



Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики

Вирощування та постачання енергетичних рослин на об'єкти енергетики

Олександра Трибой,
Старший консультант, НТЦ «Біомаса»



Зміст

- 01** Енергетичні рослини: історія, стан та потенціал
- 02** Види та характеристики енергетичних рослин
- 03** Вимоги до вирощування енергетичних рослин
- 04** Збір та зберігання врожаю біомаси енергетичних рослин
- 05** Компанії на ринку енергетичних рослин, успішні приклади та ТЕО потенційних проєктів

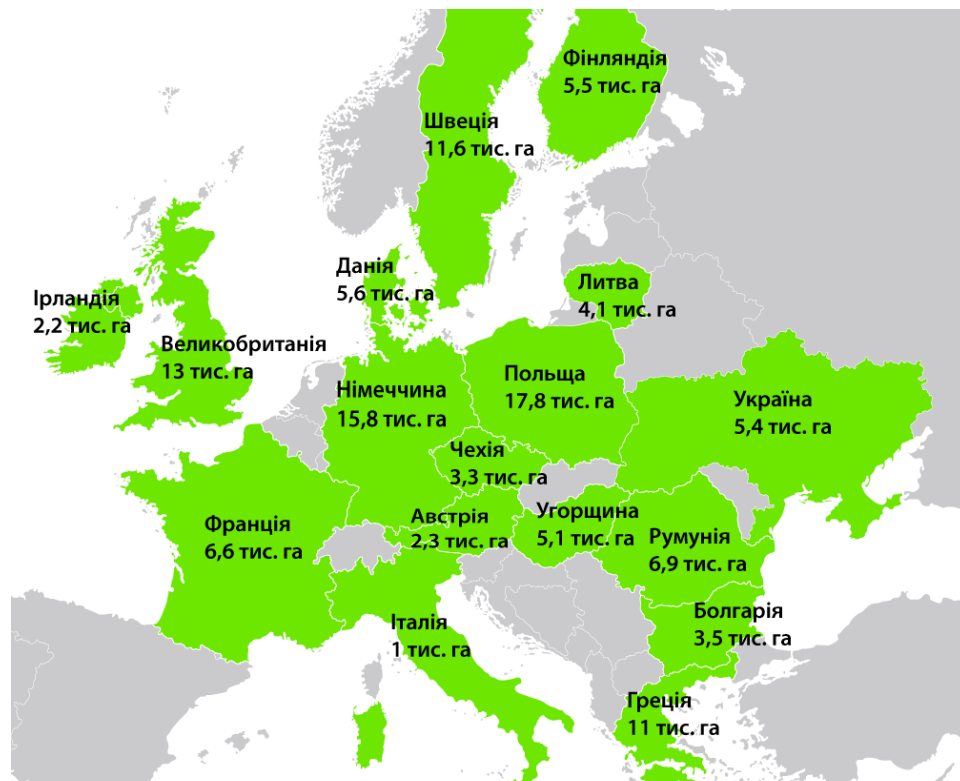


01. Енергетичні рослини: історія, стан та потенціал



Енергетичні рослини - це культури, які вирощуються для виробництва біомаси, як сировини для подальшого виробництва біоенергії або біопалив.

Стан сектору енергетичних рослин в ЄС

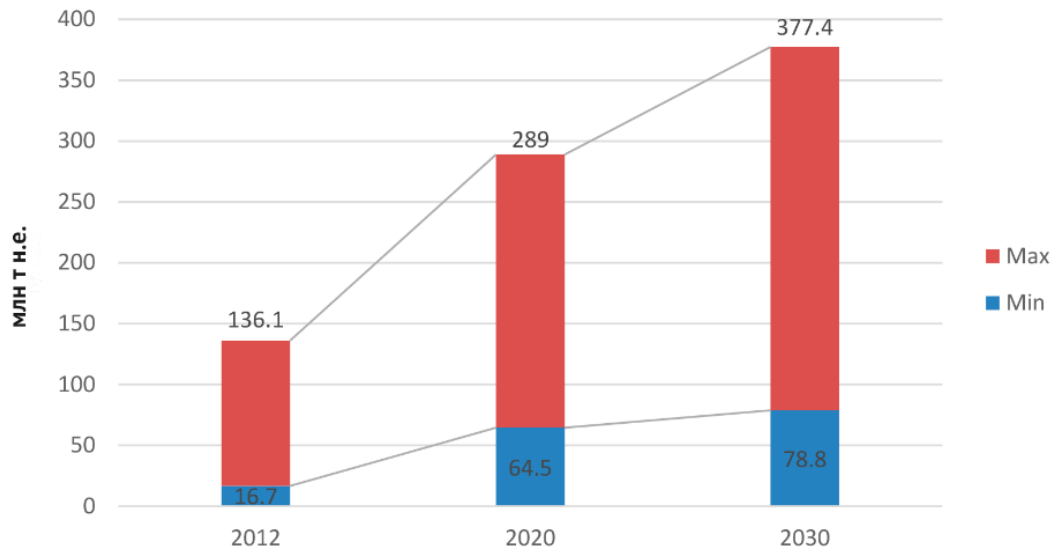


| ЄС-28 | 2019 | 2021 |
|---|----------------|----------------|
| Тополя | 20 691 | 21 455 |
| Верба | 19 378 | 24 186 |
| Інші деревні | | 1 020 |
| Міскантус | 24 620 | 29 023 |
| Інші трав'яні | | 12 097 |
| Всього плантацій енергетичних рослин, га | 117 401 | 118 480 |

| Країна | Деревні | | | | Трав'яні | | | ВСЬОГО | Рік |
|----------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------|
| | Тополя | Верба | Інші | Всього | Міскантус | Інші | Всього | | |
| ЄС-28 | 20691 | 19378 | 1020 | 63907 | 24620 | 12097 | 53494 | 117401 | |
| Австрія | 977 | 244 | | 1221 | 1078 | 52 | 1130 | 2351 | 2016 |
| Бельгія | | 68 | 97 | 165 | 105 | 85 | 190 | 355 | 2012 |
| Болгарія | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | 3286 | 3286 | 2016 |
| Чехія | 2869 | | | 2869 | 200 | 190 | 390 | 3259 | 2016 |
| Німеччина | н.д. | н.д. | н.д. | 6600 | 4600 | 4600 | 9200 | 15800 | 2016 |
| Данія | н.д. | н.д. | н.д. | 8896 | н.д. | н.д. | 66 | 8962 | 2016 |
| Греція | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | 11010 | 11010 | 2016 |
| Іспанія | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | 38 | 38 | 2018 |
| Фінляндія | н.д. | н.д. | н.д. | 26 | н.д. | н.д. | 5452 | 5478 | 2016 |
| Франція | н.д. | н.д. | н.д. | 220 | 3000 | н.д. | 3000 | 3220 | 2016 |
| Хорватія | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | 500 | н.д. | 500 | 500 | 2016 |
| Угорщина | 3352 | 505 | 247 | 4104 | 1000 | н.д. | 1000 | 5104 | 2016 |
| Ірландія | | 1100 | | 1100 | 700 | 410 | 1110 | 2210 | 2016 |
| Італія | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | 1000 | н.д. | 1000 | 1000 | 2016 |
| Литва | н.д. | н.д. | н.д. | 4063 | н.д. | н.д. | н.д. | 4063 | 2016 |
| Люксембург | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | 211 | 211 | 2016 |
| Латвія | 221 | 442 | 3 | 666 | | 253 | 253 | 919 | 2018 |
| Нідерланди | н.д. | н.д. | н.д. | 13 | 245 | | 245 | 258 | 2016 |
| Польща | 9000 | 7832 | | 16832 | 992 | | 992 | 17824 | 2018 |
| Румунія | 2600 | 600 | | 3200 | 600 | 2530 | 3130 | 6330 | 2016 |
| Швеція | 1672 | 8587 | 673 | 10932 | | 691 | 691 | 11623 | 2016 |
| Словенія | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | 400 | н.д. | 400 | 400 | 2016 |
| Словакія | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | 200 | н.д. | 200 | 200 | 2016 |
| Великобританія | н.д. | н.д. | н.д. | 3000 | 10000 | н.д. | 10000 | 13000 | 2018 |

Джерело: Статистичний Звіт Bioenergy Europe, 2021

Потенціал сектору енергетичних рослин в ЄС

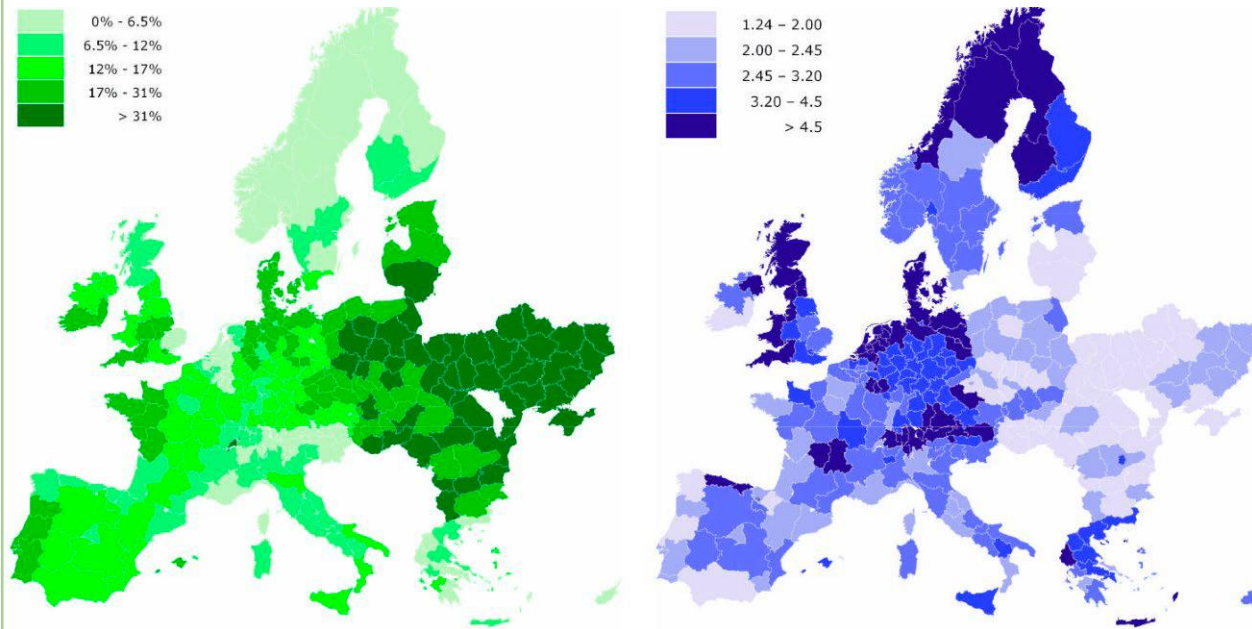


Діапазон технічного потенціалу енергетичних рослин в Європі за оцінками різних досліджень

https://pure.rug.nl/ws/portalfiles/portal/42471636/1_s2.0_S1364032116307638_main.pdf

Джерело: *European biomass resource potential and costs*,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953409001457>

Надлишок земель, потенційно доступних для виробництва біомаси до 2030 року (зліва зелені відтінки вказують на кількість надлишків землі у відсотках від загальної кількості земель) та **витрати на виробництво деревних рослин у 2005 році** (справа сині відтінки вказують на виробничі витрати на вирощування деревних рослин) разом вказують на сприятливі місця для виробництва біомаси.



Енергетичні рослини: потенціал в Україні

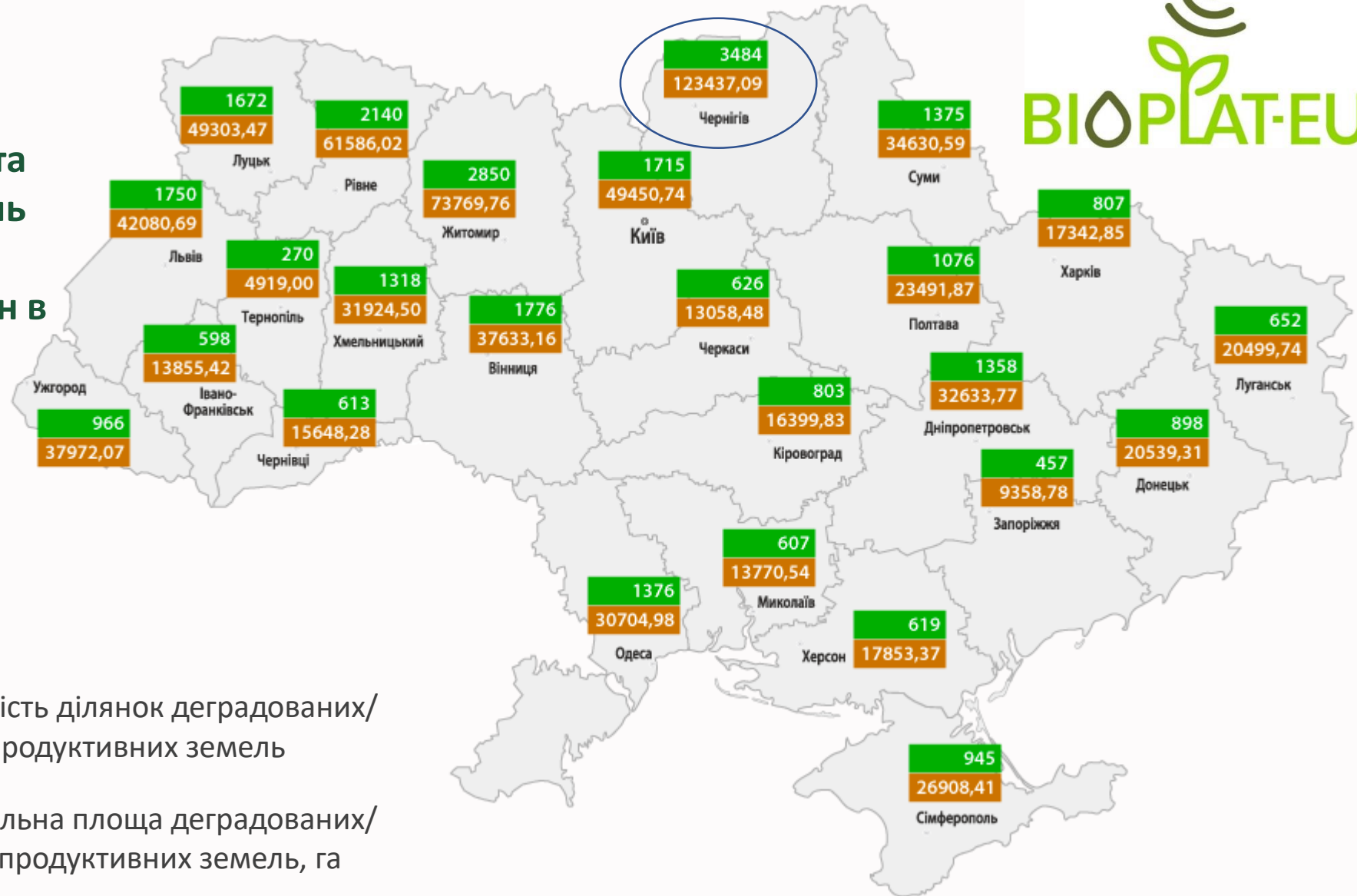


Додатково!
Потенціал вирощування енергетичних рослин для підвищення рівня лісистості позахисних лісосмуг до оптимального рівня складає 400-800 тис. га

Джерело: Promoting sustainable use of underutilized lands for bioenergy production through a web-based platform for Europe – Bioplat-EU, EU Horizon 2020 project, 2018-2021. <https://bioplat.eu/>

Енергетичні рослини: потенціал в Україні (2)

Ідентифікований потенціал малопродуктивних та деградованих земель для вирощування енергетичних рослин в Україні



30 570

- кількість ділянок деградованих/ малопродуктивних земель

820 422,61

- загальна площа деградованих/ малопродуктивних земель, га

02. Види та характеристики енергетичних рослин



Види енергетичних рослин

Трав'яні (Crops)

Однорічні

Багаторічні

Олійні

Ріпак
Амарант
Суріпиця звичайна
Рижій посівний
Ефіопська гірчиця

Цукристі

Цукрове сорго
Топінамбур
Тифон

Крохмале- вмісні

Щавнат

Лігно- целюлозні

Міскантус
Просо прутувидне
Сіда
Сильфій пронизанолистий
Арундо тростинний
Канаркова трава

Деревні (SRC)

Тополя
Верба
Павловнія
Сосна (звичайна та чорна)
Робінія звичайна та ін



Енергетичні культури: врожайності у т сух. м./га·рік

| Common English name | Latin name | Photosynthetic pathway | Yields reported [t dry matter/ha.year] |
|----------------------|-----------------------------|------------------------|---|
| Miscanthus | Miscanthus spp. | C4 | 5-44 |
| Switchgrass | Panicum virgatum L. | C4 | 5-24 |
| Giant Reed | Arundo donax L. | C3 | 5-37 |
| Reed canarygrass | Phalaris arundinacea L. | C3 | 5-13 |
| Meadow Foxtail | Alopecurus pratensis L. | C3 | 6-13 |
| Big Bluestem | Andropogon gerardii Vitman | C4 | 8-15 |
| Cypergras, Galingale | Cyperus longus L. | C4 | 4-19 |
| Cocksfoot grass | Dactylis glomerata L. | C3 | 8-10 |
| Tall Fescue | Festuca arundinacea Schreb. | C3 | 8-14 |
| Raygras | Lolium ssp. | C3 | 9-12 |
| Napier Grass | Pennisetum purpureum Schum | C4 | 27 |
| Timothy | Phleum pratense L. | C3 | 9-18 |
| Common Reed | Phragmites communis Trin. | C3 | 9-13 |
| Sugar cane | Saccharum officinarum L. | C4 | 27 |
| Giant Cordgrass/ | Spartina cynosuroides L. | C4 | 5-20 |
| Prairie Cordgrass | Spartina pectinata Bosc. | C4 | 4-18 |

C4 рослини – високопродуктивні рослини здатні стійко здійснювати фотосинтез при високих температурах і в посушливих умовах



Джерело: <https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/energy-crops/>

Енергетичні рослини: характеристики (1)

| Назва | Наукова назва | LHV, МДж/кг | Цикл плантації, років | Періодичність збору біомаси, років | Врожайність біомаси, т/га/рік (сух. реч.) |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|--|---|
| Верба прутовидна | Salix Viminalis L. | 16,7...18,4 | 20...25 | 2...3 | 7,2...10,1 [1] |
| Павловнія | Paulownia Sieb. et Zucc. | 16,67 | 45...50 | 3 | 3,6...8 [1, 3] |
| Тополя | Populus sp. L. | 17.7...18.7 | 20...25 | 2 | 4...10 |
| Міскантус | Miscanthus x giganteus | 16,8...20,4 | 20...25 | 1 | 16,4...28 [4] |
| Просо прутоподібне | Panicum virgatum L. | 15,9...17,7 [5] | 10...15 | 1 | 8,5...15 [6, 7] |
| Сильфій пронизанолистий | Silphium perfoliatum L. | 14,6...17,9 [8] | 15...20 | 1 | 11,6...21,9 [9, 10] |
| Арундо тростинний | Arundo donax L. | 16...18 [11] | 30...50 | 1 | 25...50 [12] |



База різних видів біомаси з характеристиками Phyllis:
<https://phyllis.nl/Home/Help>

Енергетичні рослини також вирощують для фіторе mediaції забруднених земель через їх здатність накопичувати та нейтралізувати забруднюючі речовини.

Енергетичні рослини: характеристики (2)

| Показники | Міскантус | Верба | Тополя | Солома* | Деревна тріска * |
|--|-------------|-------------|-------------|-----------|------------------|
| Вологість при збиранні, % | 15-23 | 40 -53 | 50-55 | 10-15 | 35-55 |
| Насипна щільність, кг/м ³ | 200-220 | 220-300 | 220-300 | 100-180 | 240-350 |
| Нижча теплота згорання, Q _{pн} , МДж/кг | 14-10 | 10-8 | 10-8 | 15-13,5 | 12-8 |
| Елементний склад*, %: | | | | | |
| Сl | 0,04 | 0,02-0,03 | 0,03 - 0,04 | 0,14-0,97 | 0,02 |
| N | 0,16 -1,37 | 0,5-1,0 | 0,77 - 0,9 | 0,4-0,6 | 0,3 |
| S | 0,28 | 0,03 - 0,34 | 0,03 - 0,2 | 0,05-0,2 | 0,05 |
| Зольність А, % | 2,3-3,7 | 1,5-2 | 0,5-1,9 | 2-8 | 0,5-1,5 |
| Температура плавлення золи, °С | 1250 - 1385 | >1500 | 1160-1500 | 850-1050 | 1000-1400 |

* Для порівняння.



Енергетичні рослини дозволені для вирощування в Україні

| Назва сорту | Рік реєстрації | Рекомендована зона вирощування | Код власника | Сорт створено в державі |
|---|----------------|--------------------------------|---|-------------------------|
| Верба прутівидна <i>Salix viminalis</i> L. - <i>Salix rossica</i> Nas. р. р. | | | | |
| Марцяна / Martsyiana | 2013 | П | ТОВ «Салікс Енерджи» | Україна |
| ЛІННЕЯ/ LINNEA | 2014 | ПЛС | Lantmannen SW Seed AB | Швеція |
| Вільгельм/ Wilhelm | 2014 | С | European Willow Breeding AB | Швеція |
| Панфільська 2 / Panfyl`s`ka 2 | 2014 | ПЛ | Панфільська дослідна станція ННЦ Інститут землеробства НААНУ | Україна |
| Збруч / Zbruch | 2018 | СЛП | ІБКІЦБ НААНУ | Україна |
| Катя / Katia | 2019 | СЛП | Мележик Леонід Петрович | Україна |
| М1 / M1 | 2019 | СЛП | Мележик Леонід Петрович | Україна |
| Євангеліна / Yevanhelina | 2019 | СЛП | Мележик Леонід Петрович | Україна |
| Верба тритичинкова <i>Salix triandra</i> L. | | | | |
| Панфільська / Panfyl`s`ka | 2014 | ПЛ | Панфільська дослідна станція ННЦ Інститут землеробства НААНУ | Україна |
| Ярослава / Yaroslava | 2018 | ЛП | НУБІП України | Україна |
| Павловнія <i>Paulownia</i> Sieb. et Zucc. | | | | |
| Квінерджи / Kvinerdzhy | 2017 | СЛП | Парінцева Л.Ю., Павленко П.М., Черненко В.В. | Україна |
| Котевіса 1 / Cotevisa 1 | 2019 | СЛП | Comercial Tecnica y Viveros, S.L. | Іспанія |
| Котевіса 2 / Cotevisa 2 | 2019 | СЛП | Comercial Tecnica y Viveros, S.L. | Іспанія |
| Лілов / Lilov | 2020 | СЛП | Закарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція НААНУ | Україна |

Джерело: Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні

| Назва сорту | Рік реєстрації | Рекомендована зона вирощування | Код власника | Сорт створено в державі |
|---|----------------|--------------------------------|--|-------------------------|
| Міскантус гігантський <i>Miscanthus x giganteus</i> J.M. Greef & Deuter ex Hodkinson & Renvoiz | | | | |
| Верум / Verum | 2014 | ПЛС | ТОВ «ЕНЕРГО АГРАР» | Україна |
| Біотех / Biotekh | 2017 | СЛП | Мельничук Максим Дмитрович | Україна |
| Осінній зорецьвіт / Osinnii zoretsvit | 2015 | ЛП | ІБКІЦБ НААНУ | Україна |
| Гулівер / Huliver | 2015 | ПЛ | Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НААНУ | Україна |
| Міскантус цукровітковий <i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Maxim) Benth. | | | | |
| Снігова королева / Snihova koroleva | 2015 | ПЛ | ІБКІЦБ НААНУ | Україна |
| Снігопад / Snihopad | 2015 | ПЛ | Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НААНУ | Україна |
| Просо прутіподібне <i>Panicum virgatum</i> L. | | | | |
| Морозко / Morozko | 2015 | ЛП | ІБКІЦБ НААНУ | Україна |
| Зоряне / Zoriane | 2015 | ЛП | Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НААНУ | Україна |
| Міскантус китайський <i>Miscanthus sinensis</i> Anderss. | | | | |
| Місячний промінь / Misiachnyi promin` | 2015 | ЛП | ІБКІЦБ НААНУ | Україна |
| Велетень / Veleten | 2017 | ЛП | Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НААНУ | Україна |

Джерело: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>

03. Вимоги до вирощування енергетичних рослин



Енергетичні рослини: вимоги до вирощування



| Назва | Вимоги до ґрунту, рН | Кількість опадів, мм/рік | Температура, °С | Життєвий цикл, років | Періодичність збору врожаю | Врожайність, т/га/рік |
|-------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Верба | 5-7 | 650 -700 | 15-26 | 20-25 | 1 раз на 3 роки | 12,4-22,7 (свіж.) |
| Міскантус | 5,5 – 7,5 | 500-700 | 25-32, морозостійкий | до 20 | щорічно | 15-20 (після 2-го року (W10-15%)) |
| Просо Прутоподібне | 5,5-7 | 380-760 | Посухостійкий | 10-15 | щорічно | 7-14 (W10-15%) |
| Сорго багаторічне | 5-8,5 | 460-760 | Посухостійкий | 8-10 | щорічно | 10-17 (сух.) |
| Сильфій пронизанолистий | 5,5-7,5 | Стійкий до паводків | 5-40, морозостійкий | 15-20 | щорічно | 15-20 (сух.) |
| Тополя | 6-7 | ≥600 | 15-25 | 20-25 | 1 раз на 2-3 роки | 10-20 (сух.) |

Вимоги до ділянки для плантації: ґрунти

- ✓ Вибір для ділянки заплав і чутливих водно-болотних угідь може ускладнити роботу важкої техніки, особливо для посадки та збору врожаю)
- ✓ Негативним впливом на вологі ґрунти може стати ущільнення ґрунту
- ✓ Для вологих ґрунтів використання важкої техніки рекомендується або у дуже сухі періоди, або коли ґрунт заморожений.
- ✓ Ґрунти з **pH 5 – 7,5** або посадковий матеріал, толерантний до pH поза цими межами
- ✓ Уникати використання легких піщаних ґрунтів, через можливу проблему з доступністю води
- ✓ Уникати мілких ґрунтів, на яких врожайність буде меншою
- ✓ Органічні або торф'яні ґрунти ускладнюють контроль бур'янів
- ✓ Середні і важкі суглинки, які добре аеровані та утримують вологу є ідеальними для енергетичних культур



Вимоги до ділянки для плантації: доступність води

- ✓ При вирощуванні у якості буферних зон на територіях з інтенсивним веденням сільського господарства знижують втрати поживних речовин і збільшують евапотранспірацію, що зменшує витік небезпечної кількості поживних речовин в прилеглі водойми або ґрунтові води
- ✓ Потреба у воді зазвичай більша ніж для інших с/г культур на тих же територіях
- ✓ Перевага територіям з більшою кількістю опадів, або доступом до ґрунтових вод (0,5-1,5 м) чи іншою доступністю води (водні об'єкти, стічні води)
- ✓ Потреба у воді відрізняється для різних видів, сортів та клонів
- ✓ Важливо підібрати культуру до конкретних умов ділянки
- ✓ Важливо не виконувати посадку у посушливий період
- ✓ Достатня кількість вологи в ґрунті на етапі вкорінення є критичною для успіху плантації



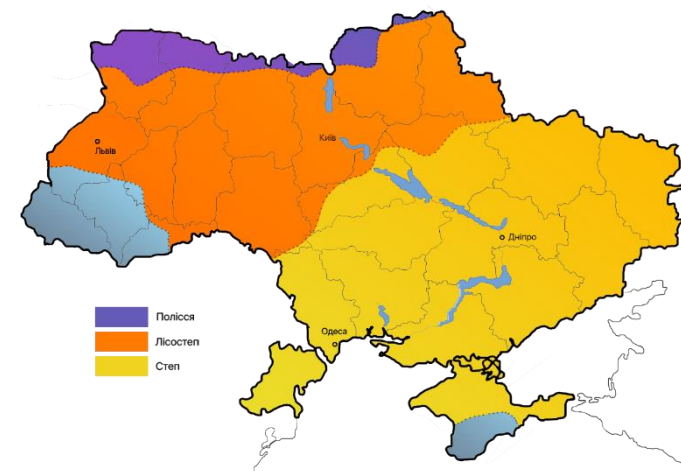
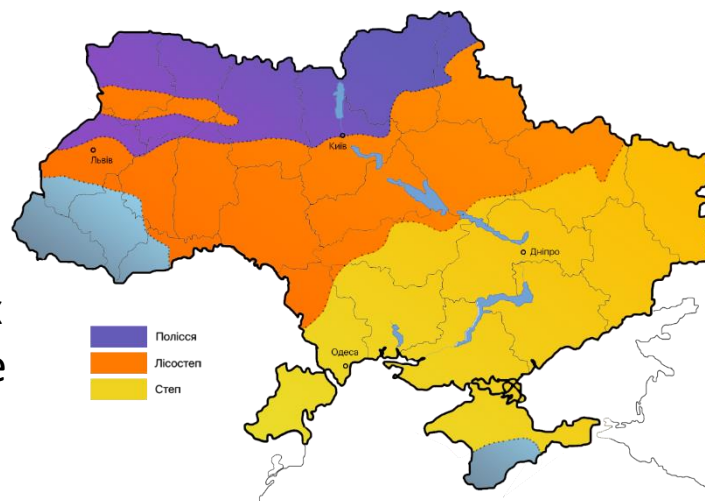
Вимоги до ділянки для плантації: доступність доріг та розташування

- ✓ Хороший доступ до сільських доріг забезпечить легкий прохід необхідної техніки для догляду за плантацією
- ✓ Дороги з твердим покриттям повинні знаходитись якомога ближче до плантації для забезпечення стабільного вивозу біомаси під час збору врожаю взимку
- ✓ Уникати створення плантації на або близько до ділянок з історичною чи культурною цінністю
- ✓ Не створювати плантації під лініями електропередач
- ✓ Плантації вздовж автошляхів на землях, які зазвичай не використовуються, повинні мати широкі краї, щоб не впливати на видимість дороги для водіїв
- ✓ На сільських дорогах краї ділянок теж мають бути достатні, особливо для повороту збиральної техніки (не менше 6-7 м)



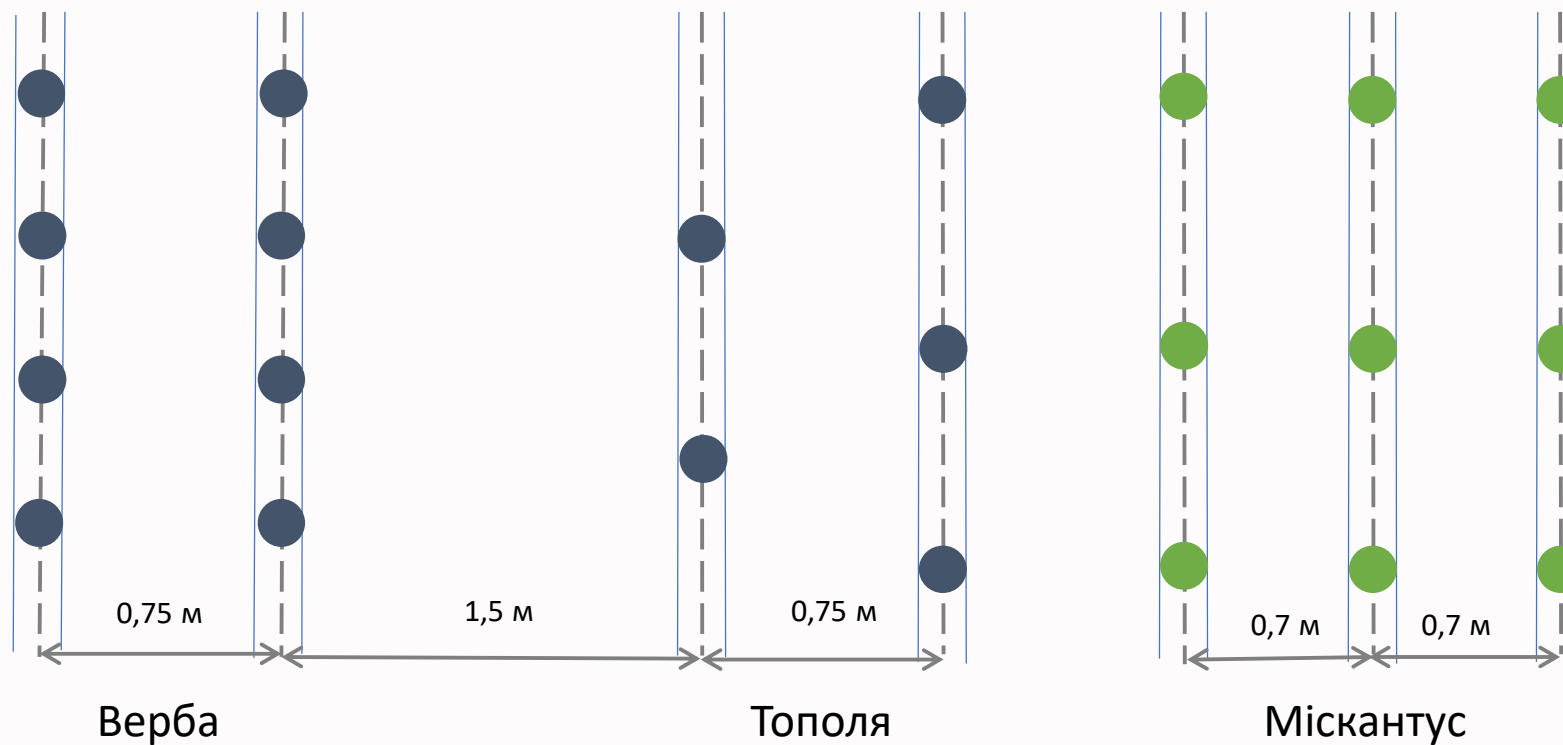
Вимоги до ділянки для плантації: клімат

- ✓ Найбільш часто вирощують вербу і тополю, які походять з північної помірної кліматичної зони та є переважно морозостійкими, але можуть дати незадовільні врожаї на територіях з менш вологими ґрунтами
- ✓ Для південного клімату підходять культури, чутливі до низьких температур, але водночас стійкі до посухи
- ✓ Перевагу слід віддавати посадковому матеріалу, який пройшов випробування за місцевих умов та вдало зарекомендував себе на ринку



Схеми посадки енергетичних рослин

| | Верба | Тополя | Міскантус |
|--|-----------------|--------|-----------------|
| Відстань між саджанцями/ризоммами в рядку, м | 0,7 / 0,6 | 1 | 1 / 0,7 |
| Щільність посадки, штук/га | 12 500 / 15 000 | 8 900 | 14 000 / 20 000 |



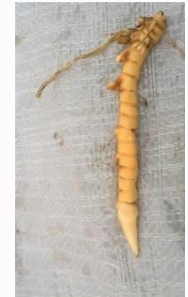
Посадковий матеріал енергетичних рослин

Закладання
плантацій
енергетичних
рослин
відбувається
залежно від
виду
рослини:

саджанцями
(верба, тополя,
павловнія)



ризомами
(міскантус)



насінням
(сорго багаторічне, просо
прутоподібне, сільфій
пронизанолистий)



Витрати на посадковий матеріал

| Енергетична рослина | Вартість посадкового матеріалу, грн/шт | Щільність посадки, шт./га | Витрати на посадковий матеріал, грн./га |
|---------------------|--|---------------------------|---|
| Верба | 0,8 – 1,2 | 10 000-15 000 | 8000 - 18000 |
| Тополя | 1,0 – 1,5 | 9 000-12 000 | 9000 - 18000 |
| Міскантус | 2,0-3,0 | 14 000-20 000 | 28000 - 60000 |



Автоматичний розрахунок потреби в посадковому матеріалі:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1p1PMbJGZmjaG2OjdwKJXTr5rbU-CGzKK/edit#gid=1718981554>

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» | https://salix-energy.com/uk/home-uk/ |
| Група компаній «Укртепло» | http://ukrteplo.ua/napryamki-diyalnosti/energetichni-roslini/ |
| ТОВ «Енергетична верба» | https://www.facebook.com/EnergySalix/ |
| Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААНУ | https://bio.gov.ua/uk/bioenergy/poslugy |

Посадка енергетичної верби: машинна



Egedal Energy Planter, 4-рядна,
Продуктивність: **1,5-3 га/год**,
Egedal Maskinfabrik A/S,
<http://www.egedal.dk>



МС-4 «ВЕРБА», 4-рядна,
Продуктивність: **1,1-1,5 га/год**,
ННЦ «ІМЕСГ», Відділ НТЗ виробництва
біоенергетичних культур та овочів,
Борис Андрій Миколайович, тел.
(04571) 3 11 00, (097) 1559104

Посадка енергетичної верби: вручну



Короткі саджанці:
Довжина – 20 см,
Діаметр 0,7-2 см



- Потребує додаткової операції зі створення борозен
- Менші інвестиції
- Підходить для невеликих площ



Посадка міскантусу



4 га / 8 год



5 осіб – 1 га./8 год.



Особливості догляду за плантаціями: перед посадкою

| Агротехнічна операція | Строки проведення операцій, міс. |
|------------------------------|----------------------------------|
| Дискування | VIII |
| Внесення гербіциду | VIII |
| Внесення добрив | IX |
| Оранка | IX |
| Передпосадкова культивування | IV |



Особливості догляду за плантаціями

| Рік | Сільськогосподарські операції | Строки проведення операцій, міс. |
|---------------------|---|----------------------------------|
| 1 ^й рік | Передпосадковий обробіток ґрунту та посадка | |
| | Передпосадкова культивуація | IV |
| | Підготовка та завантаження саджанців | IV |
| | Транспортування саджанців верби/ризом міскантусу | IV |
| | Посадка | IV |
| | Догляд за насадженнями | |
| | 1-е , 2-е досходове боронування на 3-5 см (міскантус) | IV, V |
| | Транспортування води для приготування гербіциду | V (M); IV (B) |
| | Приготування та внесення гербіциду | V (M); IV (B) |
| | Міжрядний обробіток ґрунту фрезою між суміжними рядками (верба) | V |
| | Міжрядне дискування (верба) | V |
| | Транспортування води для приготування гербіциду | VI (M); V (B) |
| | Приготування та внесення гербіциду | VI (M); V (B) |
| Міжрядне дискування | VI | |

Особливості догляду за плантаціями: гербіциди

Головна задача гербіцидів – забезпечити необхідний захист плантацій від бур'янів до моменту, поки пагони енергетичної рослини досягнуть висоти, більшої за висоту бур'янів.

| Гербіциди | Норма внесення |
|--------------|----------------|
| СТОМП | 5 л/га |
| Пантера 40 | 2 л/га |
| Фюзілад | 0,5-1,0 л/га |
| Раундап-макс | 6 л/га |
| Амінна сіль | 6 л/га |

Якщо після 1-го внесення гербіциду спостерігається нова хвиля різних видів дводольних і злакових бур'янів, проводять повторне внесення гербіциду.

Необхідні умови при внесення гербіциду:

- ✓ Суха погода
- ✓ Температура повітря: 15-24°C
- ✓ За температури >24°C проводити обприскування після 17:00.
- ✓ Допустиме відхилення витрати робочої рідини – не більше ±5%
- ✓ **Рекомендується:** прохолодна хмарна погода з опадами протягом 5-7 днів перед днем внесення гербіциду.



Особливості догляду за плантаціями: інсектициди

Ґрунтові шкідники, що завдають найбільшої шкоди рослинам Міскантусу: дротяники – личинки коваліків (*Elateridae*), несправжні дротяники – личинки чорнишів (*Tenebrionidae*), личинки пластинчастовусих жуків (*Scarabaeidae*) – хрущів і хлібних жуків та капустянка.



Ризоми міскантусу замочують перед посадкою у 1-3% розчині інсектицидів системної та контактної-системної дії (Форс Зеа 280 FS, т.к.с.; Гаучо плюс 466 FS, т.к.с.; Пончо Бета 453,3 FS, ТН; Мундус 380 FS, ТН)

Ґрунтові шкідники, які небезпечні для кореневої системи верби - це личинки травневого (*Melolontha melolonta* L.) та червненого (*Amphimallon solstitialis* L.) хрущів, які наносять значних пошкоджень посадковому матеріалу.

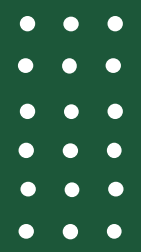


Живці верби замочують у розчинах інсектицидів системної дії з різними активними речовинами (імідаклопід, тіаметоксам чи клотіанідин) протягом 24 годин перед їх посадкою в ґрунт.

Особливості догляду за плантаціями: мінеральні добрива

| Кліматична зона | Типи ґрунтів | Рівень ґрунтових вод | Норма внесення, кг/га, д.р. | |
|-----------------|---|----------------------|-----------------------------|--------|
| | | | Посадка | Догляд |
| Полісся | Сірі та світло-сірі лісові | глибокий | N75P300K300 | N80 |
| | Дерново-підзолисті | | N85P300K300 | N90 |
| | Дерново-підзолисті глейові | близький | N70P300K300 | N90 |
| | Дернові, лучно-болотні, торфувато-болотні | | N80P300K300 | N100 |
| Лісостеп | Чорноземи опідзолені, Темно-сірі лісові | глибокий | N60P300K300 | N60 |
| | Сірі лісові | | N70P300K300 | N70 |
| | Чорноземно-лучні, лучно-чорноземні, лучні | близький | N50P300K300 | N60 |
| | дернові, лучно-болотні, торфувато-болотні | | N80P300K300 | N80 |





04. Збір та зберігання врожаю біомаси енергетичних рослин

Збір врожаю

Верба



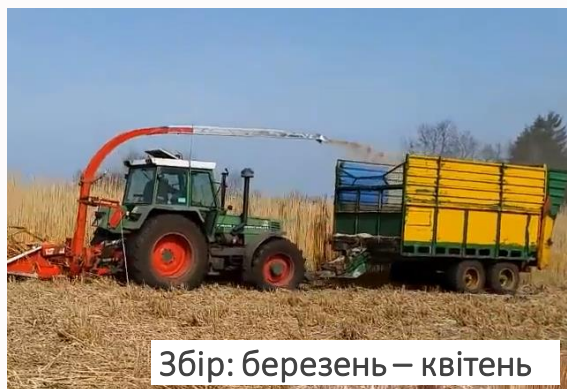
Збір: листопад – лютий



Вологість: 50%

Насипна щільність: ~ 300 кг/м³

Міскантус



Збір: березень – квітень



Вологість: 12-15%

Насипна щільність: ~ 200 кг/м³

Техніка для збору врожаю

Верба, тополя



Комбайн John Deere зі спеціальною жаткою

Міскантус



Силосний комбайн Claas Jaguar + приставка ORBIS



Навісний харвестер JF Energy Harvester

Champion C 1200



Working width 1,25m

Champion C 2200



Working width 2,28m

Champion C 3000



Working width 3m

Навісні подрібнювачі Kemper C1200, C2200, C3000



Подрібнювач кукурудзи KUHN MS 90 S TWIN

Зберігання біомаси



Під відкритим небом



Під навісом

- ✓ Телескопічний навантажувач з об'ємом ковша 2,5 – 3 м³
- ✓ Причепи 25 м³, оптимальна кількість 3 штуки

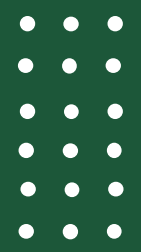


Збір врожаю верби (відео)



Техніка

| Марка | Енергетична рослина | Коментар |
|---|---------------------|---|
| Посадкова | | |
| Посадкова машина ТОВ «ЕнергоАграр» | міскантус | 0,9-1,0 га/год., 4-рядна власної конструкції ТОВ «ЕнергоАграр», https://miscanthus-ukraine.com/ |
| СМ-2 | міскантус | 0,4-0,5га/год, 2-рядна, ІБКіЦБ, Патент № 75541 |
| Агрегат для садіння ризомів | міскантус | 1-рядна, ННЦ «ІМЕСЦ», Патент №115210 |
| Машина для садіння ризомів | міскантус | 0,15 га/год, 2-рядна, НДІПВТ ім. Л. Погорілого, Патент №102553 |
| Egedal Energy Planter | верба, тополя | 2,5 га/год., 4-рядна, Egedal Maskinfabrik A/S, http://www.egedal.dk |
| Машина для садіння деревних енергетичних культур | верба, тополя | 1,5-1,7 га/год, 4-рядна, ННЦ «ІМЕСГ» |
| Збиральна | | |
| Силосний комбайн Claas Jaguar + Orbis | міскантус | http://www.claas.ru/faszination-claas/kompetenz-center/biomasse/energiepflanzen |
| Kemper Champion 1200, Champion 2200, Champion 3000. | міскантус | http://www.kemper-stadtlohn.de |
| Подрібнювач кукурудзи KUHN MS 90 S TWIN | міскантус | Агрегатується з трактором, http://www.kuhn.ua |
| Комбайн John Deere зі спеціальною жаткою | верба, тополя | Оренда в ТОВ «Салікс Енерджі», https://www.salix-energy.com/ |



05. Компанії на ринку енергетичних рослин, успішні приклади та ТЕО потенційних проєктів

Компанії на ринку енергетичних рослин України

| Назва компанії | Власні площі енергетичних рослин компанії, га (області) | Висаджені площі енергетичних рослин компанії, га (області) | Продаж посадкового матеріалу | Наявність власних сортів | Консультації з вибору енергетичної рослини для умов земельної ділянки | Надання техніки в оренду | Надання послуг із посадки плантації | Надання послуг із догляду за плантацією | Контакти |
|-------------------------|---|---|------------------------------|---|---|--|--|---|---|
| ТОВ «Салікс Енерджі» | 1700 га (Волинська, Львівська) | 1700 га (Волинська, Львівська) | Так | Так | Так | Так, Посадкова машина Energy Planter 15-20 га/день | Так | Так | Ірина Гнап, директор. https://www.salix-energy.com/ |
| ТОВ «УкрАгроЕнерго» | 82 га (Київська, Житомирська) | 82 га (Київська, Житомирська) | Так | Ні | Так | Так, посадкова | Так | Так | Севастьян Трушевський, http://ukrteplo.ua/napryamki-diyalnosti/energetichni-roslini/ |
| ТОВ «ЕнергоАграр» | 190 га (Хмельницька) | 400 га (Київська), 40 га (Івано-Франківська), 50 га (Житомирська) | Так | Так Міскантус гігантський сорт Верум | Так (в рамках проєктів закладення плантацій) | Так Посадкова техніка власного дизайну та конструкції, Продуктивність посадки ризомів міскантусу 6-7 га/день | Так з наданням гарантій схожості за умови використання посадкового матеріалу ТОВ «ЕнергоАграр» | Так (за умови використання посадкового матеріалу ТОВ «ЕнергоАграр») | Олександр Кучерук, керуючий партнер. https://miscanthus-ukraine.com/ |
| ТОВ «Екосолум» | 165 га (Сумська, Полтавська, Кіровоградська, Івано-Франківська, Закарпатська) | 165 га (Сумська, Полтавська, Кіровоградська, Івано-Франківська, Закарпатська) | Так | Ні | Так | Ні | Так | Так | Костянтин Соляник |
| ТОВ «Енергетична верба» | 10 га (Київська, Вінницька, Житомирська) | 10 га (Київська обл., Вінницька обл., Житомирська обл.) | Так | Так. Сорти: Salix fragilis «Адам», Salix fragilis «Евангеліна», Salix viminalis «М1», Salix viminalis «Катя». | Так | Ні | Так консультації | Так консультації | Леонід Мележик, https://www.verba.kiev.ua/ |

Успішні приклади вирощування та використання енергетичних культур в Україні



Енергетичний кластер Salix Energy

Область: Волинська

Населені пункти: Іваничі, Павлівка, Нововолинськ

Потужність: 3,4 МВт (загальна 3-х котельних)

Паливо: деревна тріска

Інвестиції у реконструкцію котельних: 4,6 млн грн

Рік введення: 2014

Джерело: <https://www.salix-energy.com/>

Енергетичний кластер «Укртепло»

Область: Житомирська

Місто: Овруч

Потужність: 5,9 МВт

Паливо: деревна тріска

Інвестиції у ТЕС: понад 10 млн євро

Виробництво е/е: більше 40 млн кВт·год/рік

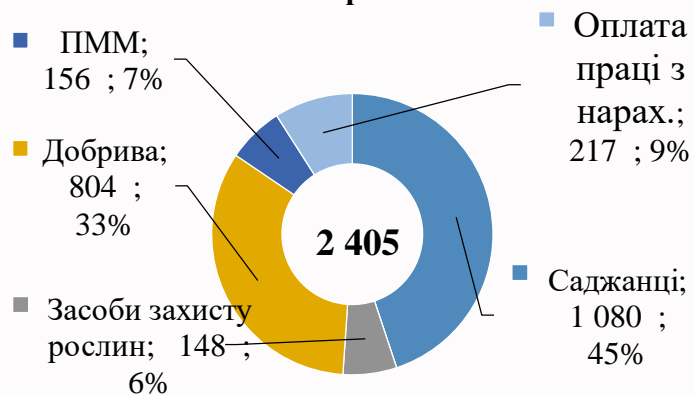
Рік введення: лютий 2021

Джерело: <http://ukrteplo.ua/novini/energetichna-detsentralizatsiya-v-ovruchi->

ТЕО: СТВОРЕННЯ ПЛАНТАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТРІСКИ ТА ПОДАЛЬШОГО ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ У КОТЛАХ НА БІОМАСІ ІРШАВСЬКОЇ МІСЬКОЇ ОТГ



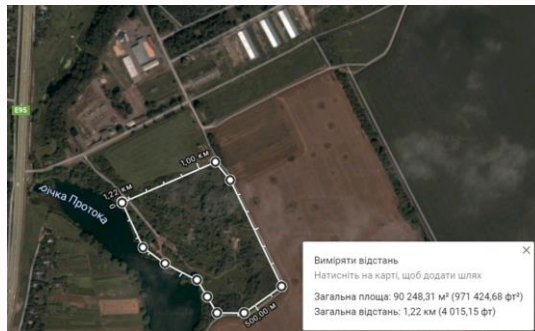
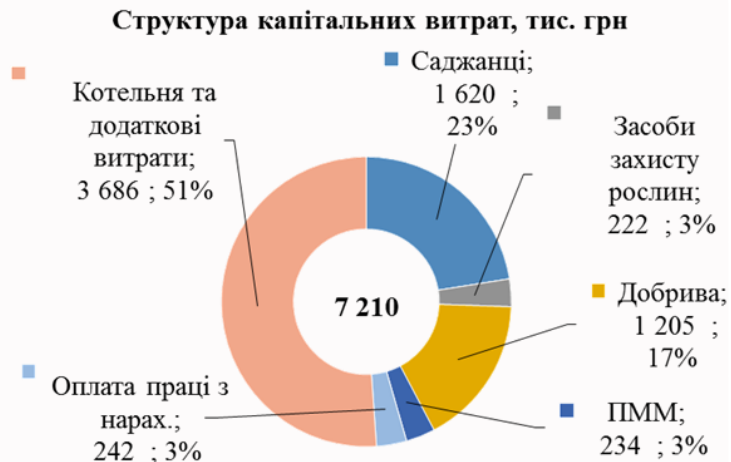
Структура капітальних витрат, тис. грн



| Найменування параметру | Розмірність | Значення |
|--|-------------|------------|
| Площа плантації | га | 60 |
| Цикл вирощування | років | 3 |
| Площа плантації, яка щорічно збирається | га | 20 |
| Прогнозована врожайність біомаси вологістю 50% | т/(гахрік) | 20 |
| Локальний склад на полі на відстані | км | 2 |
| Центральний склад на відстані | км | 10 |
| Мінімальна заробітна плата | грн./міс. | 4173 |
| Щорічна вартість оренди 1 га без ПДВ | грн./рік | 600 |
| Орендна площа земель | га | 60 |
| Ціна продажу тріски без ПДВ | грн/т | 1200 |
| Частка кредитних коштів | % | 0% |
| Ставка дисконтування (DR) | % | 17% |
| Основні економічні показники: | | |
| Внутрішня норма рентабельності IRR | % | 25% |
| Чиста приведена вартість NPV | тис. євро | 47 |
| Простий термін окупності PB | років | 7,1 |
| Дисконтований термін окупності DPB | років | 10,2 |
| Індекс прибутковості PI | - | 1,6 |



ТЕО: СТВОРЕННЯ ПЛАНТАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТРИСКИ ТА ПОДАЛЬШОГО ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ У КОТЕЛЬНІ НА БІОМАСІ КСАВЕРІВСЬКОЇ СІЛЬСЬКОЇ РАДИ



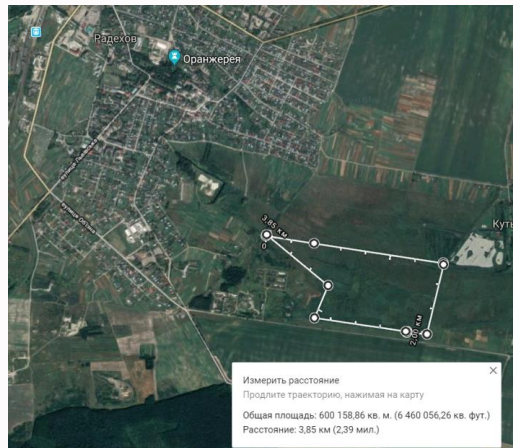
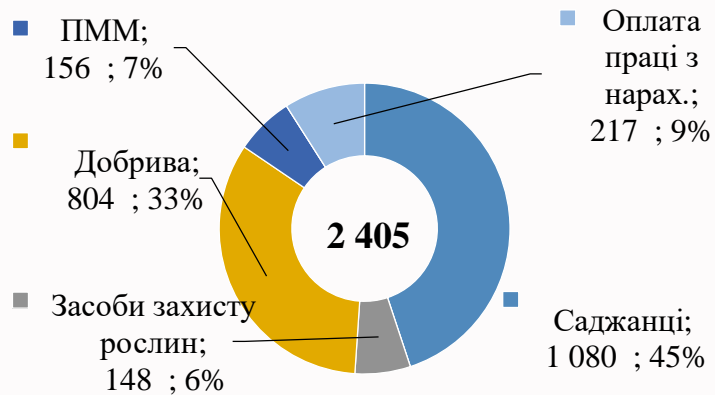
| Найменування параметру | Розмірність | Значення |
|--|-------------------------|------------|
| Площа плантації | га | 90 |
| Цикл вирощування | років | 3 |
| Площа плантації, яка щорічно збирається | га | 30 |
| Прогнозована врожайність біомаси вологістю 50% | т/(га×рік) | 20 |
| Локальний склад на полі на відстані | км | 2 |
| Центральний склад на відстані | км | 10 |
| Мінімальна заробітна плата | грн./міс. | 4173 |
| Щорічна вартість оренди 1 га без ПДВ | грн./рік | 600 |
| Орендна площа земель | га | 90 |
| Ціна продажу тріски без ПДВ | грн/т | 1500 |
| Частка кредитних коштів | % | 0% |
| Ставка дисконтування (DR) | % | 17% |
| Ціна заміщеного природного газу | грн/тис. м ³ | 11000 |
| Потужність модульної котельні | кВт | 300 |
| Основні економічні показники: | | |
| Внутрішня норма рентабельності IRR | % | 17% |
| Чиста приведена вартість NPV | тис. євро | 4 |
| Простий термін окупності PB | років | 8,2 |
| Дисконтований термін окупності DPB | років | 23,1 |
| Індекс прибутковості PI | - | 1,0 |



ТЕО: СТВОРЕННЯ ПЛАНТАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТРІСКИ ТА ПОДАЛЬШОГО ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ У КОТЛАХ НА БІОМАСІ ТЗОВ «РАДЕХІВТЕПЛОЕНЕРГО»



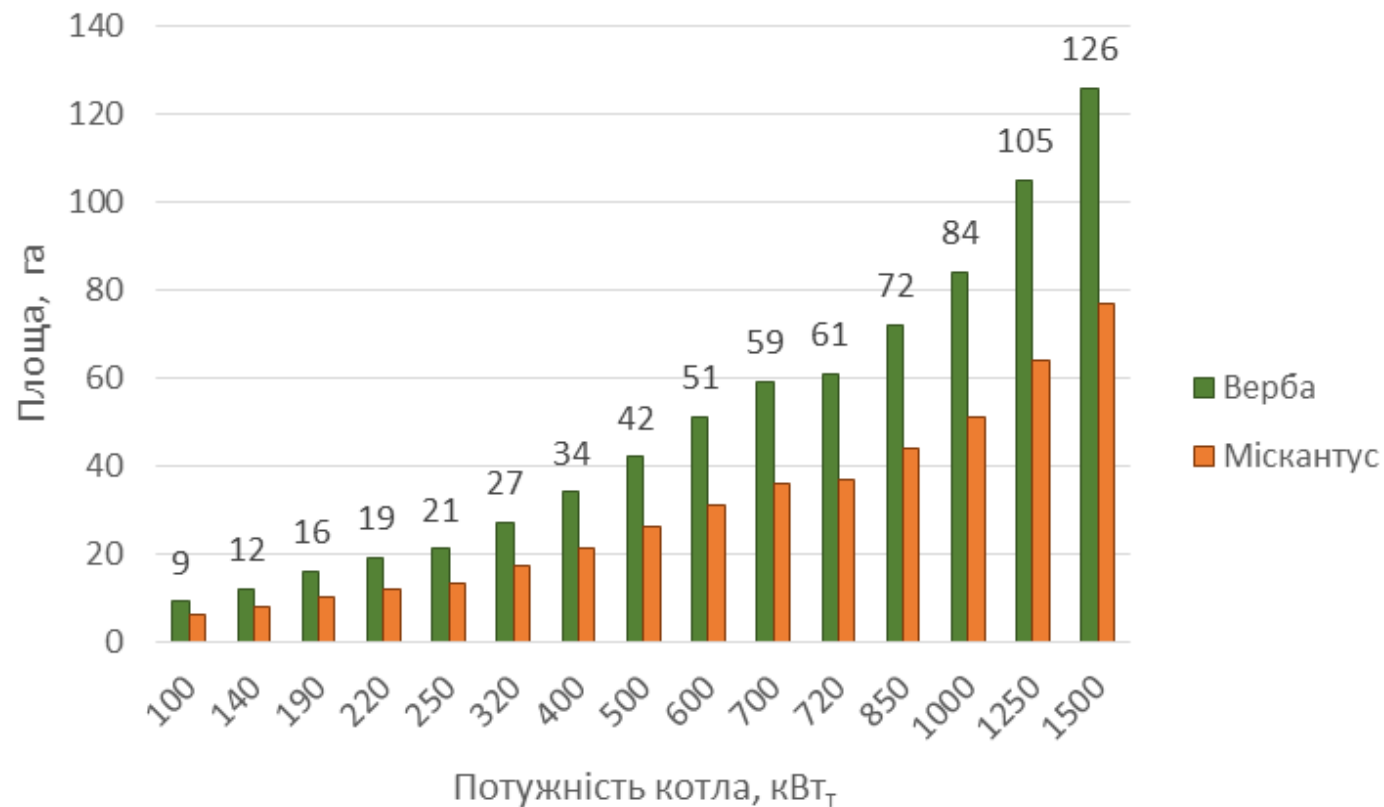
Структура капітальних витрат, тис. грн



| Найменування параметру | Розмірність | Значення |
|--|-------------|------------|
| Площа плантації | га | 60 |
| Цикл вирощування | років | 3 |
| Площа плантації, яка щорічно збирається | га | 20 |
| Прогнозована врожайність біомаси вологістю 50% | т/(га×рік) | 20 |
| Локальний склад на полі на відстані | км | 2 |
| Центральний склад на відстані | км | 10 |
| Мінімальна заробітна плата | грн./міс. | 4173 |
| Щорічна вартість оренди 1 га без ПДВ | грн./рік | 600 |
| Орендна площа земель | га | 60 |
| Ціна продажу тріски без ПДВ | грн/т | 1500 |
| Частка кредитних коштів | % | 0% |
| Ставка дисконтування (DR) | % | 17% |
| Основні економічні показники: | | |
| Внутрішня норма рентабельності IRR | % | 28% |
| Чиста приведена вартість NPV | тис. євро | 51 |
| Простий термін окупності РВ | років | 6,7 |
| Дисконтований термін окупності DPB | років | 9,0 |
| Індекс прибутковості PI | - | 3,7 |



Розрахунок площі плантації залежно від потужності енергетичного обладнання

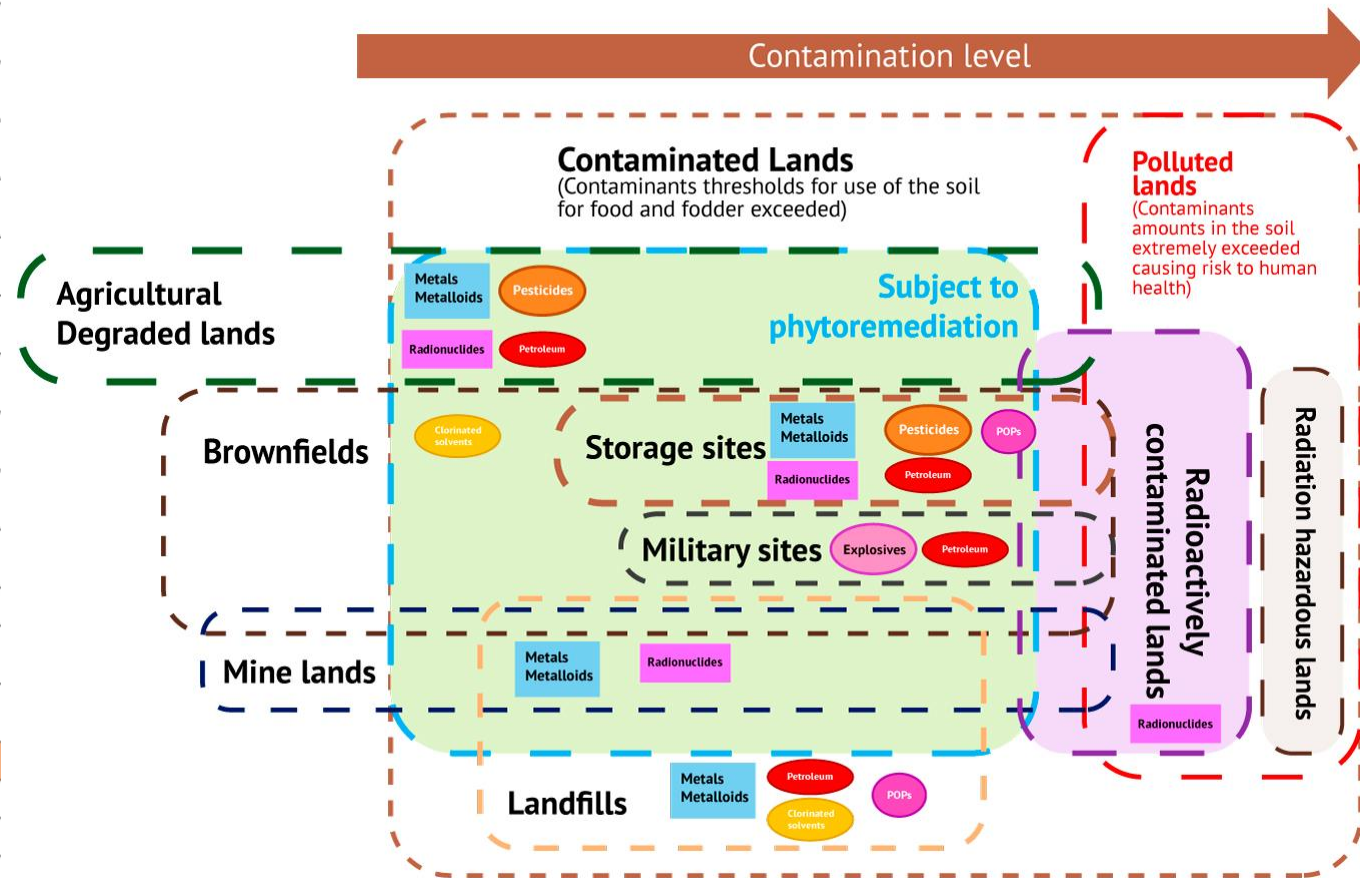


| Показник | Значення |
|---|---------------------|
| Тривалість опалювального періоду | 178 днів |
| Номінальне навантаження установки | 70% |
| ККД котла | 85% |
| Врожайність Верби 2-6 збору (1 і 7 збору), 50% вологості | 60 (36) т/га/рік |
| Врожайність Міскантусу 3-20 збору (1, 2 збору), 20% вологості | 20 (5, 12) т/га/рік |
| Нижча теплота згорання тріски Верби, Q^p_n , МДж/кг | 9,8 МДж/кг |
| Нижча теплота згорання тріски Міскантусу, Q^p_n | 14 МДж/кг |

Енергетичні культури, придатні для фіторемедіації неорганічних і органічних забруднень



| Energy crop | Inorganic | | Energy crop | Organic | | | | |
|----------------------|----------------------|---------------|----------------------|-----------|------------|------|------------|-------------------------|
| | Metals Metalloids | Radionuclides | | Petroleum | Pesticides | POPs | Explosives | Chlorinated solvents |
| Beta vulgaris | + | | Avena sativa | + | | | | |
| Brassica juncea | + | + | Cucurbita pepo | | + | | | |
| Brassica napus | + | | Dactylis glomerata | + | | | + | |
| Festuca arundinacea | + | + | Festuca arundinacea | + | | + | + | |
| Helianthus annuus | + | + | Helianthus annuus | + | | | + | |
| Linum usitatissimum | + | | Linum usitatissimum | + | | + | | |
| Lolium perenne | | + | Lolium perenne | + | | + | | |
| Medicago sativa | + | | Lotus corniculatus | + | | | | |
| Miscanthus giganteus | + | | Medicago sativa | + | | + | | |
| Phalaris arundinacea | + | + | Miscanthus giganteus | + | | | | |
| Phragmites australis | | + | Phragmites australis | + | | + | + | |
| Populus spp. | + | | Pinus sylvestris | + | | | | |
| Rumex acetosa | + | + | Poaceae | + | | | | |
| Salix spp. | + | + | Populus spp. | + | | + | + | |
| Salix viminalis | + | | Robinia pseudoacacia | + | | | | |
| Silphium perfoliatum | + | | Salix alba | + | | + | | |
| Typha spp. | | + | Salix spp. | + | | + | | + |
| Zea mays | + | | Salix viminalis | + | | | | |
| | | | Typha spp. | + | + | | + | |
| | | | Zea mays | + | + | | + | |



Фактори успіху реалізації інвестиційних проєктів із вирощування енергетичних рослин

Ключовими факторами успіху реалізації інвестиційних проєктів із вирощування енергетичних рослин є:

- ✓ Пошук земель у безпосередній близькості до котелень на біомасі, якість яких буде задовільна для вирощування плантацій та при цьому вартість за оренду на довгостроковий період не буде еквівалентною ціні за якісні сільськогосподарські землі у суміжних регіонах.
- ✓ Вибір постачальника якісного садивного матеріалу по оптимальній ціні.
- ✓ Виконання усіх необхідних і передбачених агротехнічних операцій по підготовці ґрунтів, що мінімізує вірогідність втрати частини плантації через недостатню обізнаність щодо вихідних умов для ведення сільськогосподарської діяльності в обраній місцевості.
- ✓ Ретельно продумана та організована логістика постачання і зберігання біомаси.
- ✓ Укладання договорів із залученням професіоналів на постачання необхідного обсягу послуг з підготовки земель, посадки плантації, догляду та вчасної боротьби з бур'янами і шкідниками, збору врожаю.
- ✓ Наявність стратегічного плану щодо ліквідації плантації після закінчення періоду вегетації або в разі настання форс-мажорних обставин природно-кліматичного, законодавчого або фінансового характеру.





Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики

Дякую!

Олександра Трибой



Ст. консультант НТЦ «Біомаса»



tryboi@secbiomass.com



<https://secbiomass.com>

