

Лекція 2

Тема: Енергетична верба. Технологія вирощування

План

1. Верба- енергетична культура.
2. Ботанічна характеристика та біологічні особливості
3. Вимоги до умов вирощування
4. Технологія вирощування
5. Догляд за плантацією
6. Урожайність та збір біомаси
7. Енергетичний та економічний ефект

Література: 1. Santucci S., Eisenbies M., & Volk T. *Yield and Survival of 19 Cultivars of Willow (Salix spp.) Biomass Crops over Eight Rotations*. Forests. 2024;15(11):2041.

2. Pacaldo et al. *Renewable Energy from Willow Biomass Crops: Life Cycle Energy, Environmental and Economic Performance*. Journal article.

Nordborg M. *Energy analysis of willow production for bioenergy*. Energy. 2018.

3. Olba-Zięty E. *Willow Cultivation as Feedstock for Bioenergy*. 2020

4. Santucci, S., Eisenbies, M., & Volk, T. (2024). Yield and Survival of 19 Cultivars of Willow (Salix spp.) Biomass Crops over Eight Rotations.

Енергетична верба (Salix spp.) є однією з найбільш перспективних лісових та сільськогосподарських культур для отримання твердого біопалива в Україні.

Вона характеризується швидким ростом, високим виходом біомаси, екологічною стійкістю та можливістю вирощування на малопродуктивних землях. Завдяки здатності до багаторазового відростання після зрізання, верба може використовуватись протягом 20–25 років.

Енергетична верба вирощується переважно в короткообігових плантаціях із циклом зрізування кожні 3–4 роки, забезпечуючи високий щорічний приріст біомаси.

2. Ботанічна характеристика та біологічні особливості

- Рід: *Salix*
- Сімейство: Salicaceae (вербові)
- Тип розмноження: вегетативне (живцями)
- Висота дорослих рослин: до 7–10 м
- Коренева система: потужна, поверхнева, здатна до фітомеліорації ґрунтів

Переваги культури:

- Висока продуктивність (до 10–15 т сухої маси з 1 га щорічно)
- Швидке відновлення після зрізання (кущова форма)
- Сумісність із відновленням деградованих земель
- Можливість механізованого вирощування і збирання

3. Вимоги до умов вирощування

Фактор	Оптимальне значення
Клімат	Помірно-континентальний
Температура	Мінімум -35°C, оптимум: +18...+25°C
Опади	600–800 мм/рік
Тип ґрунту	Суглинки, супіски, торфовища
рН ґрунту	5.5–7.5
Потреба в світлі	Світлолюбна культура

4. Технологія вирощування

Підготовка ділянки:

- Очищення від бур'янів
- Оранка на глибину 25–30 см
- Культивуація та вирівнювання поля

Посадковий матеріал:

- Живці довжиною 18–22 см, діаметром 8–12 мм
- Використання сертифікованих клонів (наприклад, "Tordis", "Inger")

Схема посадки:

- 0,75 м × 1,5 м (приблизно 8 800 саджанців/га)
- Можливе застосування саджалок для механізованої посадки

Техніка посадки:

- Живці висаджують вертикально на глибину 15–18 см

- Посадка проводиться ранньою весною (березень–квітень)

5. Догляд за плантацією

- Ручне або механізоване розпушування міжрядь
- Мульчування або гербіцидний захист у перший рік
- Застосування добрив: NPK у пропорції 60:60:90 кг/га
- Контроль шкідників: попелиці, хрущі, грибкові хвороби

6. Урожайність та збір біомаси

Перший зріз проводиться через 3 роки після посадки. Надалі верба зрізається кожні 3 роки. Загальний цикл експлуатації плантації складає 20–25 років.

Рік експлуатації	Очікувана урожайність (т сухої біомаси/га)
1-й	до 2 т (формування)
3-й	12–15 т
6-й	13–17 т
9-й і далі	14–20 т (залежно від умов)

Зріз проводиться спеціальними мульчерними машинами або подрібнювачами, біомаса одразу пресується або транспортується на склади.

7. Енергетичний та економічний ефект

1 т сухої біомаси енергетичної верби = ~4,2 МВт·год теплової енергії

Показник	Значення
Вартість посадки (1 га)	40 000–50 000 грн
Урожай з 1 га на рік	10–15 т сухої маси
Вихід енергії (Гкал/га)	160–240 Гкал
Термін окупності	4–5 років

8. Екологічне значення

1. Захист ґрунтів від ерозії
2. Зменшення парникових викидів
3. Рекультивація деградованих і забруднених земель
4. Збереження біорізноманіття в прифермських зонах.

9. Світова та українська практика

Енергетична верба активно вирощується у Швеції, Польщі, Канаді, Китаї та Україні. В Україні перспективними регіонами є Полісся, Західне Поділля, частково Лісостеп. У 2020-х рр. успішні плантації створені у Волинській, Львівській, Житомирській областях.

Енергетична верба є стратегічно важливою культурою для сталого розвитку енергетичного сектору України. Її вирощування сприяє екологічній безпеці, зменшенню залежності від викопного палива, розвитку аграрного сектору та створенню нових робочих місць.

Світова та українська практика вирощування енергетичної верби

Світовий досвід

Енергетична верба (*Salix spp.*) вирощується в багатьох країнах як високоефективна біоенергетична культура завдяки швидкому росту, високій врожайності та здатності до багаторазової вегетації після зрізування.

Найбільш активне використання – в країнах Скандинавії та Центральної Європи:

Країна	Площа вирощування (тис. га)	Особливості вирощування	Сфера використання
Швеція	понад 15	Велика підтримка держави, використання клонів	Біопаливо для ТЕЦ
Польща	близько 7	Вирощування на деградованих землях	Місцеве опалення
Німеччина	близько 5	Дотації на закладку плантацій	Виробництво пелет
Великобританія	понад 4	Залучення приватних фермерів	Теплогенерація та імпорт
Канада	близько 3	Випробування різних сортів	Експерименти з біопаливом

Переваги для світової біоенергетики:

1. Довготривале використання однієї плантації (20–25 років);
2. Швидке зростання (3–5 м за сезон);
3. Високий потенціал фотосинтезу навіть у північних регіонах;
4. Стала врожайність після кожного циклу зрізування (кожні 2–4 роки);

5. Позитивний вплив на ґрунт та біорізноманіття.

Українська практика

Україна має значний потенціал для вирощування енергетичної верби завдяки наявності малопродуктивних земель, підвищеному попиту на тверде біопаливо та потребі в енергонезалежності.

Перші посадки з'явилися у 2010-х роках завдяки співпраці з шведськими та польськими партнерами. Провідні області:

Львівська, Івано-Франківська, Тернопільська, Рівненська, Житомирська, Черкаська.

Показник	Значення
Середня врожайність	12–15 т сухої біомаси/га/рік
Цикл зрізу	3 роки
Термін експлуатації плантації	20–25 років
Потенціал урожаю	до 30 т/га/рік (на зрошенні та чорноземах)
Період окупності	4–6 років
Вартість закладки плантації	40–60 тис. грн/га

Використання в Україні:

- Пелети, брикети для котелень громадських закладів;
- Теплогенерація на локальному рівні (села, школи);
- Потенційний експорт до ЄС.

Приклади успішного впровадження

◆ **Проект у Львівській області** (с. Домажир): шведська технологія, використання клонів Inger, Tordis. Плантація 50 га, постачання біомаси для муніципального котла.

◆ **Інститут енергетичних культур та рослинництва НААН (м. Глухів)** — провідний центр з досліджень. Має селекційні ділянки, експериментальні плантації.

◆ **Кооперативи фермерів у Тернопільській області** — спільне вирощування на невеликих площах (по 2–5 га), продаж місцевим громадам.

Наукові розробки в Україні включають:

- Виведення адаптованих клонів для різних зон (лісостеп, Полісся);

- Методи мікроклонального розмноження;
- Вивчення впливу агротехніки на енергетичну ефективність культури.

Проблеми та шляхи вирішення

Проблема	Можливе вирішення
Висока початкова вартість	Державні програми підтримки, гранти ЄС
Недостатність розсадників	Створення мережі сертифікованих розсадників
Обмежене знання агрономів та фермерів	Освітні програми, демонстраційні господарства
Низька популяризація біоенергетики серед населення	Інформаційні кампанії, показ успішних кейсів
Нерегулярна підтримка з боку держави	Прийняття Національної стратегії розвитку біоенергетики

Світова практика показала високу ефективність енергетичної верби як джерела біоенергії. Україна має унікальні можливості для масштабного впровадження цієї культури, що сприятиме економічному розвитку громад, зниженню енергозалежності та екологічній стабільності. Для цього необхідне стратегічне планування, державна підтримка та участь аграрної спільноти.

Питання для самоперевірки:

1. Які біологічні особливості енергетичної верби?
2. У чому полягає агрономічна цінність культури?
3. Які основні вимоги до умов вирощування енергетичної верби?
4. Які особливості посадки живців?
5. Які добрива рекомендовано вносити і в якій нормі?
6. Як формується урожайність енергетичної верби?
7. Як відбувається збір біомаси?
8. Які енергетичні показники має 1 тонна сухої біомаси?
9. У яких регіонах України вже практикується вирощування цієї культури?
10. Які екологічні переваги має вирощування верби?

