3	17,1	16,9	16,7	16,5	16,3	16,2	16,0	15,8	15,6
10	<u>16,7</u>	<u>16,5</u>	<u>16,3</u>	<u>16,1</u>	<u>15,9</u>	<u>15,7</u>	<u>15,5</u>	<u>15,4</u>	<u>15,2</u>	<u>15,0</u>	<u>14,8</u>
	16,4	16,2	16,0	15,8	15,7	15,5	15,3	15,1	14,9	14,7	14,5
15	<u>15,7</u>	<u>15,5</u>	<u>15,4</u>	<u>15,2</u>	<u>15,0</u>	<u>14,8</u>	<u>14,6</u>	<u>14,4</u>	<u>14,2</u>	<u>14,1</u>	<u>13,9</u>
	15,3	15,2	15,0	14,8	14,6	14,4	14,2	14,0	13,9	13,7	13,5
20	<u>14,8</u>	<u>14,6</u>	<u>14,4</u>	<u>14,2</u>	<u>14,1</u>	<u>13,9</u>	<u>13,7</u>	<u>13,5</u>	<u>13,3</u>	<u>13,1</u>	<u>13,0</u>
	14,3	14,1	13,9	13,7	13,5	13,4	13,2	13,0	12,8	12,6	12,4
25	<u>13,9</u>	<u>13,7</u>	<u>13,5</u>	<u>13,3</u>	<u>13,1</u>	<u>13,0</u>	<u>12,8</u>	<u>12,6</u>	<u>12,4</u>	<u>12,2</u>	<u>12,0</u>
	13,2	13,0	12,9	12,7	12,5	12,3	12,1	11,9	11,7	11,6	11,4
30	<u>13,0</u>	<u>12,8</u>	<u>12,6</u>	<u>12,4</u>	<u>12,2</u>	<u>12,0</u>	<u>11,8</u>	<u>11,7</u>	<u>11,5</u>	<u>11,3</u>	<u>11,1</u>
	12,2	12,0	11,8	11,6	11,4	11,2	11,1	10,9	10,7	10,5	10,3
35	<u>12,0</u>	<u>11,8</u>	<u>11,7</u>	<u>11,5</u>	<u>11,3</u>	<u>11,1</u>	<u>10,9</u>	<u>10,7</u>	<u>10,5</u>	<u>10,4</u>	<u>10,2</u>
	11,1	10,9	10,7	10,6	10,4	10,2	10,0	9,8	9,6	9,5	9,3
40	<u>11,1</u>	<u>10,9</u>	<u>10,7</u>	<u>10,5</u>	<u>10,4</u>	<u>10,2</u>	<u>10,0</u>	<u>9,8</u>	<u>9,6</u>	<u>9,4</u>	<u>9,3</u>
	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1	9,0	8,8	8,6	8,4	8,2
45	<u>10,2</u>	<u>10,0</u>	<u>9,8</u>	<u>9,6</u>	<u>9,4</u>	<u>9,3</u>	<u>9,1</u>	<u>8,9</u>	<u>8,7</u>	<u>8,5</u>	<u>8,3</u>
	9,0	8,8	8,6	8,5	8,3	8,1	7,9	7,7	7,5	7,3	7,2
50	<u>9,3</u>	<u>9,1</u>	<u>8,9</u>	<u>8,7</u>	<u>8,5</u>	<u>8,3</u>	<u>8,1</u>	<u>8,0</u>	<u>7,8</u>	<u>7,6</u>	<u>7,4</u>
	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8	6,7	6,5	6,3	6,1
55	<u>8,3</u>	<u>8,1</u>	<u>8,0</u>	<u>7,8</u>	<u>7,6</u>	<u>7,4</u>	<u>7,2</u>	<u>7,0</u>	<u>6,8</u>	<u>6,7</u>	<u>6,5</u>
	6,9	6,7	6,5	6,3	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0
60	<u>7,4</u>	<u>7,2</u>	<u>7,0</u>	<u>6,8</u>	<u>6,7</u>	<u>6,5</u>	<u>6,3</u>	<u>6,1</u>	<u>5,9</u>	<u>5,7</u>	<u>5,6</u>
	5,8	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7	4,6	4,4	4,2	4,0

Примітка: в чисельнику – вища теплота згорання, в знаменнику – нижча

Таким чином, наявність вологи у біомасі верби суттєво погіршує її теплотворні властивості. Зі збільшенням вологості біомаси з 10% до 20% теплотворна здатність зменшується від 16,5 до 14,6 МДж/га (на 11%).

Зі збільшенням вологості біомаси різниця між вищою та нижчою теплотою згорання зростає (рис. 3.8). Так, за вологості

біомаси 10% та зольності 1% вища та нижча теплота згорання становлять відповідно 16,5 та 16,2 МДж/кг (зменшується на 2%), а за вологості 50% відповідно – 9,1 та 7,8 МДж/кг (зменшується на 14%). Тому вологу біомасу потрібно спалювати на теплогенеруючих установках, які дозволяють отримати вищу теплоту згорання, за вологості біомаси 50% це дозволяє заощадити 14 % тепла.

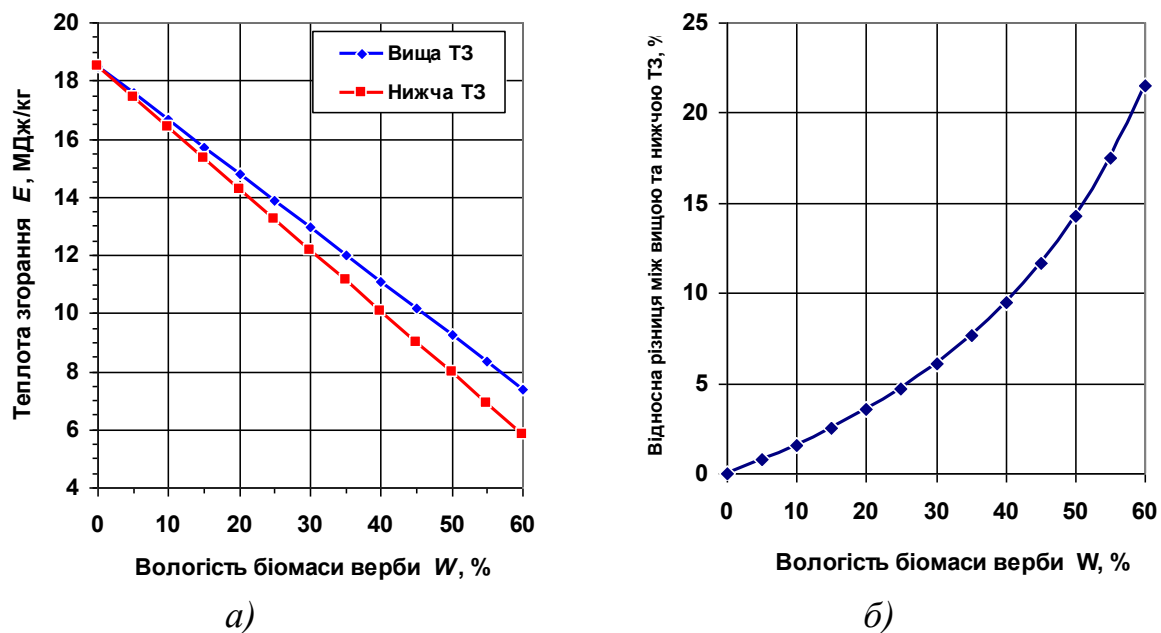


Рис. 3.8. Залежність вищої та нижчої теплоти згорання від вологості біомаси верби

Отже, біомаса енергетичної верби за рахунок високого вмісту горючої складової (целюлози, геміцелюлози та лігніну) та низької концентрації зольних елементів є високоенергетичною сировиною для виробництва твердого біопалива. Наявність води у біомасі збільшує об'єм газів горіння, погіршує займання біомаси, а головне – суттєво зменшує її теплотворну здатність. Зменшення теплотворної здатності вологої біомаси відбувається, як за рахунок зниження концентрації горючих елементів, так і через поглинання теплової енергії на випаровування наявної води. Конденсація утвореної в камері згорання водяної пари дозволяє дещо підвищити кількість теплової енергії, тому вологу біомасу (за вологості понад 30%) доцільно спалювати у котлах на режимах, які дозволяють отримати вищу теплоту згорання.

3.9. Використання біомаси енергетичної верби для обігріву приміщень

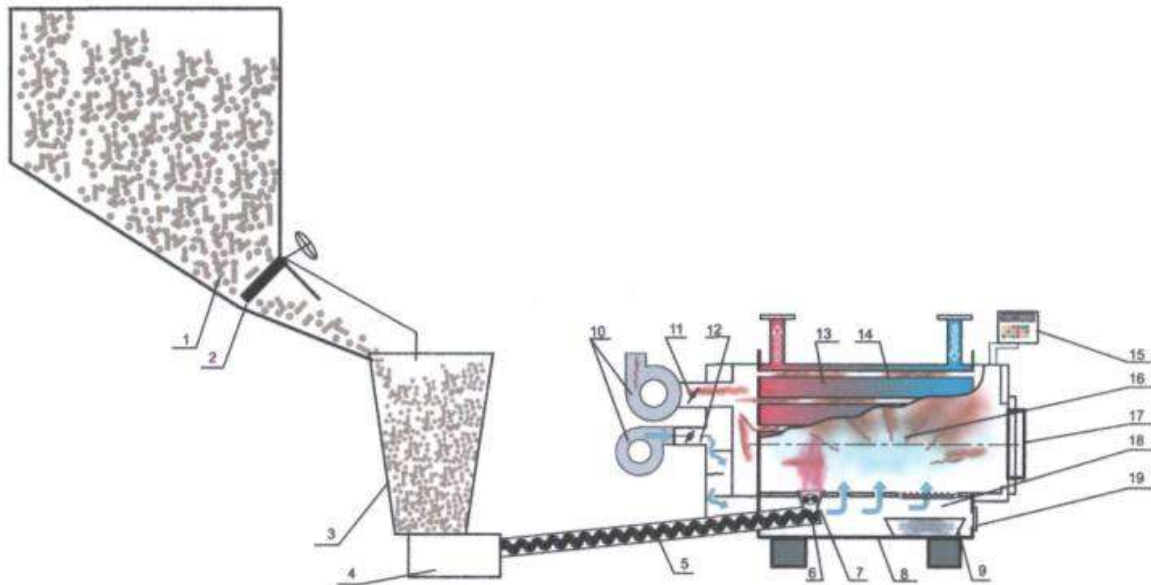
В Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків спільно з ТОВ Наукове виробниче об'єднання «Екотех» розроблено та на науково-виробничій базі інституту налагоджено виробництво твердопаливних котлів КВу-0,3(м) та КВу-0,5(м) для отримання теплової енергії при спалюванні біопалива у вигляді гранул, виготовлених з біомаси енергетичних культур, органічних та дерев'яних відходів. Котел може використовуватись для опалювання житлових приміщень, промислових об'єктів, зерносушильних камер з метою одержання дешевої теплової енергії (рис. 3.9, 3.10).



Рис. 3.9. Зовнішній вигляд твердопаливного котла КВУ - 0,5(М)

Котли КВу призначені для спалювання твердого палива, у вигляді гранул з біоенергетичних культур (міскантусу, свічграсу, верби та ін.), лушпиння, соломи або дерев'яних відходів, що дозволяє

автоматизувати процес подачі палива до камери згорання. Котел КВу-0,5(м) потужністю 500 кВт, дозволяє опалити приміщення площею до 6000 м².



- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1) Зовнішній бункер; | 11) Димохід; |
| 2) Дозатор завантаження палива; | 12) Регулятор подачі повітря; |
| 3) Внутрішній бункер; | 13) Газопроводи; |
| 4) Регулятор подачі; | 14) Водяна сорочка; |
| 5) Лінія подачі палива; | 15) Блок управління; |
| 6) Заслінка; | 16) Топка; |
| 7) Паливна воронка; | 17) Дверка топки; |
| 8) Піддон; | 18) Колосникова решітка; |
| 9) Вузол залишкових продуктів; | 19) Дверка піддону. |
| 10) Вентилятор; | |



Повітря



Вода



Гази

Рис. 3.10. Будова та схема функціонування котла

Технічні характеристики і параметри котла КВУ - 0,5(М)

Показник	Значення показника
Номінальна продуктивність, кВт	500
Розрахункова температура води, °С	95
Поверхня нагріву котла водогрійного, м ²	11,71
Об'єм водогрійного котла, м ³	1,25
Опалювана площа, м ²	5000
Опалюваний об'єм, м ³	15000
Температура вихідних газів, С°	140 -160
Час виходу на робочий режим, год	не більше 1
Об'єм загрузочної камери, м ³	не менше 0,73
ККД, %	не менше 92
Маса котла, кг	1750
Максимальна температура теплоносія, °С	105
Теплотворноздатність котла, тис.ккал/год	1200
Напруга електричної мережі, В	380
Розрахунковий термін служби, років	15

Таблиця 3.3

Ефективність застосування паливних гранул

Енергоносії	Ціна, грн/тис.м ³ (грн/т)	Теплотворна здатність, МДж/м ³ (МДж/кг)	Вартість тепла, грн	
			1 ГДж	1 ГКалл
Природний газ	8900*	35	254,3	741,8
Паливні гранули	2600**	17	152,9	640,3

* Згідно постанови НКРЕ №965 від 31.03.2015 р. встановлена ціна природного газу для бюджетних установ – 7200 (без урахування податку на додану вартість, збору у вигляді цільової надбавки до діючого тарифу на природний газ для споживачів усіх форм власності, який справляється у розмірі 2 відсотків, тарифів на послуги з транспортування, розподілу і постачання природного газу за регульованим тарифом)

** - за ціни 1 тони промислових пелет 120 \$/т

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ

4.1. Економічна ефективність технології вирощування енергетичної верби

Постійні проблеми вітчизняної економіки, пов'язані з високою залежністю від імпорту енергоносіїв, зумовлюють необхідність пошуку альтернативних джерел їх постачання. При цьому відомо, що через 7-10 років розвідані світові запаси нафти будуть вичерпані на 60-65%, розвіданих світових запасів природного газу вистачить лише на 50-60 років, нафти – на 25-30 років, вугілля – на 500-600 років. Постійно зростаючі тарифи на газ та комунальні послуги ще більше стимулюють пошук, запровадження та використання альтернативних, нетрадиційних джерел енергії.

Одним із перспективних напрямів вирішення задач є вирощування енергетичної сировини на плантаціях швидкорослих деревних порід, зокрема – верб, тополь та інших листяних порід, здатних до легкого відновлення надземної частини після її зрізання. Передовий досвід у цьому напрямку демонструють європейські країни, які почали активно впроваджувати вирощування енергетичної сировини плантаційними методами ще на початку 70-х років минулого століття. Поштовхом до розвитку цього напрямку послугувало загострення світової енергетичної кризи.

В Україні цей напрям почав активно поширюватися у останні роки, коли окремі компанії почали у промисловому масштабі створювати плантації енергетичних рослин, особливо – різних сортів верб.

Слід зазначити, що з екологічної точки зору верба сприяє збереженню навколишнього середовища від забруднення.

Верба ідеально підходить для засадження забруднених земель та земель, малопродуктивних з точки зору вирощування сільськогосподарських культур. Вона ефективно застосовується у

протиерозійних заходах для укріплення ґрунтів, збагачує ґрунти мінералами та мікроелементами, поживними речовинами природного походження. Плантації енергетичної верби є природними фільтрами для видалення відходів агропромислового виробництва, застосовуються як буферні зони в місцях накопичення біологічних відходів фермерських господарств. Енергетична верба є природним фільтром для очищення ґрунтів від пестицидів.

Сучасна технологія вирощування верби є новою, яка забезпечує високий рівень продуктивності, передбачає ефективне використання мінеральних добрив, засобів захисту плантацій від бур'янів, шкідників і хвороб.

Елементи технології вирощування енергетичної верби ґрунтовані на застосуванні високопродуктивних сортів, ефективного використання природних, а також оптимально насичених агротехнічних факторів продуктивності (системи обробітку ґрунту, удобрення), застосування високоефективних засобів захисту рослин та забезпечення нормативними матеріально-технічними засобами.

Технологія вирощування верби передбачає гнучкий вибір операцій залежно не тільки від особливостей агрокліматичної зони, але й конкретних умов росту. Дослідження показують, що тільки вчасне і якісне виконання всіх технологічних операцій дозволяє отримувати високі врожаї верби (30-80 т/га сирової маси) і виробляти конкурентоспроможну продукцію з твердого біопалива.

Ця технологія забезпечує зменшення витрат за рахунок мінімізації технологічних операцій та хімічного навантаження на ґрунт за умов проведення агротехнологічних заходів та застосування нових препаратів з мінімальними нормами внесення.

Серед основних факторів, які впливають на ефективність вирощування енергетичної верби, важливе місце належить своєчасній і якісній підготовці ґрунту з осені, що дозволяє вчасно і якісно провести садіння живців на визначену густоту, а також контролювати бур'яни, хвороби і шкідники та підтримувати оптимальний водний і живильний режими ґрунту.

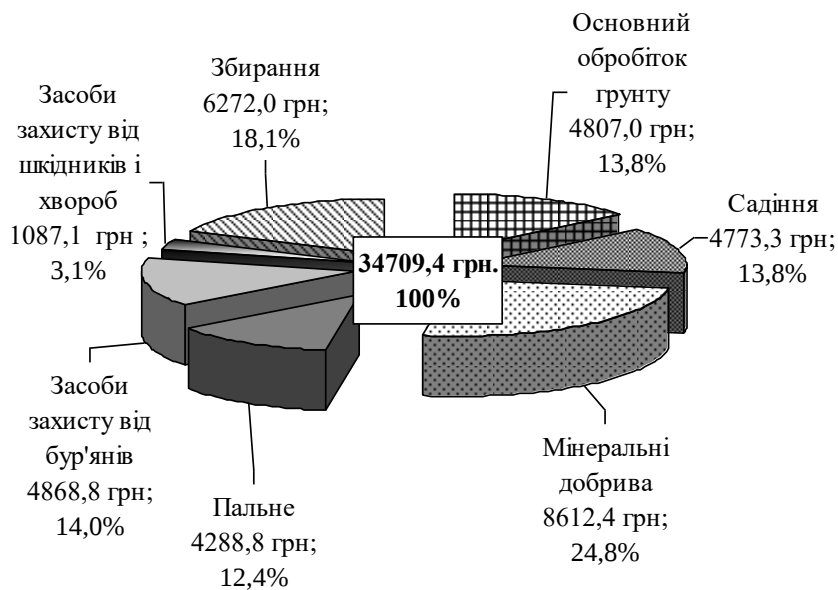
Енергетична верба вимоглива до умов мінерального живлення. Тому одержання високої врожайності вимагає забезпечення необхідного рівня живлення.

Технологія вирощування енергетичної верби дає можливість зменшити хімічне навантаження, особливо на догляді за плантаціями, за рахунок застосування агротехнічних заходів (міжрядне розпушування ґрунту фрезами і культиваторами та присипання бур'янів у зоні рядків).

Щоб запрацювали всі фактори ефективності вирощування енергетичної верби, доцільно підходити до кожного поля окремо, проаналізувавши кислотність ґрунту, наявність NPK, гумусу та інші фактори.

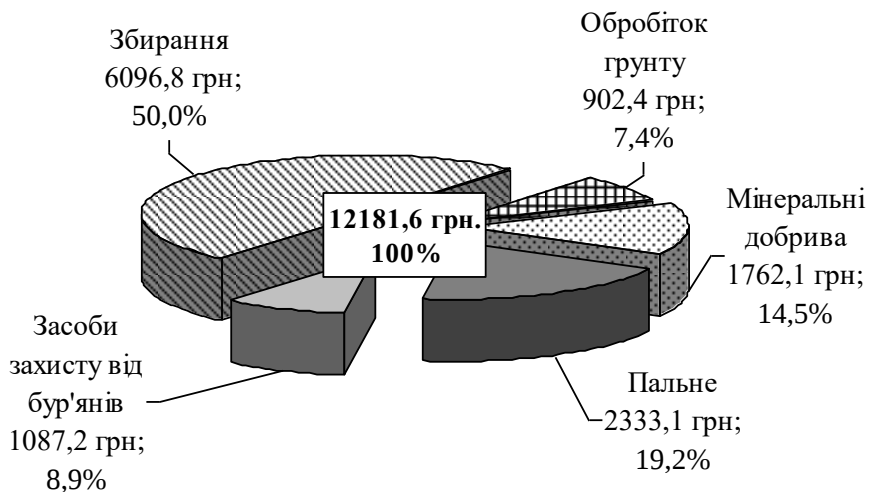
Одним із важливих напрямів підвищення економічної ефективності аграрного сектору, і зокрема галузі біоенергетики, є оптимальна спеціалізація і концентрація виробництва твердого біопалива. Конкретні форми цього процесу постійно змінюються і удосконалюються залежно від розвитку продуктивних сил біоенергетичного комплексу і підвищення рівня його усупільнення. На сучасному етапі розвитку реформовані сільськогосподарські підприємства в основному зберегли риси багатогалузевої структури і розпорошеності виробництва, що стримує науково-технічний прогрес, гальмує інтенсифікацію сільськогосподарського виробництва і ріст його ефективності.

Основними важелями економічного прогресу біоенергетичного комплексу є впровадження високоефективних технологій, що забезпечують підвищення продуктивності біоенергетичних культур і зменшення їх собівартості. Кожна технологія як вітчизняна, так і європейська, мають бути ресурсозберігаючими і представляти собою комплекс біологічних, агротехнічних, технологічних, організаційно-економічних заходів, які в цілому забезпечують отримання високих показників урожайності і якості біосировини (рис 4.1).



Перший рік вирощування:

Урожайність - 36 т/га
 Витрати на 1 га – 34709 грн
 Собівартість - 964,1 грн/т
 Виручка від реалізації - 39600,0 грн/га
 Рівень рентабельності - 14,1%
 Річний економічний ефект - 9240,0 грн/га
 Затрати праці - 98,1 люд.-год./га



Наступні роки вирощування:

Урожайність - 50 т/га
 Витрати на 1 га – 12182 грн
 Собівартість - 243,6 грн/т
 Виручка від реалізації - 40000,0 грн/га
 Рівень рентабельності - 228,3%
 Річний економічний ефект - 33595,0 грн/га
 Затрати праці – 42,8 люд.-год./га

*) Розрахунок проведений за цінами 2015 р. (1\$=20 грн)

Рис. 4.1. Економічна ефективність технології промислового вирощування енергетичної верби

Одною із важливих умов підвищення економічної ефективності вирощування верби є зниження собівартості. Вирішення цієї проблеми можна отримати, якщо творчо з економічним інтересом підходити до кожного технологічного процесу, а саме:

- мінеральні добрива доцільно вносити під основний обробіток ґрунту в кількості 100 % науково-обґрунтованої норми. В наступні роки після кожного скошування доцільно вносити (КАС) – 80 кг/га д.р.;

- для садіння енергетичної верби застосовувати високоефективні сорти з нормою 15-18 тис. живців на гектар;

- для боротьби з бур'янами доцільно використовувати гербіциди під основний обробіток ґрунту – Раундап – 6 л/га, на догляді за плантаціями - СТОМП – 5 л/га, Пантера – 2 л/га. Якщо фаза розвитку бур'янів упущена, необхідно збільшувати норму внесення гербіцидів, в результаті чого збільшуються витрати і не завжди можна отримати потрібний результат. Для боротьби з бур'янами доцільно застосовувати фрезерні та інші культиватори для міжрядного розпушування ґрунту;

- збирання енергетичної верби для промислового використання слід проводити через кожні три роки у період зимового спокою (жовтень-листопад). Проте, збиральні роботи необхідно планувати таким чином, щоб мати високий приріст маси і своєчасно закінчити збирання і вивезення тріски.

4.2. Економічна ефективність використання енергетичної верби в якості твердого біопалива

Практикою використання енергетичної верби в якості біопалива доведено, що ця культура має цілий ряд переваг над іншими біоенергетичними рослинами. Перш за все, за показниками щорічного приросту сирової маси в обсязі 20 т в розрахунку на гектар, невибагливістю до ґрунтових умов, що дозволяє використовувати для посадок малопродуктивні землі, а також за довговічністю плантацій (до 25 років), стійкістю до хвороб, простотою технології вирощування та збирання, невисоким рівнем матеріально-грошових витрат на одиницю площі та маси, за виключенням перших 3 років, пов'язаних з придбанням або вирощуванням власних саджанців, закладкою плантацій та одержанням першого урожаю.

Позитивною стороною культивування верби є можливість її безпосереднього використання недалеко від місця вирощування у вигляді тріски шляхом спалювання у твердопаливних котлах місцевого значення, або навіть реалізації урожаю без попередньої обробки.

Авторами виконано серію розрахунків з ефективності використання енергетичної верби за трьома варіантами:

– використання тріски з вирощеної і зібраної верби для спалювання її у місцевих твердопаливних котлах та реалізації тепла в гекакалоріях;

– переробка сировини на пелети на заводах потужністю 1,2 і 5,0 т/год та їх реалізація за ринковою ціною;

– реалізація тріски без попередньої обробки з вологістю 50% за ринковою ціною.

Результати розрахунків здійсненні при курсі долара США до гривні, як 1:21,7 та приведені в табл. 4.1, 4.2, 4.3.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування біосировини енергетичної верби та спалювання тріски в теплових котлах, 2015 р.

Показник	Рік вегетації зі збирання врожаю							
	3-й	6-й	9-й	12-й	15-й	18-й	21-й	24-й
Валовий збір сировини з наростаючим підсумком, т/га	30	70	120	170	220	270	320	350
Витрати на:								
- вирощування сировини, тис. грн/га	34,7	46,9	59,1	71,3	83,5	95,7	107,9	120,1
- 1 т сирої маси, грн	1157	670	493	419	380	354	337	343
- сировину в перерахунку на 1 т тріски з вологістю 30%, грн	1652	957	704	599	542	506	482	490
- спалювання 1 т тріски, грн	159	159	159	159	159	159	159	159
Всього витрат на 1 т тріски, грн	1811	1116	863	758	701	665	641	649
Обсяг тріски на 1 га, т	21	49	84	119	154	189	224	245
Кількість Гкал на 1 га (1,7 на 1 т тріски)	35,7	83,3	142,8	202,3	261,8	321,3	380,8	416,5
Виручка від реалізації, тис. грн (за ціною 1 Гкал 1105,38 грн)	39,5	92,1	157,8	223,6	289,4	355,2	420,9	460,4
Загальні витрати на тріску, тис. грн	38,0	54,7	72,5	90,2	108,0	125,8	143,5	159,1
Прибуток на 1 га, тис. грн	1,4	37,4	85,4	133,4	181,4	229,4	277,4	301,3
Рівень рентабельності, %	3,7	68,4	117,9	147,9	168,0	182,4	193,3	189,5
Собівартість 1 Гкал, грн	1066	657	507	446	412	391	377	382

Джерело: складено авторами за власними розрахунками.

Зокрема в табл. 4.1 приведені показники використання тріски енергетичної верби шляхом спалювання в котлах місцевого значення і реалізації тепла в Гкал.

Вихідними показниками для розрахунків стали: строк використання плантації – 24 роки. Урожайність сирової маси на 3-й рік вегетації – 30 т/га, через кожні 3 наступні роки – відповідно 40 т/га, 50, 50, 50, 50, 50 і 30 т/га. Витрати на вирощування у перші 3 роки – 34,7 тис. грн/га, в усі наступні 3 роки – по 12,2 тис. грн/га; вихід тріски з 1 га з вологістю 30-70%; кількість гекокалорій в розрахунку на 1 т тріски 1,7; реалізаційна ціна 1 Гкал – 1105,38 грн.

Результативні показники, наведені в таблиці 4.1, свідчать про те, що при спалюванні тріски в місцевих котлах і реалізації тепла за існуючою ціною 1 Гкал 1105,38 грн, її виробництво стає рентабельним вже на 3-ій рік вегетації при одержанні першого урожаю сировини, а в подальшому прибутковість різко зростає – до 189,5%. Собівартість 1 Гкал тепла відтак знижується від 1066 грн при спалюванні тріски на 3-ій рік вегетації до 382 грн. Тобто, бізнес на вирощуванні і реалізації верби за даним варіантом в сучасних умовах надзвичайно прибутковий.

Показники табл. 4.2 демонструють результати переробки верби на пелети на стаціонарних заводах потужністю 1,2 і 5,0 т на годину з наступною їх реалізацією на ринку за ціною 100 дол. США/тонна. Вони свідчать про те, що такий бізнес є також прибутковим, але у порівнянні з попереднім варіантом він менш доцільний – рівень рентабельності продажу пелет дорівнює відповідно 45,8 і 56,0%. Це тому, що значно зростають витрати на сировину – на 1 тону пелетів потрібно витратити значно більше сировини ніж на тріску та на її транспортування до місця переробки, а також на заробітну плату заводського персоналу, пакування, адміністративні витрати, а, головне, на електроенергію – 24,8%.

Таблиця 4.2

**Розрахунок прогнозованої собівартості виготовлення пелет
із енергетичної верби на стаціонарних заводах потужністю 1,2 і
5,0 т на годину, 2015 р.**

Статті витрат	Продуктивність заводу, т/год					
	1,2			5		
	Витрати, грн		Структу- ра, %	Витрати, грн		Структу- ра, %
	за рік	1 т		за рік	1 т	
1. Сировина	4530240	572,00	46,1	18876000	572,00	49,4
2. Транспортування сировини	503118	63,53	5,1	1916640	58,08	5,0
3. Заробітна плата з нарахуваннями	361680	45,67	3,7	361680	10,96	0,9
4. Електроенергія	2432674	307,16	24,8	11997702	363,57	31,4
5. Вода	3973	0,50	0,04	16553	0,50	0,04
6. Пакування	459360	58,00	4,7	1914000	58,00	5,0
7. Амортизація	786667	99,33	8,0	1643333	49,80	4,3
8. Поточний ремонт та обслуговування	236000	29,80	2,4	493000	14,94	1,3
9. Плата за земельну ділянку	1280	0,16	0,01	2560	0,08	0,007
10. Адміністративні витрати	510739	64,49	5,2	1021478	30,95	2,7
11. Всього витрат:	9825730	1240,62	100,0	38242946	1158,88	100,0
12. Прибуток		567,71	—		649,46	—
15. Реалізаційна ціна 1 т пелетів без ПДВ		1808,33	—		1808,33	—
16. Реалізаційна ціна 1 т пелетів з ПДВ		2170,0	—		2170,0	—
17. Рівень рентабельності, %		45,8	—		56,0	—

Джерело: складено авторами за даними [28] та за власними розрахунками.

Перелік показників, які прийнято у розрахунках таблиці 4.2

№ з/п	Показник	Продуктивність заводу, т/год	
		1,2	5
1.	Зарплата одного працівника, грн	5500	5500
2.	Відрахування на соціальні заходи, % до зарплати	37	37
3.	Термін експлуатації заводу, років	15	15
4.	Вартість обладнання, млн грн	8,0	17,0
5.	Дизайн, проектування і встановлення (10% від вартості обладнання), млн грн	0,8	1,7
6.	Вартість будівництва ангара для сировини, млн грн	3,0	6,0
7.	Вартість обслуговування і поточного ремонту основних засобів, % до амортизації	30	30
8.	Вартість землі, грн	19200	38400
9.	Річна продуктивність заводу, т	7920	33000
10.	Кількість води на 1 т пелетів, л	80	80
11.	Річна потреба у воді, т	633,6	2640
12.	Вартість води, грн/т	6,27	6,27
13.	Витрати електроенергії за год, кВт·год	279	1376

14.	Річна потреба електроенергії, кВт·год	1841400	9081600
15.	Вартість електроенергії, грн/кВт·год	1,3211	1,3211

Джерело: складено авторами за даними [28] та за власними розрахунками.

Однак, якщо виготовлені на заводах пелети спалювати в котлах і реалізовувати тепло в Гкал за ціною 1105,38 грн, то рівень рентабельності такого бізнесу зросте до 176,4% (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Економічна ефективність вирощування енергетичної верби (Salix), переробка її на пелети та спалювання в котлах, 2015 р.

Показник	Рік вегетації зі збирання врожаю							
	3-й	6-й	9-й	12-й	15-й	18-й	21-й	24-й
Валовий збір сировини з наростаючим підсумком, т/га	30	70	120	170	220	270	320	350
Виробництво пелет, т	18	42	72	102	132	162	192	210
Витрати на виробництво сировини на:								
1 га, тис. грн.	34,7	46,9	59,1	71,3	83,5	95,7	107,9	120,1
1 т сирової маси, грн	1157	670	493	419	380	354	337	343
1 т пелет, грн	1928	1117	821	699	633	591	562	572
Витрати на виготовлення пелет в заводських умовах, грн	668,6	668,6	668,6	668,6	668,6	668,6	668,6	668,6
Загальні витрати на 1 т пелет, грн	2596	1785	1489	1368	1301	1259	1231	1241
Прибуток на 1 т пелет (за реалізаційної ціни 1808,33 грн/т), грн	-788	23	319	441	507	549	578	568
Рівень рентабельності, %	-30,4	1,3	21,4	32,2	39,0	43,6	46,9	45,8
Виручка від реалізації пелет на 1 га., тис. грн	33	76	130	184	239	293	347	380
Витрати на 1 т з урахуванням спалення пелет в котлах, грн	2755	1944	1648	1527	1460	1418	1390	1400
Число Гкал в розрахунку на 1 га (3,5 Гкал на 1 т тріски)	63	147	252	357	462	567	672	735
Виручка з 1 га (за ціною 1 Гкал 1105,38 грн), тис. грн	69,6	162,5	278,6	394,6	510,7	626,8	742,8	812,5
Загальні витрати на виробництво сировини, пелет і їх спалювання, тис. грн	49,6	81,7	118,7	155,7	192,7	229,8	266,8	293,9
Прибуток, тис. грн	20,0	80,8	159,9	238,9	317,9	397,0	476,0	518,6
Рівень рентабельності, %	40,4	99,0	134,7	153,4	165,0	172,8	178,4	176,4

Джерело: складено авторами за власними розрахунками.

Проте, найвищий рівень прибутковості досягається у варіанті, який передбачає реалізацію тріски без її попередньої обробки з вологістю 50% за ціною 1085 грн/т (табл. 4.4). Рівень рентабельності за даних умов дорівнює – 216,2%.

Приведені розрахунки відображають основні тенденції використання верби на тверде паливо за станом на березень 2015 р. Однак, конкретні показники можуть змінюватись залежно від зміни цін на тверде паливо, теплову енергію, матеріально-технічні засоби вирощування і переробки, комерційних цілей окремих підприємств, кон'юнктури біоенергетичного ринку та ряду інших важливих факторів.

Таблиця 4.4

Економічна ефективність вирощування і реалізації енергетичної верби як сировини для біопалива (без попередньої обробки) з вологістю 50%, 2015 р.

Показник	Рік вегетації зі збирання врожаю							
	3-й	6-й	9-й	12-й	15-й	18-й	21-й	24-й
Валовий збір сировини з наростаючим підсумком, т/га	30	70	120	170	220	270	320	350
Витрати на виробництво сировини, на: 1 га, тис. грн 1 т сирої маси, грн	34,7	46,9	59,1	71,3	83,5	95,7	107,9	120,1
	1157	670	493	419	380	354	337	343
Витрати на виготовлення пелет в заводських умовах, грн	668,6	668,6	668,6	668,6	668,6	668,6	668,6	668,6
Виручка (за ціною 1085 грн), тис. грн	32,55	75,95	130,2	184,45	238,7	292,95	347,2	379,75
Прибуток на 1 т тріски (за ціною 1085 грн), грн	-72	415	593	666	705	731	748	742
Рівень рентабельності, %	-6,2	61,9	120,3	158,7	185,9	206,1	221,8	216,2

Джерело: складено авторами за власними розрахунками.

4.3 Матеріально-технічне забезпечення вирощування енергетичної верби

Розроблена технологія вирощування енергетичної верби спрямована на максимальне збільшення продуктивності за рахунок механізації технологічних операцій, підвищення рівня родючості ґрунту, загальної екологічної безпеки та дотримання своєчасного і якісного проведення операцій.

За рахунок застосування нових високопродуктивних сортів та науково обґрунтованих нових технологічних рішень, раціонального і

найбільш повного використання потенціалу добрив, засобів захисту від бур'янів, шкідників і хвороб з метою зменшення витрат на одержання екологічно чистої і якісної біосировини.

Разом з тим швидко вирішити застосування технології вирощування енергетичної верби не вдається так як це нова розробка, яка потребує значних фінансових вкладень для придбання технічних засобів. Окремі сільськогосподарські машини (для садіння живців, розпушування ґрунту в міжряддях та збирання) в Україні не випускаються і їх необхідно купувати за кордоном.

Технологія вирощування та переробки енергетичної верби розроблена в Україні вперше, тому технічні засоби для обробітку застосовуються з інших культур, наприклад буряків цукрових. Більш складні сільськогосподарські машини для садіння живців, розпушування ґрунту в міжряддях (фреза) і особливо збирання верби на тріску в Україні не виробляються і їх необхідно купувати за кордоном за високими цінами (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Матеріально-технічні засоби для вирощування енергетичної верби

Матеріально-технічні засоби	Потреба в матеріально-технічних засобах	
	тис.грн	тис.дол.США
1. Техніка	30345,0	151720
2. Пальне	25,7	1,3
3. Мінеральні добрива	62,1	3,1
4. Пестициди	43,2	2,2
Разом	30476,0	15178,6

В розрахунках потреби матеріально-технічних засобів для вирощування енергетичної верби прийнято 1000 га в одному підприємстві.

Для виробництва біосировини необхідно освоювати зональні екологічно обґрунтовані технології вирощування енергетичної верби з раціональним витрачанням ресурсів і підвищення окупності енергії та ефективності використання фотосинтетичної активної радіації.

РОЗДІЛ 5

ЗАКОНОДАВЧІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ РИНКУ БІОПАЛИВА В УКРАЇНІ

5.1. Законодавче регулювання розвитку енергетики в Україні

Постановка проблеми. В правовому полі України існує майже тридцять законодавчих актів, що врегульовують відносини у сфері виробництва та споживання біопалива. Але переважна їх кількість, особливо закони, що були прийняті першими, носять переважно декларативний характер; в них практично відсутні фінансові механізми підтримки розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). До ключових нормативно-правових актів, які потрібно доопрацювати, слід віднести:

Закон України «Про альтернативні джерела енергії» (№ 555-IV від 20.02.2003);

Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення «зеленого» тарифу» (№ 601-VI від 25.09.2008);

поправки щодо «зеленого» тарифу – Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» (№ 1220-VI від 01.04.2009);

Закон України «Про внесення змін та доповнень до деяких законодавчих актів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива» (№ 1391-VI від 21.05.2009);

Енергетична стратегія до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 р. № 145-р (оновлена 24.07.2013 р.);

Концепція Державної цільової науково-технічної програми розвитку виробництва використання біологічних видів палив, затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 12.02.2009 р. № 276-р.

Недосконалість законодавчо-нормативної бази розвитку біоенергетики в Україні, розмитість стратегії і відсутність чітких

механізмів реалізації поставлених завдань є основними причинами низького рівня інвестицій і неконкурентоспроможності існуючих підприємств з виробництва та постачання альтернативних енергоносіїв. До негативних факторів, які гальмують розвиток галузі, перш за все, можна віднести невідповідність стандартів та системи сертифікації біопалива згідно з критеріями сталості використання біомаси.

За оцінкою експертів, найбільш дієвим, таким що запроваджує реальну фінансову підтримку виробникам електроенергії з ВДЕ, є закон про «зелені» тарифи, в якому передбачено ряд пільг для виробників та споживачів біопалив. Але він також не повною мірою врегульовує питання стосовно порядку застосування «зеленого» тарифу, зокрема при використанні окремих видів біопалива та біомаси у невеликих об'ємах в приватному секторі. В законі не врегульовані питання «зелених» тарифів для енергії, виробленої з біогазу та твердих побутових відходів.

У Європейському Союзі правове регулювання розвитку біоенергетики здійснюється через директиви щодо державної підтримки ринку біопалива країнами ЄС. Можемо виділити такі форми державної підтримки:

- пільгове кредитування закупки обладнання для будівництва біопаливних заводів і котлів та іншого обладнання для спалювання біопалива;
- державне фінансування науково-технічних розробок та досліджень з питань вирощування та переробки біомаси та виробництва біопалива.

З 1 лютого 2011 року Україна стала повноправним членом Енергетичного Співтовариства. Країна зобов'язалась імплементувати цілу низку європейських директив та регламентів, які б гармонізували її законодавство в сфері енергетики з європейською нормативно-правовою базою. Підписаний Україною Протокол про приєднання до Енергетичного Співтовариства містить чіткий перелік нормативно-правових актів, які мали бути враховані українським

законодавством, і чіткі терміни його реалізації. Зміни мали бути запроваджені у сферах використання відновлювальних джерел енергії та збереження навколишнього середовища.

В цілому, до питань ВДЕ відноситься декілька Директив, серед яких Директива 2001/77/ЄС. Проте, низка положень українського законодавства протирічить положенням Директиви. Відповідно до Директиви, визначення терміну «біомаса», не має відрізнятися від визначень, передбачених у національних законодавствах. Однак, Закон України «Про альтернативні палива» містить не повне визначення цього терміну, взагалі відсутнє ключове слово - "продукти". При такому визначенні не задіяні найбільш поширені їх види на основі органічної сировини.

За визначенням експертів в законодавство України необхідно внести наступне тлумачення: «Біомасою є біологічно відновлювана речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу (продукти, відходи та залишки лісового та сільського господарства, рибного господарства і пов'язаних з ними галузей), а також складова промислових або побутових відходів, здатна до біологічного розкладу».

Підвищення ефективності використання традиційних енергозберігаючих технологій необхідно досягати шляхом модернізації теплових електростанцій та транспортних мереж, створення нових енергетичних потужностей, а також збільшення обсягів видобування викопних видів палива на території України.

Окрім того, Енергетичною стратегією України передбачено подальший розвиток альтернативних видів енергетики. Згідно з документом, до 2030 р. повинні розвинутих всі сектори альтернативної енергетики. Найбільш перспективним вважається розвиток вітрової та сонячної енергетики.

У Стратегії зазначено, що розвиток енергетики на основі відновлюваних джерел енергії є важливим напрямом, який підвищує рівень енергетичної безпеки і знижує антропогенний вплив на навколишнє середовище. Передбачається збільшення частки

відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у загальному балансі встановлених потужностей до рівня 10% в 2030 р. Відповідно до Стратегії, для широкого комерційного використання найближчими роками доцільно використовувати технології спалювання біомаси в котлах, а також технології збору й утилізації біогазу на полігонах твердих побутових відходів. Найбільший енергетичний потенціал в Україні мають такі види біомаси як: швидкоростучі енергетичні культури, відходи переробки сільськогосподарських культур, відходи деревини та деревообробки. Проте, реалізація даного потенціалу ускладнюється нерозвиненістю інфраструктури та сировинної бази, необхідної для безперебійних поставок сировини, низьким рівнем розвитку галузей, що виготовляють устаткування, а також малим обсягом генерації кожного з таких об'єктів. Внаслідок зазначених причин динаміка вироблення біоенергетики певний проміжок часу відставатиме від генерації на базі інших видів ВДЕ, однак в перспективі може стати важливою складовою у балансі виробництва теплової енергії.

В Енергетичній стратегії прописано схему дії «зеленого тарифу» для виробників електроенергії з ВДЕ і відмічено, що необхідно розглянути можливість розповсюдження його й на біоенергетику. Але, на жаль, частка уваги, приділена біоенергетиці, в Енергетичній стратегії України є заниженою та немає чітко виписаних дієвих стимулюючих механізмів для її реалізації.

Серед розробок, які могли б суттєво вплинути на оптимізацію нормативної бази України щодо правового регулювання у сфері біоенергетики, є «План дій по біомасі для України» (2009 р.). Цей План дій був підготовлений в рамках Нідерландсько-Українського G2G (Уряд до Уряду) проекту «Біомаса та біопаливо». Його мета - визначити стратегію розвитку сектору біоенергетики в Україні, встановити існуючі недоречності та запропонувати шляхи їх усунення. Проект розроблено з урахуванням досвіду Нідерландів – країни, де успішно реалізується програма переходу до енергетики, що базується на біопаливі з біомаси та органічних відходів.

Для України, яка є членом СОТ та має намір підписати угоду про вступ до Євросоюзу, звичною має стати базова модель розвитку, що прийнята в ЄС, тобто модель інноваційного розвитку, за якої енергетична та екологічна безпека країни поєднується з активізацією роботи над вдосконаленням правового забезпечення, впровадженням інноваційних технологій, зокрема виробництвом біопалива на місцевому і на державному рівнях.

Із врахуванням сприятливих ґрунтово-кліматичних умов України для вирощування високопродуктивних енергетичних культур перспективним напрямом біоенергетики є фітоенергетика, яка базується на біомасі рослинного походження. Результатом використання біомаси є виробництво сировини для біоетанолу, біогазу та твердих видів біопалива у вигляді паливних гранул та брикетів.

Поряд з цим протягом останніх років частка твердого біопалива, що залишається в Україні, поступово збільшується, але за відсутності відпрацьованих механізмів логістики, зберігання та доставки даної кількості занадто мало для забезпечення потреб комунальної енергетики та населення.

Негативним чинником при виробництві і реалізації теплової енергії для заміни викопних видів палива є відсутність на ринку однакових правил гри. Уряд України всупереч законодавству не передбачив механізмів компенсації різниці в тарифах виробникам тепла, що використовують альтернативні відновлювальні (крім імпортного газу) види палива. Між тим, в 2013 р – було простимульовано 8 млрд. м³ покупного газу, використаного для виробництва тепла. Стаття 20 Закону України «Про теплопостачання» № 2633-IV від 2 червня 2005 року передбачає: «У разі, якщо тимчасово тариф на теплову енергію встановлено нижче її собівартості з урахуванням граничного рівня рентабельності, то орган, яким встановлено цей тариф, повинен передбачити механізми компенсації цієї різниці в порядку, встановленому законодавством. Збитки теплоенергогенеруючих та теплопостачальних організацій

внаслідок надання пільг з оплати за спожиту теплову енергію окремим категоріям споживачів повністю відшкодовуються за рахунок джерел фінансування, визначених законами України, які передбачають відповідні пільги».

Отже, енергетична галузь України в даний період часу знаходиться на перехідному етапі реформування. В більшості випадків вона управляється в ручному режимі, невчасно реагує на сучасні виклики та потенційні загрози.

У чинному законодавстві України існує низка положень, що сповільнюють використання біомаси та органічних відходів, які на думку науковців та експертів при їх усуненні дозволить замінити використання викопного палива на біологічне до 10-15%.

Обов'язковою умовою розвитку біоенергетики в Україні є державна підтримка наукового забезпечення та інноваційної діяльності в області вдосконалення нових технологій вирощування, переробки біосировини та розробка науково-обґрунтованої стратегії розвитку сектора біоенергетики, яка б враховувала усі фактори енергетичної безпеки.

Вимагає врегулювання система ринкових інструментів для забезпечення ефективної економічної діяльності у сфері виробництва, продажу та споживання біопалива.

Становлення та розвиток біоенергетики сприятиме виконанню Україною вимог щодо зменшення викидів в атмосферу, передбачених Кіотським протоколом до Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату; створюватиме гарантований ринок збуту сільськогосподарської сировини та біопалива. Тому, адаптація українського законодавства до вимог Європейського Союзу та забезпечення функціонування нормативно-правових актів на належному рівні стане черговим кроком на шляху до зміцнення енергетичної безпеки країни. Партнерство України в енергетичній галузі з ЄС має стати важливим вектором майбутньої політики.

Постанови уряду зі стимулювання використання відновлювальних видів палива:

- Про затвердження плану заходів з імплементації Директиви ЄС 2009/28/ЄС / Розпорядження Кабінетом Міністрів України №791-р (від 3 вересня 2014 р.)
- Про стимулювання заміщення природного газу у сфері теплопостачання / Постанова КМУ № 293 від 09.07.2014 р.
- Про стимулювання заміщення природного газу під час виробництва теплової енергії для установ та організацій, що фінансуються з державного і місцевих бюджетів / Постанова КМУ № 453 від 10.09.2014 р.
- Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року / Розпорядження КМУ №902-р від 01.10.2014 р.

У другій половині 2014 року Кабінетом Міністрів України було прийнято ряд постанов, якими передбачено компенсацію різниці між економічно обґрунтованим тарифом на виробництво тепла з біопалива і збитковим тарифом на виробництво теплової енергії для потреб населення. У поточному році вже передбачено 500 млн. грн. на реалізацію цієї постанови.

Крім того запрацював механізм відшкодування 20 % суми кредиту для населення на придбання твердопаливних котлів. Сьогодні вже майже 2500 домогосподарств взяли участь у цій програмі, а загальна сума виданих кредитів склала більше 55 млн. грн.

Також затверджено Дорожню карту заходів щодо скорочення обсягу споживання природного газу та розвитку відновлювальної енергетики на період до 2020 року.

Впровадження Постанов Уряду дозволило за минулий рік значно скоротити споживання природного газу населенням та бюджетними організаціями (з 26 млрд.м³ у 2013 р. до 22,9 млрд.м³ у 2014 р.).

Зокрема, населення зменшило споживання газу на 16%, теплогенеруючі підприємства – на 15 %, бюджетні установи – на 22%. Зазначене скорочення відбулось в другій половині 2014 року саме після прийняття цих постанов Уряду, тому результати свідчать про те, що механізми стимулювання заміщення газу запрацювали в Україні.

Сьогодні сектор біоенергетики фактично заміщує близько 3 млрд. куб. м газу в рік.

За статистичними даними, встановлена теплова потужність об'єктів із інших (крім газу) видів палива, введених в експлуатацію у IV кварталі 2014 року склала 452,3 МВт. І ця позитивна тенденція продовжується у цьому році.

5.2. Пропозиції до законодавства України

5.2.1. Земельний блок

1.1. Розробка програми по створенню в кожній області України Земельного фонду, із земель сільськогосподарського призначення державної та комунальної власності, під діяльність по вирощуванню енергетичних культур;

1.2. Надання земельних ділянок сільськогосподарського призначення державної та комунальної власності, для діяльності по вирощуванню енергетичних культур, в оренду, без проведення земельних торгів;

1.3. Тимчасове звільнення від сплати орендної плати за землю або сплата такої орендної плати на пільгових умовах, за умови здійснення Орендарем заходів з приведення земельних ділянок сільськогосподарського призначення, які довгий час не використовувалися за призначенням, до придатного стану (корчування дерев на заліснених земельних ділянках, боротьба з бур'янами, підготовчий обробіток ґрунту);

1.4. Розробка і запровадження механізму компенсації сільськогосподарським виробникам, які займаються вирощуванням

енергетичних культур, затрат на закладення плантацій енергетичних культур.

5.2.2. Ідентифікація енергетичних культур та діяльності з їх вирощування в нормативно-правових актах України.

2.1. Доповнити статтю 1 Закону України «Про альтернативні види палива» від 14.01.2000 року №1391-XIV, із змінами та доповненнями, таким визначенням:

«Енергетичні культури – багаторічні сільськогосподарські технічні культури (енергетична верба, біла акація, евкаліпт, міскантус, тополя), які вирощуються для виробництва твердого біопалива».

2.2. Змінити редакцію поняття «Виробник біопалива», передбаченого в статті 1 Закону України «Про альтернативні види палива» від 14.01.2000 року №1391-XIV, із змінами та доповненнями, та викласти в наступній редакції:

«Виробник біопалива – суб'єкт господарської діяльності, що безпосередньо виробляє біопаливо з біомаси або діяльність якого призводить до утворення біомаси, що використовується безпосередньо як паливо».

2.3. Внести зміни в розділ 5 Національного класифікатора України «Класифікація видів економічної діяльності ДК 009:2010», затвердженого Наказом Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 11.10.2010 року №457, щодо визначення назви коду 01.29: «01.29 – вирощування інших багаторічних та енергетичних культур».

2.4. Змінити редакцію поняття «Біомаса», передбаченого в статті 1 Закону України «Про альтернативні види палива» від 14.01.2000 року №1391-XIV, із змінами та доповненнями, та викласти в наступній редакції:

«Біомаса – біологічно відновлювальна речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу (продукти, відходи та залишки сільського господарства (рослинництва і тваринництва),

лісового господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також органічна частина промислових та побутових відходів;

2.5. Змінити редакцію поняття «Тверде біопаливо», передбаченого в статті 1 Закону України «Про альтернативні види палива» від 14.01.2000 року №1391-XIV, із змінами та доповненнями, та викласти в наступній редакції:

«Тверде біопаливо – тверда біомаса, що використовується як котельно-пічне паливо, у тому числі дрова, торф, тирса, тріска, солома, інші сільськогосподарські продукти, відходи та залишки, гранули та брикети, вироблені з біомаси, деревне вугілля та вуглиста речовина».

2.6. Доповнити Групу 6 «Живі дерева та інші рослини; цибулини, коріння та інші аналогічні частини рослин; зрізані квіти і декоративна зелень» розділу II «Продукти рослинного походження» Закону України Про Митний тариф України від 19.09.2013 року №584-VII, новим кодом УКТ ЗЕД:

Код	Назва	Ставка мита, %			Додаткові ОВО
		преферен- ційна	пільгова	повна	
0602 10 20 00	- енергетичні культури, в тому числі саджанці та невикорінені живці енергетичних культур		0	0	-

2.7. Доповнити Групу 44 «Деревина і вироби з деревини; деревне вугілля» розділу IX «Деревина і вироби з деревини; деревне вугілля; корок та вироби з нього; вироби з соломи, альфи та інших матеріалів для плетіння; кошикові та інші плетені вироби» Закону України Про Митний тариф України від 19.09.2013 року №584-VII, новим кодом УКТ ЗЕД:

Код	Назва	Ставка мита, %			Додаткові ОВО
		преферен- ційна	пільгова	повна	
4401 23 00 00	- енергетичних культур		0	0	-

2.8. Змінити редакцію поняття «Сільськогосподарська продукція (сільськогосподарські товари)», передбаченого в п. 14.1.234 статті 14 Податкового кодексу України, із змінами та доповненнями, та викласти в наступній редакції:

«Сільськогосподарська продукція (сільськогосподарські товари) для цілей глави 2 розділу XIV цього Кодексу - продукція/товари, що підпадають під визначення груп 1 – 24, 4401 23 00 00 УКТ ЗЕД, якщо при цьому такі товари (продукція) вирощуються, відгодовуються, виловлюються, збираються, виготовляються, виробляються, переробляються безпосередньо виробником цих товарів (продукції), а також продукти обробки та переробки цих товарів (продукції), якщо вони були придбані або вироблені на власних або орендованих потужностях (площах) для продажу, переробки або внутрішньогосподарського споживання».

2.9. Змінити редакцію пункту 209.7 статті 209 Податкового кодексу України, із змінами та доповненнями, та викласти в наступній редакції:

«209.7. Сільськогосподарськими вважаються товари, зазначені у товарних групах 1 - 24, товарних позиціях 4101, 4102, 4103, 4301, 4401 23 00 00 згідно з УКТ ЗЕД, та послуги, які отримані в результаті здійснення діяльності, на яку відповідно до пункту 209.17 цієї статті поширюється дія спеціального режиму оподаткування у сфері сільського та лісового господарства, а також рибальства, якщо такі товари вирощуються, відгодовуються, виловлюються або збираються (заготовляються), а послуги надаються, безпосередньо платником податку - суб'єктом спеціального режиму оподаткування (крім

придбання таких товарів/послуг у інших осіб), які поставляються зазначеним платником податку - їх виробником».

5.2.3. Пільги суб'єктам господарювання, які займаються вирощуванням енергетичних культур

3.1. Доповнити Підрозділ 2 «Особливості справляння податку на додану вартість», Розділ XX «Перехідних положень» Податкового кодексу, пунктом 23¹ та викласти в наступній редакції:

«23¹. Тимчасово до 1 січня 2020 року від оподаткування податком на додану вартість звільняються операції з постачання, у тому числі операції з імпорту відходів, продуктів та залишків деревини товарних позицій 4401, 4403, 4404 згідно з УКТ ЗЕД».

Операції з вивезення в митному режимі експорту товарів, зазначених у цьому пункті, звільняються від оподаткування податком на додану вартість.

3.2. Змінити редакцію підпункту б, пункту 2, підрозділу 2 «Особливості справляння податку на додану вартість» Розділу XX «Перехідні положення», та викласти в наступній редакції:

«б) імпорту за кодами УКТ ЗЕД, визначеними статтею 7 Закону України «Про альтернативні види палива», садивного матеріалу та техніки для вирощування, садіння, догляду та збору енергетичних культур; техніки, обладнання, устаткування, що використовуються для реконструкції існуючих і будівництва нових підприємств з виробництва біопалива і для виготовлення та реконструкції технічних і транспортних засобів з метою споживання біопалива, якщо такі товари не виробляються та не мають аналогів в Україні, а також технічних та транспортних засобів, у тому числі самохідних сільськогосподарських машин, що працюють на біопаливі, якщо такі товари не виробляються в Україні».

3.2.1. Змінити назву та доповнити пунктами 6 та 7 статтю 7 Закону України «Про альтернативні види палива» від 14.01.2000 року №1391-XIV, із змінами та доповненнями, виклавши в наступній редакції:

«Стаття 7. Технічні засоби, що працюють на альтернативних видах палива, та порядок підтвердження здатності технічного засобу працювати на альтернативних видах палива, садивний матеріал, техніка та обладнання, призначені для вирощування, садіння, догляду та збирання енергетичних культур.

До садивного матеріалу, призначеного для вирощування енергетичних культур, які використовуються для виробництва твердого біопалива, відносяться товари, які класифікуються за кодами УКТ ЗЕД 0602 10 20 00.

До техніки та обладнання, призначених для садіння, догляду та збирання енергетичних культур, які використовуються для виробництва твердого біопалива, відносяться товари, які класифікуються за кодами УКТ ЗЕД 8432 30 80 00, 8433 54 00 00, 8716 20 10 00».

3.3. Доповнити Групу 84 «Реактори ядерні, котли, машини, обладнання і механічні пристрої; їх частини», Розділу XVI «Машини, обладнання та механізми; електротехнічне обладнання; їх частини; звукозаписувальна та звуковідтворювальна апаратура, апаратура для запису або відтворення телевізійного зображення і звуку, їх частини та приладдя» наступними видами товарів:

Код	Назва	Ставка мита, %			Додаткові ОВО
		преференційна	пільгова	повна	
8432 30 80 00	- машини розсадосадильні (саджалки) для енергетичних культур		0	0	шт.
8433 54 00 00	- комбайни, машини та механізми для збирання енергетичних культур		0	0	шт.

3.4. Доповнити Групу 87 «Засоби наземного транспорту, крім залізничного або трамвайного рухомого складу, їх частини та обладнання», Розділу XVI «Засоби наземного транспорту, літальні апарати, плавучі засоби і пов'язані з транспортом пристрої та обладнання», наступними видами товарів:

Код	Назва	Ставка мита, %			Додаткові ОВО
		преференційна	пільгова	повна	
8716 20 10 00	- причеп для перевезення твердого біопалива		0	0	шт.

3.5. Внести наступні зміни до Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку ввезення на митну територію України техніки, обладнання, устаткування, технічних та транспортних засобів, що використовуються для розвитку виробництва і забезпечення споживання біологічних видів палива» від 18 травня 2011 р. №581:

3.5.1. Змінити назву Постанови та викласти її в наступній редакції:

«Про затвердження Порядку ввезення на митну територію України садивного матеріалу, техніки, обладнання, устаткування, технічних та транспортних засобів, що використовуються для вирощування, догляду та збирання енергетичних культур, розвитку виробництва і забезпечення споживання біологічних видів палива».

3.5.2. внести зміни до п. 1 Постанови та викласти в наступній редакції:

«п. 1. Цей Порядок визначає механізм ввезення суб'єктами господарювання на митну територію України без сплати ввізного мита та податку на додану вартість садивного матеріалу енергетичних культур, техніки, обладнання та устаткування, що використовуються для садіння, догляду та збирання енергетичних культур, реконструкції існуючих і будівництва нових підприємств з виробництва біологічних видів палива, виготовлення і реконструкції

(переобладнання) технічних та транспортних засобів з метою забезпечення споживання біологічних видів палива, і технічних та транспортних засобів, у тому числі самохідних сільськогосподарських машин, що працюють з використанням біологічних видів палива, які класифікуються за кодами згідно з УКТЗЕД, визначеними у статті 7 Закону України "Про альтернативні види палива", що не виробляються та не мають аналогів в Україні, а також визначені Кабінетом Міністрів України відповідно до пункту 2 розділу II "Прикінцеві положення" Закону України "Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива" (далі – товари).

3) внести зміни до п. 3 та викласти в наступній редакції:

3.5.3. внести зміни до п. 3. Постанови та викласти в наступній редакції:

«Для підтвердження відповідності товарів критеріям, визначеним у пункті 1 цього Порядку, суб'єкт господарювання подає митному органу заяву із зазначенням найменування товарів, їх кодів згідно з УКТЗЕД, кількості, вартості та призначення, до якої додаються:

1) засвідчені в установленому порядку копії:

- зовнішньоекономічного договору (контракту) або іншого документа, який є підставою для ввезення товару на митну територію України;

- технічного паспорта або іншого документа заводу-виробника товару, продавця садивного матеріалу енергетичних культур, в якому зазначено, що товар, призначений для садіння, догляду та збирання енергетичних культур, виробництва та/або споживання біологічних видів палива.

2) висновок Міністерства економічного розвитку і торгівлі, виданий у встановленому Міністерством порядку, про те, що товари не виробляються та не мають аналогів в Україні».

КОРОТКИЙ СЛОВНИК СПЕЦІАЛЬНИХ ТЕРМІНІВ ТА ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Агроекосистема – будь-яка сукупність біогенних і абіотичних компонентів агроландшафту, що має сільськогосподарське використання. Агроекосистеми можуть складати окремий або декілька агробіоценозів полів, пасовищ, садів, ріллі та ін.

Агрофітоценоз – штучно створені угруповання рослин у вигляді посівів або насаджень, що підтримуються і регулюються людиною.

Агроценологія - вчення про агрофітоценози.

Аерація ґрунту – газообмін ґрунтового повітря з атмосферним

За відношенням до аерації ґрунту всі види верб розділюються на дві групи:

- **Алювіальні** верби потребують добре дренованого субстрату та проточного зволоження і заселяють наноси в заплавах річок та струмків.
- **Неалювіальні** верби невибагливі до аерації ґрунту, пристосовані до надмірного застійного зволоження і, в більшості випадків, зустрічаються поза заплавою.

Біоадаптивна технологія – технологія (чи окремий її елемент), яка найбільше пристосована до змінних умов середовища.

Біомаса – біологічно відновлювальна речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу (відходи сільського господарства - рослинництва і тваринництва, лісового господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також органічна частина промислових та побутових відходів.

Біопаливо – паливо, вироблене безпосередньо чи опосередковано з біомаси.

Боронування – прийом обробітку ґрунту різними типами борін (зубових, голчастих, пружинних), що забезпечує кришення, розпушення, вирівнювання поверхні ґрунту, часткове знищення проростків бур'янів та їх сходів.

«Булава» - формується при зрізанні прута на протязі кількох років, з пеньків, що залишаються. З часом вона починає загнивати, що

негативно впливає на кількість та якість прута, тому приблизно через 7-10 років від початку експлуатації плантації булав зрізують. Така операція стимулює появу зі сплячих бруньок нових високопродуктивних пагонів, тому вона отримала назву «омолодження».

Вегетація – стан активної життєдіяльності рослини.

Вегетаційний період – період року, коли можливе зростання і розвиток (вегетація) рослин. Тривалість залежить від географічної широти, клімату.

«Виховне» зрізування – прут, який вперше зрізують на висоту 10 см після закінчення першого ж періоду вегетації.

Відновлювана енергетика — енергетична галузь, що спеціалізується на отриманні та використанні енергії з відновлюваних джерел енергії. До відновлюваних джерел енергії належать періодичні або сталі потоки енергії, що розповсюджуються в природі і обмежені лише стабільністю Землі як космопланетарного елемента: променева енергія Сонця, вітер, гідроенергія, природна теплова енергія тощо.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) – показник зволоженості даної території. Встановлюється як відношення суми опадів за період з середньодобовою температурою вище 10°C до суми температур за цей же час зменшено в 10 разів. За Г.Т. Селяниновим (1930) умови зволоження вегетаційного періоду характеризуються як: надмірне зволоження – ГТК більше 2,0; посушливі – ГТК менше 1,0; сухі ГТК менше або дорівніє 0,5.

Гравійні частинки розмір 70-2 мм являєть собою шліфовані уламки гірських порід, різних по мінеральному та хімічному складу. Водопровідність таких фракцій досить велика більше 100м\добу, капілярність відсутня. Гравійні астинки при їх наявності в ґрунті більше 30% надають йому міцності та стійкості.

Гранули – дрібні щільні грудочки будь-якої речовини, що мають вигляд зерен і утворилися з дрібніших частинок цієї речовини внаслідок довільної (самогрануляції) або цілеспрямованої грануляції (агрегації) за допомогою сторонньої зв'язуючої речовини або без неї.

Густота стояння – кількість рослин на одиниці площі (на 1 м², гектар тощо).

Густота стеблостою – кількість стебел на одиницю площі (на 1м², гектар тощо).

Детоксикація — процес нейтралізації та виведення з організму токсичних речовин (токсинів, отрут), які потрапили в нього або утворились внаслідок отруєння.

Дисковий обробіток ґрунту – безполицевий спосіб обробітку ґрунту дисковими знаряддями, що забезпечує кришення, часткове перемішування ґрунту та знищення бур'янів.

Едафічні фактори — це ґрунтові умови, що впливають на життя і поширення живих організмів.

Екологія – наука, яка вивчає взаємовідносини і взаємодії між живими системами (особинами, популяціями, спільнотами) і навколишнім середовищем

Екосистема – сукупність сумісно існуючих організмів і умов існування їх, що знаходяться в закономірному взаємозв'язку між собою та утворюють систему взаємообумовлених біотичних і абіотичних явищ і процесів.

Живці — корінці, паростки чи бокові гілки, які використовуються для вегетативного розмноження рослин.

Звичайний зяблевий обробіток — зяблевий обробіток, який може обмежуватись або лише одним основним обробітком, або системою, що включає лущення і основний обробіток поля на задану глибину.

Індекс листової поверхні - відношення асимілюючої поверхні листків рослин до поверхні ґрунту, на якому вони знаходяться.

Калорія (калорія міжнародна) (українське позначення: кал; міжнародне: cal), 1 кал = 4,1868 Дж.

Лігноцелюлоза маса складається в основному з вуглеводних полімерів целюлози, геміцелюлози та фенольних – лігніну.

Лісосічні відходи – це крони дерев, гілки та мертві дерева, що залишаються після остаточного вирубу, а також лісосічні відходи та хмиз з молодих лісопосадок - після їх проріджування.

Лущення ґрунту – поверхневий або мілкий обробіток ґрунту після збирання сільськогосподарських культур, який забезпечує

розпушування часткове обертання, перемішування ґрунту, підрізання і провокація сходів бур'янів. Цим заходом вирішуються дуже важливі завдання: боротьба з бур'янами, шкідниками і збудниками хвороб культурних рослин; збереження і нагромадження ґрунтової вологи, активізація мікробіологічних процесів; загортання у верхню частину ґрунту післяжнивних решток і добрив; високоякісне виконання наступного заходу основного обробітку.

Люкс – одиниця вимірювання освітленості в Міжнародній системі одиниць (СІ). 1 люкс дорівнює освітленості, створюваної світловим потоком 1 лм, рівномірно розподіленим по поверхні площею 1 м².

Міжрядний обробіток – прийом обробітку ґрунту в міжряддях просапних культур за певних умов у поєднанні з поверхневим розпушуванням захисної зони та присипання сходів бур'янів у рядках.

Мульчування – вкривання поверхні ґрунту соломною, перегноєм, мульчпапером тощо для захисту ґрунту від пересихання й перегрівання. Мульчування розглядається як спосіб поліпшення фізичних агрономічних властивостей ґрунтів та ефективності дії мінерального живлення сільськогосподарських рослин. Перспективне в Україні для збереження ґрунтової вологи та запобігання втрат ґрунту внаслідок ерозійних процесів.

Окиснення – хімічний процес, під час якого елемент (або сполука) набуває електрони, при цьому ступінь окиснення її елементів знижується. Назва пов'язана з киснем, оскільки взаємодія субстанцій з киснем, озоном, пероксидами та іншими окисниками з утворенням кисневих сполук належить до найпоширеніших (і перших вивчених) процесів окиснення.

Оранка – полицевий спосіб обробітку ґрунту плугом, що забезпечує кришення, розпушення обертання шару ґрунту не менше як на 135°.

Пагін — багаторічне, нерозгалужене стебло з прикріпленими до нього листками. Пагін відростає від корення, який в свою чергу утримує пагін в наземному середовищі. Місце прикріплення листка на

пагоні — вузол. Ділянку пагона між вузлами називають міжвузлям. Середні величини довжини пагонів (**лінійний приріст**) за період часу.

Паливні брикети – спресовані вироби циліндричної, прямокутної або будь-якої іншої форми, довжиною 100-300 мм, яка не повинна перевищувати в п'ять разів їх діаметр, який більший ніж 25 мм, та зазвичай становить в межах від 60 до 75 мм.

Паливні гранули – це спресовані частинки рослинного походження, що мають форму циліндрів максимального діаметра до 25 мм і завдовжки від 10 до 50 мм. Паливні гранули можуть бути виготовлені з деревини, торфу, трави, лушпиння, соломи, вугільного пилу і багатьох інших видів рослинної сировини, а також їх сумішей.

Парникóвий ефект — явище в атмосфері Землі та інших планет, при якому енергія сонячних променів, відбиваючись від поверхні, не може повернутися у космос, оскільки затримується молекулами різних газів, що призводить до підвищення температури поверхні.

Парникóвий газ – газ, що поглинає теплове випромінювання поверхні Землі і хмар (інфрачервона радіація) і відбиває його назад до Землі.

Піщані частинки розміром 2-0,0 5мм в більшості випадків є уламками кварцу, рідше польові шпати та інші мінерали, крейдопилові частинки звичайно складаються з кварца або аморфної кремневої кислоти.

Поліпшений зяблевий обробіток – пізній зяблевий обробіток ґрунту після поверхневих та мілких обробітків літньо-осіннього періоду.

Приживлюваність живців – виражене у відсотках відношення числа живців, які прижились до загального числа висаджених живців.

Промі́лле, промі́ль – тисячна частка чого-небудь, позначається знаком ‰.

Рівномірність розміщування рослин – ступінь відхилення фактичної довжини інтервалів між рослинами цукрових буряків від їх середньої величини, який визначають коефіцієнтом варіації інтервалів.

Ріст – збільшення розмірів і маси рослин в результаті утворення нових клітин, тканин і органів у процесі індивідуального розвитку організму.

Система використання добрив у сівозміні – важлива ланка високопродуктивного землеробства. Однак зростаючі обсяги їхнього застосування (особливо при отриманні низьких врожаїв) мають наслідком забруднення навколишнього середовища. Основні його причини: значні втрати добрив на шляху завод – поле; змив добрив з поверхні полів у водойми; вилуговування по профілю ґрунтів ліофільних елементів та надлишкове їх накопичення в орному шарі за рахунок його переудобрювання; неправильна експлуатація тваринницьких комплексів та ін.

Суцвіття — це система видозмінених пагонів, що несуть квітки.

Теплотворна здатність палива – кількість теплоти в калоріях, що його виділяє 1 кг твердого чи рідкого палива або 1 м³ газоподібного палива при повному згорянні.

• Вища теплота згоряння – кількість тепла, що виділяється при повному згорянні 1 кг або 1 м³ робочого палива за умови, що водень, який міститься в ньому, згоряє з утворенням води.

• Нижча теплота згоряння – кількість тепла, що виділяється 1 кг або 1 м³ робочого палива, з урахуванням згоряння водню у водяну пару і випаровування вологи палива.

Технологічна спілість – придатність до переробки, визначається сумою всіх господарчозначимих і якісно вимірюваних властивостей рослини.

Тріска – подрібнена деревина встановлених або довільних розмірів, що утворюється в результаті подрібнення деревної сировини.

Фітоценоз - умовно обмежена ділянка землі з угрупованням рослин, об'єднаних умовами існування та взаємовпливом.

Фотосинтез – перетворення зеленими рослинами і фотосинтезуючими мікроорганізмами світлової енергії в енергію хімічних зв'язків органічних речовин: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{світло/хлорофіл}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$.

Фотосинтетична активна радіація (ФАР) – частина енергії сонячної (в діапазоні довжин хвиль 380...750 нм), яка може використовуватися рослинами для фотосинтезу. Становить близько 50% сумарної енергії випромінювання сонячного. Коефіцієнт використання ФАР рослинами: типовий (0,5 -1,5%), добрий (1,5-3,0%), теоретично можливий (6-8%).

Фотосинтетичний потенціал – середньо асимілююча поверхня листків (м^2), помножена на тривалість вегетаційного періоду.

Формування густоти стояння рослин - забезпечення необхідної густоти та рівномірності розміщування рослин садінням на кінцеву густоту.

Фрезерування ґрунту – прийом обробітку ґрунту фрезою, який забезпечує кришення, розпушування, часткове перемішування шару оброблювального ґрунту. Ф. г. застосовують для оброблення пласта на осушених болотах і заболочених землях, при освоєнні торф'яників, на ґрунтах луків і пасовищ, що задерніли, при їх поліпшенні, в лісівництві для підготовки ґрунту під лісові культури, в овочівництві і квітникарстві для обробки ґрунту в теплицях, парниках, на припарникових ділянках, в розплідниках. Досліджують ефективність вживання Ф. г. на старопахотних землях. Фрезерування – одна з операцій при видобутку торфу пошарово-поверхневим способом.

Фрезерування ґрунту болотною фрезою – розпушування і перемішування ґрунту на всю глибину орного шару болотною фрезою. Застосовують при освоєнні осушених земель, поліпшенні лук і пасовищ, вирощуванні овочевих і технічних культур на заплавах і торф'яних ґрунтах, а також в лісівництві. В результаті Ф. г. створюється пухкий шар, поверхня стає вирівняною, прискорюється розкладання органічних решток і нагромадження в ґрунті доступних для рослин поживних речовин.

Чиста продуктивність фотосинтезу – ступінь неттоасиміляції, вираженої в $\text{г CO}_2 / \text{м}^2 / \text{рік}$.

Ширина міжрядь – відстань між осьовими лініями двох суміжних рядків верби.

Список використаних джерел

1. Андриенко Т.Л. Мелкие болотные ивы (*S. lapponum*, *S. myrtilloides*, *S. rosmarinifolia*) на Украине / Т.Л. Андриенко // Бот. журн. – 1980. – 65, № 6. – С. 843-848.
2. Андриенко Т.Л. Растительный мир Украинского Полесья в аспекте его охраны / Т.Л. Андриенко, Ю.Р. Шеляг-Сосонко. – Киев: Наук. думка, 1983. – 216 с.
3. Афанасьев Д.Н. Деревно-чагарникова рослинність заплави Поліського Дніпра / Д.Н. Афанасьев // Укр. бот. журн. – 1958. – 15. №1. – С. 48-59.
4. Бабенко В.В. Влияние ростовых веществ на приживаемость и рост одеревесневших черенков некоторых видов кустарниковых ив в открытом грунте / В.В. Бабенко, Я.Д. Фучило // Совершенствование ведения лесного хозяйства и защитного лесоразведения: Сб. науч. Тр. УСХА. – Киев: Изд-во УСХА, 1988. – С. 39-44.
5. Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока СССР / А.Л. Бельгард. – Киев: Изд-во Киев. ун-та, 1950. – 264 с.
6. Бродіс Є.М. *Salix L.* / Є.М. Бродіс // Визначник рослин України / за ред. Д.К. Зерова. – Київ: Урожай, 1965. – С. 186-193.
7. Бродович Т.Н., Бродович М.М. Деревья и лантації запада СССР: Атлас / Т.Н. Бродович, М.М. Бродович. – Львов: Вища школа. Изд-во при Львов. ун-те, 1979. – 251 с.
8. Будниченко Н.И. Опыт посадки ив для биотехнических целей//Заповедники Белоруссии / Н.И. Будниченко. – 1985, № 10. – С. 37-41.
9. Ваканова Е.И. Мелиоративное и промышленное использование ивы длиннолистной на Украине / Е.И. Ваканова // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1972. – Вып. 29. – С. 113-114.
10. Використання лози // Продукційні сили України: Бюл. – Київ, 1929. - № 3. – С. 13-20.
11. Вісман Д. Розведення кошикової лози / Д. Вісман. – Харків: Рад. селянин, 1930. – 55 с.

12. Гелету́ха Г.Г. Бар'єри для розвитку біоенергетики в Україні. Частина 1 / Г.Г. Гелету́ха, Т.А. Желєзна // Промислова теплотехніка. – 2013, Т. 35, № 4. – С. 63-71.
13. Гелету́ха Г.Г. Бар'єри для розвитку біоенергетики в Україні. Частина 2 / Г.Г. Гелету́ха, Т.А. Желєзна // Промислова теплотехніка. – 2013, Т. 35, № 5. – С. 43-47.
14. Гелету́ха Г.Г. Енергетичний та екологічний аналіз технологій виробництва енергії з біомаси. Аналітична записка / Г.Г. Гелету́ха, Т.А. Желєзна, О.І. Дроздова. – БАУ № 8, 2014 <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-8-ua.pdf>
15. Гелету́ха Г.Г. Перспективи виробництва електричної енергії з біомаси в Україні / Г.Г. Гелету́ха, Т.А. Желєзна, Є.М. Олійник, А.І. Гелету́ха // Промислова теплотехніка. – 2013, Т. 35, № 6. – С. 67-75.
16. Гелету́ха Г.Г. Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні / Г.Г. Гелету́ха, Т.А. Желєзна, Є.М. Олійник // Промислова теплотехніка. – 2013, Т. 35, № 5. – С. 48-57.
17. Геоботанічне районування Української РСР. – Київ: Наук. думка, 1977. – 302 с.
18. Гордиенко И.И. Олешские пески и биогеоценотические ландшафты их зарастания / И.И. Гордиенко. – Киев: Наук. думка, 1969. – 242 с.
19. Гордиенко М.И. Методические указания по изучению и исследованию лесных культур / М.И. Гордиенко. – Киев: УСХА, 1979. – 90 с.
20. Гордієнко М.І. Морфометричні параметри та посівні якості насіння деяких представників роду *Salix* L. В умовах Полісся України / М.І. Гордієнко, Я.Д. Фучило // Науковий вісник УкрДЛТУ. – 1999. – Вип. 9, 10. – С. 56-58.
21. Гордієнко М.І. Чагарникові верби рівнинної частини України / М.І. Гордієнко, Я.Д. Фучило, А.Ф. Гойчук. – К.: ІАЕ УААН, 2002. – 174с.

22.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>

23.ДСТУ ISO 14040:2004 Екологічне керування. Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура (18014040:1997, IDT).

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>

24. 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>

25.Зелені скарби України / [Генсурук С.А., Кучерявий С.А., Гайдарова Л.Й., Бондаренко В.Д.] . – Київ: Урожай, 1991. – 192 с.

26.Иванова З.Я. Биологические основы и приемы вегетативного размножения древесных растений стеблевыми черенками / З.Я. Иванова. – Киев: Наук. думка, 1982. – 288 с.

27.Каталог раритетного біорізноманіття заповідників і національних природних парків України. Фітогенетичний фонд / Під наук. ред. д.б.н. С.Ю. Поповича. – Київ: Фітосоціологічний центр, 2002. – 276 с.

28.Кобезський М.Д. Лоза, її господарське значення і розведення / М.Д. Кобезський . – Київ-Харків: ДВКРЛ УСРР, 1936. – 66 с.

29.Кравцов Н.С. Использование заболоченных почв в поймах рек СССР для выращивания высокопродуктивных насаждений ивы белой / Н.С. Кравцов // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1965. – Вып. 5. – С. 71-79.

30.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)

31.Кулагин А.Ю. Экология ивы трехтычинковой / А.Ю. Кулагин // Экология. – 1981. – № 7. – С. 80-83.

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

33.Никитин И.А. Некоторые вопросы выращивания тополей / И.А. Никитин, И.И. Полубояринов, Н.И. Ониськів // Пути повышения продуктивности лесов. – Киев: Урожай, 1965. – С. 106-115.

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

35.Ониськів Н.И. Агротехника выращивания культур тополя в Полесье и Лесостепи УССР / Н.И. Ониськів // Лесовыращивание и лесовозобновление. – 1965. – № 1. – С. 15-18.

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

37.Ониськів М.І. Плантаційне вирощування деревини для потреб целюлозно-паперової промисловості / М.І. Ониськів, Я.Д. Фучило, М.В. Сбитна // Наук. вісн. УкрДЛТУ. – 2000. – Вип. 10.1. – С. 147-153.

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

39.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.

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

41.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%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%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)

42.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>

43.Саутин В.И. Выращивание и комплексное использование ивы / В.И. Саутин, П.Н. Райко, В.Н. Воробьев. – Минск: Ураджай, 1986. – 51 с.

44.Сидоров. А.И. Таннидные ивы / А.И. Сидоров. – Москва: Лесн. пром-сть, 1978. – 119 с.

45.Сирота Н.П. Киевское Полесье / Н.П. Сирота // Физико-географическое районирование Украинской ССР. – Киев: Изд-во Киевского ун-та, 1968. – С. 35-36.

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

47.Статистичні дані Європейської Комісії у секторі енергетики

48.Таблиці ходу росту і товарності насаджень деревних порід України. – Київ: Урожай, 1969. – 110 с.

49.Фучило Я.Д. Без верби і калини нема України / Я.Д. Фучило // Лісове і мисливське господарство. – 1998. – № 1. С. 27.

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

51.Фучило Я.Д. Види роду *Salix* L. в Україні та їхнє використання / Я.Д. Фучило // Наук. вісн. НАУ. – 1999. Вип. 17. – 348-351.

52.Фучило Я.Д. Вплив агротехніки створення енергетичних плантацій верб на їхню продуктивність / Я.Д. Фучило, М.В. Сбитна, О.Я. Фучило, Д.Я. Фучило // Лісове та мисливське господарство: стан та перспективи розвитку: Збірн. наук. статей уч. Міжнар. наук.-практ. конф. (27-29 листопада 2007 р., м. Житомир). – Т.І. – Житомир: ПП «Видавництво «Волинь», ОП «Житомирська облдрукарня», 2007. – С. 34-37.

53.Фучило Я.Д. Вплив умов місцезростання на ріст чагарникових верб у культурі / Я.Д. Фучило // Наук. вісн. УкрДЛТУ. – Вип. 5 – 1996. – С. 270-272.

54.Фучило Я.Д. Добір видів і форм верб (*Salix L.*) для створення енергетичних плантацій / Я.Д. Фучило, М.В. Сбитна, О.Я. Фучило // Лісове та мисливське господарство:стан та перспективи розвитку: Збірн. статей уч. Міжнар. наук.-практ. конф. (27-29 листопада 2007 р., м. Житомир). – Т. II. – Житомир: ПП «Рута», 2007. – С. 186-189.

55.Фучило Я.Д. Досвід та перспективи вирощування тополі (*Populus sp. L.*) у Південному Степу України / Я.Д. Фучило, М.В. Сбитна, О.Я. Фучило, В.М. Літвін // Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць. – 2009. – Вип. 7. – С. 66-69.

56.Фучило Я.Д. Особливості заготівлі і посадки зимових живців верб / Я.Д. Фучило // Наук. вісн. НАУ. – 1999. – Вип. 19. – С. 249-252.

57.Фучило Я.Д. Перспектива застосування видів роду *Salix L.* для створення енергетичних плантацій в Україні / Я.Д. Фучило, М.В. Сбитна, Д.Ф. Деркач // Український фітоценологічний збірник, випуск 25, серія С Фітоекотологія. 2007. – С. 97-102.

58.Фучило Я.Д. Про інтенсивність утворення і енергію росту вербового прута // Ліс. госп-во, лісов., папер і деревооброб. лант-сть. – 1990. – № 2. – С. 19.

59.Фучило Я.Д. Продуктивність енергетичних плантацій верб в залежності від агротехніки їх створення / [Я.Д. Фучило, А.Ф. Гойчук, М.В. Сбитна та ін.] // Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку: Матеріали III Міжвузівської науково-

практичної конференції (18 квітня 2008 р., м. Ірпінь). – Ірпінь: Національний університет ДПС України, 2008. – С. 86-88.

60.Фучило Я.Д. Продуктивність плантацій чагарникових верб в умовах Київського Полісся / Я.Д. Фучило // «Проблеми агропромислового комплексу: пошук, досягнення»: Тези доп. наук. конф. лант.-викл. складу та аспірантів УДАУ. – Київ: Вид-во УСГА, 1993. – С.159.

61.Фучило Я.Д. Цвітуть верби // Лісове і мисливське господарство. – 1997. – № 1. – С. 29.

62.Фучило Я.Д. Чагарникові верби Київського Полісся, створення та експлуатація їх плантацій. Автореф. ... канд. с.-г. наук. – Київ, 1994. – 22 с.

63.Черствін Г.О. Заготівля та зберігання насіння деревовидних верб / Г.О. Черствін. – Київ: Урожай, 1966. – 4 с.

64.Шестакова А.В. Инструкция по созданию промышленных ивовых плантаций / А.В. Шестакова. – Киев: УкрНИИМестпром, 1976. – 79 с.

65.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.

66.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

67.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.

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

69.FINBIO. 1998. Quality Assurance Manual for Recovered Fuels (REF/ RF). For Test Use. Finnish Bioenergy Association. Publications. 28

p. Jyväskylä, Finland. Finnish Forest Industries Federation. 1999. Facts and Figures. Statistics 1998. Helsinki 51 1999. Paino.

70. 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)

71. Hakkila, P. & Fredriksson, T. 1996. Metsämme bioenergian lahteena. Metsäntutkimuslaitos ja Pöytäenergia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 613. 92 s.

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/other_documents

72. Solid Biomass Barometer. EurObserv'ER, December 2012. <http://www.eurobserv-er.org/pdf/baro212biomass.pdf>

73. Solid Biomass Barometer. EurObserv'ER, December 2013. http://www.energiesrenouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro219_en.pdf

74. The Finnish Forest Research Institute. 69. European Bioenergy Outlook. AEBIOM, 2013 <http://www.aebiom.org/blog/aebiom-statistical-report-2013/>

75. 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, 2004 http://www.ieabcc.nl/publications/Nussbaumer_IEA_CED_V11.pdf

ДОДАТКИ

Інсектициди, які можуть бути застосовані для контролю шкідників у посадках біоенергетичної верби

Назва препарату (діючої речовини)	Норма витрати, л, кг/т, га	Об'єкти проти яких застосовується
1	2	3
Препарати для замочування живців перед посадкою		
Гаучо 70 WS, з.п. (імідорклопрід, 700 г/л)	0,1% розчин препарату	личинки хрущів, дротяники
Круїзер 350 FS, т.к.с. (тіаметоксам, 350 г/л)	- « -	- « -
Круїзер 600 FS, т.к.с. (тіаметоксам, 600 г/л)	- « -	- « -
Пончо Бета 453,3 FS, ТН (клотіанідин, 400 г/л + цифлутрин, 53,3 г/л)	- « -	- « -
Препарати для обприскування посадок		
Актара 240 SC, к.с. (тіаметаксам, 240 г/га)	0,14-0,15	попелиця вербова звичайна, вербова горностаєва міль, вербовий шовкопряд-листовійка, вербова хвилівка, вербовий листоїд
Актара 25 WY, в.г. (тіаметаксам, 250 г/га)	0,14	попелиця вербова звичайна, вербова горностаєва міль, вербова хвилівка, вербовий листоїд
Актеллік 500 ES, KE (іпріміфос-метил, 500 г/л)	0,8-1,2	попелиця вербова звичайна, вербова горностаєва міль, вербова хвилівка, вербовий шовкопряд-листовійка, звичайний павутинний кліщ
Арріво, к.е. (циперметрин, 250 г/л)	0,16-0,32	попелиця вербова звичайна, вербова горностаєва міль, щитівка вербова
Бі-58 новий, к.е. (диметоат, 400 г/л)	0,8-2,0	вербовий шовкопряд-листовійка, попелиця вербова звичайна, вербова горностаєва міль, вербова хвилівка, щитівка вербова, вербова галиця різнодомна, звичайний павутинний кліщ
Децис Профі 25 WY, ВГ (дельтаметрин, 250 г/кг)	0,1	вербовий шовкопряд-листовійка, попелиця вербова звичайна

1	2	3
Децис f –Люкс 25 ЕС, к.е. (дельтаметрин, 25 г/л)	0,5-1,0	вербовий шовкопряд-листовійка, попелиця вербова звичайна
Дурсбан 480, к.е. (хлорпіріфос, 480 г/л)	2,0	вербовий шовкопряд-листовійка, попелиця вербова звичайна, щитівка вербова, звичайний павутинний кліщ, вербова горностаєва міль
Енжіо 247 ЕС, к.с. (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тіаметоксин, 141 г/л)	0,18	вербовий шовкопряд-листовійка, попелиця вербова звичайна, вербова горностаєва міль, звичайний павутинний кліщ
Золон 35, к.е. (фозалон, 350 г/л)	2,5-3,0	звичайний павутинний кліщ, попелиця вербова звичайна, вербовий шовкопряд-листовійка, вербова горностаєва міль
Карате 050 ЕС, к.е. (лямбда-цигалотрин, 50 г/л)	0,3-0,4	звичайний павутинний кліщ, попелиця вербова звичайна, вербова горностаєва міль, вербова галиця різнодомна
Карате Зеон 050 CS, мк.с. (лямбда-цигалотрин, 50 г/л)	0,3-0,4	звичайний павутинний кліщ, попелиця вербова звичайна, вербовий шовкопряд-листовійка
Коннект 112,5 SC, КС (імідаклоприд, 100 г/л + бетацифлутрин, 12,5 г/л)	0,4-0,5	вербова хвилівка, попелиця вербова звичайна
Конфідор 200 SL, РК (імідаклоприд, 200 г/л))	0,2-0,3	попелиця вербова звичайна, звичайний павутинний кліщ
Моспілан, ВП (ацетаміпрід, 200 г/л)	0,15-0,20	вербова горностаєва міль, попелиця вербова звичайна, вербовий шовкопряд-листовійка
Пірінекс супер 420, КЕ (біфентрин, 20 г/л + хлорпіріфос, 400 г/л)	2,0	вербовий шовкопряд-листовійка, звичайний павутинний кліщ, попелиця вербова звичайна
Сумітїон, КЕ (фенілпропін, 500 г/л)	0,8-1,5	щитівка вербова, вербова горностаєва міль, попелиця вербова звичайна
Фастак, КЕ (альфаціперметрин, 100 г/л)	0,15-0,25	вербовий шовкопряд-листовійка, вербова горностаєва міль, попелиця вербова звичайна
Ф'юрі, в.е. (зетаціперметрин, 100 г/л)	0,2-0,3	вербовий шовкопряд-листовійка, вербова горностаєва міль, попелиця вербова звичайна

Машины для виробництва тріски

Марка деревопо- дрібню- вача	Виробник	Тип подрібню- вального пристрою	Товщина подрібню- вальної деревини, см	Привід	Потуж- ність, кВт	Продук- тивність, т/год.	Маса, кг
Малогабаритні деревоподрібнювачі							
GSE 15	BGU Maschinen (Німеччина)	молотко- вий	до 5	електродвигун	2,2	0,4	86
Bio 50	Caravaggi (Італія)	дисковий	до 4	карбюраторний двигун	3,7	0,4	55
Bio 80	Caravaggi (Італія)	дисково- молотковий	до 7	карбюраторний двигун	6,6	0,5	80
OL 2500 T	Ochler Maschinen (Німеччина)	роторний	до 12	ВВП енергозасобу	25-40	3-4	490
PZ i 10	Pezzolato (Італія)	дисковий	до 11	дизельний двигун	18	0,5	365
HJ-4M	Junkkari (Фінляндія)	дисковий	до 10	ВВП енергозасобу	10-35	0,5-1,5	172
CIP 800-119	Green Technic (Італія)	бара- банний	до 6	карбюраторний двигун	6,6	0,5	150
Малопотужні деревоподрібнювачі							
HH 520/30D	BGU Maschinen (Німеччина)	бара- банний	до 30	дизельний двигун	52	4-7	3500
TV 27-40	Vandacle (Німеччина)	дисковий	до 27	дизельний двигун	68	5-8	2750
Cippo 25	Caravaggi (Італія)	дисковий	до 25	дизельний двигун	59	3,5	1660
DP 660T	Олнова (Україна)	дисковий	до 16	ВВП енергозасобу	24	2-4	760
OL 2600 D	Ochler Maschinen (Німеччина)	дисковий	до 25	карбюраторний двигун	36	5-7	1500
PZ 210	Pezzolato (Італія)	дисковий	до 21	дизельний двигун	38	5,5	1180
HJ-260 G	Junkkari (Фінляндія)	дисковий	до 25	ВВП енергозасобу	30-75	1,7-5	740
NHS 840	EIFO Forsttechnik	дисковий	до 21,5	ВВП енергозасобу	36	3-5	900
Coronet 160	Rabaud (Франція)	роторний	до 16	дизельний двигун	40	3-4	1200
RM 800,5	(Україна)	дисковий	до 15	ВВП енергозасобу	50	4-5	665
Деревоподрібнювачі середньої потужності							
PTH 700/600	Pezzolato (Італія)	бара- банний	30-40	дизельний двигун	169	10-12	5300
Natura 350	Rabaud (Франція)	дисковий	до 35	карбюраторний двигун	160	13-17	3100
NHS 960	EIFO Forsttechnik	дисковий	до 30	ВВП енергозасобу	80	7-9	1050
Biber 7	Eschlhock Maschintnfabric (Німеччина)	дисковий	до 35	ВВП енергозасобу	44-125	8-12	5000
TV 40-52	Vandacle (Німеччина)	дисковий	до 40	дизельний двигун	120	9-13	2750
HJ-350	Junkkari (Фінляндія)	дисковий	до 35	ВВП енергозасобу	75-140	5-12	2200
Високотужні дерево подрібнювачі							
HJ-500 C	Junkkari (Фінляндія)	дисковий	до 45	ВВП енергозасобу	80-150	8-25	2500
Hacker modell PTH 900/820	Pezzolato (Італія)	бара- банний	45-50	дизельний двигун	169	25-30	12300
NHS 1400	EIFO Forsttechnik	дисковий	до 45	ВВП енергозасобу	188	25-30	4500
Biber 92	Eschlhock Maschintnfabric (Німеччина)	бара- банний	до 75	дизельний двигун	397	35-40	26000
Chippe 510C	Komptech	бара- банний	до 75	дизельний двигун	370	45	18000

Рекомендації сільськогосподарським товаровиробникам, які планують поставляти біосировину в країни ЄС: що потрібно знати про біосировину для підтвердження вимогам

З метою сприяння розвитку біоенергетики в країнах Європейського Союзу була прийнята Директива Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС «Про стимулювання використанню енергії з відновлюваних джерел та внесення змін та наступної заміни Директив 2001/77/ЄС та 2003/30/ЄС» від 23 квітня 2009 року.

Дана директива охоплює велике коло ініціатив, якими Євросоюз планує впорядкувати виробництво біопалив. Запровадження нових вимог до так званого «сталого» виробництва біопалива в ЄС зумовило виникнення цілого ряду адміністративних та процесуальних питань, як в межах ЄС, так і у країнах - експортерах до ЄС. Передумовами прийняття такого рішення було зростаюче занепокоєння з приводу негативних наслідків інтенсивного нарощування виробництва біопалива (вирубубування лісів, непрямий вплив змін використання земель, підвищення цін на продукти харчування), кожен з яких здобув різний ступінь підтримки в суспільстві¹. Причинами того, що біопаливо поступово визнавалося таким, що конкурує з продовольчими культурами, стало стрімке розширення площ під енергетичними культурами у країнах-провідних виробниках біопалива в ЄС, зокрема в Німеччині, де під ріпаком в останні роки знаходилось до 20% ріллі.

Для України питання «сталості» виробництва є особливо важливим, враховуючи обсяги експорту сільськогосподарської продукції з України до ЄС (у 2008/2009 МР експорт ріпаку до ЄС становив 87% зібраного врожаю в Україні). Довгий час експорт ріпаку до ЄС з України, окрім непрямой підтримки у вигляді програм розвитку біопаливної промисловості в ЄС (податкові пільги, введення

¹ Наприклад, у 2008 МВФ вказував негативний вплив ринку біоетанолу на зростання цін на кукурудзу. Див. <http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=89545855>

обов'язкових квот), заохочувався лояльною торгівельною політикою ЄС (нульова ставка імпортного мита за даними Митного Союзу). ЄС залишається основним ринком для українських виробників ріпаку та олій, враховуючи його обсяги біодизельної промисловості. Висока частка європейських ринків у джерелах збуту українського ріпаку, та іншої сільгосппродукції, підкреслює необхідність вивчення та своєчасних дій усіх зацікавлених сторін ринку стосовно нових вимог, пов'язаних з регулюванням торгівлі цією продукцією та, що висуваються країнами-торгівельними партнерами України.

Директива ЄС 2009 року - основа впровадження нових вимог до біопалива та біопаливної сировини²

Директива ЄС про відновлювальну енергію набула чинності 25 червня 2009 року. Країни-члени ЄС повинні імплементувати положення цієї директиви у своєму національному законодавстві до 5 грудня 2010 року (тобто Директива не є документом прямої дії). Ключовими питаннями, висвітленими в Директиві які стосуються українських сільгосптоваровиробників, є затвердження так званих вимог (критеріїв) сталості до певних видів біопалив³, що охоплюють характеристики використання біопалива та вирощування сировини. Перед визначенням цих вимог у Директиві чітко вказано про те, що сфера поширення цих вимог охоплює біопаливо та біопаливну сировину, що споживається всередині ЄС, незалежно від того, чи походить це біопаливо (сировина) з країни-члена ЄС чи з третьої країни. Це означає, що нові вимоги стосуватимуться всієї сільськогосподарської продукції (сировини) в т.ч. ріпаку, кукурудзи, сої, сорго, та іншої сировини, яка імпортується з України та в подальшому використовуватиметься у виробництві рідкого та газоподібного палива для транспорту, та рідкого палива для опалення та виробництва електроенергії на території ЄС.

Мета висування нових вимог - прив'язати можливість отримання

² Директива 2009/28/ЄС про стимулювання використанню енергії з відновлюваних джерел та внесення змін та наступної заміни Директив 2001/77/ЄС та 2003/30/ЄС від 23 квітня 2009 року

³ Рідке та газоподібне біопаливо для транспорту та рідке паливо для електроенергії, опалення та охолодження

державної підтримки (наприклад, податкових пільг) лише для тих поставок біопалива, для яких можна підтвердити сталість виробництва. Таким чином, визначені види біопалива, а саме рідке та газоподібне паливо для транспорту та рідке паливо для електроенергії, опалення та охолодження, які не відповідають вимогам сталості, не зараховуються до цільових показників часток відновлювальної енергії⁴ та виключаються з програм підтримки (наприклад, податкових пільг) в ЄС та країнах-членах. Це означає, що нові вимоги не охоплюють твердих біопалив з сільськогосподарської сировини (наприклад, паливних брикетів з ріпакової соломи), а також біомаси, що не використовується в енергетичних цілях (наприклад, ріпак для виробництва харчової ріпакової олії). Втім, до кінця 2010 року, країни-члени ЄС мають впровадити положення Директиви в національному законодавстві, в тому числі механізми підтвердження сталості виробництва визначених видів біопалив, що зрештою і закріпить остаточний порядок підтвердження сталості для українських постачальників. Крім того, Директива зобов'язує Європейську Комісію подати звіт про вимоги сталості для твердих біопалив та біогазу і відстежувати впровадження національних схем стандартів сталості для цих видів біопалив⁵. Це свідчить про те, що Директива про відновлювану енергію ЄС створює законодавчу платформу, на основі якої у подальшому прийматимуться регуляторні акти про усі види біопалива на рівні країн-членів ЄС⁶, що деталізуватимуть критерії до їх виробництва та в тій чи іншій мірі торкатимуться українських постачальників. Про що ж саме ідеться в нових вимогах сталості?

Перелік вимог сталості можна розділити на ті, що стосуються біопалив (вимоги щодо обсягів скорочення викидів парникових газів)

⁴ Директива визначає обов'язкові до виконання всіма країнами членами ЄС частки відновлювальної енергії у 2020 році - 20% відновлювальної енергії в середньому по ЄС (окремі частки наведені для кожної окремої країни в залежності від сучасного рівня споживання відновлюваної енергії) та 10% відновлювальної енергії в транспортному секторі (обов'язкова частка для усіх країн-членів ЄС).

⁵ Такий звіт представлено в Комюніке ЄК СОМ (2010) 11 від 25 лютого 2010 року.

⁶ Директивою встановлюється необхідність гармонізувати ці вимоги та механізми підтвердження на рівні ЄС принаймні для визначених Директивою видів біопалив.

та ті, що стосуються біопаливної сировини (обмеження використання певних видів земель), які слід враховувати українським учасникам ринку.

Розрахунок обсягів скорочення викидів парникових газів (CO_2 еквіваленту (CO_2 , NO_2 , CH_4)) подається у порівнянні з використанням традиційного палива (бензину та дизельного палива) та враховує викиди на всіх етапах виробництва біопалива, включаючи вирощування (видобування) первинної сировини (наприклад, ріпаку). Згідно з вимогами Директиви, установки, що розпочали виробництво біопалива після січня 2008 року (нове виробництво), повинні забезпечувати скорочення обсягів викидів парникових газів на рівні 35%⁷. з 2017 року - 50%, з 2018 - 60%. У певних випадках, у тому числі і при імпорті біопаливної сировини до ЄС (ріпаку та іншої сировини з України) дозволяється використовувати так звані стандартні значення обсягів скорочення викидів, що розраховані окремо для різних типів виробництв біопалива (див. рисунок 1), а також для різних етапів ланцюга виробництва та постачання біопалива.

Стандартні значення для ріпаку вказують на те, що сьогодні за показником скорочення викидів парникових газів, біодизель з ріпаку вважається сталим, однак за умов збереження сучасного рівня технологій та існуючих стандартних значень (Європейська Комісія вказує на намір переглядати ці значення у майбутньому) біодизель з ріпаку може вважатися таким, що не відповідає вимогам сталості, а отже попит на нього з боку постачальників палива, а отже і попит на ріпак як сировину для його виробництва може знизитися у порівнянні з іншими видами сировини. Проте Директива передбачає, що виробники мають змогу розраховувати не стандартні, а фактичні значення скорочення викидів⁸, демонструючи відповідність новим вимогам (наприклад, з використанням безвідвальних технологій виробництва ріпаку, що зберігають залишки карбону в ґрунті). Таким чином, кожен

⁷ Установки, введені в експлуатацію до січня 2008 року, мають перехідний період до 1 квітня 2013 року.

⁸ Загальна методологія розрахунку обсягу скорочення викидів парникових газів наведена в Додатку С Директиви

учасник ринку при переході біомаси до наступного учасника разом зі стандартними документами має подавати значення викидів парникових газів. До 2017 року українські виробники сільськогосподарської продукції можуть вказувати стандартне значення викидів для стадії вирощування - 29 г CO₂ еквіваленту на 1 МДж.

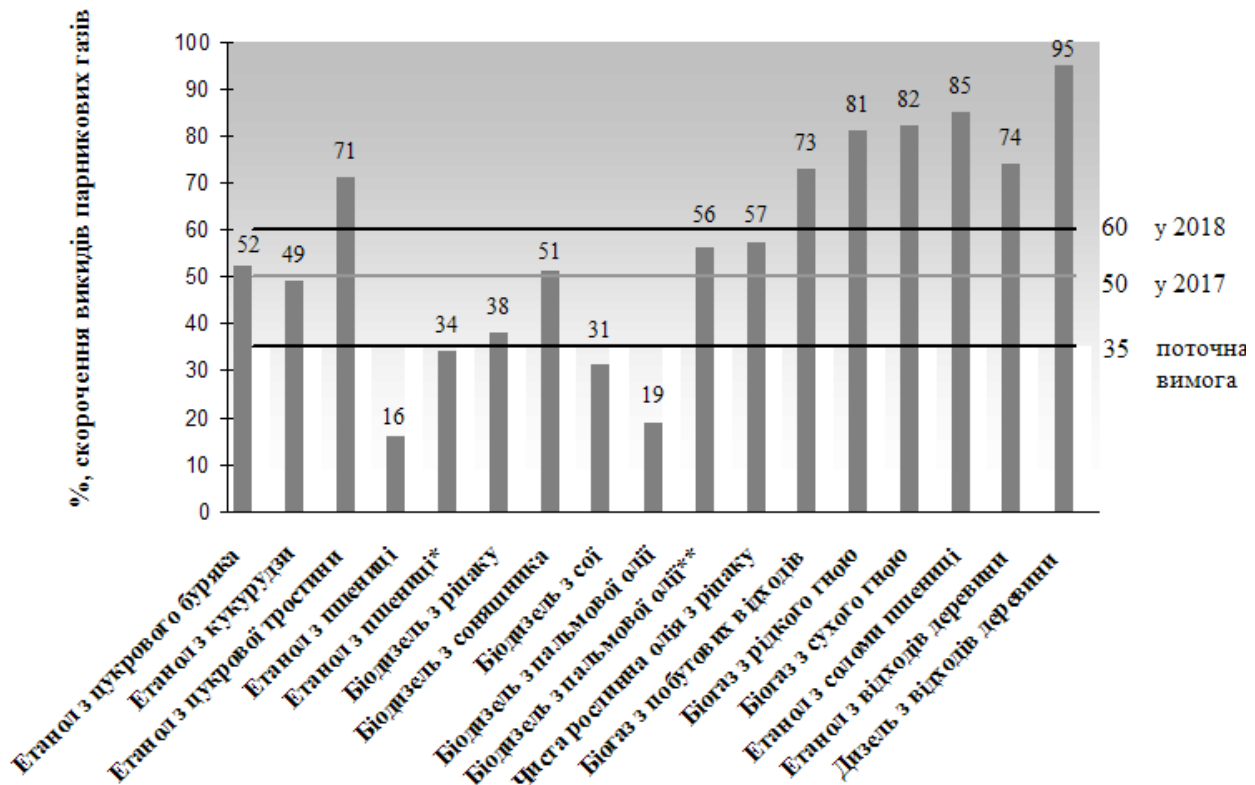


Рис. 1 Вимоги скорочення викидів парникових газів

Примітка: *з використанням природного газу як палива у звичайних бойлерах
** зі збиранням метану на олійному заводі

Джерело: презентація на основі Додатку V Директиви 28/2009/ЄС

Вимоги сталості стосовно виробництва сировини (пункти 2-6 ст. 17 Директиви) обмежують використання земель з високим показником біорізноманіття (природні ліси, заповідні зони) та зі значними запасами карбону (лісисті території, водно-болотні угіддя), а також торфовища. Використання таких земель можливе лише з наданням доказів того, що статус таких земель (або ж залишок карбону) до та після зміни цільового використання земель залишається незмінним. Важливо врахувати, що нові вимоги поки що не враховують так званого непрямого впливу зміни цільового

використання земель (переміщення вирощування інших культур внаслідок збільшення посівних площ під енергетичними культурами), проте згодом такі вимоги можуть бути розроблені (див. таблицю 1).

Таблиця 1

Вимоги сталості, що стосуються біопалив та біопаливної сировини

Критерій сталості	Опис	Примітки
1. Скорочення викидів парникових газів (ст. 17 (2) ДВЕ)	• щонайменше 35% для установок, введених в експлуатацію після 23 січня 2008 року, • щонайменше 50% з 2017, • щонайменше 60% для установок, введених в експлуатацію після 2017 року	Детальна методологія для розрахунку скорочення викидів ПГ наведена в додатку V Директиви. Якщо біопаливо вироблялося до 23 січня 2008 року, вимога 35% набуває чинності з 1 квітня 2013 року.
2. Обмеження використання земель (ст. 17 (3) - 17 (5) ДВЕ)	Сировина для виробництва біопалив не може вирощувати на землях з наступним статусом: • землі з високим рівнем біорізноманіття (ліс та лісисті території, заповідні зони, біорізноманітні луки), • землі з високим вмістом карбону (водно-болотяні угіддя, ліси з визначеним рівнем покриву), • торфовища.	В багатьох випадках надання додаткових доказів про збереження землею визначених характеристик, дає змогу фермерам задовольняти ці вимоги.
3. Практика належного господарювання (вимоги зустрічної відповідності) (ст. 17 (6))	Вимоги зустрічної відповідності, розроблені в рамках спільної аграрної політики, поширюються на вирощування сировини для біопалива.	Вимоги зустрічної відповідності стосуються тільки виробників сировини в ЄС.
4. Соціальна сталість біопалива (Ст. 17 (7))	Політика у сфері біопалива не повинна негативно впливати на наявність продуктів харчування, повинна захищати права на землю та торкатися широких питань розвитку в ЄС та третіх країнах	Питання розвитку охоплюють положення про використання праці з прийняття та впровадження конвенцій МОП, визначених в Директиві.

Крім того, Європейська Комісія зобов'язується відстежувати вплив зростання споживання біопалива на ціни на продукти харчування та більш широке коло соціальних питань у третіх країнах (охорона води, ґрунту та навколишнього середовища, використання дитячої праці та ін.), аналіз яких подаватиметься у вигляді звітів Європейської Комісії кожні два роки, починаючи з 2012 року. В сукупності такі критерії та заходи утворюють поняття «сталості»⁹, на яке спираються дослідники, учасники ринку та посадовці.

Яким чином підтверджується сталість біопалива та сировини: що потрібно знати про сертифікацію

Директива зобов'язує країни-члени впровадити заходи для того, щоб гарантувати, що економічні агенти подають достовірну інформацію про дотримання вимог сталості для біопалив. Це означає, що розробка та впровадження схем сертифікації відноситься до повноважень національних урядів країн ЄС. Втім, Комісія визначає перелік необхідної і достатньої інформації для «уникнення надмірного навантаження для операторів ринку», у тому числі для дрібних фермерів, асоціацій виробників.

В цілому, існує три шляхи продемонструвати відповідність критеріям сталості:

- а) визнання національних добровільних схем, які охоплюють один чи декілька вимог сталості на рівні ЄС;
- б) дво- та багатосторонні угоди з третіми країнами;
- в) національними схемами підтвердження країн-членів ЄС.

Своїм окремим рішенням Європейська комісія визнає, в якій мірі кожен запропонований спосіб забезпечує підтвердження вимогам сталості (визнання добровільних схем та національних схем, визнання двосторонніх угод та терміну їх дії) Ці три способи і визначають необхідні заходи для зацікавлених сторін: уряду, експортерів та господарств. Перший спосіб стосується виробників в

⁹ Вимоги сталості та скорочення викидів парникових газів також наведені в ст. 7-6 та 7-а Директиви 98/79/ЄС про якість пального від 13 жовтня 1998 року

середині ЄС та покликаний прискорити адаптування вже існуючих добровільних схем сталості до вимог Директиви¹⁰

Дво- та багатосторонні угоди між Європейською комісією та третіми країнами можуть містити положення про те, які дані від учасників ринку на кожному етапі є достатніми для підтвердження сталості. Інтерпретуючи ці положення Директиви, окремі аналітики відзначали, що прийняття подібних угод може означати автоматичне визнання сталою біомасу, що постачається з відповідних країн. Проте, такі угоди скоріше слід розглядати як можливість зменшення адміністративного навантаження на виробників шляхом взаємовизнання існуючих практик господарювання.

Національні схеми підтвердження країн-членів ЄС - це той механізм, який вже розпочав свою роботу, та про який ідеться при аналізі необхідності сертифікації українських виробників ріпаку. Такі схеми розробляються на рівні країн-членів ЄС, а отже їхні вимоги можуть відрізнятися між собою. У Німеччині уже прийнято 2 відповідні постанови: Постанова про стале виробництво біопалива (BioKraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung - BiokraftNachV) від 30 вересня 2009. та Постанова про стале виробництво біоелектроенергії (Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung - BioSt-NachV) від 23 липня 2009.

Цими постановами передбачено, що до 1 січня 2010 року уся біомаса, що постачається для виробництва біопалива в Німеччині, має бути сертифікована щодо відповідності вимогам сталості. Це означає, що нові вимоги вже торкнуться урожаю ріпаку 2010 року. Країни-члени мають затвердити схеми сертифікації до 5 грудня 2010 року, отже з 2011 року уся сільськогосподарська продукція, що постачається на територію ЄС для виробництва біопалива з України має відповідати вимогам сталості.

Для сертифікації міжнародних постачальників сировини в Німеччині діє дві системи сертифікації: ISCC - міжнародна система

¹⁰ Велика Британія та Німеччина докладали чималих зусиль у цьому напрямку. Зараз національні уряди оцінюють ступінь відповідності цих стандартів з вимогами Директиви та вносять необхідні зміни чи приймають нові стандарти там, де це необхідно

сертифікації сталості та карбону та REDcert - сертифікація згідно з положеннями директиви¹¹. Федеральним агентством сільського господарства та продовольства Німеччини станом на серпень 2010 року в рамках системи ISCC та REDcert акредитовано 12 та 16 органів сертифікації відповідно, які уповноважені здійснювати з визначеною періодичністю інспектування відповідних підприємств для видачі (або відмови) сертифікатів, що підтверджують сталість¹². Оскільки дія сертифікатів обмежується в часі (12 місяців), тому інспектуванню підлягатиме врожай кожного наступного року.

Підприємства, що підлягають обов'язковій сертифікації, заготівельні пункти, склади, переробники) підлягають обов'язковому інспектуванню (а отже повинні мати сертифікат).

Для зменшення навантаження на сільськогосподарські підприємства, їм дозволено заповнювати форму (декларацію) (див. Вставка 1), у якій зазначаються основні характеристики виробництва біомаси, у такому випадку вони підлягають вибіркового інспектуванню. Така декларація¹³ подається першому покупцю і використовується далі у підтвердженні дотримання вимог сталості.

Зокрема, вимагається вказати:

- чи вирощена сільськогосподарська продукція в т.ч. ріпак на ріллі (тобто, чи земельна ділянка мала цей статус і не відбулося змін її цільового використання до чи після січня 2008 року),
- чи дотриманні положення про виростання природоохоронних зон,
- розташування земельної ділянки (зазначається наявність документів, що засвідчують розташування земельної ділянки),
- а також необхідно вказати, що для розрахунків скорочення викидів парникових газів використовується стандартна величина і визнати можливість перевірки поданих даних незалежними аудиторами.

¹¹ Детальніше про функціонування систем та акредитовані органи сертифікації, див. <http://www.iscc-system.org> та www.redcert.org

¹² Насправді «сертифікат» видається лише на останній стадії ланцюга постачання біопалива на основі зібраних на всіх попередніх етапах видається «підтвердження сталості». Ми вживаємо ці терміни як синоніми.

¹³ Розроблена Федеральним агентством сільського господарства та продовольства Німеччини.

Самостійна заява сільськогосподарського підприємства щодо сталості біомаси відповідно до Постанови про стале виробництво електроенергії з біомаси та Постанови про стале виробництво біопалива - вирощування за межами ЄС

Цим засвідчую, що вирощена й поставлена мною біомаса відповідає вимогам Постанов про сталість та що наявні відповідні підтвердження (будь ласка, позначте хрестиком належне положення):

- | | | |
|----|--------------------------|--|
| 1. | ☐ | Біомаса вирощена на ріллі, яка вже перед 01.01.2008 року мала цей статус. Окрім цього, вона вирощена на землях, що не підлягають захисту (параграфи 4 - 6 Постанов про сталість), які були перетворені на ріллю після 01.01.2008 року. |
| 2. | ☐ | Біомаса вирощена на землях у межах захисних зон з дозволом господарським використанням. Вимоги, пов'язані з статусом захисних зон, дотримані. |
| 3. | ☐ | Документи про місце вирощування біомаси (підтвердження полігонометричним методом згідно з параграфом 26 Постанов про сталість або подібного підтвердження площі щодо польових блоків, земельних ділянок). |
| | ☐ | Наявні у мене, з ними можна ознайомитись у будь-який час |
| | ☐ | Наявні у першого заготівельника поставленої мною біомаси. |
| 4. | ☐ | Для обрахунку балансу викидів парникових газів має використовуватись стандартна величина (параграф 8 та Додаток 2 Постанов про сталість). |

Вказівка: внаслідок цієї самостійної заяви сільськогосподарський виробник бере до уваги, що аудитори визначені Федеральним відомством з сільського господарства та харчування пунктів сертифікації можуть перевірити, чи дотримуються вимоги параграфів 4 - 7 Постанов про сталість.

Місце, дата, підпис

Бланк Федерального відомства з сільського господарства та харчування

З попереднього аналізу випливає, що на всі ці запитання більшість господарств без труднощів мають змогу дати позитивну відповідь, за винятком карт розташування земельних ділянок, на яких вирощується біомаса для виробництва біопалива.

Очікується, що аудитори перевірятимуть 5% виробників сировини поза межами ЄС та 3% виробників на території ЄС. Певний час обговорювалося питання, чи достатньою умовою для підтвердження відповідності вимогам сталості є подання самостійної заяви, адже з відповідних постанов в Німеччині випливало, що така заява є достатнім підтвердженням для господарств в середині ЄС (які дотримуються практики господарювання та вимог зустрічної відповідності), а рішення про те, чи достатньою є така заява для господарств за межами ЄС мало прийматися в межах системи управління ризиком окремої системи сертифікації.

В системах сертифікації, що розробляються іншими країнами-членами ЄС відпрацьовуються альтернативні механізми мінімізації витрат для дрібних товаровиробників. Так, наприклад, в Нідерландах, в межах системи сертифікації NTA 8080/8081 розглядається можливість групової сертифікації малих підприємств разом з визначення критеріїв отримання статусу такого підприємства¹⁴

Сьогодні вже проведено перші інспектування українських виробників в декількох областях України німецькими органами сертифікації. За існуючої практики, обов'язковому інспектуванню підлягають 5% зацікавлених господарств. Таке інспектування ініціюється зацікавленими трейдерами, які визначають своїх постачальників, серед яких щорічно інспектуватиметься 5% підприємств. За даними органів сертифікації Німеччини, однією з головних перешкод у процесі перевірки є недостатній доступ до інформації про розташування земельних ділянок (зокрема карт природоохоронних зон). Сьогодні виробники ріпаку мають змогу

¹⁴ Стан розробки національних систем сертифікації та інші заходи для досягнення цілей директиви викладений в національних планах заходів, які розміщуються на загальнодоступній платформі http://ec.europa.eu/energy/renewables/transparency_platform/action_plan_en.htm

звертатися до органів сертифікації безпосередньо чи до своїх торговельних партнерів.

Витрати, пов'язані з сертифікацією можуть бути розподілені між учасниками ринками. Згідно з заявами розробників систем сертифікації в різних країнах (зокрема Німеччині та Нідерландах), ці витрати не перевищуватимуть 1-2% від вартості тони ріпаку.

Очевидно, слід забезпечити умови для того, щоби утримати експортні можливості на тому рівні, який відповідатиме попиту на сировину з боку ЄС з врахуванням зростання зобов'язань щодо часток відновлюваної енергії у споживанні. Встановлення нових вимог чітко відображає довгострокову стратегію ЄС прив'язати державні програми підтримки біопалива до їх потенціалу стосовно скорочення викидів парникових газів. Крім того, окремі положення Директиви засвідчують прагнення надавати в майбутньому перевагу біопаливу другого покоління (внесок якого до цільових часток обліковується двічі) та біоелектроенергії в транспорті (внесок якої вираховується з коефіцієнтом 2.5). Втім, це не перешкоджатиме експортерам диверсифікувати свої ринки збуту і продавати ріпак для харчових цілей. Основна загроза, пов'язана з неможливістю підтвердити сталість сировини буде полягати у втратах валютної виручки, а отже втрат для всього аграрного сектору України.

Таким чином, прийняття нових вимог може розглядатися як часткове погіршення умов торгівлі. Для утримання позицій по сільськогосподарської продукції та ріпаку українського походження, значну роль відіграватимуть трейдери - успішна диверсифікація ними торговельних потоків (зі зростанням попиту на ріпак як сировину для біопалива, можуть відкритися можливості його продажу для продовольчих цілей). З 2010 року сертифікації підлягатиме експорт продукції лише в декілька країн ЄС: Німеччину (де вже діють вимоги щодо обов'язкової сертифікації), а також Бельгію та Нідерланди, звідки постачається рослинна олія для подальшої переробки для виробництва біодизелю в Німеччині. Таким чином, частина ринків ЄС у 2010 році залишилася відкритою. Разом з тим, може посилитися

конкуренція з боку сертифікованої продукції, що постачатиметься з інших країн СНД, це стимулюватиме трейдерів створити належні умови для аудиту та інформаційного забезпечення українських сільгосптоваровиробників. У 2011 році системи сертифікації були запроваджені в усіх країнах-членах ЄС.

Для сільгосптоваровиробників настав час встановлювати контакти з органами сертифікації та з зацікавленими трейдерами та ініціювати пілотні проекти сертифікації для того, аби отримати необхідний досвід. Від трейдерів або ж безпосередньо від органів сертифікації можна отримати детальну інформацію про ті заходи, які необхідно здійснити на підприємстві для того, аби успішно проходити інспектування. Як правило, процес підтвердження сталості органами сертифікації відбувається в декілька етапів. В результаті попередньої перевірки буде виявлено ключові характеристики ведення господарської діяльності для визначення відповідності критеріям сталості. Окрім базових запитань на основі самостійної декларації, інспектори будуть торкатися різних аспектів діяльності підприємства (розгорнуті рекомендації для таких запитань розроблені ISCC та уніфіковані для проведення інспекцій по всьому світу). В результаті такої попередньої перевірки виявляються «суттєві» та «незначні» невідповідності вимогам сталості. Незначні невідповідності можна усунути в короткостроковій перспективі, втім, у випадку виявлення суттєвих невідповідностей, отримання підтвердження сталості від органу сертифікації може ускладнитися.

Підсумовуючи, варто зазначити, що в цілому, виробництво сільськогосподарської продукції відповідає вимогам сталості ЄС. Однак, для забезпечення необхідного підтвердження «сталості» у відповідності до встановлених критеріїв ЄС, необхідна ефективна та злагоджена робота науки, органів виконавчої влади та учасників ринку.

**ТИПОВА ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА З ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ (перший рік)**

Площа - 100 га

Вихід живців 400000 шт./га

№ п/п	Технологічні операції	Оди ниці ви- мі- ру	Об- сяг ро- біт, т(га)	Склад агрегату		Норма виробітку, т(га)	Затрати праці, люд-год	Оплата праці з нарахуванням, грн.	Витрати пально- го, грн.
				трактори	с.г.ма- шини				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розділ 1. Основний обробіток ґрунту									
1	Обробіток ґрунту мульчуванням (квітень)	га	100	ХТЗ-121	Мульчар	30,0	23,1	1010,8	6720
2	Лущення (2 разовий обробіток) на глибину обробітку ґрунту 10-12 см (травень-червень)	га	200	ХТЗ-121	БДВП-5,5 БДТ-7	25,0	56,0	2450,8	12992,0
3	Транспортування води (250 л/га)	л	25000	МТЗ-82	АПВ-8	300,0	583,0	1699,3	1120,0
4	Підготовка і внесення робочого розчину гербіциду Раундап, 6 л/га (липень-серпень) (600л)	га	100	МТЗ-82	ОПК-3000	45,0	30,8	1215,5	2008,0
5	Навантаження міңдобрив	т	83	МТЗ-82	Борекс	20,0	86,1	2230,2	848,0
6	Підвезення міңдобрив до агрегату	т	83	КАМАЗ 55111		40,0	14,7	428,4	1200,0
7	Внесення міңдобрив сечовина 80 кг/га д.р. супер фосфат 300 кг/га д.р.+ калій магн. 300 кг/га д.р.	га	100	ХТЗ-121	МВУ-0,8	50,0	14,0	703,2	3360,0
8	Оранка на глибину 30-32 см (кінець липня – початок серпня)	га	100	ХТЗ-121	ПЛН-5-35	10,0	70,0	2512,0	24800,0
9	Суцільний обробіток ґрунту (вересень-жовтень)	га	200	ХТЗ-121	ЗПГ-24 + боро́на ЗБЗСС- 1+ЗБП- 06А	125,0	56,0	1750,6	25920,0
ВСЬОГО ПО РОЗДІЛУ I							933,7	14000,8	78968,0
Розділ 2. Підготовка ґрунту та садіння пагонів									
10	Передпосівний обробіток ґрунту на глибину 6-8 см	га	100	ХТЗ-121	Європак	25,0	28,0	875,2	12960,0
11	Навантаження пачок пагонів, живців	пач.	4000	вручну		1000,0	420,0	7666,9	-
12	Перевезення до місця садіння	пач.	4000	МТЗ-82	2ПТС-4-887А	3000,0	140,0	4381,9	1760,0
13	Садіння пагонів (глибина 18-19 см, відстань між саджанцями в рядку 0,30 м, відстань між рядами 0,70 м, густина насадження 30000 шт./га, садіння в листопаді - на початку березні).	га	100	Джон Дір	Egedal ДК-7160	25,0	140,0	4626,9	18144,0
14	Прикочування після ручного садіння живців та весною (при необхідності)	га	100	МТЗ-100	ЗПГ-24 ЗККШ-6А	25,0	28,0	768,0	1648,0
ВСЬОГО ПО РОЗДІЛУ II							756,0	18318,9	34512,0

№ п/п	Аморти- зація, грн.	Поточний ремонт, грн.	Витрати (грн.) на				Інші витрати	Адміні- стратив- ні витрати	Разом
			садівний матеріал	мін. добри-ва	орг. добрив а	отруто- хімікати			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розділ 1.									
1	15731,5	17798,8					2063,0	1241,8	44565,9
2	10307,9	11809,6					1878,0	1577,5	41015,8
3	931,0	966,0					1844,4	1549,2	8109,9
4	3157,0	3788,4				120960,0	6620,9	5561,5	143311,3
5	1459,4	1751,6					376,0	315,8	6981,0
6	4641,0	5569,2					624,5	524,6	12987,7
7	8197,0	8996,4		529480,0			27604,1	23187,4	601528,1
8	11340,0	13160,0					3136,8	2634,9	57583,7
9	6300,0	7560,0					2629,9	2209,2	46369,7
	62064,8	71400,0		529480,0		120960,0	46777,6	38801,9	962453,1
Розділ 2									
10	8498,0	9156,0					1851,2	1555,0	34895,4
11							536,6	450,8	8654,3
12	1876,0	2139,2					630,7	529,8	11317,6
13	10220,0	10892,0	3000000,0				121567,2	102116,5	3267566,6
14	1572,2	1890,0					342,3	278,4	6498,9
	22166,2	24077,2	3000000,0				124928,0	104930,5	3328932,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розділ 3. Догляд за вирощуванням енергетичної верби									
15	Суцільний обробіток ґрунту (боронування) при весняному садінні і з'явленні бур'янів при ручному і механізованому садінні до проростання живців	га	200	ХТЗ-121	ЗПГ-24, борона ЗБЗСС-1.0+ ЗБП-06А	125,0	56,0	2450,8	25920,0
16	Транспортування води (250л/га)	л	25000	МТЗ-82	АПВ-8	300,0	583,0	16993,2	8000,0
17	Підготовка і внесення гербіциду СТОМП 5 л/га до сходів	га	100	МТЗ-82	ОПК-3000	45,0	30,8	1701,7	2811,2
18	Підсаджування живців у місця непророслих, якщо залишилося менше 85 % від посаджених (на другому році)	шт.	300000	вручну	меч Колесо́ва	500,0	4200,0	76668,7	-
19	Розпушування ґрунту в міжряддях 2 рази на глибину 6-8 см	га	200	МТЗ-100	Ortolan НС 250, ЛСД-3,1	12,0	116,9	3827,6	6124,9
20	Транспортування добрив КАС до агрегату	т	25	МТЗ-82	АПВ-8	300,0	583,0	2864,6	8000,0
21	Внесення мінодобрив КАС (80 кг/га д.р.) або аміач. селітри 100 кг/га д.р.	га	100	МТЗ-82	ОПК-3000	45,0	30,8	1215,5	2008,1
22	Транспортування води (250 л/га)	л	25000	МТЗ-82	АПВ-8	300,0	583,0	16993,2	8000,0
23	Приготування і внесення робочого розчину гербіциду Пантера – 2 л/га	га	100	МТЗ-82	ОПК-3000 ОВП-1500 Садовий	45,0	30,8	1701,7	2811,2
24	Транспортування води (250л/га)	л	25000	МТЗ-82	АПВ-8	300,0	583,0	16993,2	8000,0
25	Внесення інсектицидів (Децис Ф-Люкс 0,4 л/га) - 40	га	100	МТЗ-82	ОПК-3000 ОВП-1500 Садовий	45,0	30,8	1215,5	2008,0
ВСЬОГО ПО РОЗДІЛУ III							6828,1	142625,7	73683,4
Розділ 4. Збирання енергетичної верби першого року									
26	Технологічне скошування маточної верби*)	га	100	МТЗ-82	Косілки КР-1,65; Z-1,8	10,5	66,5	3114,7	3651,2
27	Заготівля пагонів (висота пагонів 1,4-2,5 м), сатування пагонів (2,0-0,8 см). Упаковка пагонів у пачки по 50 шт. Навантаження пагонів у транспорт	пач.	6000	вручну		-	600,0	19600,0	-
28	Перевезення пагонів до місця збереження	пач.	6000	МТЗ-82	2ПТС-4 887А	3000	140	11424	1030,4
ВСЬОГО ПО РОЗДІЛУ IV							806,5	34138,7	4681,6
ВСЬОГО ПО ТЕХНОЛОГІЇ							9324,3	209084,1	191845,0

*) Машини для технологічного скошування енергетичної верби можна використовувати для невеликих ділянок в наукових та фермерських підприємствах

Продовження технологічної карти 4

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розділ 3.									
15	6300,0	7560,0					2629,9	2209,2	47069,9
16	931,0	966,0					1844,4	1549,2	30283,8
17	3157,0	3788,4				89600,0	5052,9	4244,4	110355,6
18	-	-	336000,0				22166,8	18620,0	453455,5
19	3290,0	3948,0					859,5	722,0	18772,0
20	931,0	966,0					855,4	718,5	14335,5
21	3157,0	3788,4		101500			5647,9	4744,2	122061,1
22	917,0	966,0					1844,4	1549,2	30269,8
23	3157,0	3788,4				67200,0	3932,8	3303,6	85894,7
24	931,0	966,0					1844,4	1549,2	30283,8
25	3157,0	3788,4				58240,0	3484,9	2927,3	74821,1
	25928,0	30525,6	336000,0	101500	-	215040,0	50163,2	42136,8	1017602,8
Розділ 4.									
26	4312,0	5034,4	-	-	-	-	805,6	686,8	17604,7
27	-	-		-	-	-	26836,9	22543,1	68980,0
28	2918,7	3502,5	-	-	-	-	943,9	792,7	20612,2
	7230,7	8536,9	-	-	-	-	28586,4	24022,6	107196,0
	117389,7	134539,7	3336000,0	630980,0	-	336000,0	250455,2	209891,8	5416185,6

**ТИПОВА ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА З ТЕХНОЛОГІЇ ДОГЛЯДУ ЗА
ВИРОЩУВАННЯМ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ (на протязі 25 років)**

Площа – 100 га

Вихід живців 1500000 шт./га або 80000 шт./га пагонів

№ п/п	Технологічні операції	Оди ниці ви- мі- ру	Обсяг робіт, т(га)	Склад агрегату		Норма виробітку, т(га)	Затрати праці, люд.-год.	Оплата праці з нарахуванням, грн	Витрати пально- го, грн
				трактори	с.г. ма- шини				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розділ 1. Догляд за вирощуванням садивного матеріалу садивної верби									
1	Розпушування ґрунту в міжряддях 6-8 см	га	100	МТЗ-100	Ortolan НС 250	12,0	58,1	3386,4	9280,0
2	Транспортування води (250 л/га)	л	25000	МТЗ-82	АПВ-8	300,0	583,0	33986,4	16000,0
3	Приготування і внесення робочого розчину гербіциду Пантера – 2 л/га	га	100	МТЗ-82	ОПК-3000 ОВП-1500 Садовий	45,0	30,8	2431,0	4016,0
4	Розпушування ґрунту в міжряддях	га	100	МТЗ-100	Ortolan НС 250	12,0	58,1	3386,4	9280,0
5	Транспортування води (250 л/га)	л	25000	МТЗ-82	АПВ-8	300,0	583,0	33986,4	16000,0
6	Приготування і внесення розчину інсектицидів (Деціс Ф-Люкс 0,4 л/га)	га	100	МТЗ-82	ОПК-3000 ОВП-1500 Садовий	45,0	30,8	2431,0	4016,0
ВСЬОГО							1343,8	79607,6	58592,0
Розділ 2. Заготівля садивного матеріалу пагонів									
7	Скошування енергетичної верби для садивного матеріалу (пагони)	га	100	МТЗ-82	Косілки КР-1,65; Z-1,8	10,5	66,5	4449,6	5216,0
8	Заготівля пагонів (висота пагонів 1,4-2,5 м, сатування пагонів 2,0-0,8 см). Упаковка пагонів у пачки (50 шт.) Навантаження пагонів на транспорт	пач.	133200	вручну		1330,0	14014	575652,0	
9	Перевезення пагонів до місця збереження або садіння	пач.	133200	МТЗ-82	2ПТС-4-887А	3000,0	140,0	8160,0	736,0
ВСЬОГО ПО РОЗДІЛУ II							14220,5	588261,6	5952,0
Разом							15564,3	667869,2	64544,0

№ п/п	Аморти- зація, грн	Поточний ремонт, грн	Витрати (грн) на				Інші витрати	Адміні- стратив- ні витрати	Разом
			садівний матеріал	мін. добрива	орг. добрива	отруто- хімікати			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розділ 1									
1	4700,0	5640,0	-		-		1150,4	966,2	25123,0
2	1330,0	1380,0		-	-		2634,8	2213,2	57544,4
3	4510,0	5412,0	-	-	-	96000,0	5618,4	4719,4	122706,8
4	4700,0	5640,0	-		-		1150,4	966,2	25123,0
5	1330,0	1380,0		-	-		2634,8	2213,2	57544,4
6	4510,0	5412,0	-		-	83200,0	4978,4	4181,8	108729,2
	21080,0	24864,0				179200,0	18167,2	15260,0	396770,8
Розділ 2.									
7	6160,0	7192,0					1150,8	966,8	25135,2
8				-	-		28782,6	24177,4	628612,0
9	2084,8	2501,8		-	-		674,2	566,2	14723,0
	8244,8	9693,8					30607,6	25710,4	668470,2
	29324,8	34557,8				179200,0	48774,8	40970,4	1065241,0

**ТИПОВА ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА З ТЕХНОЛОГІЙ
ПРОМИСЛОВОГО ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ (перший рік)**

Площа – 100 га

Урожайність тріски 36 т/га,

№ п/п	Технологічні операції	Одиниці вимі- ру	Об- сяг ро- біт, т(га)	Склад агрегату		Норма виробітку, т(га)	Заграти праці, люд.-год.	Оплата праці з нарахуванням, грн	Витрати пально- го, грн
				трактори	с.г. ма- шини				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розділ 1. Основний обробіток ґрунту									
1	Підготовка площ (квітень)	га	100	ХТЗ-121	мульчар	30,0	23,1	1444,0	9600,0
2	Лущення (2-3 разовий обробіток). Глибина обробітку ґрунту 10-12 см (травень-червень)	га	200	ХТЗ-121	БДВП-5,5 БДТ-7	25,0	56,0	3501,2	18560,0
3	Транспортування води (250 л/га)	л	25000	МТЗ-82	АПВ-8	300,0	583,0	33986,4	16000,0
4	Підготовка і внесення робочого розчину гербіциду Раундап, 6 л/га (липень-серпень), (600 л)	га	100	МТЗ-82	ОПК-3000	45,0	30,8	2431,0	4016,0
5	Навантаження міндобрив	т	83	МТЗ-82	Борекс	20,0	86,1	4460,4	1696,0
6	Підвезення міндобрив до агрегату	т	83	КАМАЗ 55111		40,0	14,7	856,8	2400,0
7	Внесення міндобрив сечовина 80 кг/га д.р. супер фосфат 300 кг/га д.р. + калій магн. 300 кг/га д.р.	га	100	ХТЗ-121	МВУ-0,8	50,0	14,0	1004,6	6720,0
8	Оранка на глибину 30 см (кінець липня – початок серпня)	га	100	ХТЗ-121	ПЛН-5-35	10,0	70,0	5024,0	49600,0
9	Суцільний обробіток ґрунту (вересень-жовтень)	га	200	ХТЗ-121	ЗПГ-24 + борона ЗБЗСС-1+ЗБП-06А	125,0	56,0	3501,2	51840,0
ВСЬОГО ПО РОЗДІЛУ I							933,7	56209,6	160432,0
Розділ 2. Підготовка ґрунту та садіння пагонів									
10	Передпосівний обробіток ґрунту на глибину 5-6 см	га	100	ХТЗ-121	Европак	25,0	28,0	1750,4	25920,0
11	Навантаження пачок пагонів, живців	пач.	60000	вручну		1000,0	420,0	15333,8	
12	Перевезення до місця садіння	пач.	60000	МТЗ-82	2ПТС-4-887А	3000,0	140,0	8763,8	3520,0
13	Садіння пагонів (глибина 18-19 см, відстань між саджанцями в рядку 0,60 м, відстань між рядами 0,70 м, густина насадження 15000 шт./га, садіння в листопаді-квітні).	га	100	Джон Дір	Egedal ДК-7160	25,0	140,0	6609,8	25920,0
14	Прикочування після ручного садіння живців та весною (при необхідності)	га	100	МТЗ-100	ЗПГ-24 ЗККШ-6А	125,0	28,0	1536,0	3296,0
ВСЬОГО ПО РОЗДІЛУ II							756,0	33993,8	58656,0

№ п/п	Амортизація, грн	Поточний ремонт, грн	Витрати (грн) на				Інші витрати	Адміністративні витрати	Разом
			садівний матеріал	мін. добрива	орг. добрива	отрутохімікати			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розділ 1.									
1	22473,6	25426,8	-				2947,2	2475,6	64367,2
2	14725,6	16870,8					2682,8	2253,6	58594,0
3	1330,0	1380,0	-				2634,8	2213,2	57544,4
4	4510,0	5412,0				172800,0	9458,4	7945,0	206572,4
5	2084,8	2501,8	-				537,2	451,2	11731,4
6	6630,0	7956,0					892,2	749,4	19484,4
7	11710,0	12852,0		756400,0			39434,4	33124,8	861245,8
8	16200,0	18800,0					4481,2	3764,2	97869,4
9	9000,0	10800,0	-				3757,0	3156,0	82054,2
	88664,0	101999,4		756400,0		172800,0	66825,2	56133,2	1459463,4
Розділ 2.									
10	12140,0	13080,0	-	-	-		2644,6	2221,4	57756,4
11				-	-	-	766,6	644,0	16744,4
12	2680,0	3056,0		-	-	-	901,0	756,8	19677,6
13	14600,0	15560,0	3180,0		-	-	166634,4	139973,0	372477,2
14	2246,0	2700,0			-	-	489,0	410,6	10677,6
	31666,0	34396,0	3180,0				171435,6	144005,8	477333,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розділ 3. Догляд за вирощуванням енергетичної верби									
15	Суцільний обробіток ґрунту (боронування) при з'явленні бур'янів – після ручного садіння	га	200	ХТЗ-121	ЗПГ-24, борона ЗБЗСС-1.0+ ЗБП-06А	25,0	56,0	3501,2	51840,0
16	.Транспортування води (250л/га)	л	25000	МТЗ-82	АПВ-8	300,0	583,0	33986,4	16000,0
17	Підготовка і внесення гербіциду СТОМП 5 л/га до проростання	га	100	МТЗ-82	ОПК-3000	45,0	30,8	2431,0	4016,0
18	Підсаджування живців у місця непророслих, якщо залишилося менше 85 % від посаджених (на другому році)	шт.	200000	вручну	меч Колесова	500,0	4200,0	153337,4	
19	Розпушування ґрунту в міжряддях 2 рази	га	200	МТЗ-100	Ortolan НС 250, ЛСД-3,1	12,0	116,9	5468,0	8749,8
20	Транспортування води (250 л/га)	л	25000	МТЗ-82	АПВ-8	300,0	583,0	33986,4	16000,0
21	Приготування і внесення робочого розчину гербіциду Пантера – 2 л/га (травень)	га	100	МТЗ-82	ОПК-3000 ОВП-1500 Садовий	45,0	30,8	2431,0	4016,0
22	.Транспортування води (250л/га)	л	25000	МТЗ-82	АПВ-8	300,0	583,0	33986,4	16000,0
23	Внесення інсектицидів (Децис Ф-Люкс 0,4 л/га)	га	100	МТЗ-82	ОПК-3000 ОВП-1500 Садовий	45,0	30,8	2431,0	4016,0
ВСЬОГО ПО РОЗДІЛУ III							6214,3	271558,8	120637,8
Розділ 4. Збирання веби на промисловій основі									
24	Збирання енергетичної верби з подрібненням на тріску	га	100	Джон Дір	Spearhead DESTRO VER	10,0	140,0	15626,8	25920,0
25	Транспортування біосировини на край поля і складування в бурти	т	3600	ХТЗ-121	причеп Кобзарка	25,0	560,0	32640,2	4160,0
26	Навантаження біосировини з буртів у транспорт	т	3600	МТЗ-82	Борекс	50,0	840,0	36764,4	1472,0
27	Перевезення біосировини до місця збереження або використання	т	3600		КАМАЗ + причеп ГКБ-8360	50,0	980,0	3951,2	57600,0
ВСЬОГО ПО РОЗДІЛУ IV							1820,0	88982,6	89152,0
ВСЬОГО ПО ТЕХНОЛОГІЇ							9724,0	450744,8	428877,8

продовження технологічної карти 6

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розділ 3.									
15	9000,0	10800,0					3757,0	3156,0	82054,2
16	1330,0	1380,0	-	-	-		2634,8	2213,2	57544,4
17	4510,0	5412,0	-	-	-	128000,0	7218,4	6063,4	157650,8
18			28800,0				29466,8	24752,2	236356,4
19	4700,0	5640,0					1227,8	1031,4	26817,0
20	1330,0	1380,0					2634,8	2213,2	57544,4
21	4510,0	5412,0				96000,0	5618,4	4719,4	122706,8
22	1330,0	1380,0		-	-		2634,8	2213,2	57544,4
23	4510,0	5412,0		-	-	83200,0	4978,4	4199,8	108729,2
	31220,0	36816,0	28800,0			307200,0	60171,2	50543,8	906947,6
Розділ 4.									
24	180000,0	183800,0					20267,2	17024,4	442638,4
25	2680,0	3056,0	-	-		-	2126,8	1786,6	46449,6
26	2510,0	3012,0					2188,0	1837,8	47784,2
27	9620,0	11544,0					4135,8	3474,0	90325,0
	194810,0	201412,0					28717,8	24122,8	627197,2
	346360,0	374623,4	31980,0	756400,0		480000,0	327149,8	274805,6	3470941,4

**ТИПОВА ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА З ПРОМИСЛОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДОГЛЯДУ ЗА
ВИРОЩУВАННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ (на протязі 25 років)**

Площа – 100 га

Урожайність – 50 т/га

№ п/п	Технологічні операції	Одиниці вимі- ру	Обсяг робіт, т(га)	Склад агрегату		Норма виробітку, т(га)	Затрати праці, люд.-год.	Оплата праці з нарахуванням, грн	Витрати пального, грн
				трактори	с.г. ма- шини				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розділ 1. Догляд за промисловими плантаціями верби через кожні 2-3 роки (12-8 разів)									
1	Розпушування ґрунту в міжряддях, дискування на глибину 6-8 см	га	100	МТЗ-100	Ortolan HC 250	12,0	58,1	3386,4	9280,0
2	Підвезення міңдобрив (КАС) до агрегату	т	25	МТЗ-82	АПВ-8	300,0	583,0	5729,2	16000,0
3	Внесення міңдобрив (КАС) 80 кг/га д.р. після першого року зрізання або аміачна селітра 100 кг/га д.р.	га	100	МТЗ-82	ОПК-3000	45,0	30,8	2431,0	4016,2
4	Розпушування ґрунту в міжряддях на глибину 6-8 см	га	100	МТЗ-100	Ortolan HC 250	12,0	58,1	3386,4	9280,0
5	Транспортування води (250 л/га)	л	25000	МТЗ-82	АПВ-8	300,0	583,0	33986,4	16000,0
6	Приготування і внесення розчину гербіциду Пантера 2 л/га	га	100	МТЗ-82	ОПК-3000 ОВП-1500 Садовий	45,0	30,8	2431,0	4016,2
ВСЬОГО							1343,8	51350,4	58592,4
Розділ 2. Збирання енергетичної верби на промисловій основі через кожні 2-3 роки (збирання 12 і 8 разів)									
7	Технологічний зріз енергетичної верби на тріску	га	100	Джон Дір	DPGGO-E	10,0	140,0	15626,8	25920,0
8	Транспортування біосировини на край поля і складування в бурти	т	5000	МТЗ-100	причеп Кобзарка	50,0	560,0	32640,2	4160,0
9	Навантаження біосировини з буртів у транспорт	т	5000	МТЗ-82	Борекс	50,0	1680,0	77619,2	29440,0
10	Перевезення біосировини до місця збереження або використання	т	5000	КАМАЗ 55111	причеп ГКБ-8360	50,0	560,0	34618,6	115200,0
ВСЬОГО ПО РОЗДІЛУ II							2940,0	160504,8	174720,0
ВСЬОГО ПО ТЕХНОЛОГІЇ							4283,8	211855,2	233312,4

№ п/п	Аморти- зація, грн	Поточний ремонт, грн	Витрати (грн) на				Інші витрати	Адміні- стратив- ні витрати	Разом
			садівний матеріал	мін. добрива	орг. добри- ва	отруто- хімікати			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
.									
1	4700,0	5640,0	-		-		1150,4	966,2	25123,0
2	1330,0	1380,0		-	-		1222,0	1026,4	26687,6
3	4510,0	5412,0		145000,0	-		8068,4	6777,4	176215,0
4	4700,0	5640,0	-		-		1150,4	966,2	25123,0
5	1330,0	1380,0		-	-		2634,8	2213,2	57544,4
6	4510,0	5412,0	-		-	83200,0	4978,4	4181,8	108729,4
	21080,0	24864,0		145000,0		83200,0	19204,4	16131,2	419422,4
Розділ 2.									
7	180000,0	183800,0					20267,2	17024,4	442638,4
8	2680,0	3056,0		-	-		2126,8	1786,6	46449,6
9	2510,0	3012,0					5629,0	4728,4	122938,6
10	9620,0	11544,0		-	-		8549,0	7181,2	186712,8
	194810,0	201412,0					36572,0	30720,6	798739,4
	215890,0	226276,0		145000,0		83200,0	55776,4	46851,8	1218161,8

В розрахунках вартості матеріальних цінностей прийнято: 1 дол. США = 20 грн



Енергетичні плантації: теорія і практика в умовах України

Досвід вирощування і переробляння енергетичної верби у фірмі «SALIX ENERGY»

Директор: Гнап Ірина



Чому енергетична верба?

☐ Ріст вартості енергоносіїв

- ☐ Власне стабільне джерело сировини
- ☐ Зафіксована собівартість створення плантацій та **прогнозована собівартість** тріски
- ☐ Теплотворність дорівнює теплотворності хвойних порід дерев **18,5 Мдж/кг**

☐ Низькі вимоги до ґрунтів (клас III, IV, V)

- ☐ Річний приріст зрілої плантації **20 т/га** (вологість 50%)
- ☐ Один раз заклав плантації, 25 років отримуєш урожай

а також...

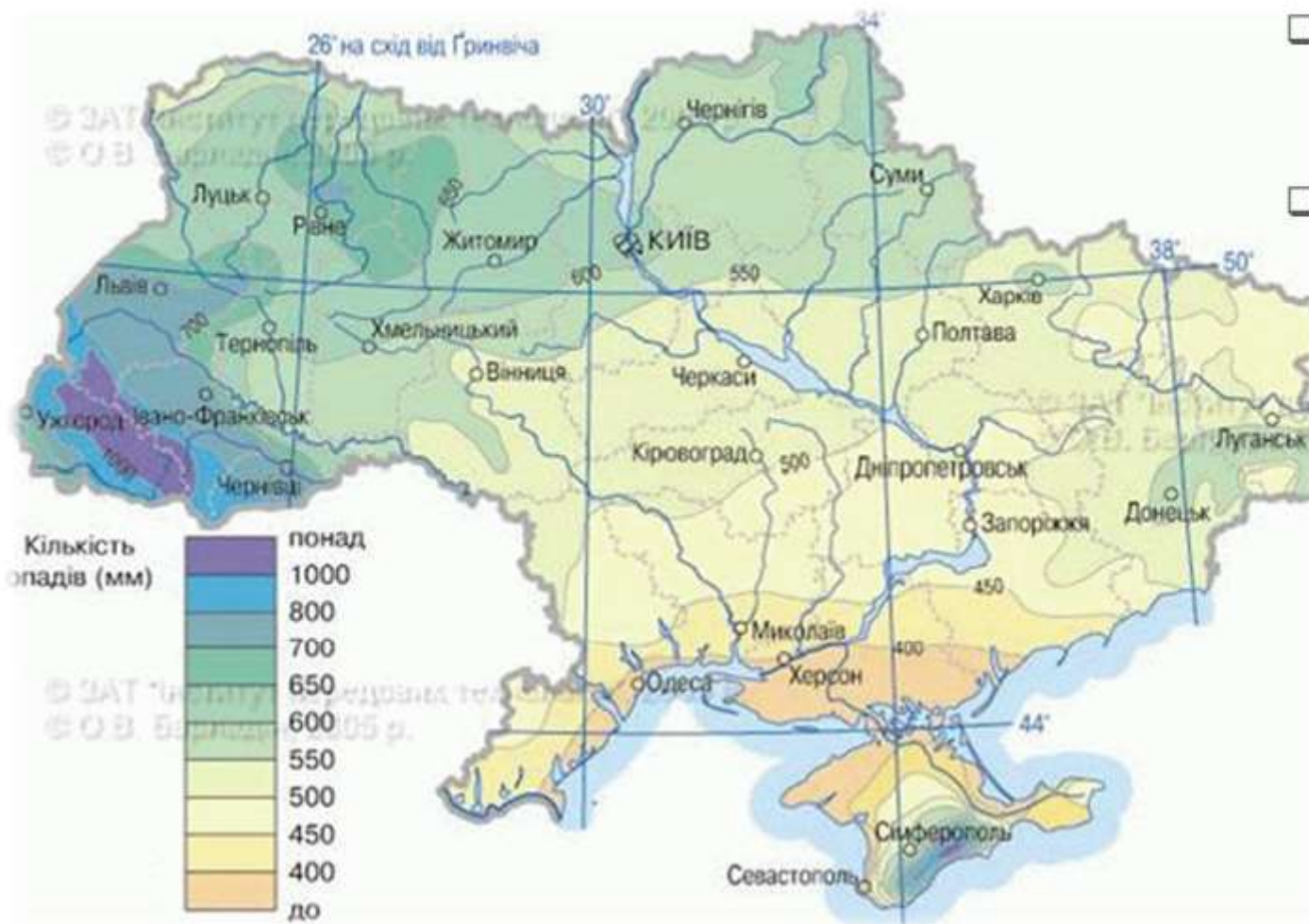
- ❑ **CO₂ нейтральна**, 1 га плантацій енергетичної верби поглинає з повітря понад 200т CO₂ за 3 роки
- ❑ 1 Га плантацій “повертає” в ґрунт **6 т. листя** восени; більше 60 - 80% поживних речовин повертаються в ґрунт разом з опалим листям
- ❑ Позитивно впливає на збагачення ґрунту вуглекислим газом та бактеріями, які підвищують родючість
- ❑ **Можливість рекультивації** плантацій після використання, зважаючи на неглибоку кореневу систему (80% кореневої системи залягає на глибину 40см)
- ❑ Ідеально **підходить для рекультивації забруднених та малопродуктивних земель**, виводить із землі важкі метали. Можливість використання в якості аераційних полів для очищення та утилізацію стічних вод
- ❑ Ефективно застосовується у протиерозійних заходах для укріплення ґрунтів



Що впливає на вибір земельної ділянки для вирощування енергетичної верби?

- ☐ Кліматична зона
- ☐ Ґрунти – з врахуванням вимог до них
- ☐ Логістика
 - ☐ Мінімальна відстань від поля до споживання тріски
 - ☐ При радіусі доставки більше 100 км економічна ефективність бізнесу падає. Тріска – це локальний продукт!

Кліматичні зони для вирощування верби



- ☐ Опади не менше 650 мм на рік
- ☐ Середньорічна температура 6 С і вище

Вимоги до ґрунтів

Інтерес становлять землі не придатні (V) та мало придатні (IV) для ведення сільського.

Надмірний для сільського господарства рівень вологи є позитивним фактором при вирощуванні енергетичних плантацій верби

Вимоги до ґрунтів

- ☐ Вологі, рівень ґрунтових вод 0,5 – 1,5м
- ☐ Низовини, плоскі та рівні ділянки
- ☐ Добре дреновані
- ☐ Супіщані та суглинисті ґрунти
- ☐ Ґрунти слабо кислої та нейтральної реакції ґрунтового розчину (рН 4,6-6,0)
- ☐ Потужність ґрунтового профілю (до материнської породи) має становити не менше 40 см
- ☐ Вміст гумусу (не менше 1% у верхньому шарі 0,2м)
- ☐ Самими важливими мікроелементами для росту верби є азот та калій

КВЕД та цільове призначення земель для вирощування верби

Згідно національного класифікатора ДК 009:2010 «Класифікація видів економічної діяльності» (КВЕД – 2010)

діяльність із вирощування плантацій верби енергетичної класифікується пунктом

- **01.29 «Вирощування інших багаторічних культур»,
секція А «Сільське господарство, лісове господарство та рибне господарство»**

Сільськогосподарські культури поділяються на продовольчі, технічні та кормові.

*Відповідно, **верба енергетична – це
технічна багаторічна сільськогосподарська культура,***

*а отже, для її вирощування
використовуються **землі сільськогосподарського призначення.***

Технологія вирощування

Підготовка поля



Закладення плантації



Догляд 1-го року



Догляд та підживлення після збору урожаю



Ріст 1-го року



Ріст 2-го року



Збір урожаю



Ріст 3-го року



Підготовка ґрунту для закладення плантацій

- ❑ Закладення плантацій верби – є абсолютно **агрономічним питанням**
- ❑ **Технологія підготовки ґрунту** є аналогічна підготовці ґрунту під овочеву групу культур, та залежить від стану земельної ділянки
- ❑ Введення в обіг земель, які довгий час не були в обробітку, вимагають проведення більшої кількості операцій, та є більш затратними. Такі земельні ділянки оцінюються на наявність **самосіву, ступеня забур'яненості, мікрорельєфу**
- ❑ **Класична підготовка ґрунту включає в себе:**
 - боротьба з багаторічними бур'янами хімічним способом (гліфосад)
 - дискування для подрібнення решток кореневищ
 - глибока осіння оранка на глибину 20-25 см
 - внесення комплексного мінерального добрива, в залежності від результатів проб ґрунту
 - передпосадкове вирівнювання та ущільнення ґрунту
- ❑ **Ґрунт має бути** без рослинних решток, виораний, подрібнений та ущільнений

... про саджанці

1. Заготовка

- ☐ період збору саджанців припадає на січень-лютий; саджанці - товар сезонний

2. Види саджанців

- ☐ короткі – під ручну посадку, довжина 20см, діаметр 0,7 – 2,8 см
- ☐ довгі – під машинну посадку

3. Зберігання

- ☐ оптимальна температура зберігання саджанців - 4°C

4. Підготовка до посадки

- ☐ різка на короткі перед посадкою
- ☐ 1-2 доби перед посадкою зберігати не в холодній камері
- ☐ якщо відбулась втрата вологи, необхідно замочити у воді короткі саджанці

5. Щільність посадки

- ☐ в різних країнах різна і коливається в межах 15 000 – 20 000 шт/га

6. Сорти

- різні сорти відповідно мають різні темпи росту, фази інтенсивного розвитку, щорічні прирости біомаси, стійкість до шкідників та хвороб, морозостійкість, вимоги до ґрунтів
- лідерами по селекції є Швеція, Англія



Саджанці довгі

**для машинної
посадки**

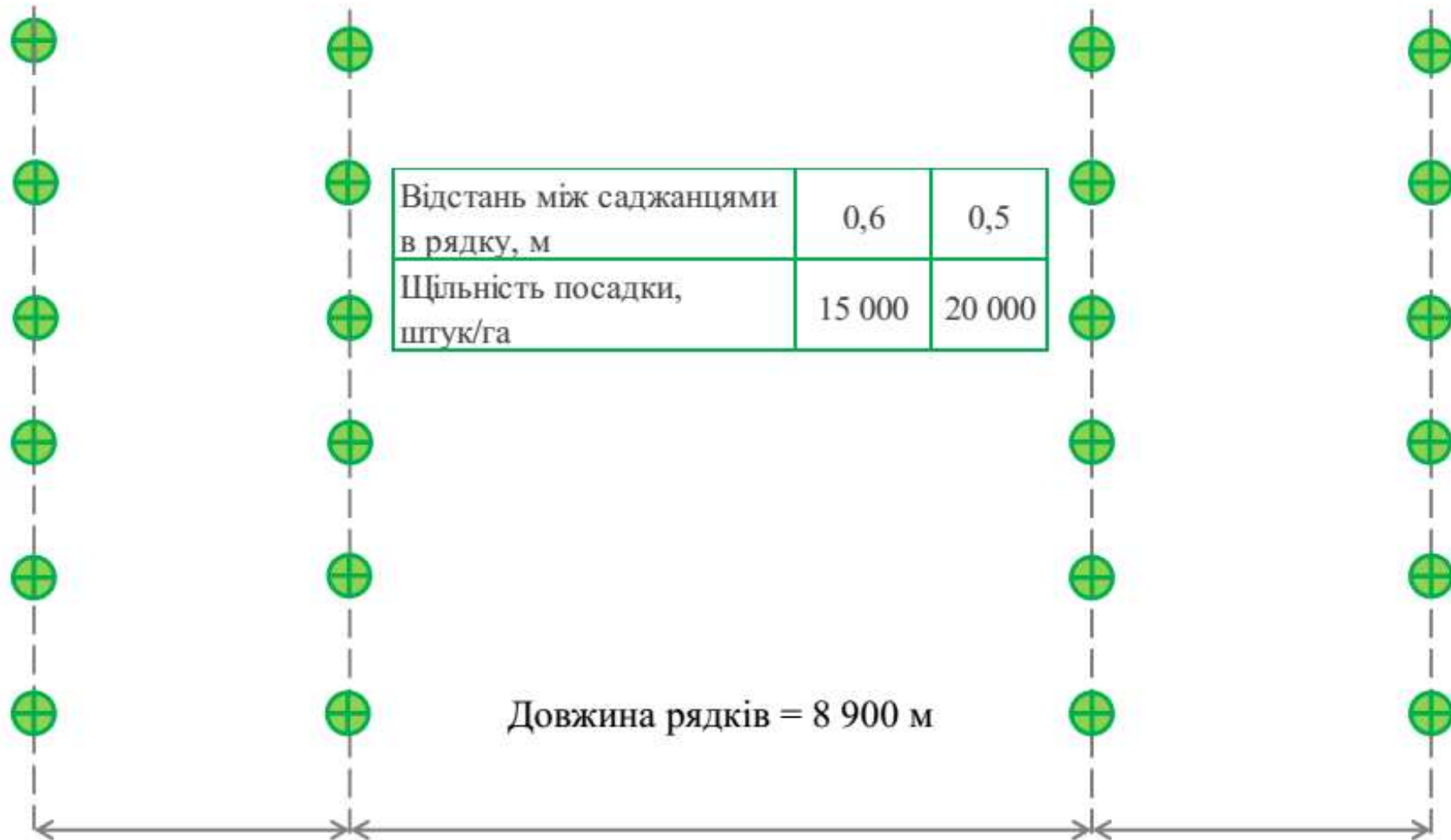
Саджанці короткі

для ручної
посадки



Схема посадки

Спареними рядками, відстань між якими 1,5 м, між спареними 0,75 м



Як та коли проводять посадку?



Закладення плантацій відбувається:

- ☐ Ранньою весною як тільки є стиглість ґрунту
- ☐ Восени (листопад), якщо дозволяють погодні умови (відсутність опадів та морозів)

Особливості машинної та ручної посадки

Машинна посадка



15-20 га/день

Особливості

- Використовується більш якісний посадковий матеріал (довгі пруті, які не висуюються)
- Відсутній етап різки посадкового матеріалу
- Менша залежність від впливу людського фактору
- Можливість використання системи паралельного водіння при догляді та збиранні врожаю
- Значно менше пошкодження вкорінених саджанців при догляді

Ручна посадка



6 чол. – 1га/8год

Особливості

- Суттєво менші інвестиції
- Ручна посадка вимагає додаткової операції маркування рядків
- Може використовуватись на малих площах

Догляд за плантаціями верби

Догляд за «молодими»
плантаціями у перший рік
вегетації



Догляд в період
експлуатації плантації
після збору урожаю

Принцип догляду СВОЄЧАСНІСТЬ

Догляд за плантаціями в перший рік вегетації

Догляд за плантаціями у перший рік вегетації = контроль бур'янів (конкурент).

Чому це важливо?

Це **формування успішної, зрілої плантації**:

- ☐ висока приживлюваність, не менше 95%
- ☐ формування кореневої системи, ріст 1,5м. за перший вегетаційний період

Догляд включає в себе:

- ☐ закриття вологи механічним способом
- ☐ контроль бур'янів як хімічним так і механічним способом, залежить від забур'яненості та різновиду бур'янів; декілька разів за вегетаційний сезон;
- ☐ **важливо** (!) гербіцид підбирається вибірковим методом та залежить від домінантного виду та типу бур'яну;

Несвоєчасний догляд



Своєчасний догляд



Догляд в період експлуатації після збору урожаю



Проходить виключно після збору тріски

При 3-х річному циклі – це 1 раз на три роки

Включає в себе:

внесення азоту в залежності від результатів аналізу ґрунту та врожайності біомаси (т/га) з послідуємим механічним «зароблянням» його в ґрунт



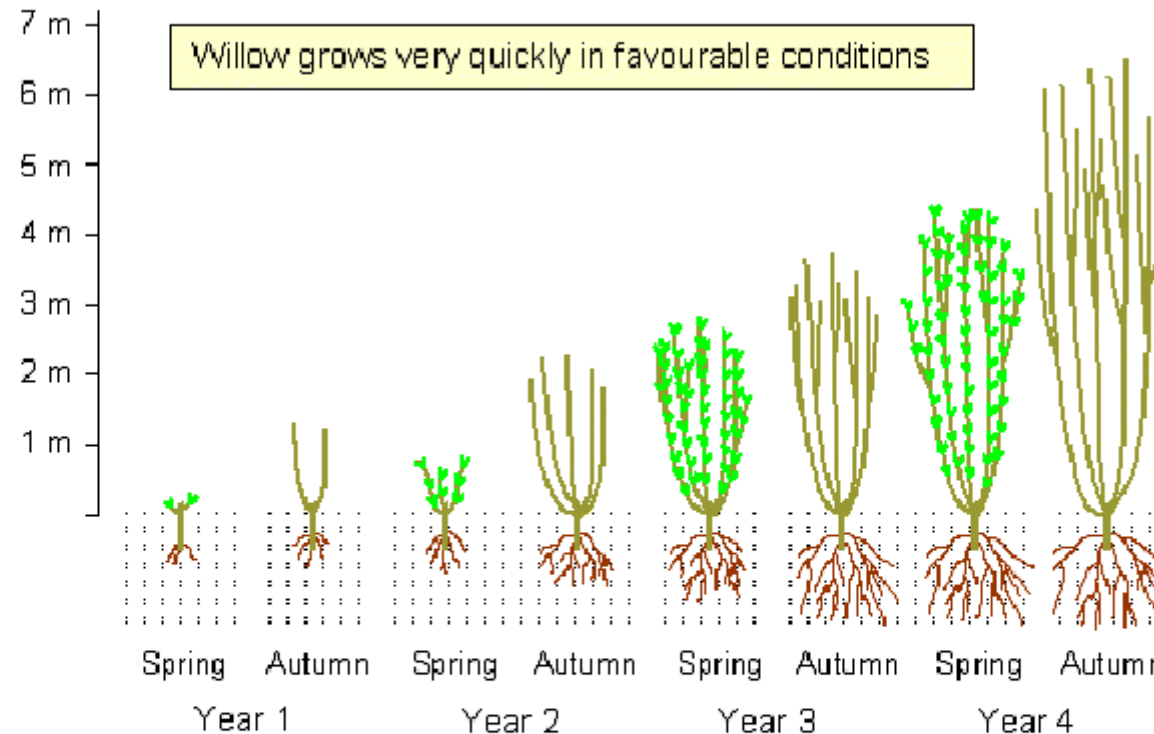
**Два місяці вегетації,
коренева система третій рік**



Один вегетаційний період, коренева система третій рік



Розвиток кореневої системи



- ☐ 80% кореневої системи залягає на глибину 40 см
- ☐ Розмір кореневої системи залежить від циклу росту (1-но, 2-х, 3-х річний)
- ☐ Після закінчення періоду експлуатації:
 - ☐ плантація рекультивується,
 - ☐ показники родючості ґрунту вищі, ніж до вирощування верби
 - ☐ ґрунт придатний для вирощування верби або інших культур

Технології збору тріски енергетичної верби



Збір урожаю проходить
в осінньо-зимовий період
з листопада по лютий



Комбайн з жаткою для верби



При зборі урожаю
отримуємо готову
біомасу у вигляді
деревної тріски

**Найкраще рішення
для великих
плантацій**

Продуктивність в сезон

- ☐ При роботі комбайном до 500 Га, діаметр верби у місці зрізу 6 – 8 см (до 10 см поодинокі)
- ☐ Відповідає 3-х річному циклу вирощуванню

Трактор з причіпним агрегатом



Для невеликих
плантацій



Продуктивність в сезон

- ❑ При роботі насадки на трактор до 250 Га, діаметр верби у місці зрізу 3 – 4 см. (до 6 см. поодинокі)
- ❑ Відповідає 1-но, максимум 2-х річному циклу вирощуванню

Збір верби у тюках



- ☐ Агрегат **BioBaler** канадської компанії Anderson
- ☐ Вага тюка – 500 кг
- ☐ Технологія потребує подальшого подрібнення у тріску або спеціальних котлів для спалювання

Обмежуючі фактори при зборі урожаю

- ☐ Низька температура (нижче -15C) та ожеледиця, для роботи техніки це є суровий режим
- ☐ Висота снігового покриву, зріз проходить над сніговим покривом, що спричинить зменшення урожайності, та проведення додаткових операцій по мульчуванню високих решток
- ☐ Дощова волога погода, через неможливість проїзду комбайну до / по полю та висока вологість щепи

Організація польової логістики

Для організації польової логістики необхідні:

- ☐ Телескопічний навантажувач з об'ємом ковша 2,5 – 3 м³, та
- ☐ Причепи 25 м³, оптимальна кількість 3 штуки



Кількість причепів залежить від:

- ☐ Урожайності
- ☐ Довжини рядків
- ☐ Відстані до тимчасового складу



Зберігання тріски

- ☐ Зберігають в буртах під відкритим небом
- ☐ Висота бортів – **4 м**
- ☐ Втрата вологості – **7-10%** за 2-3 місяці (власні заміри)
- ☐ Потрібно ворушити



Характеристики тріски з енергетичної верби

Нижча теплота згоряння

17,3-18,0 МДж/кг

Вологість	Нижча теплота згоряння, ккал/кг
50%	1 918
45%	2 168
40%	2 418
35%	2 668



Зольність

- ☐ На робочий стан палива – **1,38-1,9 %**
- ☐ На сухий стан палива – **2,47-3,0 %**

Вага тріски в **1-му м. куб.** при
вологості **45%**
330-350кг.

Урожайність

Загальноприйнятий стандарт приросту біомаси:

- ☐ Для сортів шведської селекції для зрілої плантації складає **20/тонн/га в рік** (при вологості 50%), що орієнтовно дорівнює 70 насипних м3
- ☐ Не селекційних сортів – **12-14 тонн/га/рік**

Фактори, які впливають на урожайність верби:

- ☐ Селекція верби
- ☐ Вік кореневої системи
- ☐ Кількість зрізів

Перший зріз – урожайність складає 60-70% від потенціалу зрілої плантації

Графік урожайності



За весь період експлуатації з **1 га** буде отримано в середньому:

400 тонн (1400 м3) деревної тріски

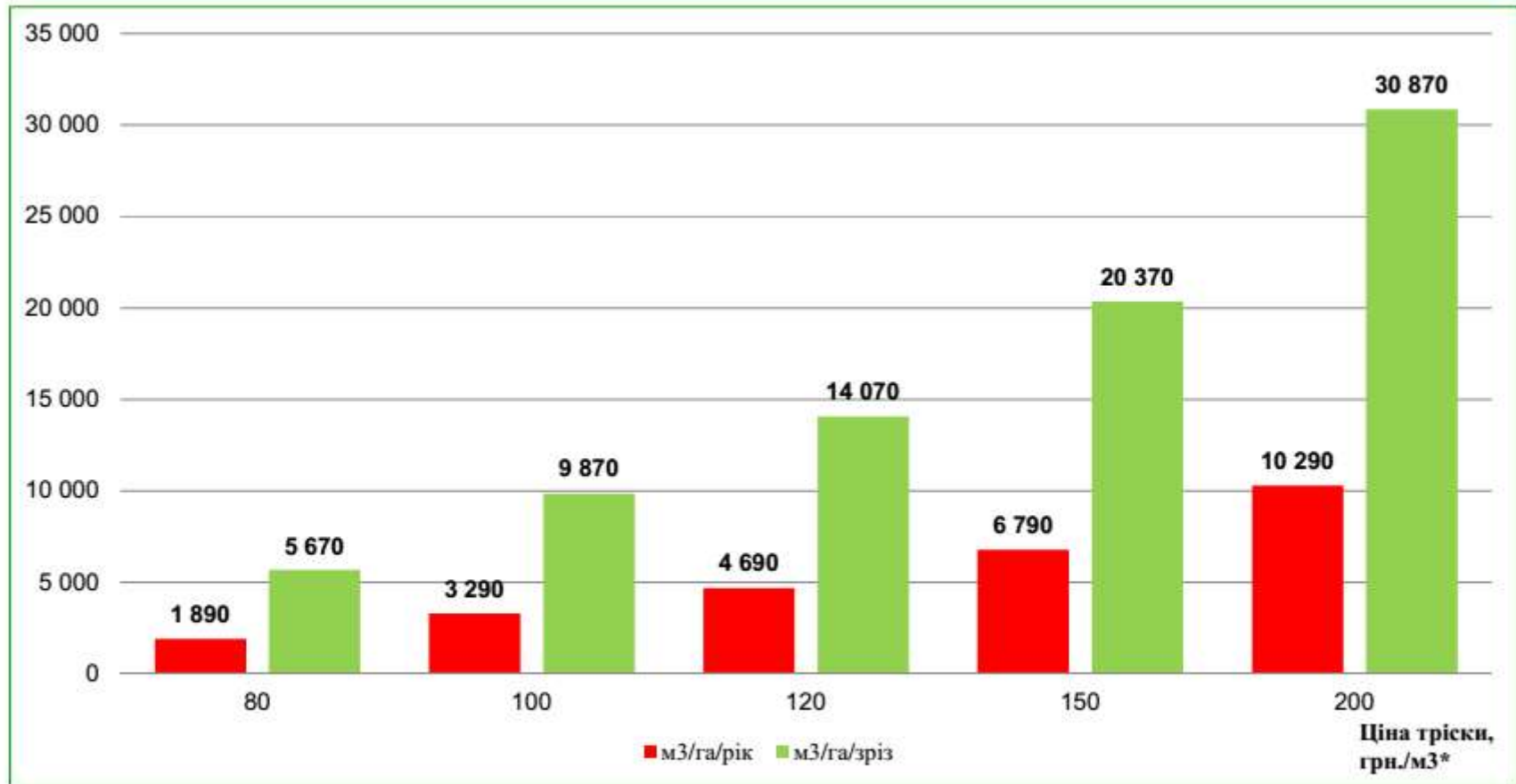
Інвестиції в енергетичні плантації



Вартість закладення 1 га плантації енергетичної верби складає 30 000 грн.

- Дані як середня величина для площі 200 га
- Дані розрахунки актуальні станом на травень 2015 року
- Посадковий матеріал шведської селекції
- Роботи виконуються послугами сторонніх організацій (аутсорсінг), без інвестицій в техніку
- Для аграрних компаній, які мають власну техніку, інвестиції будуть нижчими
- Розрахунок виконаний без урахування адміністративних затрат

Маржа (cash flow) на 1 га



*На осі X показано зміну ціни на деревну тріску на ринку (умови відправки зі складу продавця), грн./м3 насипний

Графіки показують, яку потенційну маржу (cash flow) може мати інвестор при різних ринкових цінах на деревну тріску (ціна вказана на умовах відправки зі складу продавця)

Про компанію

Компанія «**Салікс Енерджі**» – агро-енергетична компанія, основний вид діяльності якої – вирощування енергетичних культур для вироблення теплової та електричної енергії.

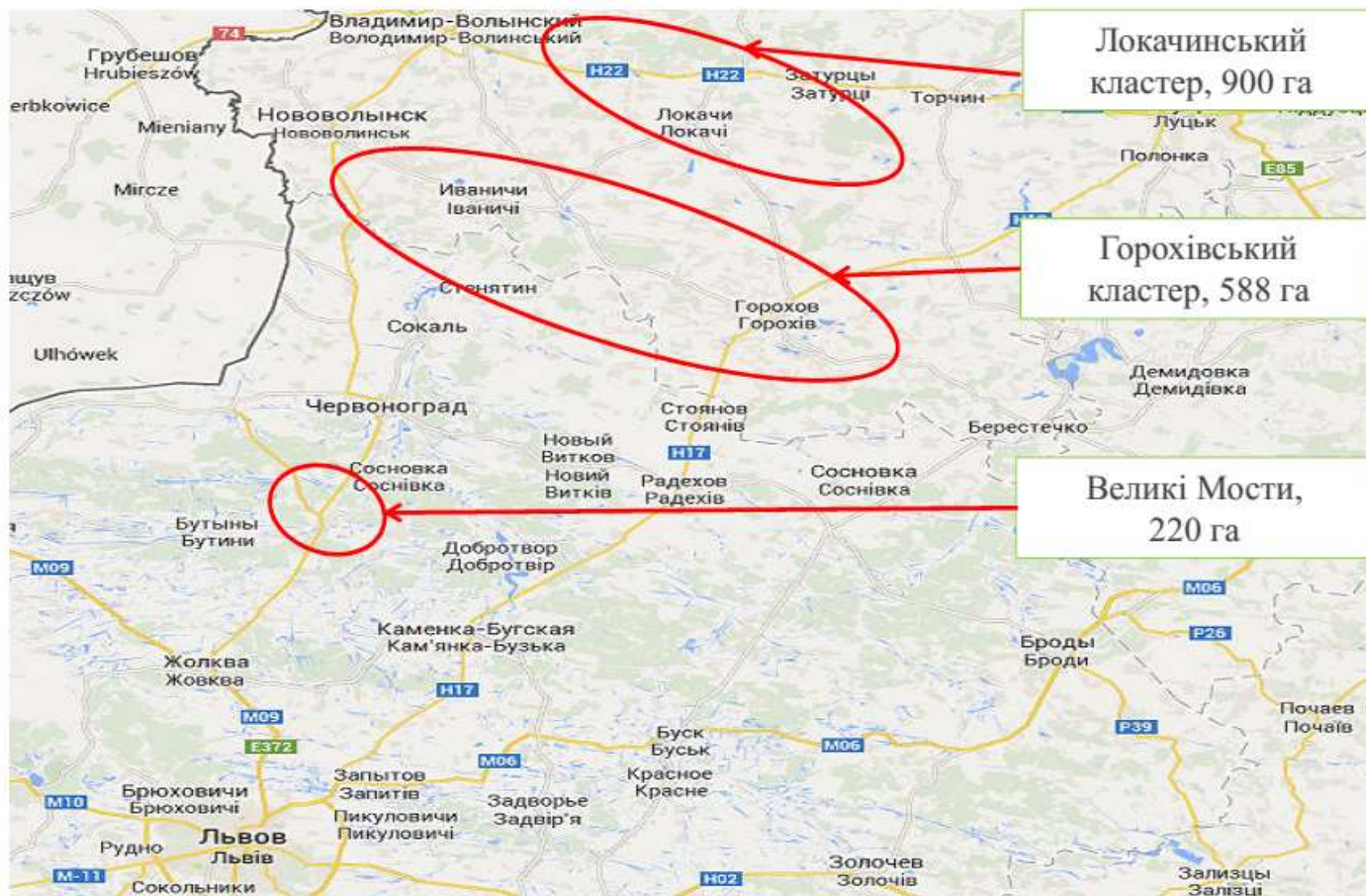
На сьогоднішній день **компанія являється лідером в Східній Європі** в сегменті вирощування енергетичної верби :

- Площа висаджених енергетичних плантацій станом на березень 2015 року – **1700 га.**
- Унікальний досвід у сфері **промислового вирощування** енергетичної верби. Єдина компанія, яка поєднує ПОВНИМ комплексом науково-виробничого циклу
- **Повний парк власної СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ техніки** для підготовки, висадки та догляду за енергетичною вербою
- Власний **маточник нових ліцензійних шведських сортів** з правом їх розповсюдження на території України

Ми можемо з впевненістю сказати, що являємось експертами з вирощування енергетичної верби в промислових масштабах!

Географія висаджених плантацій

(станом на січень 2015)



Історія розвитку компанії

- **2010** – Рік заснування компанії
- **2011** – Висадка перших **130 га** плантацій енергетичної верби
- **2012** – Збільшення к-ті плантацій **до 800 га**. Створення власного банку землі 2000 га. Створення власного парку професійної техніки. Покупка датської **саджалки Egedal**.
- **2013** – Компанія стала засновником Біоенергетичної асоціації України. Зареєстрували власний сорт верби в Україні. Здійснили першу продажу з власного маточника. На 10.11.13 збільшили кількість висаджених плантацій до **1 300 га**.
- **2014** – Площу енергетичних плантацій збільшено до **1700 га**, **перший промисловий збір** урожаю та **експорт продукції в Польщу**. Реконструйовано і переведено на деревну тріску **3 котельні** в Волинській області загальною потужністю **3,4 МВт** теплової потужності

Наші продукти та послуги



Продаж посадкового матеріалу

Консультації з побудови бізнесу у сфері
виращування енергетичної верби



Послуга машинної висадки енергетичних
плантацій з гарантією схожості

Послуги зі збору урожаю енергетичних
культур: верба, тополь



Виробництво і продаж теплової енергії з
поновлювальних джерел енергії



ТОВ «Салікс Енерджі»
01001,Київ, вул. Велика Житомирська, 8-а
+38-044-278-3144
info@salix-energy.com
www.salix-energy.com





Національна академія аграрних наук

**ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ
КУЛЬТУР
І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ НААН**

**РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ
НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА
ТЕПЛА
З ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА**

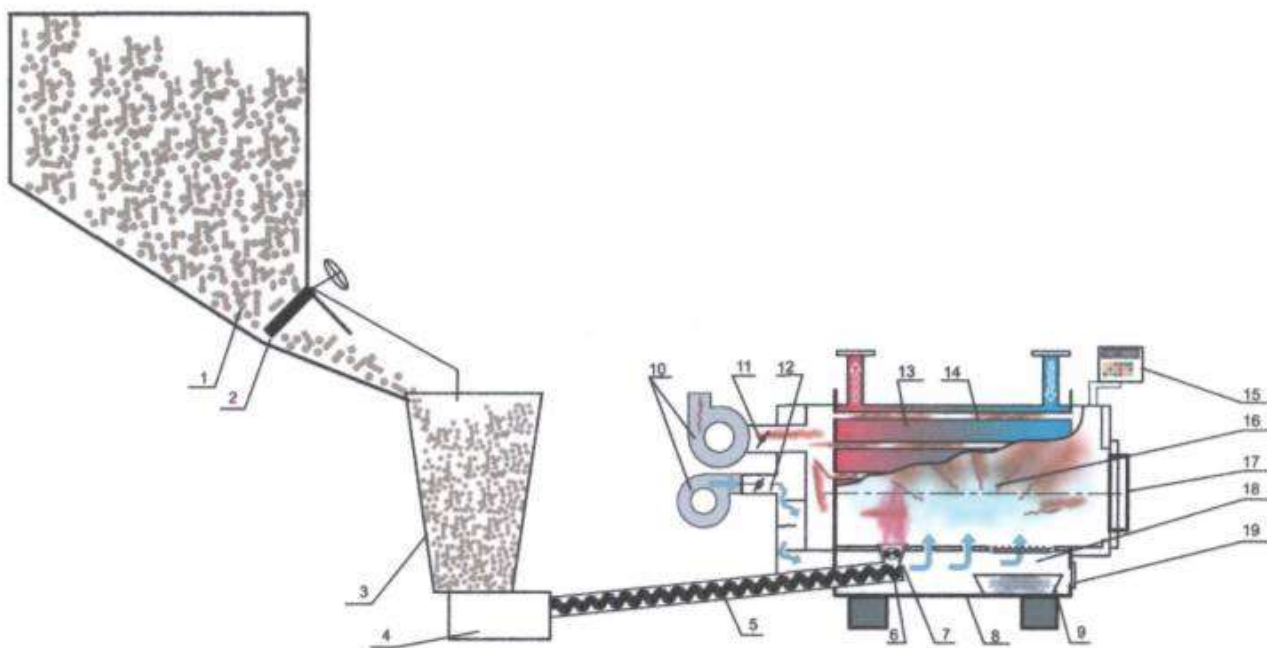


Київ, 2014

В Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків спільно з ТОВ Наукове виробниче об'єднання «Екотех» розроблено та на науково-виробничій базі інституту налагоджено виробництво твердопаливних котлів КВу-0,3(м) та КВу-0,5(м) для отримання теплової енергії при спалюванні біопалива у вигляді гранул, виготовлених з біомаси енергетичних культур, органічних та дерев'яних відходів. Котел може використовуватись для опалювання житлових приміщень, промислових об'єктів, зерносушильних камер з метою одержання дешевої теплової енергії.

Котли КВу призначені для спалювання твердого палива, у вигляді гранул з біоенергетичних культур (міскантусу, свічграсу, верби та інш.), лушпиння, соломи або дерев'яних відходів, що дозволяє автоматизувати процес подачі палива до камери згорання. Котел КВу-0,5(м) потужністю 500 кВт, дозволяє опалити приміщення площею до 6000 м².





- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1) Зовнішній бункер; | 11) Димохід; |
| 2) Дозатор завантаження палива; | 12) Регулятор подачі повітря; |
| 3) Внутрішній бункер; | 13) Газопроводи; |
| 4) Регулятор подачі; | 14) Водяна сорочка; |
| 5) Лінія подачі палива; | 15) Блок управління; |
| 6) Заслінка; | 16) Топка; |
| 7) Паливна воронка; | 17) Дверка топки; |
| 8) Піддон; | 18) Колосникова решітка; |
| 9) Вузол залишкових продуктів; | 19) Дверка піддону. |
| 10) Вентилятор; | |



Повітря

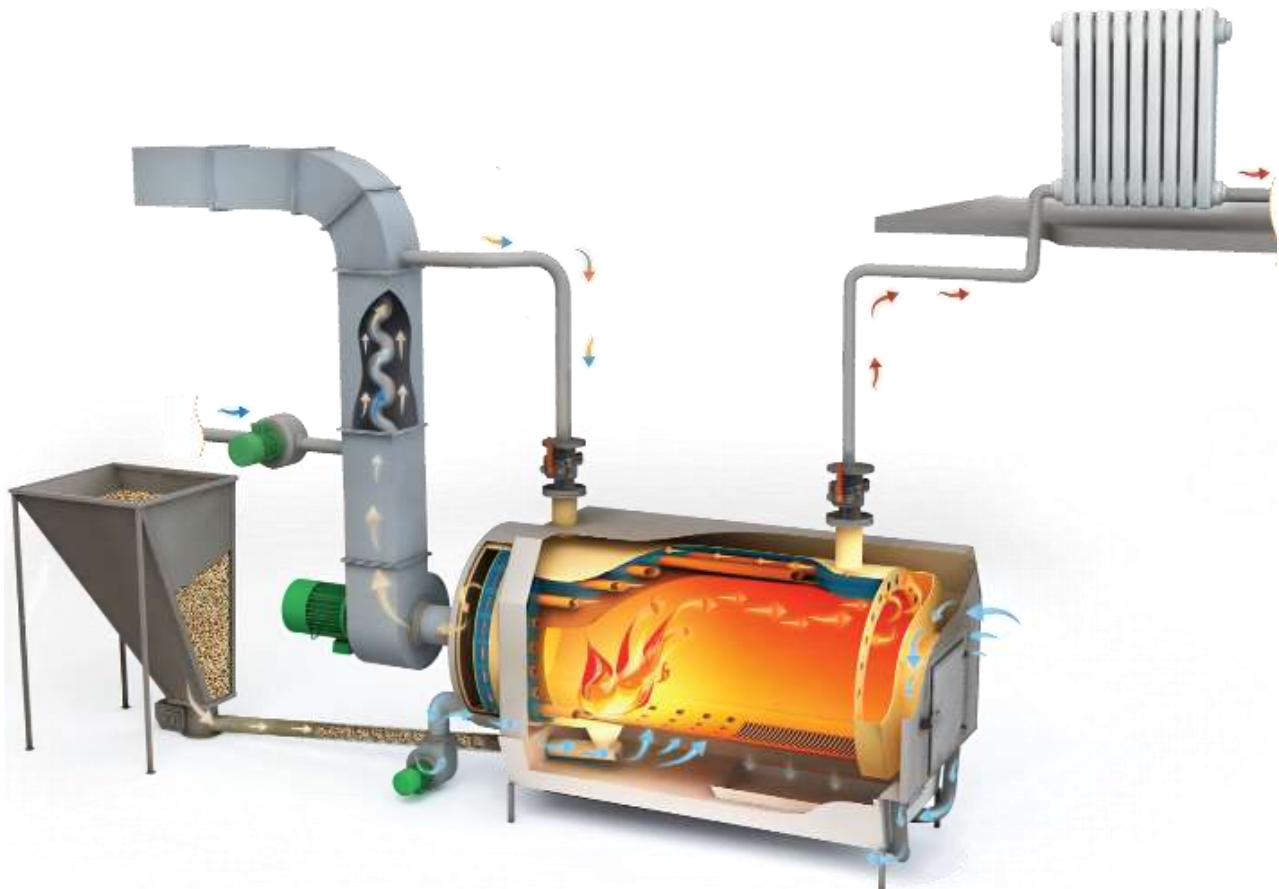


Вода



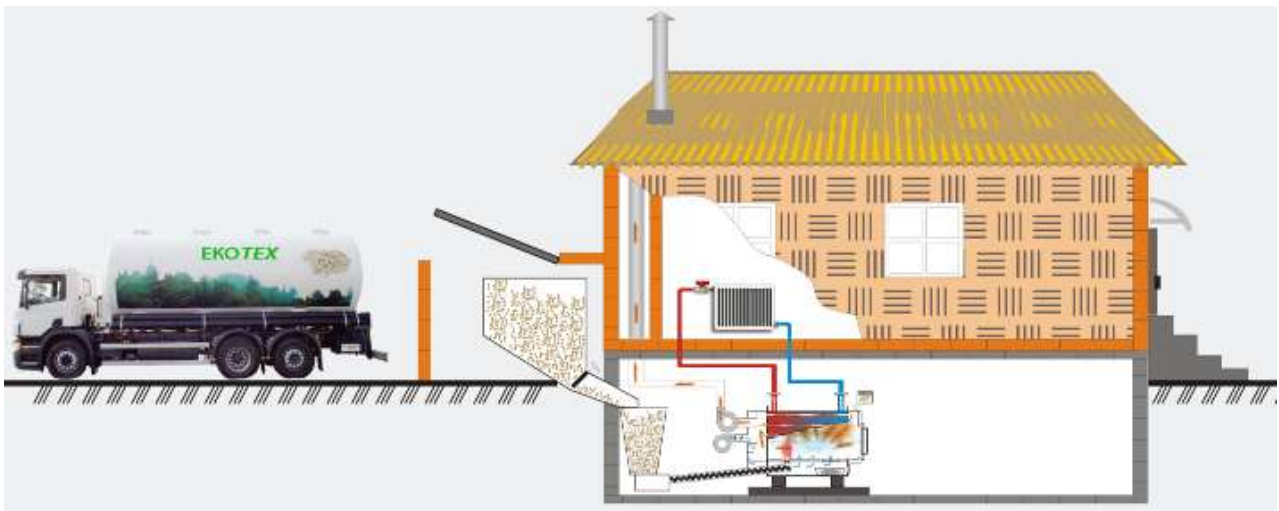
Гази

Схема функціонування котла типу КВу-м



ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ І ПАРАМЕТРИ КОТЛА КВУ - 0,5(М)

Номінальна продуктивність, кВт	500
Розрахункова температура води, °С	95
Поверхня нагріву котла водогрійного, м ²	11,71
Об'єм водогрійного котла, м ³	1,25
Опалювана площа, м ²	5000
Опалюваний об'єм, м ³	15000
Температура вихідних газів, С°	140 -160
Час виходу на робочий режим, год	не більше 1
Об'єм загрузочної камери, м ³	не менше 0,73
ККД, %	не менше 92
Маса котла, кг	1750
Максимальна температура теплоносія, °С	105
Теплотворноздатність котла, тис.ккал/год	1200
Напруга електричної мережі, В	380
Розрахунковий термін служби, років	15



Технологічна схема котельні:

- **Автоматизоване завантаження пелет (шнеком або пневмотранспортом)**
- **Мінімізація втручання в процес опалення**
- **Зручна організація складу палива**

Технічні переваги котлів на твердому біопаливі:

- **автоматизоване завантаження та регулювання подачі палива**
- **автоматизоване видалення продуктів згорання (зольність пеллет менше 1%)**
- **використання золи як добрива**
- **використання екологічно чистого палива**
- **відсутність вибухонебезпечних речовин**
- **висока ефективність (ККД > 90%)**

Переваги використання пелет

- залишки продуктів згорання - менше 1%
- повна автоматизація процесу спалювання гранул
- зручність транспортування та зберігання пелет
- відсутність шкідливих викидів в атмосферу
- популяризація екологічних технологій

1 т пелет



=

1,6 т деревини

475 м³ природного газу

500 л дизельного палива

685 л мазуту

546 кг кам'яного вугілля

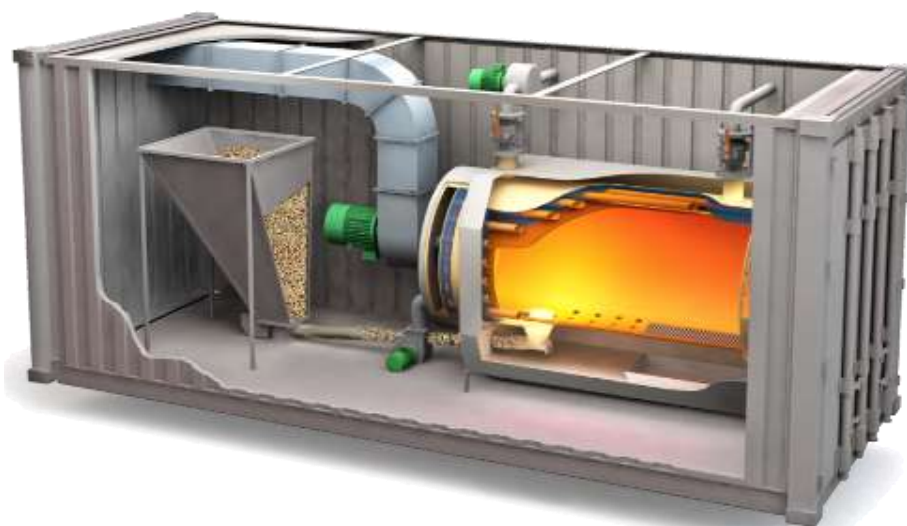
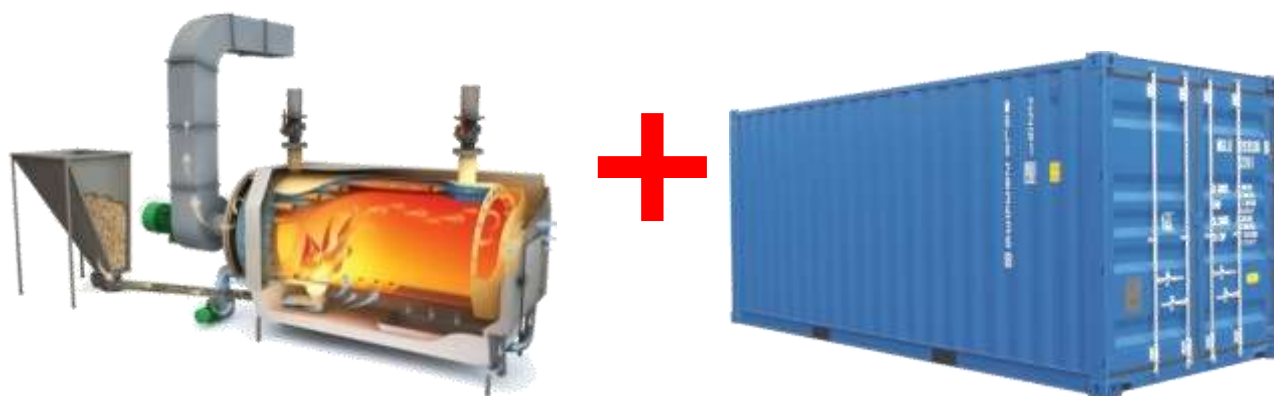
Ефективність застосування паливних гранул

Енергоносії	Ціна, грн/тис.м³ (грн/т)	Теплотворна здатність, МДж/м³ (МДж/кг)	Вартість тепла, грн	
			1 ГДж	1 ГКалл
Природний газ	8900*	35	254,3	741,8
Паливні гранули	2600**	17	152,9	640,3

* Згідно постанови НКРЕ №965 від 31.03.2015 р. встановлена ціна природного газу для бюджетних установ – 7200 (без урахування податку на додану вартість, збору у вигляді цільової надбавки до діючого тарифу на природний газ для споживачів усіх форм власності, який справляється у розмірі 2 відсотків, тарифів на послуги з транспортування, розподілу і постачання природного газу за регульованим тарифом)

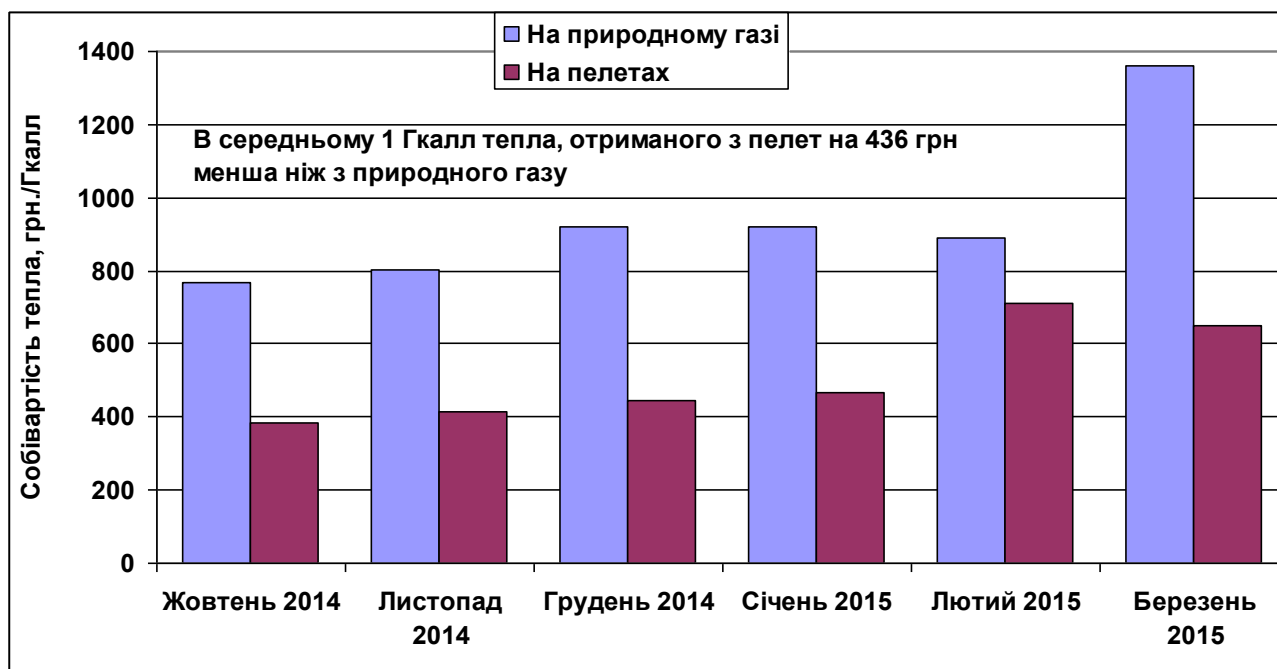
** - за ціни 1 тони промислових пелет 120 \$/т

Блочно-модульна твердопаливна котельня (БМТК)
відповідає вимогам «READY FOR USE»



ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИКОРИСТАННЯ КОТЛІВ НА ТВЕРДОМУ БІОПАЛИВІ

Собівартість 1 Гкалл тепла за опалювальний сезон 2014-2015 рр., отриманого з використанням природного газу становить в середньому 967 грн/Гкалл, а з пелет – 531 грн/Гкалл (менша у 1,8 раза). За рахунок переходу на тверде біопаливо Інститут лише за останній опалювальний сезон заощадив 592 тис.грн.



Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН
(044) 275-50-00
bio.gov.ua
sugarbeet@ukr.net

ЗМІСТ

	стор.
Передмова.....	3
Вступ.....	5
Розділ 1 Загальна характеристика автохтонних верб.....	7
1.1. Історія вирощування верб.....	7
1.2 Роль відновлювальних джерел енергії в екологічних аспектах зміни клімату планети.....	12
1.3. Використання біомаси в паливо-енергетичній галузі.....	18
1.4. Використання верби в якості відновлюваного джерела енергії в світі.....	20
1.5. Вирощування енергетичної верби в Україні.....	26
1.6. Систематика і філогенія роду <i>Salix L.</i>	30
1.6.1. Систематика верб.....	30
1.6.2. Філогенія.....	32
1.7. Загальна характеристика верб.....	35
1.8. Морфологія, поширення та використання верб, придатних для вирощування на енергетичних плантаціях.....	36
1.9. Колекція генофонду верб Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.....	58
1.10. Біологічні та екологічні особливості верб.....	61
1.10.1. Цвітіння та плодоношення.....	62
1.10.2. Розвиток верб протягом вегетаційного періоду.....	65
1.11 Інтенсивність транспірації та фотосинтезу.....	67
1.12. Вплив ФАР на продуктивність біомаси енергетичної верби.....	71
1.13. Насіннєве розмноження.....	77
1.14. Вегетативне розмноження.....	83
1.14.1. Оптимальні розміри живців для створення насаджень.....	86
1.14.2. Просторова орієнтація живців в ґрунті.....	91
1.14.3. Вплив стимуляторів росту на укорінення живців.....	92
1.14.4. Особливості заготівлі та висаджування живців.....	93
1.15. Особливості росту надземної частини та будова кореневої системи.....	94
Розділ 2 Технологія вирощування енергетичної верби.....	99
2.1. Вибір місця під плантацію енергетичної верби.....	99
2.2. Основний обробіток ґрунту, підготовка ґрунту та садіння верби..	102
2.2.1. Луцання площ відведених для садіння верби.....	103
2.2.2. Система удобрення енергетичної верби.....	106
2.2.3. Глибока оранка.....	111
2.2.4. Вирівнювання ґрунту.....	114
2.2.5. Підготовка ґрунту для садіння пагонів.....	115
2.2.6. Найбільш поширені схеми закладання плантацій енергетичної верби.....	117
2.2.7. Методика розрахунку потреби в садивному матеріалі.....	121

2.2.8. Садіння енергетичної верби.....	124
2.3. Догляд за плантаціями та збирання енергетичної верби	128
2.3.1. Ранньовесняний обробіток ґрунту.....	129
2.3.2. Захист плантацій верби від бур'янів.....	129
2.3.3. Захист плантацій енергетичної верби від шкідників і хвороб....	136
2.3.3.1. Шкідники.....	136
2.3.3.2. Заходи захисту плантацій верби від шкідників.....	144
2.3.4. Хвороби.....	145
2.3.4.1. Заходи захисту плантацій верби від хвороб.....	147
2.3.5. Техніка безпеки при застосуванні пестицидів.....	148
2.3.6. Розпушування ґрунту в міжряддях.....	155
2.3.7. Присипання бур'янів ґрунтом в зоні рядків енергетичної верби	161
2.4. Збирання енергетичної верби.....	164
2.4.1. Збирання маточного садивного матеріалу.....	164
2.4.2. Збирання енергетичної верби для промислового використання	168
2.4.3. Поточковий спосіб збирання енергетичної верби.....	169
2.4.4. Перевалочний спосіб збирання енергетичної верби.....	172
2.4.5. Роздільний спосіб збирання енергетичної верби.....	175
2.4.6. Складування та зберігання сировини енергетичної верби.....	182
2.4.7. Рекультивація плантації.....	186
2.5. Досвід вирощування енергетичної верби у фірмі «Salix Energy»..	187
Розділ 3 Переробка біомаси енергетичної верби в паливну тріску, брикети та гранули.....	196
3.1. Технологія виробництва паливних гранул та брикетів	196
3.2. Подрібнення сировини (тріски).....	199
3.3. Сушіння сировини (тріски).....	199
3.4. Гранулювання сировини	200
3.5. Охолодження і пакування паливних гранул	202
3.6. Паливні брикети	203
3.7. Теплотворні властивості енергетичної верби.....	206
3.8. Розрахунок теплотворної здатності енергетичної верби	208
3.9. Використання біомаси енергетичної верби для обігріву приміщень	213
Розділ 4 Економічна ефективність вирощування та переробки енергетичної верби.....	216
4.1. Економічна ефективність технології вирощування енергетичної верби.....	216
4.2. Економічна ефективність використання енергетичної верби (Salix) в якості твердого біопалива.....	220
4.3. Матеріально-технічне забезпечення вирощування енергетичної верби.....	225
Розділ 5 Законодавчі основи розвитку ринку біопалива в Україні.....	227
5.1. Законодавче регулювання розвитку енергетики в Україні.....	227
5.2. Пропозиції до законодавства України.....	234
Короткий словник спеціальних термінів та їх визначення.....	242

Список використаних джерел.....	249
Додатки.....	257
Додаток 1 Інсектициди, які можуть бути застосовані для контролю шкідників у посадках біоенергетичної верби.....	258
Додаток 2 Машини для виробництва тріски.....	260
Додаток 3 Рекомендації сільськогосподарським товаровиробникам, які планують поставляти біосировину в країни ЄС: що потрібно знати про біосировину для підтвердження вимогам.....	261
Додаток 4 Типова технологічна карта з технології вирощування садивного матеріалу енергетичної верби (перший рік).....	274
Додаток 5 Типова технологічна карта з технології догляду за вирощуванням садивного матеріалу (на протязі 25 років)	278
Додаток 6 Типова технологічна карта з технології промислового вирощування енергетичної верби (перший рік).....	280
Додаток 7 Типова технологічна карта з промислової технології догляду за вирощуванням енергетичної верби (на протязі 25 років).....	284
Додаток 8 Енергетичні плантації: теорія і практика в умовах України. Досвід вирощування і переробляння енергетичної верби у фірмі «SALIX ENERGY».....	286
Додаток 9 Розроблення та впровадження нових технологій виробництва тепла з твердого біопалива.....	327

Для нотаток

Для нотаток

Науково-практичне видання

ЕНЕРГЕТИЧНА ВЕРБА: ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ

Відповідальні за випуск: В.М. Сінченко, М.Я. Гументик, В.І. Пиркін

Редактор – І.К. Пиркіна

Комп'ютерне складання та верстка: В.І. Гореленко,
В.П. Москаленко, Л.Н. Гізбулліна