

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Антін ШУВАР, доктор сільськогосподарських наук, професор, ORCID: 0000-0002-6016-0896
Віталій ПАНЬКЕВИЧ, аспірант, ORCID: 0000-0002-6618-4549

Західноукраїнський національний університет
вул. Львівська, 11 (центральний корпус), м. Тернопіль, 46009, Україна
e-mail: a.shuvar@wunu.edu.ua

За результатами досліджень встановлено, що присипанням ґрунтом рослин у перший рік вегетації можна ефективно контролювати чисельність бур'янів та сприяти підвищенню урожайності біомаси. Наведено результати польових досліджень щодо удосконалення технологічних прийомів вирощування енергетичної верби (*Salix*) у зоні Західного Лісостепу України. Дослідження виконувалися впродовж 2022-2024 рр. на дослідних ділянках Західноукраїнського національного університету, які розташовані в зоні нестійкого зволоження. Погодні умови в роки досліджень за ступенем відхилення від середніх багаторічних даних як за окремими місцями, так і за період вегетації були в межах показників характерних для зони нестійкого зволоження Лісостепу України. Метою досліджень було оцінити ефективність міжрядного обробітку із присипанням рослин ґрунтом у перший рік вегетації як ефективної операції по контролю за бур'янами та фактору підвищення продуктивності стеблової біомаси енергетичної верби. Дослідження проведено на двох видах енергетичної верби Прутовидної «Збруч» (*S. viminalis* L.) та Тритичинкової (*Salix triandra* L.). У результаті застосування удосконаленого способу міжрядного обробітку ґрунту встановлено, що запропонований агротехнічний прийом покращує приживлюваність живців і стимулює розвиток кореневої системи дає можливість ефективно контролювати численність бур'янів в зоні рядків, що підвищує приживлюваність та стимулює ріст рослин. Верба Прутовидна сорту «Збруч» виявила вищу біологічну пластичність та більш виражену позитивну реакцію на удосконалений елемент догляду порівняно з вербою тритичинковою, що обумовлено інтенсивнішим стартовим ростом і здатністю до коренеутворення. Застосування удосконалених елементів догляду порівняно з традиційною технологією сприяє зростанню урожайності стеблової біомаси на 25 %.

Ключові слова: живці енергетичної верби, біомаса, біопаливо, елементи технології вирощування, продуктивність біомаси.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons

Вступ

В умовах трансформації енергетичного сектору України, спричиненої критичним станом енергетичної інфраструктури та зростанням вартості викопних видів палива, особливої актуальності набуває розвиток відновлюваних джерел енергії. Одним із ключових напрямів енергетичної децентралізації є біоенергетика, що базується на використанні органічної сировини як стабільного та відновлюваного ресурсу (Bondar & Fursa, 2018; Concept for the development of bioenergy..., 2019; Roik et al., 2018). Її розвиток сприяє підвищенню енергетичної безпеки держави, зменшенню імпортозалежності та формуванню локальних енергетичних систем. Зростання кількості біоенергетичних об'єктів потребує забезпечення достатніх обсягів якісної сировини. У зв'язку з цим в Україні спостерігається активне розширення площ промислових плантацій біоенергетичних культур короткої ротации, які характеризуються високою врожайністю біомаси та значним умістом целюлози (Debrynyuk, 2010; Gumentyk, 2020; Roik et al., 2013). До процесу створення таких насаджень дедалі активніше

долучаються аграрні підприємства та фермерські господарства, що зумовлює потребу в удосконаленні технологічних елементів їх вирощування з урахуванням регіональних ґрунтово-кліматичних особливостей. В умовах України біоенергетичні культури розглядаються як важливий елемент розвитку біоенергетики та зменшення антропогенного навантаження на довкілля. Однією з перспективних культур для виробництва біопалива в умовах Західного Лісостепу України є енергетична верба (*Salix viminalis* L.). Культура відзначається швидким ростом, здатністю формувати значні обсяги біомаси протягом коротких ротацийних періодів та адаптивністю до різних типів ґрунтів і належить до перспективних багаторічних культур для виробництва відновлювальної енергії завдяки високій інтенсивності росту, здатності до багаторазового відновлення після зрізування та значному потенціалу акумуляції вулицю формуючи значну кількість пагонів, що забезпечує стабільне нагромадження біомаси впродовж 20–25 років експлуатації плантації. Разом із тим ефективність

виращування біомаси енергетичної верби значною мірою визначається умовами першого року вегетації. У цей період рослини характеризуються слабою конкурентною здатністю щодо бур'янів, що призводить до пригнічення росту пагонів, зниження приживлюваності живців і втрати продуктивності енергетичної плантації. Традиційні елементи догляду не завжди забезпечують належний контроль за бур'янами безпосередньо в зоні рядків, що обумовлює необхідність пошуку нових або удосконалених агротехнічних прийомів. Промислові плантації верби можуть створюватися на низькопродуктивних і деградованих землях, у тому числі на вироблених торфовищах та рекультивованих територіях, що дозволяє поєднати енергетичну функцію з екологічною реабілітацією земель. Аналіз наукових досліджень свідчить, що рівень продуктивності насаджень значною мірою залежить від генетичних особливостей сортів, густоти садіння, системи удобрення та водного режиму (Debrynyuk, 2009; El Bassam et al., 2010; Energy willow: cultivation..., 2015; Shevchuk et al., 2019). Водночас інтеграція вербових плантацій у структуру землекористування може мати позитивний екологічний ефект, зокрема сприяти покращенню якості води та зменшенню викидів парникових газів, що розширює їх функціональне значення в контексті кліматичної політики (Bressler et al., 2017; Fabio & Smart, 2018; Hemmar et al., 2017; Stolarski et al., 2018; Volk et al., 2018; Wang et al., 2015). Незважаючи на наявні наукові напрацювання, питання оптимізації елементів технології виращування енергетичної верби в умовах Західного Лісостепу України потребують подальшого комплексного дослідження з метою підвищення продуктивності біомаси та економічної ефективності виробництва. **Метою** досліджень було обґрунтування та вдосконалення ефективності елементів технології міжрядного обробітку з присипанням рослин ґрунтом для контролювання численності бур'янів та формування якісної стеблової біомаси енергетичної верби (*Salix viminalis* L.) в умовах Західного Лісостепу України. **Завданням дослідження** передбачено визначити оптимальні агротехнічні елементи догляду за рослинами енергетичної верби шляхом встановлення залежності між ними. Визначити та встановити закономірності формування високої і стабільної продуктивності біомаси залежно від різних агротехнічних заходів догляду за рослинами енергетичної верби. Оцінити вплив технологічних прийомів на продуктивність біомаси. Дослідження передбачають прогнозування та управління процесами формування урожайності біомаси енергетичної верби Прутовидної (*S. viminalis* L.) та Тритичинкової (*Salix triandra* L.) залежно від ґрунтово-кліматичних та погодних умов зони Лісостепу України, збільшення виходу біомаси з площі, зниження витрат коштів і енергії на виробництво та зменшення негативного впливу на

навколишнього середовища, створення нових елементів технологій для енергозберігаючого виращування сировини.

Матеріали і методи

Дослідження виконувалися у 2022-2024 рр. в умовах Західного Лісостепу України на дослідних ділянках науково-дослідного виробничого господарства «Наука» Західноукраїнського національного університету. Ґрунт дослідних ділянок – чорноземи типові, глибокі, малогумусні, які мають нейтральну реакцію Трунтового розчину рН сольове – 6,4. Кліматичні умови в роки досліджень характеризувалися середньодобовою температурою повітря, яка в період активної вегетації (від 1.04 до 1.10) становила +14,6°C і +15,3°C. Річна кількість опадів 600-700 мм. Кількість опадів у вегетаційний період 450- 550 мм.

Об'єктом досліджень були насадження енергетичної верби Прутовидної (*Salix viminalis* L.) сорту «Збруч» та верби Тритичинкової (*Salix triandra* L.) Садивним матеріалом слугували стандартні живці довжиною 20-25 см, висаджені на весні за схемою 0,75 ч 1,5 м, що відповідає технології коротко ротаційних плантацій. Схема досліду включала два варіанти догляду за рослинами: - традиційну технологію яка передбачала міжрядний механічний обробіток ґрунту без впливу на зону рядка; - удосконалену технологію, що поєднувала міжрядний обробіток із присипанням рослин у рядку ґрунтом у фазі активного росту бур'янів. Присипання ґрунтом проводили шляхом спрямування ґрунтового вала з міжряддя до основи пагонів на висоту 5-7 см. Обліки включали визначення приживлюваності живців (%), висоти та кількості пагонів, ступеня забур'яненості, а також урожайності сухої біомаси наприкінці вегетації. Статистичну обробку результатів здійснювали за загальноприйнятими методиками варіаційної статистики. Крок садіння живців на ділянках – 50 см Площа дослідної ділянки – 200 м², облікової – 20 м². Повторюваність дослідів – триразова. Визначення врожайності біомаси проводилося після закінчення періоду вегетації рослин, коли з рослин опало листя. На облікових ділянках зрізалися і зважувалися пагони рослини з усіх кущів верби. Висота зрізу 8-10 см. Після зважування значення маси пагонів у кг ділилося на дві частини і визначалася врожайність сирової біомаси в т/га. Дослідження проводилися за загальноприйнятими науковими методиками, традиційними для лісівництва та рослинництва (Gordienko et al., 2000; Methodology..., 2018). В процесі досліджень ґрунтово-кліматичних умов проведено аналіз кількості опадів та температури повітря.

Результати та обговорення

Середня річна кількість опадів у регіоні за роки досліджень становила 570 мм. В окремі роки

як наприклад в 2022 р., їх кількість 470 мм, або в 2023 році збільшується до 700 мм. Останніми роками в цілому спостерігається зменшення кількості опадів порівняно з середньою багаторічною нормою. Регіон дослідження є відносно сприятливим для вирощування плантацій верби з огляду на достатню кількість опадів та середньорічну температуру. Варто зазначити, що впродовж трьох років досліджень спостерігалися вищі температури, порівняно із середніми багаторічними даними.

Загалом найпосушливішими серед років проведення досліджень виявився 2022 р., опади впродовж вегетаційного періоду хоч і випадали регулярно, але в значно меншій кількості. При цьому температура повітря впродовж цього періоду

на 1,5–2,0°C перевищувала середні багаторічні показники, що спричинило значне зниження запасів продуктивної вологи в ґрунті та, як наслідок, зменшення врожайності біомаси енергетичної верби. Але в цілому можна зробити висновок про те що погодні умови в роки досліджень за ступенем відхилення від середніх багаторічних як за окремими місяцями, так і за період вегетації були в межах показників характерних для зони нестійкого зволоження Лісостепу України.

На основі даних температури повітря і кількості опадів за роки проведення досліджень, було визначено показники гідротермічного коефіцієнта (ГТК) протягом теплої періоду року з температурою повітря вище 10 °C (табл. 1).

Таблиця 1. Показники гідротермічного коефіцієнта (ГТК) в зоні проведення досліджень за вегетаційний період (2022–2024 рр.)

Роки	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Середнє
2022	1,5	0,2	0,4	1,1	0,9	1,8	0,6	0,9
2023	2,6	0,5	1,2	0,9	0,8	0,2	1,3	1,1
2024	1,8	0,6	1,3	0,2	1,1	1,3	0,8	1,0

Наведені дані показують, що найбільш сприятливим для росту і розвитку рослин в досліджуваних умовах був 2023 рік, коли показник ГТК становив 1,1, а найбільш несприятливими, як згадувалось вище, був 2022 рік, коли гідротермічний коефіцієнт становив 0,9 і був нижчим за середні багаторічні показники.

Встановлено, що суттєвою проблемою в технології вирощування біомаси енергетичної верби є створення сприятливих умов для розвитку рослин в перший рік вегетації де відбувається конкуренція з бур'яною рослинністю за вологу, елементи мінерального живлення та світло. У цей період рослини енергетичної верби мають недостатньо сформовану кореневу систему, що істотно знижує їх конкурентоспроможність порівняно з бур'янами та негативно впливає на приживлюваність і подальший розвиток насаджень. За даними ряду авторів, бур'яни можуть зменшувати доступність ґрунтової вологи та поживних речовин для культурних рослин на 30–50 %, що особливо критично для молодих насаджень деревних енергетичних культур (Roik et al., 2015; Shkoropad & Dumych, 2017).

З метою контролювання численності бур'янів в насадженнях рослин енергетичної верби в перший рік вегетації згідно програми дослідження проводили міжрядний обробіток способом присипання рядків ґрунтом. Що забезпечує ефективність технології вирощування енергетичної верби на 25% від традиційної технології вирощування. Даний спосіб передбачає часткове засипання бур'янів у рядках ґрунтом, що призводить до їх механічного пригнічення та загибелі,

одночасно покращуючи аерацію і вологозабезпечення кореневої зони верби. Даний агротехнічний прийом забезпечує механічне пригнічення бур'янів шляхом їх засипання ґрунтом, що призводить до зниження їх чисельності та конкурентного тиску на культурні рослини. Одночасно відбувається покращення водно-повітряного режиму ґрунту в зоні розміщення кореневої системи верби. Використання міжрядного обробітку із присипанням рядків ґрунтом сприяє активізації ростових процесів енергетичної верби, підвищенню відсотка збережених рослин та формуванню більш потужного стеблостою. Бур'яни в молодих насадженнях енергетичної верби активно конкурують за ґрунтову вологу, мінеральні елементи живлення та світловий ресурс, особливо в умовах Західного Лісостепу України, де в окремі роки відмічаються періоди нестійкого зволоження. Встановлено, що високий рівень забур'яненості в перший рік вегетації може призводити не лише до зменшення біометричних показників рослин, а й до значних втрат потенційної врожайності біомаси у наступні роки експлуатації плантації

Застосування міжрядного обробітку способом присипання рослин у рядку ґрунтом у перший рік вегетації (табл. 2), забезпечило зниження забур'яненості насаджень у два рази та підвищення приживлюваності рослин енергетичної верби Прктовидної «Збруч» до 95 %, та Тритичинкової до 90%, що сприяло формуванню більш потужного стеблостою і збільшенню урожайності сухої біомаси порівняно з традиційною технологією вирощування.

Таблиця 2. Вплив способів догляду за насадженнями енергетичної верби у перший рік вегетації на ріст і розвиток рослин, НДВГ «Наука», ЗУНУ (2022-2024 р.)

Показник	Традиційний міжрядний обробіток		Міжрядний обробіток із присипанням рослин ґрунтом	
	Прутовидна верба «Збруч»	Тритичинкова верба	Прутовидна верба «Збруч»	Тритичинкова верба
Приживлюваність рослин, %	70-75	65-70	90-95	85-90
Рівень забур'яненості, шт./м ²	45-50	45-50	25-30	30-35
Середня висота рослин наприкінці вегетації, м	1,2-1,4	1,1-1,2	1,7-1,9	1,5-1,6
Кількість пагонів з однієї рослини, шт.	2,5-3,0	2,0-2,5	3,5-3,8	3,2-3,5
Середній діаметр пагонів, мм	13-15	12-13	14-16	13-14

Результати трирічних досліджень свідчать, що застосування міжрядного обробітку ґрунту способом присипання рослин у рядку є ефективним агротехнічним прийомом, який дозволяє суттєво обмежити розвиток бур'янів у найбільш критичній зоні, безпосередньо в рядках культури. Даний спосіб забезпечує механічне пригнічення бур'янів, покращення водно-повітряного режиму ґрунту та створення більш сприятливих умов для росту кореневої системи енергетичної верби.

У перший рік вегетації рослин енергетичної верби характеризуються повільним наростанням наземної маси та обмеженою конкурентною здатністю щодо сегетальної рослинності. Найбільш поширеними бур'янами були однорічні злакові та дводольні види, які формували значну біомасу вже на початкових стадіях розвитку культури. Застосування традиційної технології забезпечувало лише часткове зниження забур'яненості в міжрядях,

тоді як у зоні рядка конкуренція бур'янів з рослинами верби залишалася суттєвою. Натомість міжрядний обробіток із присипанням рослин ґрунтом дозволив ефективно зменшити численність безпосередньо біля молодих пагонів. Результати досліджень свідчать, що присипання ґрунтом сприяє формуванню більш сприятливих мікро умов у прикореневій зоні, зокрема збереженню ґрунтової вологи та стабілізації температурного режиму. У результаті у рослин енергетичної верби активізуються процеси утворення додаткових коренів, що позитивно позначилось на загальному стані двох видів рослин.

Дослідженнями встановлено (рис.), що контроль бур'янів в зоні рядка є ключовим чинником реалізації продукційного потенціалу енергетичної верби, тому урожайність сухої біомаси в перший рік вегетації істотно залежить від способу догляду за рослинами.

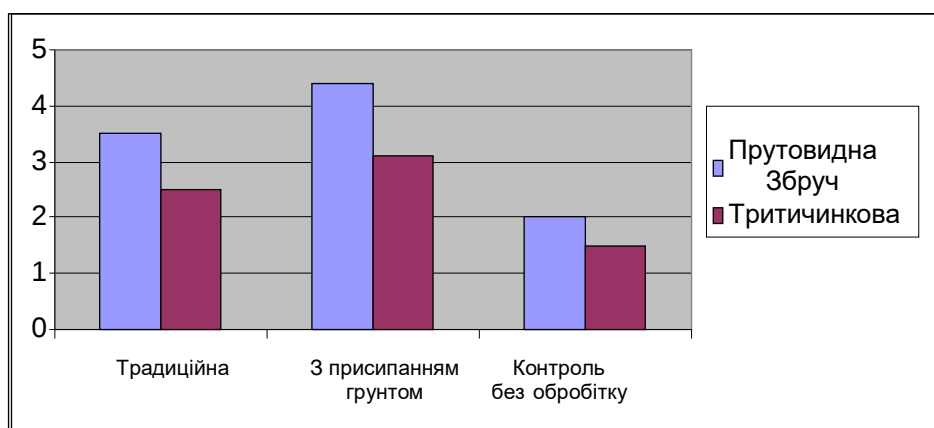


Рисунок. Урожайність сухої біомаси видів енергетичної верби Прутовидної «Збруч» та Тритичинкової за традиційної та удосконаленої технології міжрядного обробітку, НДВГ «Наука» ЗУНУ (2022-2024 рр.)

За використання удосконаленого способу міжрядного обробітку присипанням ґрунтом рослин в рядках приріст урожайності

збільшується на 25% порівняно з традиційною технологією вирощування.

Висновки

Створення енергетичних плантацій дозволяє отримувати біопаливо у вигляді паливної тріски з високою рентабельністю та відновити стан ґрунту через зменшення кількості механічних обробіток, а отже й мінералізацію гумусу. Щорічне надходження органічної речовини в ґрунт (опале листя, корені) збагачує його, активізує та збільшує чисельність ґрунтових мікроорганізмів.

Для формування високої продуктивності стеблової біомаси енергетичної верби перший рік вегетації є визначальним, що в подальшому впливає на густоту насаджень в наступні роки.

Міжрядний обробіток із присипанням рослин енергетичної верби ґрунтом дає можливість ефективно контролювати численність

бур'янів в зоні рядків, що підвищує приживлюваність живців та стимулює ріст рослин.

Верба прутковидна сорту «Збруч» виявила вищу біологічну пластичність та більш виражену позитивну реакцію на удосконалений елемент догляду порівняно з вербою тритичинковою, що обумовлено інтенсивнішим стартовим ростом і здатністю до коренеутворення.

У результаті використання присипання ґрунтом урожайність сухої біомаси енергетичної верби зростає в середньому на 25% порівняно з традиційною технологією вирощування, що підтверджено даними трирічних польових досліджень у зоні Західного Лісостепу України.

Список використаної літератури

Bondar V. S., Fursa A. V. Strategy and priorities for the development of bioenergy in Ukraine. *Economics of agro-industrial production*. Issue 8. 2018. P. 17-23. (In Ukrainian).

Bressler A. S., Vidon P. G. & Volk T. A. Impact of shrub willow (*Salix* sp.) as a potential bioenergy feedstock on water quality and greenhouse gas emissions. *Water, Air and Soil Pollution*, 2017, V. 228, P. 170–188.

Concept for the development of bioenergy in Ukraine for the period up to 2035 / Roik M.V. et al. *Bioenergy*, 2019. No. 2 (14). P. 4-10. (In Ukrainian).

Debrynyuk Yu. M. Plantation forest stands as objects of inexhaustible energy biomass production. *Forestry and agroforestry*. 2009. Issue 116. P. 170-178. (In Ukrainian).

Debrynyuk Yu. M. Plantations with short rotation as a renewable energy source. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 2010. Issue 147. P. 201-208. (In Ukrainian).

El Bassam N. Handbook of Bioenergy Crops. A Complete Reference to Species, Development and Applications. London; Washington, DC: Earthscan. 2010. 127 p.

Energy willow: cultivation and utilisation technology / M. V. Roik, V. M. Sinchenko, Ya. D. Fuchilota et al. Vinnytsia: Nilan LTD, 2015. 340 p. (In Ukrainian).

Fabio E. S., Smart L. B. Effects of nitrogen fertilization in shrub willow short rotation coppice production - a quantitative review. *Global Change Biology Bioenergy*. 2018. Volume 10, Issue 8, P. 548-564.

Formation of productivity of energy willow plantations at different levels of soil fertility in the conditions of Western Polissya / Shevchuk R. V. et al. *Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets: collection of scientific works / IBCC*

NAAS. K.: FOP Korzun D. Yu., 2019. Issue 27. P. 123–130.

Gordienko M. I., Maurer V. M., Kovalevsky S. B. Methodological guidelines for the study and research of forest cultures. K: NAU, 2000. 101 p. (In Ukrainian).

Grzesik M., Romanowska-Duda Z., Kalaji H. M. Effectiveness of cyanobacteria and green algae in enhancing the photosynthetic performance and growth of willow (*Salix viminalis* L.) plants under limited synthetic fertilizers application. *Photosynthetica*. 2017. Vol. 55, Issue 3, P. 510-521.

Gumentyk M. Ya. Technological foundations for the creation of industrial plantations of high-yield bioenergy crops. *Bioenergy*. 2020. No. 1 (15). P. 13-17. (In Ukrainian).

Hemmar Torun, Hansson Per-Anders, Sundberg Cecilia. Climate impact assessment of willow energy from a landscape perspective: a Swedish case study. *Global Change Biology Bioenergy*. 2017. Vol. 9, Issue 5, P. 973-985.

Methodology for researching energy plantations of willow and poplar / Sinchenko V. M. et al. O.V. K.: Komprint. 2018. 185 p. (In Ukrainian).

Major J. E., Mosseler A., Malcolm J. W. *Salix* species variation in leaf gas exchange, sodium, and nutrient parameters at three levels of salinity. *Canadian Journal of Forest Research*, 2017, 47(8), P. 1045–1055.

Roik M. V., Gumentik M. Ya., Mamaysur V. V. Prospects for growing energy willow for the production of solid biofuel. *Bioenergy*. 2013. No 2. P. 18-19. (In Ukrainian).

Shkoropad L., Dumych V. Growing energy willow in the western region of Ukraine // Technical and technological aspects of the development and testing of new techniques and technologies for agriculture in Ukraine // *Collection of scientific works. L. Pogorily Ukrainian Research Institute of*

Plant Protection. Doslidnytske, 2017. Issue 21 (35). 2. P. 353–361 (In Ukrainian).

Sinchenko V. M. et al. Ecological Bio Energy Materials in Ukraine Current State and Prospects of Production Development. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020. No. 10(1), P. 85-89, 10.15421/2020_13 UDC620.95(477).

Sleight N. J. et al. Change in Yield Between First and Second Rotations in Willow (*Salix* spp.) Biomass Crops is Strongly Related to the Level of First Rotation Yield. *BioEnergy Research*, 2016, Vol. 9, Issue 1, pp. 270–287 <https://link.springer.com/article/10.1007/s12155-015-9684-0>.

Stajić B. Short rotation energy crops of fast-growing tree species in Serbia: biomass production, legislation, market, and environmental impacts – potentials and constraints: *Raport UNDP Serbia*. Sept. 2016. 80 p. [http://biomasa.undp.org.rs/wp-](http://biomasa.undp.org.rs/wp-content/uploads/2017/12/Izvestaj_engleski_26_11_2016.pdf)

[content/uploads/2017/12/Izvestaj_engleski_26_11_2016.pdf](http://biomasa.undp.org.rs/wp-content/uploads/2017/12/Izvestaj_engleski_26_11_2016.pdf)

Stolarski M. J., Snieg M., Krzyzaniak M. Short rotation coppices, grasses and other herbaceous crops: Productivity and yield energy value versus 26 genotypes. *Biomass & Bioenergy*, 2018. Volume 119, P. 109-120.

Volk T. A., Berguson B, Daly C. Poplar and shrub willow energy crops in the United States: field trial results from the multiyear regional feedstock partnership and yield potential maps based on the PRISM-ELM model // *GCB Bioenergy*, 2018, doi: 10.1111/gcbb.12498.

Wang D. et al. A physiological and biophysical model of coppice willow (*Salix* spp.) production yields for the contiguous USA in current and future climate scenarios. *Plant Cell and Environment*, 38, P. 1850–1865.

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL METHODS FOR GROWING ENERGY WILLOW IN THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Antin SHUVAR, ORCID: 0000-0002-6016-0896
Vitalii PANKEVYCH, ORCID: 0000-0002-6618-4549

West Ukrainian National University

Research has shown that covering plants with soil during the first year of vegetation can effectively control weed growth and increase biomass yield. The results of field studies on improving the technological methods of growing energy willow (*Salix*) in the Western Forest-Steppe zone of Ukraine are presented. The studies were carried out during 2022–2024 on experimental plots of the Western Ukrainian National University located in a zone of unstable moisture. The weather conditions during the years of research, in terms of deviation from the long-term average data for both individual locations and the growing season, were within the range typical for the zone of unstable moisture in the Forest-Steppe of Ukraine.

The aim of the research was to evaluate the effectiveness of inter-row cultivation with soil covering of plants in the first year of vegetation as an effective operation for weed control and a factor in increasing the productivity of energy willow stem biomass. The study was conducted on two types of energy willow: Prutovydna “Zbruch” (*S. viminalis* L.) and Trytychynkova (*Salix triandra* L.). As a result of applying the improved method of inter-row soil cultivation, it was established that the proposed agrotechnical technique improves the survival rate of cuttings and stimulates the development of the root system, making it possible to effectively control the number of weeds in the row zone, which increases survival rates and stimulates plant growth. The Zbruch variety of willow showed higher biological plasticity and a more pronounced positive response to the improved care element compared to the trichotoma willow, which is due to more intensive initial growth and root formation ability. The use of improved care elements compared to traditional technology contributes to a 25% increase in stem biomass yield.

Keywords: energy willow cuttings, biomass, biofuel, cultivation technology elements, biomass productivity.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons

Отримано: 10.1.2026
Погоджено до друку: 16.2.2026
Опубліковано: 30.3.2026