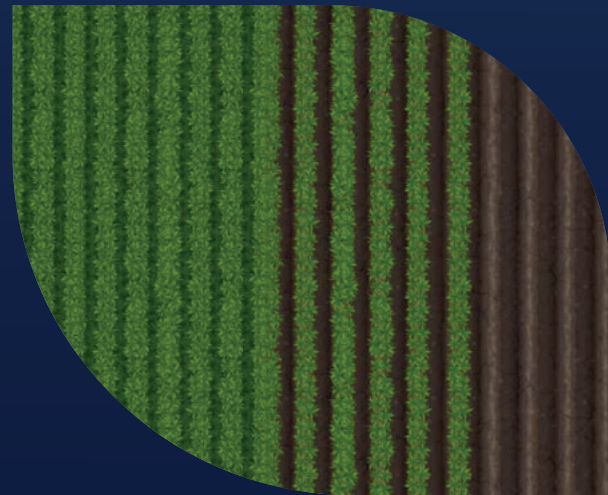
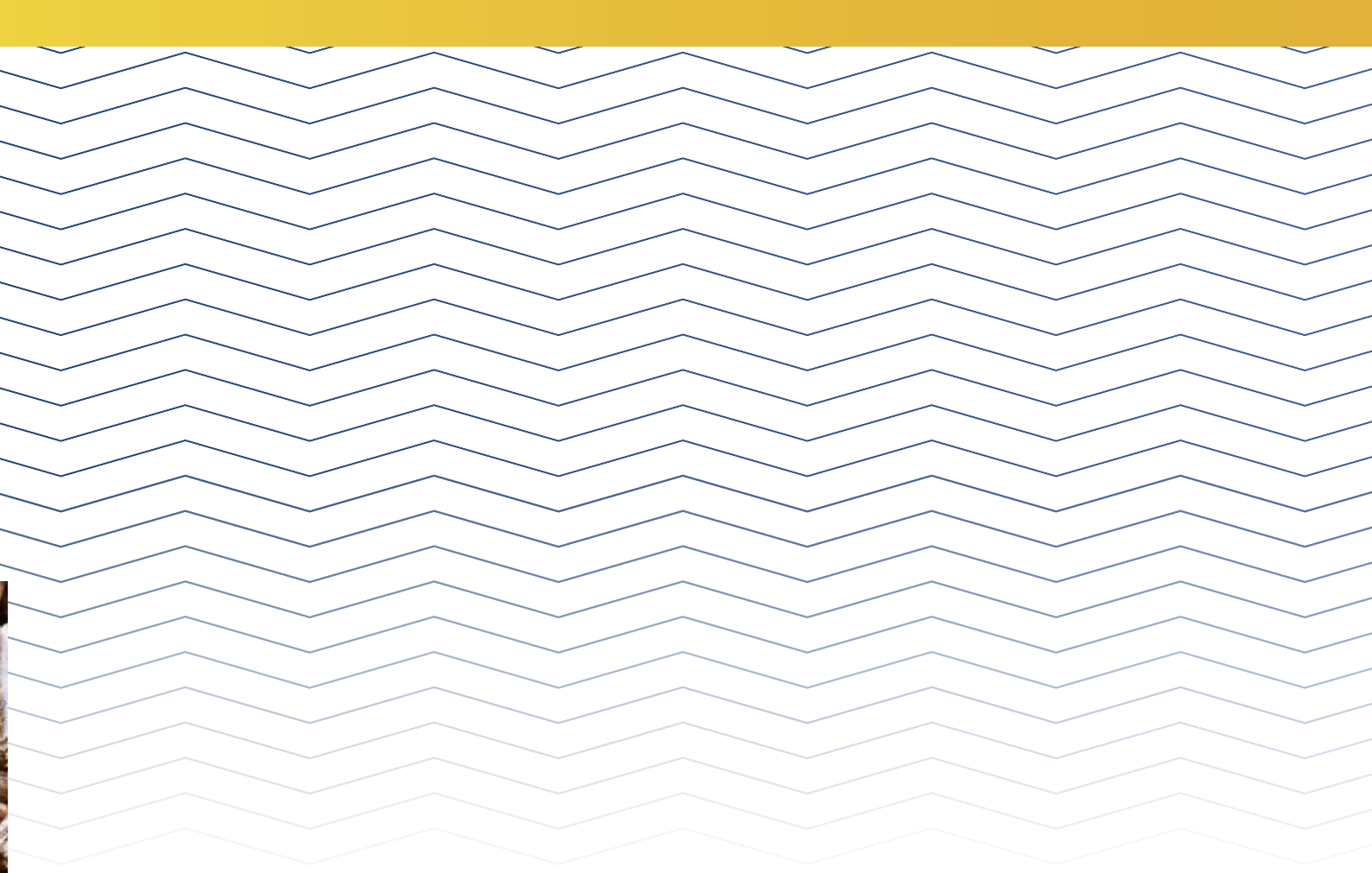


# ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВЛАСНОГО СПОЖИВАННЯ У ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАДАХ УКРАЇНИ



2023



Хмельницький енергетичний кластер висловлює подяку представникам Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України за допомогу у створенні цього посібника.

Методичні рекомендації розроблені в рамках проєкту «Вирощування енергетичних культур як складова енергонезалежності громад» за підтримки Програми «U-LEAD з Європою», що спільно фінансується Європейським Союзом та його державами-членами Німеччиною, Польщею, Швецією, Данією, Естонією та Словенією. Зміст цієї публікації є виключною відповідальністю її авторів і не обов'язково відображає позицію Програми «U-LEAD з Європою», Європейського Союзу і його держав-членів Німеччини, Швеції, Польщі, Данії, Естонії та Словенії.

# ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	4
<b>Вирощування енергетичних культур в Україні</b> .....	7
<b>Вирощування енергетичної верби та тополі в громадах</b> .....	10
<b>Крок 1.</b> Визначення потреби в паливній сировині.....	19
<b>Крок 2.</b> Вибір та підготовка ділянки для створення енергетичної плантації.....	21
<b>Крок 3.</b> Підготовка садивного матеріалу .....	26
<b>Крок 4.</b> Садіння енергетичних культур.....	31
<b>Крок 5.</b> Догляд за плантацією.....	37
<b>Крок 6.</b> Збір біомаси енергетичної верби та тополі.....	41
<b>Корисні посилання</b> .....	44
<b>Список використаних джерел</b> .....	46

# ВСТУП

Дані методичні рекомендації стануть у нагоді представникам територіальних громад України, які мають на меті висадити маточні або промислові плантації енергетичних культур, щоб самостійно забезпечувати потреби громади у біомасі для опалення.

З початком повномасштабної російсько-української війни 24 лютого 2022 року сфера енергетики стала одним із засобів шантажу зі сторони країни-агресорки. Масштабні обстріли, а відтак і руйнування енергетичної інфраструктури в Україні стимулювали громади до пошуку альтернатив для безперешкодного електропостачання та обігріву будівель.

Крім того, з 2021-го в Україні суттєво зросла вартість природного газу, зокрема для установ та організацій, що фінансуються з державного та місцевих бюджетів. Тому перед громадами гостро постало питання енергетичної незалежності.

Актуальним та оптимальним варіантом зменшення залежності від природного газу є перехід на локальну сировину для опалення – біомасу. При цьому територіальним громадам, плануючи обігрів комунальних закладів та установ біомасою, важливо розраховувати таку кількість сировини, якої буде достатньо, щоб гарантувати безперебійне теплопостачання та стабільну роботу усіх об'єктів інфраструктури.

Собівартість паливної тріски з енергетичної комунальної плантації щонайменше на 30% (за підрахунками Хмельницького енергетичного кластеру) нижча за ринкову ціну. Крім економічного ефекту, не менш важлива енергетична безпека. Наявність власної сировини для опалення дасть можливість забезпечити функціонування усіх об'єктів інфраструктури в найскладніший осінньо-зимовий період. А також не залежати від зовнішніх викликів, які впливають на ціну та наявність палива на ринку.

Один з варіантів безперебійного забезпечення біомасою потреб громади - вирощування та подальше використання для опалення комунальних приміщень деревних енергетичних культур верби та тополі.

У 2023 році у трьох територіальних громадах Хмельницької області – Берездівській, Ганнопільській та Крупецькій - було прийнято рішення про створення плантацій енергетичних дерев, задля поступового переходу на обігрів комунальних об'єктів паливною тріскою, а відтак незалежності від викопного палива – газу. Як результат, було створено 3 маточні плантації загальною площею 6 гектарів. Реалізація цієї ініціативи стала можливою завдяки проєкту «Вирощування енергетичних культур, як складова енергонезалежності громад», що реалізував Хмельницький енергетичний кластер у межах місцевої фінансової допомоги Програми «U-LEAD з Європою», що спільно фінансується Європейським Союзом та його державами-членами: Німеччиною, Польщею, Швецією, Данією, Естонією та Словенією.

Враховуючи практичний досвід даних громад, а також напрацювання у сфері біоенергетики, був створений цей посібник, щоб допомогти усім охочим українським громадам спростити процес висадки енергетичних дерев та зробити важливий крок до енергонезалежності нашої держави.

# » ЯК КОРИСТУВАТИСЯ ПОСІБНИКОМ

В посібнику подана покрокова інформація для створення маточної чи промислової плантації енергетичної верби та тополі на базі територіальних громад.

Розділи посібника містять візуальні матеріали – фото та відео. Це допоможе краще зрозуміти технологію вирощування культур.

Для того, аби переглянути відео, потрібно відсканувати QR-код або натиснути на посилання в електронній версії посібника.

Рекомендуємо при створенні першої плантації заручитися підтримкою експертів у даній сфері.

Наприкінці посібника ви знайдете посилання на додаткові джерела з докладною інформацією з цієї теми.



---

<sup>1</sup> Маточна плантація (розсадник) – спеціально облаштована ділянка для створення садивного матеріалу енергетичних культур, які будуть надалі використовуватися для створення промислових плантацій задля забезпечення громади біомаєю.

# ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ

Газова криза кінця 2021 - початку 2022 років посилила перспективи розвитку сектору біоенергетики України. Адже саме біопаливом можна закрити частину дефіциту природного газу для виробництва теплової та електричної енергії, особливо враховуючи коливання цін на блакитне паливо.

Для виробництва теплової енергії з біомаси можна розглядати різні види палива, зокрема дрова, деревну тріску, пелети та брикети з різних видів рослинної сировини, тюковану соломку, стебла чи качани кукурудзи тощо.

Загалом динаміка зростання сектору біоенергетики позитивна. Так частка біоенергетики в енергетичному балансі України збільшилася з 1,4 млн. т н.е. в 2010 році до 4,2 млн. т н.е. в 2020 році. Якщо перевести ці показники в еквівалент природного газу, то вже у 2020 році Україна заміщувала 5,2 млрд. м<sup>3</sup> природного газу в рік завдяки біоенергетиці.

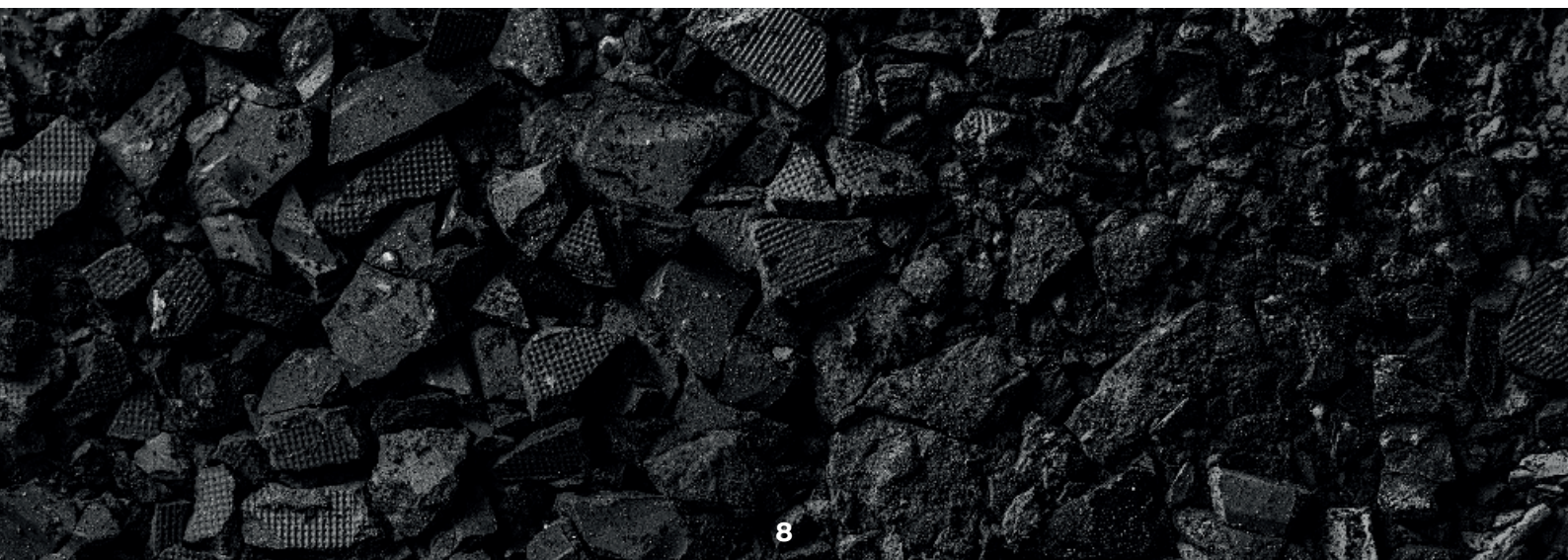
За інформацією Біоенергетичної асоціації України, близько 4 мільйонів гектарів деградованих та малопродуктивних сільськогосподарських земель у державі є неефективними для вирощування класичних сільськогосподарських культур. Однак вони цінні для вирощування енергетичних дерев. Крім того, ділянки, які будуть засаджені енергетичними культурами протягом 20-25 років, можуть перейти у категорію продуктивних сільськогосподарських угідь, адже це позитивно вплине на відтворення родючості ґрунтів.

Для бюджетної сфери та промисловості використання біомаси порівняно з викопними джерелами енергії є більш ощадним та екологічним варіантом. У таблиці поданий розрахунок вартості одиниці енергії в енергоносіях, яку підготували експерти Біоенергетичної асоціації України.

## Порівняння вартості одиниці енергії в енергоносіях в Україні, листопад 2022 року

Вид палива або енергоносія	Середня вартість з транспортом та ПДВ (станом на листопад 2022 р.)	Нижча теплотворна здатність	Вартість одиниці енергії, грн/ГДж з ПДВ
Природний газ для населення	7420 грн/тис. м <sup>3</sup>	33,5 МДж/м <sup>3</sup>	221
Природний газ для бюджетної сфери	16500 грн/тис. м <sup>3</sup>	33,5 МДж/м <sup>3</sup>	492
Природний газ для промисловості	40000 грн/тис. м <sup>3</sup>	33,5 МДж/м <sup>3</sup>	1194
Вугілля	10800 грн/т	25 МДж/кг	432
Мазут	26000 грн/т	42 МДж/кг	619
Електроенергія для населення	1,68 грн/кВт•год	-	467
Електроенергія для побутових споживачів	6 грн/кВт•год	-	1666
Електроенергія для побутових споживачів через тепловий насос з COP=2,7	6 грн/кВт•год	-	617
Деревна тріска (W=40%)	2500 грн/т	10,5 МДж/кг	238
Гранули з деревини	9000 грн/т	17 МДж/кг	529
Гранули з лушпиння	7000 грн/т	17,5 МДж/кг	400
Тюки соломи чи стебел кукурудзи	2000 грн/т	14,6 МДж/кг	137

Згідно таблиці, споживання природного газу для промисловості є найдорожчим. Всі види твердого біопалива конкурентні по відношенню до природного газу для промисловості, і майже всі (крім гранул з деревини) – по відношенню до природного газу для бюджетних організацій.





Таким чином для громад більш фінансово вигідно використовувати біомасу для потреб опалення, зважаючи на коливання ціни на газ на ринку, вичерпність цього ресурсу, а також загрози для сфери енергетики через повномасштабну війну та непрогнозований повоєнний період.

**Також ключовими перевагами вирощування енергетичних культур в Україні є:**



Заміщення природного газу



Відтворення родючості ґрунтів



Заміщення імпортованих енергоносіїв



Розвиток місцевої економіки



Гарантоване і прогнозоване джерело біопалива



Відновлення земельних ділянок



Зниження викидів парникових газів



# ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ ТА ТОПОЛІ В ГРОМАДАХ

Для визначення економічного потенціалу вирощування біоенергетичних культур на території громади рекомендовано провести аудит. Це допоможе зрозуміти, які об'єкти потребують тріску для опалювання, які об'єкти доцільно перевести на твердопаливне опалення та скільки коштів таким чином зможе зберегти громада, не купуючи газ та деревину в постачальників.

У цьому розділі наведемо приклад подібних розрахунків, які були проведені для Берездівської сільської територіальної громади в рамках проєкту «Вирощування енергетичних культур, як складова енергонезалежності громад».

## ■ Споживання біомаси об'єктами комунальної інфраструктури

У Берездівській громаді 7 комунальних об'єктів обігрівають за допомогою твердопаливних котлів, а загальний річний об'єм споживання біомаси складає 1 050 м<sup>3</sup> дров, 150 т пелети та 30 т торфбрикет. Заплановане заміщення лише дров. Крім того, ще 3 комунальні об'єкти можуть бути переведені на твердопаливні котли.

В громаді також наявна техніка, яку можна використовувати для створення та догляду за плантацією біоенергетичних культур (трактори великі МТЗ82, ЮМ36, ХТЗ170к - 3 шт, трактор малий Донг фенг 25 - 1 шт, подрібнювач гілок Арпал 120, ПТС4 - 1, причепи, які потребують ремонту - 3 шт, самоскид МАЗ - 1 шт.), а також планується закупівля щепорізу на трактор з продуктивністю роботи 4-6 куб./год.

Берездівська громада запропонувала для вирощування енергетичних культур 4 земельні ділянки загальною площею 53 га, що дозволяє забезпечити паливною тріскою об'єкти комунальної інфраструктури на 100% (відсоток технічно можливого використання тріски разом з

іншими видами палива), а надлишок продавати приватним споживачам з аграрного сектору з Берездівської та сусідніх громад.

Після проведених розрахунків визначено, що в порівнянні з ринковими цінами на паливну тріску, вирощування енергетичних культур громадою на комунальних плантаціях щонайменше на 79,1 % дешевше.

### ■ Чинники, які впливають на економічний ефект:



Громада не сплачує кошти за оренду землі, на якій вирощує енергетичні культури;



До роботи залучено персонал комунальних підприємств, який не потребує додаткових витрат на заробітну плату;



Техніку не потрібно купувати чи винаймати в оренду, тому основні витрати буде спрямовано на паливно-мастильні матеріали та амортизацію;



Виробництво паливної тріски знаходиться в громаді, тому не потрібно додаткових витрат на логістику для транспортування;



У порівнянні з купівлею тріски на ринку, її постачання здійснюватиме КП «Берездів» по собівартості (без націнки) та з врахуванням податку на прибуток.



## Таблиця витрат (капітальних та операційних) та очікувані вигоди в розрахунку на 1 га плантації

	1-й трирічний цикл (збір 2026 року)	2-й трирічний цикл (збір 2029 року)	3-й трирічний цикл (збір 2032 року)
<p>Капітальні та операційні витрати при висадці та догляді за плантацією</p> <p>Збір та переробка тріски</p> <p>Об'єм зібраної тріски, її ринкова вартість та фінансовий еквівалент економії</p>	<p><b>2024 рік висадка:</b> Земельні роботи перед закладанням плантації (оранка, дискування) - 5000 грн Внесення гербіциду (двічі) або механічний обробіток міжряддя - 5 000 грн Мінеральні добрива і обробка саджанців - 7000 грн Черенкування та висадка - 5000 грн (5 людей по 500 грн) Саджанці - 0 грн Логістичні витрати (перевезення людей, саджанців та ін.) - 500 грн</p> <p><b>2025 рік догляд:</b> Обробіток міжряддя - 5000 грн</p> <p><b>2026 збір тріски:</b> Група з 4-х людей працює 3 дні (8-ми год. робочий день, ставка 500 грн за день) – 6000 грн Паливно-мастильні матеріали - 3000 грн пальне на трактор/-щепоріз/пили Амортизаційні витрати – 3000 грн Логістика - 500 грн перевезення тріски</p> <p><b>Витрати загалом: 40 000 грн</b> Очікуваний об'єм тріски: 45 тонн</p> <p>Ринкова вартість зібраної тріски (1 тонна - 2000 грн): 90 000 грн</p> <p>Враховуючи витрати на собівартість (40 000 грн) та оподаткування (18%, 7200 грн), <b>економічний ефект (економія) в 1-й трирічний цикл буде – 42 800 грн, що на 47,55 % менше від ринкової ціни.</b></p>	<p><b>2027, 2030</b> - 0 грн</p> <p><b>2028, 2031</b> - 0 грн</p> <p><b>2029, 2032 збір тріски:</b> Група з 4-х людей працює 3 дні (8-ми год. робочий день, ставка 500 грн за день) – 6000 грн</p> <p>Паливно-мастильні матеріали - 3000 грн пальне на трактор/-щепоріз/пили</p> <p>Амортизаційні витрати – 3000 грн Логістика - 500 грн перевезення тріски</p> <p><b>Загалом: 12 500 грн</b> Очікуваний об'єм тріски: 45 тонн</p> <p>Ринкова вартість зібраної тріски (1 тонна - 2000 грн): 90 000 грн</p> <p>Враховуючи витрати на собівартість (12 500 грн) та оподаткування (18%, 2250 грн), <b>економічний ефект (економія) в подальших трирічних циклах буде – 75 250 грн, що на 83,61% менше від ринкової ціни.</b></p>	

## Розрахунок економічного ефекту для наявних в Берездівській громаді твердопаливних котлів

%	Назва закладу та населений пункт розташування	Назва виробника котла, рік випуску, ККД	Стан будівлі (утеплені стіни, дах, замінені вікна, двері)	Річний об'єм споживання біомаси, вартість палива	Загальна вартість палива по закладу (без тріски)	Економія коштів при заміні 50% дров на тріску становить	Необхідна площа земельної ділянки для самозабезпечення тріскою
1.	Берездівський ліцей с. Берездів	Фенікс 300 кВт, ККД 85%	Стіни: + Дах: + Вікна: + Двері: +	Дрова 300 м <sup>3</sup> (вартість 402 000 грн), Пелета 150 тонн (вартість 1 050 000 грн) Еквівалент об'єму споживання тріски (на заміну 50% дров): 105 тонн (43 880 грн) Заміщення пелети неможливе.	1 452 000 грн	157 120 грн	Загальна необхідна площа <b>6,99 га</b> , яка включає три ділянки по <b>2,33 га</b> для щорічного збору біомаси (раз на три роки на кожній ділянці).
2.	Мирутинський ліцей с. Мирутин	Ретро 200 кВт, ККД 85 %.	Стіни: + Дах: + Вікна: + Двері: +	Дрова 150 м <sup>3</sup> (вартість 201 000 грн),  Еквівалент об'єму споживання тріски (на заміну 50% дров): 52,5 тонни (21 940 грн)	201 000 грн	78 560 грн	Загальна необхідна площа <b>3,5 га</b> , яка включає три ділянки по <b>1,16 га</b> для щорічного збору біомаси (раз на три роки на кожній ділянці).
3.	Горицький ліцей с. Гориця	Зіберт 200 кВт, ККД 95%; Ніісту 300, 300 кВт, ККД 70%	Стіни: + Дах: + Вікна: + Двері: +	Дрова 150 м <sup>3</sup> (вартість 201 000 грн),  Еквівалент об'єму споживання тріски (на заміну 50% дров): 52,5 тонни (21 940 грн)	201 000 грн	78 560 грн	Загальна необхідна площа <b>3,5 га</b> , яка включає три ділянки по <b>1,16 га</b> для щорічного збору біомаси (раз на три роки на кожній ділянці).
4.	Манятинська гімназія с. Манятин Можливе закриття об'єкту після 2025 року	Зіберт 200 кВт, ККД 95%.	Стіни: - Дах: - Вікна: + Двері: -	Дрова 150 м <sup>3</sup> (вартість 201 000 грн),  Еквівалент об'єму споживання тріски (на заміну 50% дров): 52,5 тонни (21 940 грн)	201 000 грн	78 560 грн	Загальна необхідна площа <b>3,5 га</b> , яка включає три ділянки по <b>1,16 га</b> для щорічного збору біомаси (раз на три роки на кожній ділянці).
5.	Великоправутинська гімназія с. Великий Правутин	Зіберт 100 кВт, ККД 95%.	Стіни: - Дах: - Вікна: + Двері: +	Дрова 100 м <sup>3</sup> (вартість 134 000 грн),  Еквівалент об'єму споживання тріски (на заміну 50% дров): 35 тонн (14 627 грн)	134 000 грн	52 373 грн	Загальна необхідна площа <b>2,33 га</b> , яка включає три ділянки по <b>0,77 га</b> для щорічного збору біомаси (раз на три роки на кожній ділянці).
6.	Дяківська гімназія с. Дяків Можливе закриття об'єкту після 2025 року	Макарівський котел 100 кВт, ККД 65%. Ніісту 100, 100 кВт, ККД 60%	Стіни: - Дах: - Вікна: + Двері: +	Дрова 150 м <sup>3</sup> (вартість 201 000 грн),  Еквівалент об'єму споживання тріски (на заміну 50% дров): 52,5 тонни (21 940 грн)	201 000 грн	78 560 грн	Загальна необхідна площа <b>3,5 га</b> , яка включає три ділянки по <b>1,16 га</b> для щорічного збору біомаси (раз на три роки на кожній ділянці).
7.	Сьомаківська гімназія с. Сьомаки  Можливе закриття об'єкту після 2025 року	Пічне опалення ККД 50%	Стіни: - Дах: - Вікна: - Двері: -	Дрова 50 м <sup>3</sup> (вартість 67 000 грн), Торфобрикети 30 тонн (210 000 грн) Еквівалент об'єму споживання тріски (на заміну 50% дров): 17,5 тонн (7 314 грн) Заміщення торфобрикетів не розглядається.	277 000 грн	26 186 грн	Загальна необхідна площа <b>1,16 га</b> , яка включає три ділянки по <b>0,38 га</b> для щорічного збору біомаси (раз на три роки на кожній ділянці).
					Загальна вартість палива по усіх закладах (без тріски) становить: <b>2 667 000 грн</b>	Загальна економія коштів при заміні 50% дров на тріску на усіх об'єктах становить: <b>549 919 грн</b>	Загальна необхідна площа <b>24,48 га</b> , яка включає три ділянки по <b>8,16 га</b> для щорічного збору біомаси (раз на три роки на кожній ділянці).

## Розрахунок економічного ефекту для котлів на інших видах палива (газ), які потенційно розглядаються для переведення на біомасу в Берездівській громаді

%	Назва закладу та населений пункт розташування	Назва виробника котла, рік випуску, ККД	Стан будівлі (утеплені стіни, дах, замінені вікна, двері)	Річний об'єм споживання, вартість палива та еквівалент заміщення газу на тріску	Очікуваний економічний ефект та капітальні витрати на заміну котла	Необхідна площа земельної ділянки для самозабезпечення тріскою
1.	Малоправутинський ліцей с. Малий Правутин	Рівнетерм 300 кВт, ККД 90%	Стіни: + Дах: + Вікна: + Двері: +	Газ 15 000 м <sup>3</sup> (вартість 255 000 грн)  Еквівалент об'єму споживання тріски: 45 тонн (вартість 18 806 грн)	Економія в рік: <b>236 194 грн</b> Орієнтовна вартість встановлення модульної котельні на 300 кВт для опалення тріскою: <b>1 000 000 грн</b>  Термін окупності, враховуючи тариф на газ 17 грн/1 м <sup>3</sup> : <b>4,2 роки</b>	Загальна необхідна площа <b>3 га</b> , яка включає три ділянки по <b>1 га</b> для щорічного збору біомаси (раз на три роки на кожній ділянці).
2.	Приміщення Територіального центру соціального обслуговування та Берездівської АЗПСМ с. Берездів	Рівнетерм 300 кВт, ККД 90%	Стіни: + Дах: + Вікна: + Двері: +	Газ 15 000 м <sup>3</sup> (вартість 255 000 грн)  Еквівалент об'єму споживання тріски: 45 тонн (вартість 18 806 грн)	Економія в рік: <b>236 194 грн</b> Орієнтовна вартість встановлення модульної котельні на 300 кВт для опалення тріскою: <b>1 000 000 грн</b>  Термін окупності, враховуючи тариф на газ 17 грн/1 м <sup>3</sup> : <b>4,2 роки</b>	Загальна необхідна площа <b>3 га</b> , яка включає три ділянки по <b>1 га</b> для щорічного збору біомаси (раз на три роки на кожній ділянці).
3.	Берездівська сільська рада с. Берездів	Лісма 96 кВт, ККД 90%	Стіни: + Дах: + Вікна: + Двері: +	Газ 5 000 м <sup>3</sup> (вартість 85 000 грн)  Еквівалент об'єму споживання тріски: 15 тонн (вартість 6 269 грн)	Економія в рік: <b>78 731 грн</b>  Орієнтовна вартість встановлення модульної котельні на 100 кВт для опалення тріскою: <b>800 000 грн</b>  Термін окупності, враховуючи тариф на газ 17 грн/м <sup>3</sup> : <b>10,1 роки</b>	Загальна необхідна площа <b>0,99 га</b> , яка включає три ділянки по <b>0,33 га</b> для щорічного збору біомаси (раз на три роки на кожній ділянці).

## ■ Опис проведення розрахунків

- Для визначення рівня споживання біомаси у вигляді тріски на об'єктах, які споживають газ, але заплановано переведення їх на біомасу, використовується коефіцієнт  $1 \text{ тис. м}^3 \text{ газу} = 3 \text{ тонни тріски}$ ;
- Коефіцієнт для визначення споживання тріски на об'єктах, які забезпечуються дровами:  $1 \text{ куб дров} = 890 \text{ кг тріски}$  (усереднений показник, який враховує вологість деревини, теплотворність різних порід деревини, яку використовує громада для опалення). Варто зазначити, що об'єкти, які використовують дрова можуть замінити на тріску лише 50% цього виду палива. Тобто буде комбінування 50/50 дрова-тріска;
- Урожайність енергетичних культур розраховується за формулою: 15 тонн сухої біомаси в рік з 1 га (цей показник може досягати до 20 тонн/рік на 1 га, проте враховано найгірший сценарій). Слід врахувати, що збір біомаси з плантації відбувається кожних 2-3 роки. Тому в модель розрахунків закладено збір біомаси раз на 3 роки, що дозволить зібрати з 1 га трирічної плантації щонайменше 45 тонн сухої біомаси у вигляді тріски;
- $1 \text{ м}^3 \text{ енергетичної верби/тополі} = \text{орієнтовно } 0,3 \text{ тонни тріски}$ ;
- 1 га плантації енергетичної верби/тополі дає 150-180  $\text{м}^3$  сировини за трирічного циклу збирання врожаю, що дасть можливість замінити 13,5 тис.  $\text{м}^3$  природного газу;
- Розрахована продуктивність збору врожаю визначається за технічними показниками щепоріза 6 куб./год, що дозволяє отримати 1,8 тонни паливної тріски за 1 год. В розрахунках передбачено використання щепоріза, який в рамках проєкту передається громаді;
- У розрахунках щодо ринкової вартості тріски передбачено суму 2000 грн за 1 тонну тріски;
- Вартість закупівлі різних видів палива: дрова 1340 грн за 1  $\text{м}^3$ , газ - 17 грн за 1  $\text{м}^3$ , торфобрикет - 7000 грн за 1 тонну,

пелета 7000 грн за 1 тону, електроенергія – 7 грн за 1 кВт;

- Постачання тріски здійснюється через КП «Берездів» (не є платником ПДВ), яке продаватиме комунальним закладам тріску з врахуванням податку на прибуток – 18%;
- Середньозважена вартість тріски (власного виробництва в Берездівській громаді) з урахуванням оподаткування, капітальних та операційних витрат, становить за 1 тону – 417 грн 91 коп. Розрахунок вартості враховує різницю цін за 8 трирічних циклів (24 роки), що є гарантованим терміном життєздатності плантації.

### Основні кроки до створення біоенергетичної плантації в громаді

Якщо територіальна громада прийняла рішення вирощувати енергетичні культури для забезпечення себе паливною тріскою для потреб опалення, то рекомендуємо здійснити такі основні кроки:



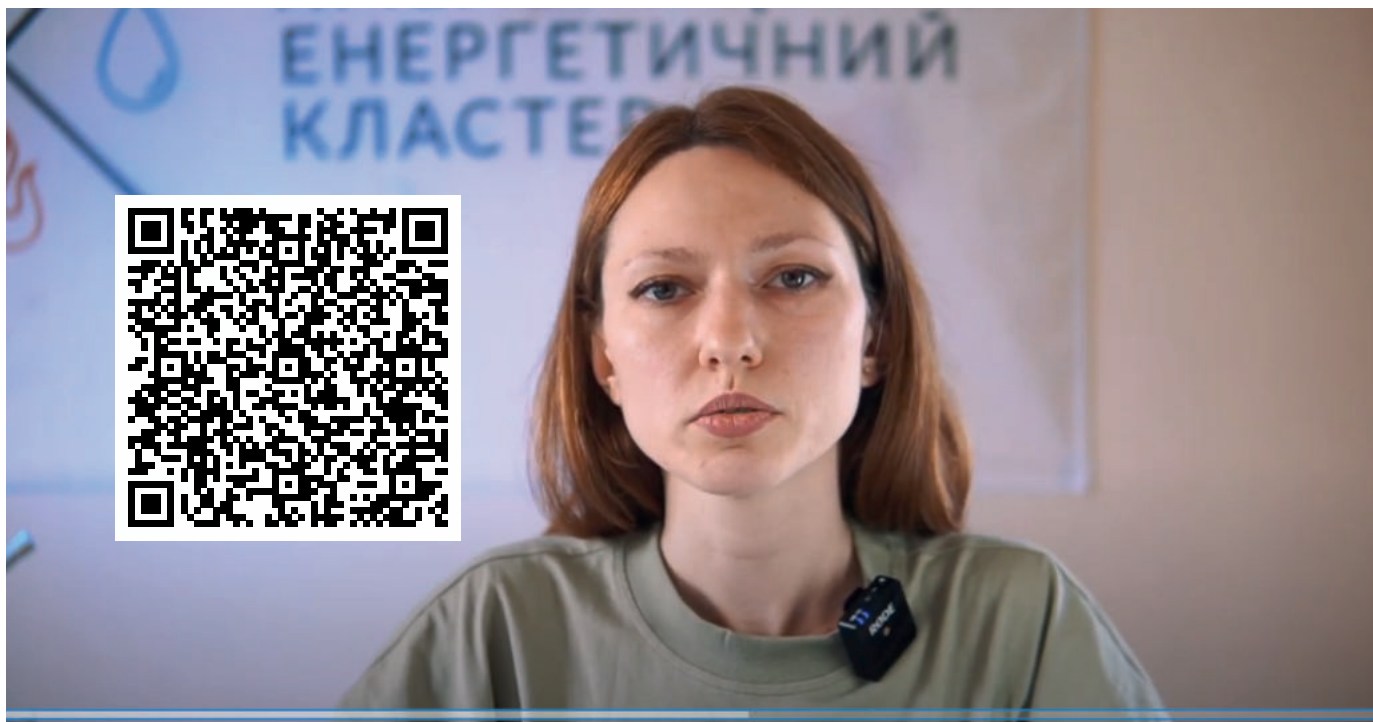


Зазначимо, що органом місцевого самоврядування рекомендовано обрати комунальне підприємство, або створити нове, що буде займатися вирощуванням біоенергетичних культур в територіальній громаді.

Створення нового комунального підприємства відбувається згідно Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні» та Господарського кодексу України. Вибір основного чи додаткового виду діяльності для комунального підприємства залежить від планів, що включатиме, наприклад, тільки вирощування біоенергетичних культур та самозабезпечення громади біомасою, або ж також продаж тріски, переробка (виробництво пелет, брикет). Для вирощування цих культур рекомендовано обрати такий вид економічної діяльності для комунального підприємства: Вирощування інших багаторічних культур.

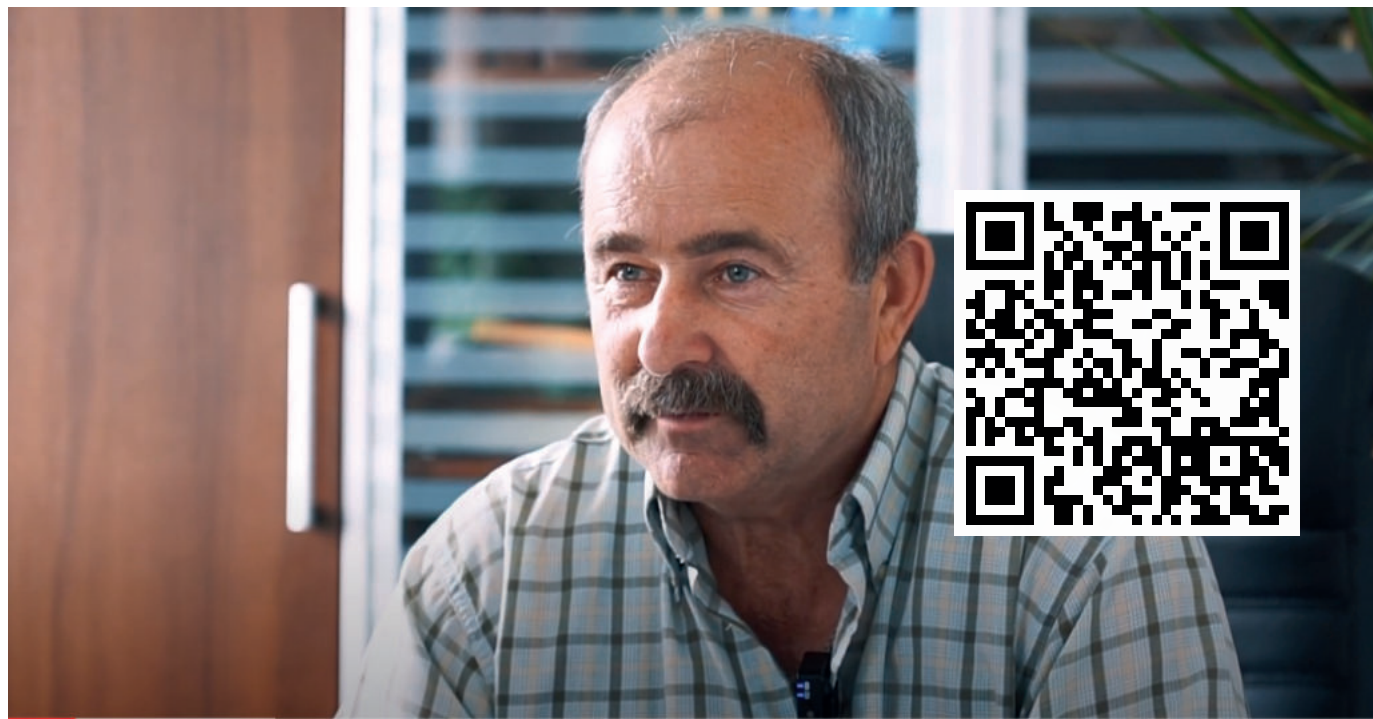
Крім того, працівники комунального господарства повинні володіти відповідними знаннями щодо вирощування біоенергетичних культур. Тому рекомендовано провести попереднє навчання працівників щодо особливостей створення та експлуатації плантації біоенергетичних культур в громаді.

### **Рекомендації для громади при створенні енергетичних плантацій**



<https://youtu.be/4zbHpP5BZXw>

## Досвід та мотивація Берездівської громади для вирощування енергетичних культур



<https://youtu.be/4R2gAy-WC-I>

# КРОК 1. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В ПАЛИВНІЙ СИРОВИНІ

Першочергово в територіальній громаді рекомендовано сформувати базу комунальних будівель на твердопаливних котлах, здійснити обрахунок потреб в сировинні для опалювання цих комунальних об'єктів.

Далі визначити, які комунальні будівлі варто перевести на твердопаливні котли, а також здійснити відповідний облік потреб в біопаливі. При цьому слід звертати увагу на стан будівель та чи будуть вони використовуватися у перспективі. Наприклад, якщо будівля є або буде непридатною для користування найближчим часом через аварійний стан, то не варто планувати об'єми паливної сировини для майбутніх потреб цього об'єкта.

## Приклад бази з мінімальною інформацією

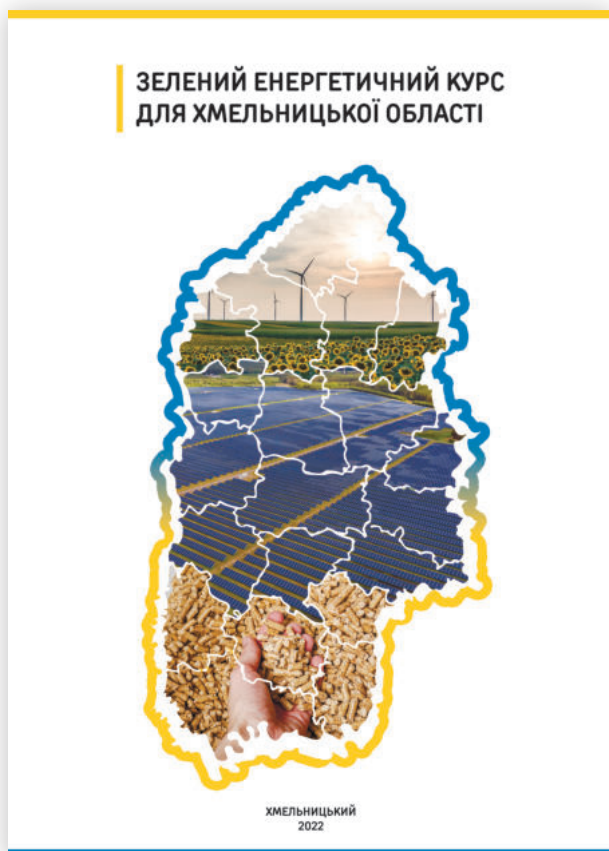
№	Назва закладу та населений пункт розташування	Назва виробника котла, рік випуску, ККД	Річний об'єм споживання біомаси (вказати чим опалюється: тріска, дрова, пелета, брикета, ін.)	Чи є поруч із закладом місце для зберігання біомаси (якщо так, вкажіть орієнтовну площу)	Інші коментарі про роботу закладу, які важливо знати для забезпечення теплом.  Контакти відповідальної особи за опалення в закладі
1	Школа №1, с.Велике	Крігер, 2010, ККД 93%	Тріска, 30 тон	250 м. від школи є стара будівля, накрита дахом. Раніше використовувались, як ферма. Площа 600 кв.м., висота стелі 6 м.	В 2026 році планується добудова нового корпусу для 200 дітей та встановлення ще одного твердопаливного котла.
2	ДНЗ «Сонечко», с.Щасливе	Назва котла невідома, рік випуску орієнтовно 1960-70, ККД не відомий.	Дрова, 30 складометрів	Є вільні ділянки, без накриття	Заклад планується закрити в 2025 році

Після розрахунку скільки необхідно біопалива (паливної тріски) для обігріву комунальних об'єктів, необхідно визначити, яку площу засадити енергетичними тополю та вербою (див. опис проведення розрахунків в попередньому розділі). Важливо розуміти, що врожайність верби та тополі залежить від природних чинників, а також від сортових особливостей біоенергетичних культур, які висадили.

### Врожайність біоенергетичних культур

Назва	Періодичність збору врожаю	Врожайність, т/га/рік
Верба	1 раз на 3 роки	12,4 – 22,7 (свіж.)
Тополя	1 раз на 2-3 роки	10 – 20 (сух.)

Детально про встановлення котлів на біопаливі можна дізнатися з дослідження Хмельницького енергетичного кластеру «Зелений енергетичний курс для Хмельницької області», розділ «Біоенергетика».



### «Зелений енергетичний курс для Хмельницької області», розділ «Біоенергетика»



[https://bit.ly/green\\_course1](https://bit.ly/green_course1)

# КРОК 2. ВИБІР ТА ПІДГОТОВКА ДІЛЯНКИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПЛАНТАЦІЇ

Для створення маточного розсадника енергетичних культур та промислової плантації рекомендовано обрати земельну ділянку, виходячи із ключових вимог, які в подальшому впливатимуть на врожайність та економічну складову.

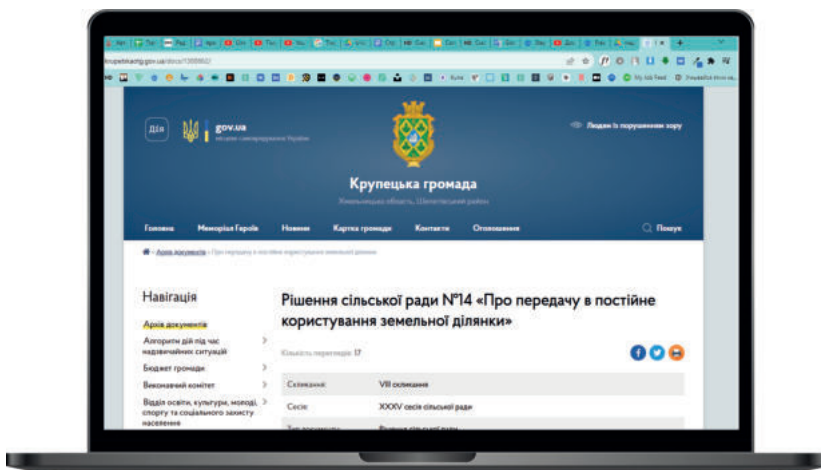
Рекомендовано, аби ділянка була передана органом місцевого самоврядування в постійне користування комунальному підприємству, яке буде відповідальне за плантацію біоенергетичних культур.

Цільове призначення ділянки – для ведення товарного сільськогосподарського виробництва.

Приклад рішення Крупецької сільської ради про передачу земельної ділянки в постійне користування комунальному підприємству



<https://krupetskaotg.gov.ua/docs/1388862/>



На вибір земельної ділянки для вирощування енергетичних культур впливають:



Відстань від плантації до споживача (логістика)



Кліматична зона



Тип ґрунтів

## Логістика

Варто обирати ділянку, яка знаходиться близько до місця складування або споживання біомаси. Слід переконаватися, що у різний сезон відсутні природні чи технічні перепони для доступу техніки.

## Кліматична зона

Найбільше підходить для створення плантацій біоенергетичних культур захід України, завдяки придатній для вирощування землі та відповідному клімату. Щодо останнього, то сприятливим для висадки енергетичних культур вважається регіон з кількістю річних опадів не менше 650 мм на рік, а також середньорічною температурою 6°C та вище.

Важливо! Кількість опадів в певному регіоні не є остаточним фактором, який впливає на доцільність садіння живців біоенергетичних культур верби та тополі, адже важливим є також високий рівень ґрунтових вод - 0,5-1,5 м.

## Кліматичні зони для вирощування біоенергетичних культур верби та тополі



## ■ Грунт

Зазвичай плантації верби та тополі закладають на землях, які не були в обробітку 10-15 років. Такі землі є мало придатними або не придатними для ведення сільськогосподарської діяльності.

Плантації тополь і верб можливо вирощувати на всіх типах ґрунтів, проте оптимальним для росту та розвитку енергетичних плантацій є **вологий, багатий на гумус, добре дренований супіщаний або суглинковий ґрунт**. Маточні плантації слід закладати на родючих вологих ґрунтах.

При виборі ділянки варто провести аналіз ґрунту, аби визначити, чи є відповідність наступним вимогам:

- Рівень ґрунтових вод - 0,5-1,5 м;
- Вміст гумусу у верхньому шарі - мінімум 2%;
- Кислотність ґрунту – 5,0-7,0 одиниць рН;
- Загальний азот – мінімум 15,0 мг/100 г ґрунту;
- Доступний фосфор та калій – мінімум 5,0 мг/100 г ґрунту.



Для здійснення аналізу ґрунту скористайтесь послугами відповідної компанії у своєму регіоні. Рекомендуємо звернутися до державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», аби отримати цю послугу. Філії Інституту наявні у всіх областях України.

 Сайт: <https://www.iogu.gov.ua/>

## Приклад результату аналізу ґрунту, Крупецька громада, Хмельницька область

№ зразка	Глибина відбору, см	Кислотність		Гумус, %	Середньозважена забезпеченість елементами живлення, мг/кг ґрунту			Ca+Mg
		Нг	pH		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
<b>29г с. Потереба</b>								
<b>Розріз</b>								
1	0-20	3,48	5,5	1,67	81	35	95	15,4
2	20-40	3,26	5,4	0,95	53	46	77	17,8
3	40-60	0,75	6,7	0,43	25	140	72	27,2
4	60-80	0,54	7,1	0,40	20	112	54	52,6
5	80-100	0,41	7,3	0,32	17	88	44	53,2
<b>Прикопки</b>								
1	0-25	3,63	5,2	2,13	106	38	53	13,4
2	0-25	3,48	5,5	1,84	104	51	62	14,4
3	0-25	3,05	5,4	1,89	101	33	55	14,4
Середнє		3,39	5,4	1,95	104	41	57	14,1

### Групування ґрунтів за вмістом основних елементів живлення

№ групи	Вміст елементів	Гумус	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S (сірка)	Сума ввібраних основ	Обмінний Ca	Обмінний Mg	
		по методу						мг-екв/100г ґрунту	мг-екв/100г ґрунту	мг-екв/100г ґрунту
		Тюріна %	Корнфілда	Чирикова	Чирикова	ЦІНАО	Каппена			
1	Дуже низький	< 1,1	< 101	< 21	< 21	< 3,0	< 5,1	< 2,6	< 0,6	
2	Низький	1,1–2,0	101–150	21–50	21–40	3,0–6,0	5,1–10,0	2,6–5,0	0,6–1,0	
3	Середній	2,1–3,0	151–200	51–100	41–80	6,1–9,0	10,1–15,0	5,1–10,0	1,1–2,0	
4	Підвищений	3,1–4,0	> 200	101–150	81–120	9,1–12,0	15,1–20,0	10,1–15,0	2,1–3,0	
5	Високий	4,1–5,0		151–200	121–180	12,1–15,0	20,1–30,0	15,1–20,0	3,1–4,0	
6	Дуже високий	> 5,0		> 200	> 180	> 15,0	> 30,0	> 20,0	> 4,0	

### ■ Підготовка ділянки

Підготовка ділянки для створення плантації енергетичних культур відповідає технології підготовки ґрунту під овочеву групу культур, але також залежить від стану земельної ділянки. Якщо ділянка довгий час не використовувалася, то необхідно виконати більшу кількість операцій, що є більш затратним процесом.



## Підготовка ділянки



ОПЕРАЦІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ЗДІЙСНИТИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДІЛЯНКИ ДО ВИСАДКИ



<https://youtu.be/R6k59NL3qfM>

Найкраще підготувати ділянку з осені, аби провести висадку енергетичних культур навесні. Основні кроки до підготовки земельної ділянки\*:

1

Очистити ділянку від самосіву кущів та дерев. За наявності декотрих видів бур'янів (наприклад, берізка болотна) на ділянці недоцільно висаджувати енергетичну вербу, адже ці бур'яни здатні за декілька тижнів обвити саджанці і практично знищити плантацію.

2

Рекомендовано в літній період (червень-серпень) обробити ділянку гербіцидами суцільної дії, що допоможе вирішити проблему личинок шкідників та бур'янів.

3

Провести дискування земельної ділянки в два сліди.

4

Здійснити восени глибоку оранку на глибину 20-25 см.

5

Зважаючи на результати аналізу ґрунту, внести мінеральні добрива.

6

Перед садінням вирівняти та ущільнити ґрунт.

\*Ділянки можуть потребувати додаткових операцій, наприклад, 3-х разове дискування у разі потреби при появі бур'янів.

# КРОК 3. ПІДГОТОВКА САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ

При плануванні створення маточної плантації або промислової плантації енергетичної тополі та верби, необхідно знайти сертифікованого та надійного постачальника саджанців енергетичних культур, а також варто розуміти, як заготовлюється садивний матеріал, який він має вигляд, в яких умовах зберігається та як його висаджувати.

У природних умовах основним способом розмноження верб та тополь є насіннєве розмноження. Для закладення маточного розсадника енергетичної верби та/або тополі, або створення промислових плантацій використовують вегетативне розмноження здерев'янілими частинами стовбура та крони: кілки, пагони (прути), гілки тощо. Найбільш оптимальним та економним садивним матеріалом енергетичної верби та тополі є 1-2 річні здерев'янілі стеблові пагони та живці.

## Приклади сортів енергетичної верби, що придатні для садіння в Україні<sup>2</sup>

Назва сорту	Рекомендована зона вирощування	Власник	Країна створення сорту
<b>Верба прутовидна <i>Salix viminalis</i> L. - <i>Salix rossica</i> Nas. p. p.</b>			
Марцяна / Martsyiana	Полісся	ТОВ «Салікс Енерджі»	Україна
ЛІННЕЯ/ LINNEA	Полісся, лісостеп, степ	Lantmannen SW Seed AB	Швеція
Вільгельм/ Wilhelm	Степ	European Willow Breeding AB	Швеція
Панфильська 2 / Panfyl`s`ka 2	Полісся, лісостеп	Панфильська дослідна станція ННЦ Інститут землеробства НААНУ	Україна
Збруч / Zbruch	Степ, лісостеп, полісся	ІБКіЦБ НААНУ	Україна
Катя / Katia	Степ, лісостеп, полісся	Мележик Леонід Петрович	Україна
М1 / M1	Степ, лісостеп, полісся	Мележик Леонід Петрович	Україна
Євангеліна / Yevanhelina	Степ, лісостеп, полісся	Мележик Леонід Петрович	Україна
<b>Верба тритичинкова <i>Salix triandra</i> L.</b>			
Панфильська / Panfyl`s`ka	Полісся, лісостеп	Панфильська дослідна станція ННЦ Інститут землеробства НААНУ	Україна
Ярослава / Yaroslava	Лісостеп, полісся	НУБІП України	Україна

<sup>2</sup>Інформаційно-довідкова система «Сорт» - <http://sort.sops.gov.ua/taxon/index>

## Сорти енергетичної верби та тополі для висадки в Україні на прикладі Хмельницької області



<https://youtu.be/jXWsgGH5ZKw>

Заготовляють живці з видовжених пагонів, що вирощені на спеціальних маточних плантаціях. Заготівля пагонів проводиться у період від закінчення вегетаційного періоду до початку сокоруху. Період зрізання пагонів залежить від сезону садіння, тобто, якщо запланована осіння посадка енергетичних культур, то заготівля пагонів відбувається у жовтні-листопаді, а якщо весняна посадка, то заготівля буде у січні-березні. Самі ж живці рекомендовано нарізати перед садінням гострим інструментом, якщо запланована ручна висадка.

### Зрізані пагони енергетичної верби



## Основні вимоги до садивного матеріалу:

- Живці тополь і верб мають бути прямими та мати по довжині не менше чотирьох добре розвинених бруньок;
- Відстань зрізів до бруньок має складати 0,5–1,0 см;
- Оптимальна довжина живців – від 20 до 30 см, а товщина – від 0,6 до 2,0 см;
- Живці повинні бути чистими, здоровими і мати високу вологість (близько 50%);
- Зрізи живців рекомендовано обробити розчином вапна;
- Для недопущення садіння живців верхівкою вниз, їх верхівки можна позначити певним кольором (висаджують живці так, аби бруньки дивилися вгору).

## Живці енергетичної верби



**Зберігання.** Для організації весняного садіння живці після заготівлі слід зберігати в холодильних камерах (4°C), а за декілька днів перед садінням, необхідно перенести саджанці у закриті приміщення, куди не потрапляє сонячне світло, а температура дорівнює температурі навколишнього середовища.

Також живці можна тимчасово зберігати у вологому субстраті, підтримуючи вологу і попереджаючи передчасне проростання, покриваючи їх снігом і соломою. У період зберігання важливо попідклубатися, аби гризуни не пошкодили живці.

## Тонкі прутья, які не придатні для садіння



## Підготовка садивного матеріалу



<https://youtu.be/MrKF8ORA8XY>

**Важливо!** Живці з ознаками висушування, з різними механічними пошкодженнями, включаючи неякісно виконані зрізи, уражені шкідниками і хворобами, висаджувати не можна.

Під час транспортування живці вкривають вологим матеріалом, а зверху – брезентом або поліетиленовою плівкою, аби не допустити пересихання.

Якщо у планах висадка енергетичних культур за допомогою спеціальних садильних машин, що розрізають пагони на живці безпосередньо у процесі садіння, садивним матеріалом можуть слугувати пагони. Транспортування і зберігання пагонів аналогічні живцям, але пагони менше пересихають і менше пошкоджуються хворобами.

### ■ Де придбати садивний матеріал в Україні

В Україні є низка приватних та державних організацій, що займаються виведенням власних сортів енергетичних культур, продають посадковий матеріал, а також надають послуги консультування, посадки та догляду за плантаціями, надають техніку в оренду за потреби.

## Послуги, що можуть отримати громади від Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААНУ



ПОСЛУГИ, ЩО МОЖУТЬ ОТРИМАТИ ГРОМАДИ ВІД ІНСТИТУТУ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ НААНУ



<https://youtu.be/Qe2GzDYgJpA>

### Перелік компаній в Україні, що займаються продажем посадкового матеріалу та надають додаткові послуги

Назва компанії	Сайт / сторінка у соціальних мережах для контактування
ТОВ «Салікс Енерджі»	<a href="https://salix-energy.com/uk/home-uk/">https://salix-energy.com/uk/home-uk/</a>
Група компаній «Укртепло»	<a href="http://ukrteplo.ua/napryamki-diyalnosti/energetichni-roslini/">http://ukrteplo.ua/napryamki-diyalnosti/energetichni-roslini/</a>
ТОВ «Енергетична верба»	<a href="https://www.facebook.com/EnergySalix/">https://www.facebook.com/EnergySalix/</a>
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААНУ	<a href="https://bio.gov.ua/uk/bioenergy/poslugy">https://bio.gov.ua/uk/bioenergy/poslugy</a>

# КРОК 4. САДІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

Висаджувати енергетичні культури можна, як навесні так і восени – частіше в листопаді за відсутності опадів та морозів. Рекомендовано здійснювати висадку під час ранньої весни. Висаджують саджанці верби та тополі до початку набубнявіння бруньок та коли є стиглість ґрунту.

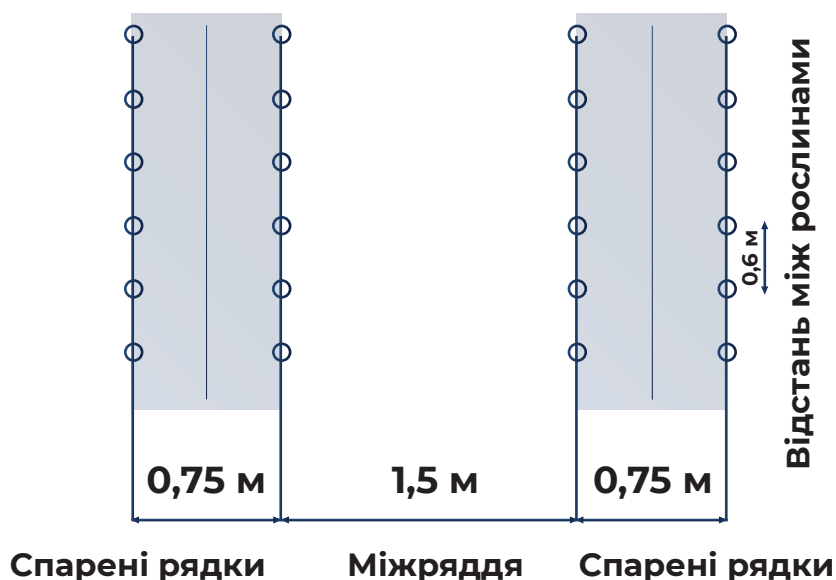
## ■ Схема садіння енергетичних культур

Енергетичні плантації верб та тополь найчастіше створюються смугами з двох рядків (спарені рядки). Для кращого потрапляння сонячного світла на ділянку, рядки рекомендовано розміщувати у північно-південному напрямку.

Існують різні схеми висадки енергетичних культур, які відрізняються між собою шириною міжрядь та рядків, кількістю рядків в смугі, відстанню між саджанцями в рядку.

Частіше для створення промислових плантацій біоенергетичних культур використовують Європейську технологію. Згідно цієї технології, саджанці засаджують у спарені рядки, відстань між якими складає 1,5 м, а між спареними – 0,75 м; відстань (крок) між саджанцями в рядку – 60 см. Для створення маточної плантації відстань між саджанцями в рядку може складати 30-35 см.

## Схема садіння енергетичних плантацій верби і тополі



Відстань в міжряддях можна змінювати залежно від технології обробки ґрунту та техніки, яка буде надалі застосовуватися (наприклад, культиватор фрезерний, культиватор міжрядковий тощо).

Також можливий варіант садіння енергетичних культур без спарених рядків, де відстань між рядками та відстань між рослинами складає 0,75 м.

## ■ Розрахунок потреби в садивному матеріалі

Найчастіше на 1 га промислової плантації необхідно близько 15 тис. живців тополі або верби (відстань між рослинами в рядку 0,6 м), відповідно для створення маточного розсадника необхідна більша кількість саджанців.

### Розрахунок потреби у садивному матеріалі за схемою 1,5x0,75 м

Відстань між рослинами в рядку (крок), м	Необхідна кількість живців, шт/га
0,15	59 259
0,2	44 444
0,25	35 556
<b>0,3</b>	<b>29 630</b>
<b>0,35</b>	<b>25 397</b>
0,4	22 222
0,45	19 753
0,5	17 778
0,55	16 162
<b>0,6</b>	<b>14 815</b>

Ви можете завантажити таблицю для автоматичного розрахунку потреби садивного матеріалу верби та тополі за різними схемами посадки.



## Автоматичний розрахунок потреби в садивному матеріалі

Розрахунок потреби в садивному матеріалі .XLSX

Файл Правка Вид Вставка Формат Данные Инструменты Справка

100% Только просмотр

fx

A B C D E F G H I J K L M

**Як користуватися цією таблицею**

! За допомогою цієї таблиці ви зможете порахувати потребу в садивному матеріалі, як для промислових, так і маточних плантацій енергетичних культур - верби та тополі. Частіше для маточних плантацій крок між рослинами верби та тополі складає 0,3 м та 0,35 м, а для промислових плантацій енергетичної верби зазвичай обирають відстань 0,6 м. Зауважимо, що вибір технології та кроку між рослинами в рядку залежить від вибору способу садіння та технічних можливостей в громаді.

У вкладці **Садіння енергетичної верби** ви можете здійснити підрахунок потреб для садіння верби за 4-ма схемами, а у наступній вкладці **Садіння енергетичної тополі** - тополі.

! Аби здійснити розрахунок необхідно вказати площу ділянки для плантації у відповідній комірці. Нижче автоматично буде здійснений обрахунок для кожної технології з врахуванням відстані між рослинами в рядку.

Для розрахунку кількості необхідного садивного матеріалу використовується наступна формула:

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

де  $G$  – густина стояння рослин, шт./га;  
 $a$  – ширина міжряд між смугами, м;  
 $b$  – ширина міжряд у смузі, м;  
 $n$  – відстань між рослинами в рядку (крок садіння), м;  
 $N$  – кількість рядків у смузі, шт.

 <https://bit.ly/rozrahunok>

### Процес садіння живців у відкритий ґрунт

На малих ділянкою площею до 100 га зазвичай використовується ручне садіння. Для цього слід використовувати живці верби або тополі.

## ■ Основні кроки:

- За 24 години до садіння живці рекомендовано замочити у розчинах інсектицидів системної дії з різними активними речовинами, що в подальшому захистить рослини від шкідників;
- Під час садіння живців першочергово необхідно здійснити маркування рядків, тобто позначити рядки для прямолінійного садіння. Маркування рядків можна здійснювати як вручну так і за допомогою спеціальної техніки;
- Сформувати щілини в які будуть висаджуватися живці. За глибокого обробітку ґрунту можна вручну висаджувати живці, у разі, якщо ґрунт щільний, то використовуються мечі Колесо́ва, або загостренні металеві штирі для формування щілин;
- Висаджувати живці необхідно вертикально з можливим незначним нахилом. Важливо не переплутати верх та низ живця – бруньки мають бути направлені вгору;
- Саджанець має частково знаходитися на поверхні ґрунту (рекомендовано, аби 2 бруньки знаходилися на поверхні).

При ручній висадці для створення 1 га плантації необхідна ручна праця 6 осіб за умови роботи 8 годин.

Для висаджування великих плантацій використовують машини для механізованого садіння. Наприклад, машини Energy Planter, Levans, Woodpecker 601, NB STEP PLANTER та інші. Для машинного садіння використовуються пагони (прути). В процесі висадки садильна машина розрізає прут на живці. В середньому при використанні такого типу висадки за 1 день можна посадити 15-20 га енергетичної тополі або верби.

## Підготовлені живці для висадки



## Процес ручного садіння



**Нарізання щілин**



**Маркування рядків вручну**



**Меч Колесова**



**Металевий штир**



## Процес садіння верби та тополі



<https://youtu.be/Xm9VSjOGubQ>

## Нарізання щілин перед садінням енергетичних дерев



<https://youtu.be/FI-7zoCGUd8>

# КРОК 5. ДОГЛЯД ЗА ПЛАНТАЦІЄЮ

Догляд за плантацією енергетичних культур верби та тополі – найбільш відповідальна частина процесу (особливо у перший рік), яка передбачає захист рослин від бур'янів, шкідників, хвороб, а також розпушування ґрунту в міжряддях. Особливо важливо здійснювати контроль бур'янів у перший рік закладання плантації.

Після закладання плантації рекомендовано через декілька тижнів (на початку вегетації рослин) провести розпушування ґрунту у міжряддях, що поліпшить водно-повітряний режим ґрунту, ріст та розвиток тополі або верби. Надалі розпушувати ґрунт необхідно в залежності від його щільності.

Також рекомендовано проводити зрізання пагонів верби та тополі у перший рік вегетації. Необхідно зрізати 2-5 см вручну або за допомогою механічних засобів. В подальшому завдяки цьому утвориться більше пагонів.

## Розпушування ґрунту у міжряддях



## ■ Захист від бур'янів

Як правило застосовують механічний, хімічний, а також комбінований способи боротьби з бур'янами.

Найпростішим та найефективнішим способом боротьби з бур'яном – ручні прополювання, проте це доволі трудомісткий та малопродуктивний процес, і в такому випадку необхідно провести близько трьох таких ручних операцій. Механічний спосіб слід застосовувати лише у міжряддях, але за умови, що ґрунт ретельно готувався за рік до висадки плантації.

У ранній період розвитку рослин ефективно проводити присипання бур'янів. Воно дозволяє зберегти вологу у нижньому шарі ґрунту та вирівняє ґрунт в зоні рядка. Доцільно починати проводити цю операцію, коли бур'яни досягнуть висоти до 5 см. Виконується присипання два-три рази переобладнаними захисними дисками або спареними

### Процес обробки ділянки гербіцидом



лапами-бритвами з поличками. Коли висота пагонів верби та тополі досягне 20-30 см, то для присипання бур'янів використовують аналогічну техніку. В залежності від інтенсивності появи бур'янів обумовлюється кількість процесів присипання.

Під час контролю чисельності бур'янів не виключено застосування гербіцидів. Перед посадкою в ґрунт живці верби та тополі слід ізолювати від контакту з верхнім шаром ґрунту, у який був внесений гербіцид.

#### Рекомендовано вносити такі ґрунтові гербіциди:

- Гербіцид Пантера, к.е. (хізалофоп-П-тефурил, 40 г/л). Витрати складають 2 л/г та застосовується у період вегетації незалежно від фази розвитку культури;
- Ґрунтовий гербіцид Стомп, 33% к.е. (пендиметалін, 330 г/л). Витрати складають 5 л/га;
- Гербіцид ґрунтової дії Зенкор 70, ВГ (метрибузин, 700 г/л). Витрати складають 1,5 л/га.

На другий та третій роки бур'яни вже не становлять велику небезпеку для енергетичних культур верби та тополі, адже останні ефективно можуть конкурувати з бур'янами. Проте, рекомендовано також знищувати бур'яни на ділянках, що знаходяться на торфовищах, аби попередити ймовірні сезонні пожежі.

## Типи боротьби з бур'янами



<https://youtu.be/PiqZPYKEDJc>

### ■ Захист від шкідників

Як маточні так і промислові плантації слід захищати від шкідників. Зазвичай вони вражають ослаблені рослини, особливо ті, що пригнічені і затінені бур'янами. Частіше достатньо однієї обробки рослин системним інсектицидом на сезон. Зазначимо, що обробку рекомендовано проводити щороку.

Особливо небезпечними для енергетичних культур тополі та верби є ґрунтові шкідники – личинки травневого та червневого хрущів, які пошкоджують посадковий матеріал, об'їдаючи кореневу систему, що призводить до ослаблення рослин та ймовірної загибелі. Одним з ефективних способів контролю чисельності цих шкідників є замочування живців у розчині інсектицидів системної дії перед їх висадкою.

Аби захистити вербу від щитівки, рекомендовано проводити ранньовесняну обробку інсектицидами по сплячих бруньках і повторну, коли з'являться личинки. Зауважимо, що за появою личинок слід спостерігати з початку квітня по травень. Для контролю кількості листогризучих шкідників рекомендовано обприскувати енергетичні культури інсектицидами.

## ■ Захист від хвороб

Культури енергетичної верби частіше уражаються іржею листків, бурим і чорним цитоспорозом. Іржею покривається листя верб, а також інколи молоді верхівкові пагони. Зауважимо, що іржа є небезпечною саме для молодих насаджень. Найчастіше ознаки іржі можна спостерігати в червні-липні – на листках рослин з'являються жовто-оранжеві плями, з яких у вигляді порошку висипаються спори.

Варто зазначити, що саме верби з підродів *Salix* та *Vetrix* частіше уражаються іржею. Для того, аби попередити зараження верби іржею, потрібно не висаджувати рослини поряд із соснами і модринами. Також, перед висадкою живців рекомендовано провести їх хімічну обробку – замочити на добу у суспензії протруйників.

Якщо ж поява іржі спостерігається на листі висаджених культур і є загроза масового ураження рослин, то варто провести обприскування фунгіцидами. Також воно допоможе при високому рівні ураження паршею, плямистостями та борошнистою россою. Цей процес можна здійснювати, як навесні так і восени.





# КРОК 6. ЗБІР БІОМАСИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ ТА ТОПОЛІ

На промислових плантаціях збір енергетичної верби та тополі проводиться зазвичай на третій рік після посадки. Період збирання розпочинається у 2-3 декаді листопада та триває до 1-2 декади березня.

При зборі біомаси потрібно зважати на погодні умови. Не варто здійснювати збір, якщо:

- Сильні опади у вигляді дощу, що ускладнить проїзд техніки, а також підвищиться вологість щепи;
- Спостерігаються сильні морози – нижче 15 °С.

**!!** Висота зрізання пагонів верби та тополі складає 5–10 см від верхні ґрунту.

## ■ Збір деревини енергетичної верби та тополі

Існує декілька способів збору енергетичних дерев:

**1**  
Потоковий

**2**  
Перевалочний

**3**  
Роздільний

### **Збирання потоковим способом:**

- Збір біомаси відбувається за допомогою самохідного комбайна;
- В процесі збору біомаса вивантажується в транспортний причіп і вивозиться на край поля у польові кагати для тимчасового зберігання;
- Транспортування біомаси до місць споживання чи зберігання.

### **Збирання перевалочним способом:**

- Збір відбувається за допомогою спеціальних самохідних комбайнів і навісних модулів, що зрізають та подрібнюють біомасу;
- На транспортний засіб, який рухається поруч збирального агрегату, навантажується паливна тріска;
- Далі отриману тріску транспортують до місця подальшого перероблення, зберігання або споживання. Зауважте, що взимку волога тріска може замерзнути під час транспортування та зберігання.

### **Збирання роздільним способом**

- Збирання здійснюється спеціальною навісною косаркою і транспортування пагонів – тракторами;
- На об'єкті кінцевого споживання або ж зберігання пагони подрібнюють подрібнювачем або дробаркою.

Спосіб збирання енергетичних дерев в громаді залежить від об'ємів, наявної техніки, можливості досушування сировини тощо. Окрім спеціальних комбайнів для зрізування і переробки деревної маси, наприклад, середні і грубі тополі зрізають за допомогою бензопил або спеціальних звальювальних машин. Дрібні рослини зрізають вручну за допомогою спеціальних ножів, секаторів або мотокущорізів.

### **Рекомендації по збору та зберіганні деревини**



<https://youtu.be/S8a-tQbRw90>

### **■ Складування та зберігання сировини**

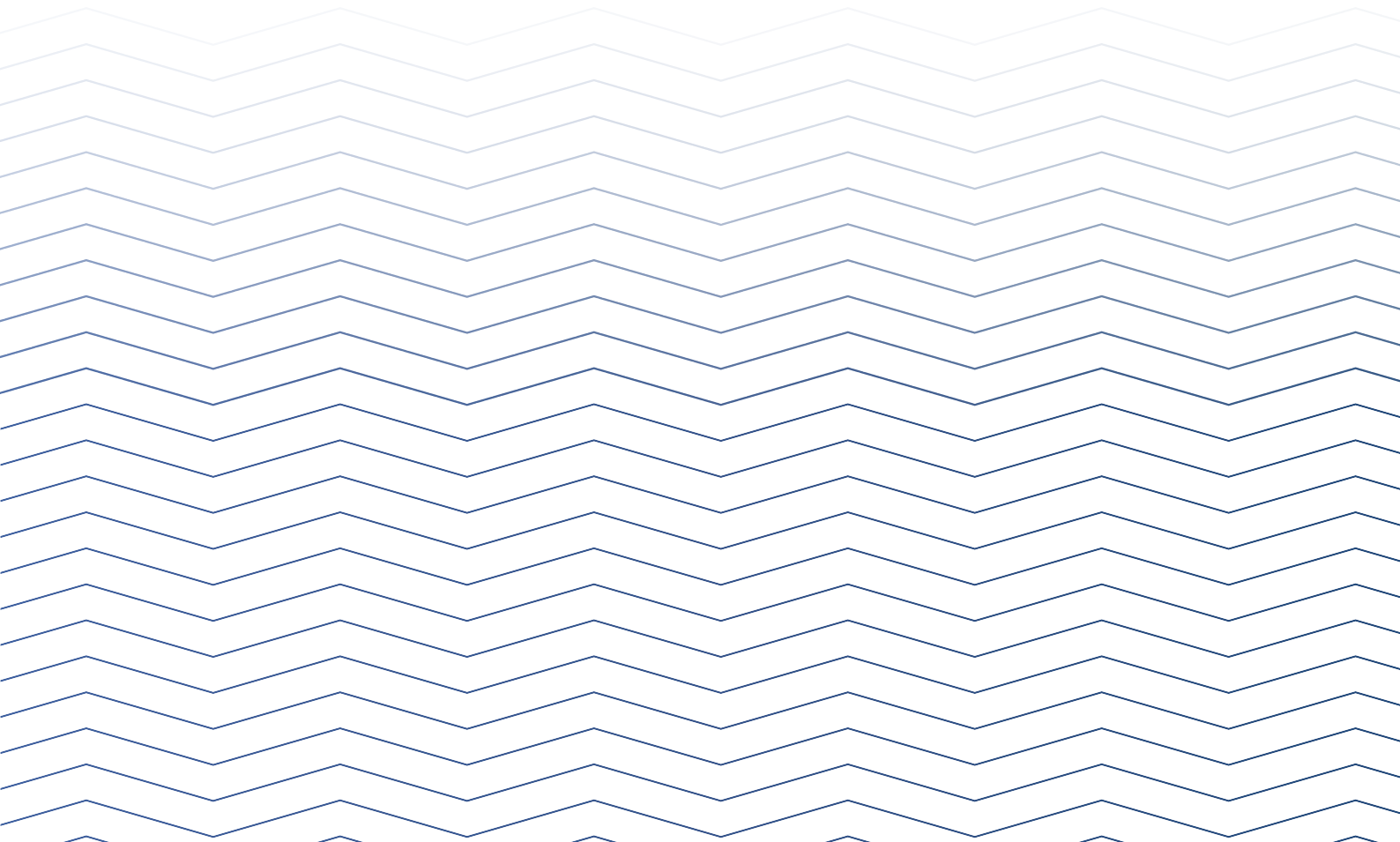
Зберігати сировину можна у вигляді тріски так і у вигляді пагонів. Пагони та паливну тріску варто тримати у закритому приміщенні або під навісом, аби опади не спричинили намокання.

Якщо біомаса верби та тополі протягом літа зберігалася на відкритому майданчику, то восени та взимку її слід накривати для захисту від дощу та снігу. Зазначимо, що свіжозібрані пагони накривати не варто.

## ■ Рекультивація плантації

Орієнтовно термін експлуатації насаджень верби та тополі складає 20-25 років від моменту створення плантації. Після його завершення передбачається рекультивація плантацій для створення нових або вирощування традиційних сільськогосподарських культур.

Рекультивацію плантації верби та тополі можна здійснювати за допомогою спеціальних культиваторів. Ними можна легко витягнути коріння дерев із землі, адже коренева система, наприклад, верби є відносно неглибокою через часте зрізування дерев.

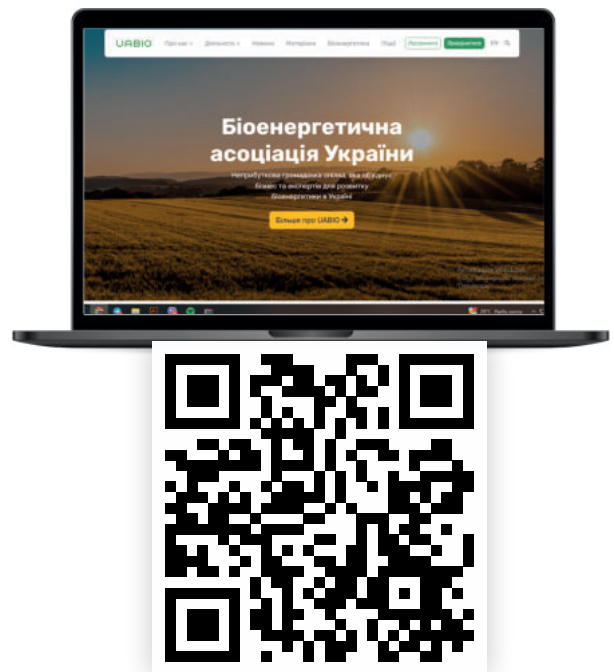


# КОРИСНІ ПОСИЛАННЯ

## 1. Сайт Біоенергетичної асоціації України:

Біоенергетична асоціація України – це неприбуткова громадська спілка, яка об'єднує бізнес та експертів для розвитку біоенергетики в Україні. На сайті асоціації ви знайдете різноманітні статті, аналітичні матеріали, напрацювання команди в законодавчій сфері України тощо. Крім того, представники асоціації виконують техніко-економічні розрахунки та обґрунтування для будівництва нових та реконструкції старих ТЕЦ, біогазових установок, котелень, а також вирощування енергокультур.

**UABIO - <https://uabio.org/>**

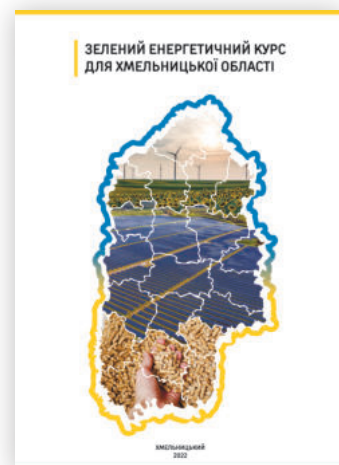


## 2. Дослідження «Зелений енергетичний курс для Хмельницької області» від Хмельницького енергетичного кластеру

Дане дослідження підготовлене, аби запропонувати рішення для переходу громад на зелені види енергії, які у воєнний та післявоєнний час зможуть забезпечити їх енергонезалежність. Рекомендуємо звернути увагу на розділ «Біоенернетика», в якому можна ознайомитися з тим, як в громаді покроково перейти на використання твердопаливних котлів, які працюють на біомасі.



[https://bit.ly/green\\_course1](https://bit.ly/green_course1)



### 3. Аналітичне дослідження «Використання біомаси енергетичних культур у північних областях України» від Агенції економічного розвитку PPV Knowledge Networks

В рамках дослідження: розглянуто потенціал незадіяних, малопродуктивних та деградованих земель, що можуть бути використані для вирощування багаторічних енергетичних культур; опитано учасників ринку щодо основних проблем та викликів; представлено успішні практики виробництва твердого біопалива (пелет), генерації тепла та електроенергії з біомаси, а також наявні агроенергетичні компанії, що вирощують енергетичні культури.

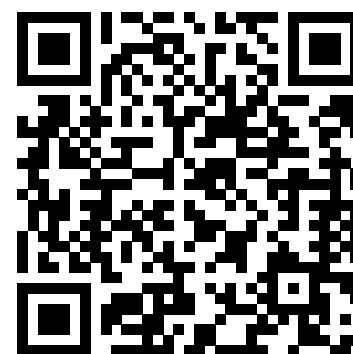
За результатами проведеного дослідження автори підготували рекомендації щодо вирішення вузьких місць на ринку біомаси та представили потенційні шляхи співпраці з учасниками ринку біоенергетики.

<https://bit.ly/42B6oAX>

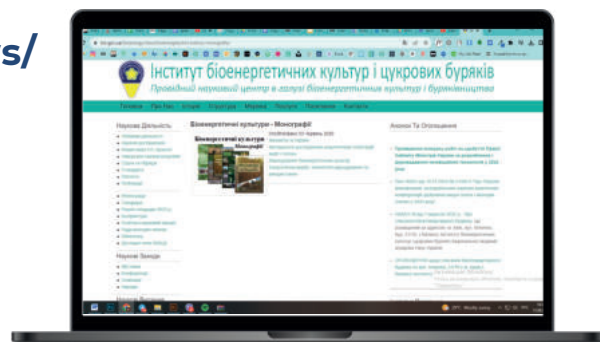


### 4. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААНУ

На сайті можна ознайомитися з діяльністю інституту, а також замовити послуги, що стосуються вирощування енергетичної верби та міскантуса. Також в інституті наявна своя база напрацювань, яка є у вільному доступі. Для кращого розуміння особливостей вирощування енергетичних культур рекомендуємо ознайомитися з монографіями, які доступні за посиланням



<https://www.bio.gov.ua/bioenergy/news/bioenergetychni-kultury-monografiyi>



# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

## **Монографії Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААНУ**

1. Вирощування біоенергетичних культур. За редакцією к.с.-г. наук, с.н.с. М.Я. Гументик – К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018.-179 с.

2. Енергетична верба: технологія вирощування та використання. Під загальною редакцією доктора с.-г. наук, професора В.М. Сінченка. – Вінниця: ТВОРИ, 2023. - 346 с.

3. Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь. За редакцією члена-кореспондента НААН В.М. Сінченка - К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018.-137 с.

## **Додаткові джерела**

1. Аналітичний звіт щодо можливості самозабезпечення комунальних об'єктів біомасою з плантацій енергетичних культур в межах Берездівської ТГ, розроблений Хмельницьким енергетичним кластером.

2. Біоенергетика здатна замінити споживання в Україні 5,2 млрд м<sup>3</sup> природного газу за рік -  
<https://agropolit.com/blog/522-bioenergetika-zdatna-zamistiti-spojivannya-v-u-krayini-52-mlrd-m3-prirodnogo-gazu-za-rik>

3. Вирощування енергетичних культур в Україні. Досвід Salix Energy -  
[https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/09/Gnap\\_Salix\\_09092020.pdf](https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/09/Gnap_Salix_09092020.pdf)

4. Енергетичні культури та перспективи їх вирощування на маргінальних, деградованих та малопродуктивних землях -  
[https://uabio.org/wp-content/uploads/2021/03/EU4USociety\\_Tryboi\\_Energy\\_Crops\\_26-02-2021.pdf](https://uabio.org/wp-content/uploads/2021/03/EU4USociety_Tryboi_Energy_Crops_26-02-2021.pdf)

5. Локальна енергетика: як верба може замінити газ та як заробити на такій альтернативі -  
<https://agravery.com/uk/posts/show/lokalna-energetika-ak-verba-moze-zaminit-i-gaz-ta-ak-zarobiti-na-takij-alternativi>

6. Матеріали Біоенергетичної асоціації України: UABIO -  
<https://uabio.org/>



ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ  
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ  
КЛАСТЕР

Хмельницький енергетичний кластер

 м. Хмельницький

 <https://www.energycluster.in.ua/>

 <https://www.facebook.com/RenewableEnergyCluster>

