



УДК 631.53:633.2(477.83/.86)
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.12.2025.16>

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ НА ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СІДИ БАГАТОРІЧНОЇ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Т. І. Дмитраш¹, Я. Я. Григорів²

Вичерпання традиційних джерел енергії та підвищення цін на енергетичні ресурси істотно ускладнюють формування конкурентоспроможної собівартості продукції аграрного і промислового секторів, що, своєю чергою, знижує їхні позиції на світових ринках. У зв'язку із цим стратегічним пріоритетом державної політики виступає раціональне використання наявного паливно-енергетичного потенціалу країни, а також диверсифікація джерел енергоносіїв і маршрутів їх постачання.

Актуальність дослідження пов'язана з необхідністю розширення використання відновлювальних джерел енергії в Україні, зокрема біомаси, для зменшення залежності від викопного палива. Метою роботи є вивчення впливу різних агротехнічних заходів, зокрема доз мінеральних добрив і біостимуляторів, на продуктивність сіди багаторічної як джерела біомаси для енергетичних потреб.

Методи дослідження включали польові експерименти на дерново-підзолистому ґрунті з різними варіантами внесення добрив і біостимуляторів.

Встановлено, що формування надземної маси сіди багаторічної, зокрема її висоти, залежить від морфологічних особливостей сорту, гідротермічних умов і агротехнологічних прийомів, зокрема від застосування добрив. Результати показали, що комбіноване застосування мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ разом із біостимулятором Інтермаг Титан забезпечує найбільший приріст рослин за висотою та діаметром стебла, що сприяє підвищенню біомасової продуктивності культури. Наукова новизна дослідження полягає в оцінюванні синергетичного ефекту мінеральних добрив і біостимуляторів для поліпшення морфологічних характеристик сіди багаторічної. Практична значущість отриманих результатів полягає в можливості застосування визначених агротехнічних заходів для підвищення ефективності вирощування енергетичних культур в Україні, що відкриває нові перспективи для використання біомаси в енергетичному секторі.

Ключові слова: біомаса, сіда багаторічна, мінеральні добрива, Інтермаг Титан, енергетичні культури, агротехнічні заходи, відновлювальні джерела енергії.

¹ аспірант кафедри лісового і аграрного менеджменту
(Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ)
e-mail: taras.dmytrash.22@pnu.edu.ua
ORCID: 0009-0007-2536-0909

² кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри лісового і аграрного менеджменту
(Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ)
e-mail: slava.hryhoriv@pnu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-5892-9483

THE IMPACT OF TECHNOLOGICAL ELEMENTS ON THE FEATURES OF GROWING PERENNIAL SWITCHGRASS IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN REGION OF UKRAINE

T. I. Dmytrash, Y. Y. Hryhoriv

The depletion of traditional energy sources and the rising cost of energy resources significantly complicate the formation of a competitive cost structure for products in the agricultural and industrial sectors, which in turn undermines their positions in global markets. In this context, a strategic priority of national policy is the rational use of the country's existing fuel and energy potential, as well as the diversification of energy sources and supply routes.

The relevance of the research lies in the need to expand the use of renewable energy sources in Ukraine, particularly biomass, in order to reduce dependence on fossil fuels.

The aim of the study is to investigate the impact of various agrotechnical measures, including the application rates of mineral fertilizers and biostimulants, on the productivity of perennial sida as a biomass source for energy purposes.

The research methods included field experiments on sod-podzolic soil with different fertilizer and biostimulant application schemes.

It was found that the formation of above-ground biomass in perennial sida, particularly plant height, depends on the morphological characteristics of the cultivar, hydrothermal conditions, and agronomic practices, especially fertilizer application. The results showed that the combined use of mineral fertilizers at a rate of $N_{30}P_{30}K_{30}$ together with the biostimulant Intermag Titan provides the greatest increase in plant height and stem diameter, thereby enhancing the biomass productivity of the crop.

The scientific novelty of the study lies in the evaluation of the synergistic effect of mineral fertilizers and biostimulants on the improvement of morphological traits in perennial sida. The practical significance of the obtained results is the potential application of the identified agrotechnical measures to improve the efficiency of growing energy crops in Ukraine, opening new prospects for the use of biomass in the energy sector.

Key words: biomass, perennial switchgrass, mineral fertilizers, Intermag Titan, energy crops, agronomic practices, renewable energy sources.

Вступ

В умовах воєнного стану проблеми з енергоносіями суттєво ускладнюють не лише економічну ситуацію в Україні, впливають на довкілля та добробут населення, а й поглиблюють залежність країни від імпортного енергопостачання. Це зумовлює необхідність активного пошуку альтернативних джерел енергії (Рижук та ін., 2002; Гелетука та ін., 2014).

Україна володіє значним потенціалом щодо використання різних типів відновлювальних джерел енергії (далі – ВДЕ), зокрема гідроенергії, енергії вітру та сонця. Незважаючи на це, їхня частка в енергопостачанні країни поки що не перевищує 0,5% (0,7 млн т у. п.). Для порівняння, глобальне споживання біомаси як палива становить приблизно 2 млрд т у. п., що відповідає майже 14% загального споживання енергоресурсів. Така статистика свідчить про високу залежність економіки від викопного палива, але водночас підкреслює актуальність і перспективність розвитку відновлюваної енергетики (Гелетука та ін., 2010; Directive ..., 2009).

Біомаса забезпечує майже 80% загального обсягу енергії, отриманої з відновлюваних джерел, і залишається ключовим і найбільш перспективним заміником викопного палива. Її значущість пояснюється універсальністю: з біомаси можна отримувати паливо в різних агрегатних станах – твердому, рідкому та газоподібному, а також виробляти енергію в будь-якій формі (Гелетука та ін., 2010; Титко і Калініченко, 2010).

Розрахунки свідчать про значний потенціал України у сфері виробництва рослинної біомаси для енергетичних потреб: теоретичний обсяг біомаси оцінюється майже в 50 млн т у. п., з яких економічно доцільно використовувати від 2 до 27 млн т. Зокрема, потенціал вирощування нетрадиційних трав'янистих багаторічних енергетичних культур – як-от силфія, топінамбур, міскантус, сіда багаторічна тощо – становить приблизно 0,60 та 0,35 млн т відповідно (Кургак та ін., 2013; Kurhak et al., 2021).

У більшості європейських країн спостерігається активний розвиток виробництва енергії з відновлювальних джерел,

зокрема з біомаси. У розвинених країнах Європи частка біомаси у структурі загального енергоспоживання досягає 20% (Розпорядження ..., 2020).

Використання новітніх високопродуктивних трав'янистих енергетичних культур, які нині є малопоширеними в аграрному секторі України, відкриває значні перспективи для виробництва енергії. Обсяг теплової енергії, що може бути отриманий з 1 га енергетичних культур, варіюється залежно від виду рослин (Кургак і Ткаченко, 2016; Hryhoriv et al., 2024). Серед трав'янистих культур найбільший енергетичний потенціал для виробництва твердого палива демонструють сіда багаторічна та міскантус (Гелетука та ін., 2010).

Доцільно впроваджувати у вирощування не лише традиційні, але й малопоширені енергетичні культури, як-от свербіга, сорго багаторічне, сільфій і сіда. Ці рослини здатні ефективно використовуватись упродовж від 6–8 до 17–20 років, щорічно забезпечувати врожайність до 30 т/га абсолютно сухої речовини. Їх вирощування не потребує значних енергетичних і матеріальних ресурсів. Зазначені культури вирізняються здатністю до багаторазового формування надземної біомаси протягом вегетаційного періоду, високим коефіцієнтом насінневого розмноження, а також стійкістю до хвороб, шкідників і бур'янів (Petrychenko et al., 2014).

У закладанні енергетичних плантацій важливим чинником є правильний вибір виду або сорту, адаптованого до конкретних ґрунтово-кліматичних умов (Особливості ..., 2011; Гелетука і Желєзна, 2014; Романчук та ін., 2014). За сприятливих умов урожайність таких культур може досягати 20–40 т сухої біомаси з гектара щороку (Рахметов, 2011).

У процесі вилучення із сільськогосподарського використання земель, що розташовані в ерозійно небезпечних агроландшафтах (під природні кормові угіддя або заліснення), частину таких площ доцільно використовувати для вирощування багаторічних трав'янистих культур, зокрема малопоширених. Вони не лише ефективно запобігають ерозійним процесам, а й слугують перспективним джерелом біосировини для виробництва твердого біопалива (брикетів, пелет тощо) у сільських регіонах (Кургак та ін., 2013; Petrychenko et al., 2014; Кургак і Ткаченко, 2016; Kurhak et al., 2021).

Метою нашої роботи є визначення впливу умов вирощування на продуктивність і врожайність фітомаси сіди багаторічної.

Матеріал і методи

Ми провели польовий дослід на дослідному полігоні кафедри лісового і аграрного менеджменту Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника протягом 2024 р. за загальноприйнятими методиками. Ґрунт був дерново-підзолистий, поверхнево оглеєний, важкосуглинковий, із крупнопилуватою структурою. Параметри кислотності (pH) – 4,5, вміст гумусу – 2,7%, а забезпеченість ґрунту за елементами живлення (мг/кг) була такою: азот – 77,0, фосфор – 42,0, калій – 100,0. Варіанти були розміщені систематично, із чотирикратною повторністю.

Агротехнічні заходи в досліді відповідали рекомендованим для західної частини України на час проведення досліджень, за винятком агротехнічного заходу, що був передбачений схемою досліді для вивчення, а саме доз мінеральних добрив.

Облікова площа окремої ділянки – 50 м². Для проведення дослідження був використаний сорт сіди багаторічної Вірджинія. Схема досліді:

- контроль (без внесення добрив) + обробка водою;
- N₃₀P₃₀K₃₀;
- Блек Джек КС;
- Інтермаг Титан;
- N₃₀P₃₀K₃₀ + Блек Джек КС;
- N₃₀P₃₀K₃₀ + Інтермаг Титан.

Облік кількісних показників сіди багаторічної здійснювався протягом вегетаційного періоду рослин. Отримані дані досліджень, апробовані в експерименті, оброблялися за сучасними статистичними методами з використанням комп'ютерних програм "Excel" і "Statistica 6.0".

Результати та їх обговорення

Одним із ключових чинників виробництва природної біосировини є обмеженість основних засобів як за кількістю, так і за якістю. Ці ресурси не підлягають заміщенню, оскільки на них не поширюється дія закону заміщення. Їх збереження та раціональне використання є не лише запорукою економічного розвитку, а й необхідною умовою для забезпечення сприятливого середовища життя людини.

Для розроблення сучасних технологій вирощування рослин необхідно досліджувати закономірності їхнього росту, розвитку та формування врожаю, його якості під впливом агротехнічних заходів, як-от доза мінеральних добрив. Формування надземної маси сіди багаторічної, зокрема її висоти,

залежить від морфологічних особливостей сорту, гідротермічних умов і агротехнологічних прийомів, зокрема від застосування добрив.

Фенологічні спостереження, здійснені в межах нашого дослідження, засвідчили сприятливий вплив мінеральних добрив і біостимуляторів на ключові морфологічні характеристики сіди багаторічної. Установлено, що застосування цих агротехнічних засобів позитивно позначається, зокрема, на рості рослин (рис. 1).

Максимальна висота рослин, яка досягла 158,5 см, була зафіксована за внесення азотних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ разом з Інтермаг Титан. Зниження дози азотного живлення до $N_{30}P_{30}K_{30}$ призвело до зменшення висоти рослин до 143,5 см. Найменша висота (96,2 см) спостерігалась на контролі без застосування добрив.

Висота рослин сіди багаторічної тісно пов'язана з рівнем мінерального живлення та використанням біостимуляторів і мікродобрив. Максимальні показники спостерігались за поєднаного внесення мінеральних добрив із препаратом Інтермаг Титан, що свідчить про синергетичний ефект агротехнологічних заходів на біометричні параметри культури.

Наступним вагомим морфологічним показником, що характеризує продуктив-

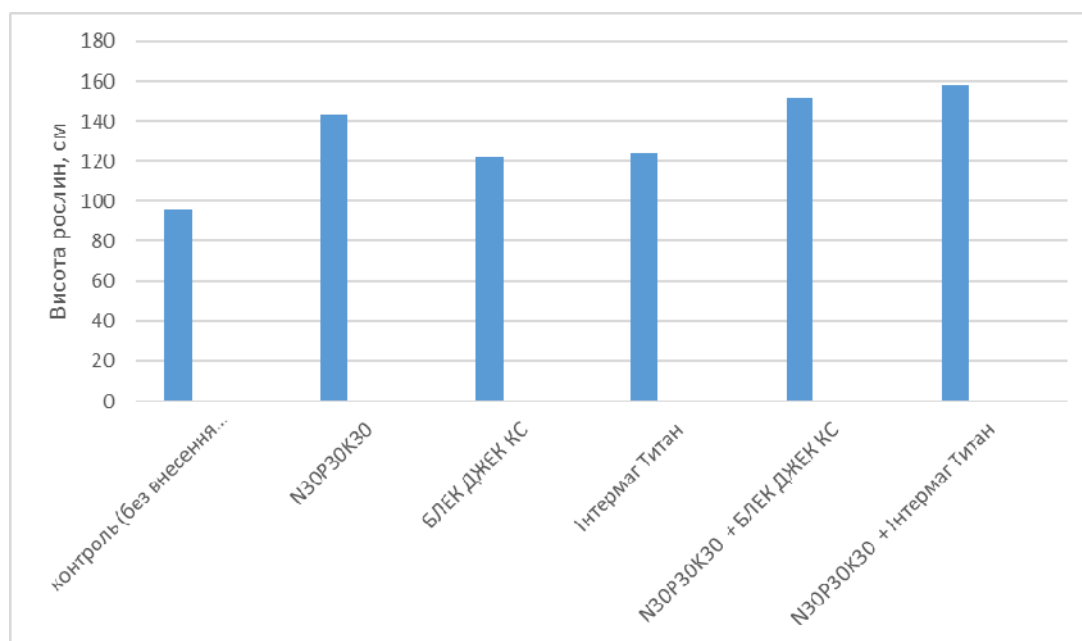
ний потенціал культури, є діаметр стебла. У сіди багаторічної цей показник коливається в межах від 0,5 до 3,5 см.

Згідно з результатами досліджень, середній діаметр стебла сіди багаторічної біля основи за варіантами досліду варіював у межах 1,6–5,8 см, за достовірної різниці (HP_{05}) – 0,33 см (рис. 2).

Найменший діаметр (1,6 см) спостерігається в контролі без унесення добрив, що свідчить про недостатній розвиток рослин за умов нестачі поживних елементів. Унесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ зумовило помітне збільшення товщини стебла до майже 4 см. Застосування лише мікродобрив (Блек Джек КС або Інтермаг Титан) забезпечило дещо менший приріст діаметра, порівняно з мінеральним живленням.

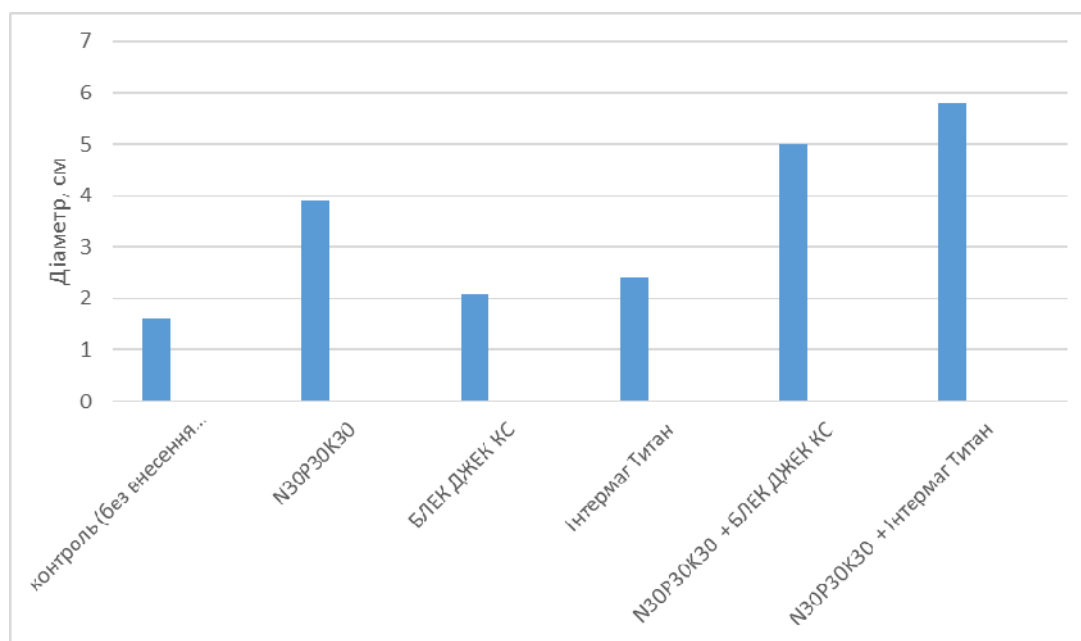
Максимальні показники (понад 5 см) були зафіксовані у варіантах комбінованого удобрення: $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Блек Джек КС, особливо $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан (майже 6 см), що свідчить про синергетичний ефект комплексного внесення мінеральних добрив і мікроелементів.

Наші результати досліджень підтверджуються науковою роботою М.В. Радченка, який проводив подібні дослідження на базі Навчально-наукового виробничого центру Сумського НАУ та встановив, що найсприятливіші умови для росту, розвитку



HP_{05} – 3,1.

Рис. 1. Висота рослин сіди багаторічної залежно від системи удобрення (середнє за 2024 р.)



$HP_{05} - 0,33$.

Рис. 2. Діаметр рослин сіди багаторічної залежно від системи удобрення (середнє за 2024 р.)

та формування врожаю були відзначені за варіанту внесення азотних мінеральних добрив у нормі 60 кг/га діючої речовини. Саме за цієї дози було зафіксовано максимальні показники приросту висоти рослин – 258,6 см, а також найбільший діаметр стебла – 9,8 мм (Радченко, 2022).

Отже, діаметр стебла сіди багаторічної істотно залежить від рівня мінерального живлення. Найбільші значення спостерігались у разі комплексного застосування $N_{30}P_{30}K_{30}$ з мікродобривами, що підтверджує доцільність поєднання основного та позакореневого живлення для забезпечення високої біомасової продуктивності культури.

Кількість листків на одній рослині безпосередньо залежить від її висоти та щільності стояння на одиниці площі, а в сукупності з довжиною прапорцевого листка є одним із визначальних чинників формування врожайності зеленої біомаси сіди багаторічної (рис. 3). Отже, створення умов для формування максимальної кількості листків сприятиме підвищенню продуктивності культури. Упровадження раціональних елементів технології вирощування забезпечує можливість впливу на листову поверхню рослин, отже, підвищення врожайності фітомаси.

У результаті досліджень встановлено, що максимальна кількість листків у період

вегетації формувалася за умови застосування мінерального добрива в дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ у поєднанні із препаратом Інтермаг Титан – 28,6 шт./рослину. Найменший показник спостерігався в контрольному варіанті без удобрення – 18,1 шт./рослину. За внесення лише мінерального добрива $N_{30}P_{30}K_{30}$ кількість листків становила 22,1 шт./рослину.

Так, встановлено, що найменші значення всіх показників спостерігалися в контрольному варіанті без застосування добрив: кількість листків – приблизно 18 шт., довжина – 6 см, ширина – 4 см.

Застосування добрива $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило зростання кількості листків до 22 шт., що супроводжувалося збільшенням довжини та ширини листків. Комбінації мінеральних добрив з мікродобривами Блек Джек КС та Інтермаг Титан сприяли подальшому покращенню морфологічних характеристик листків.

Найвищі показники зафіксовано у варіанті з унесенням $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан: 29 листків на стеблі, довжина – приблизно 9 см, ширина – понад 6 см.

Отже, застосування мінеральних добрив, особливо в поєднанні з мікродобривами, позитивно впливає на розвиток листового апарату сіди багаторічної. Найкращі результати за всіма морфологічними ознаками отримано за внесення добрива $N_{30}P_{30}K_{30}$ у поєднанні

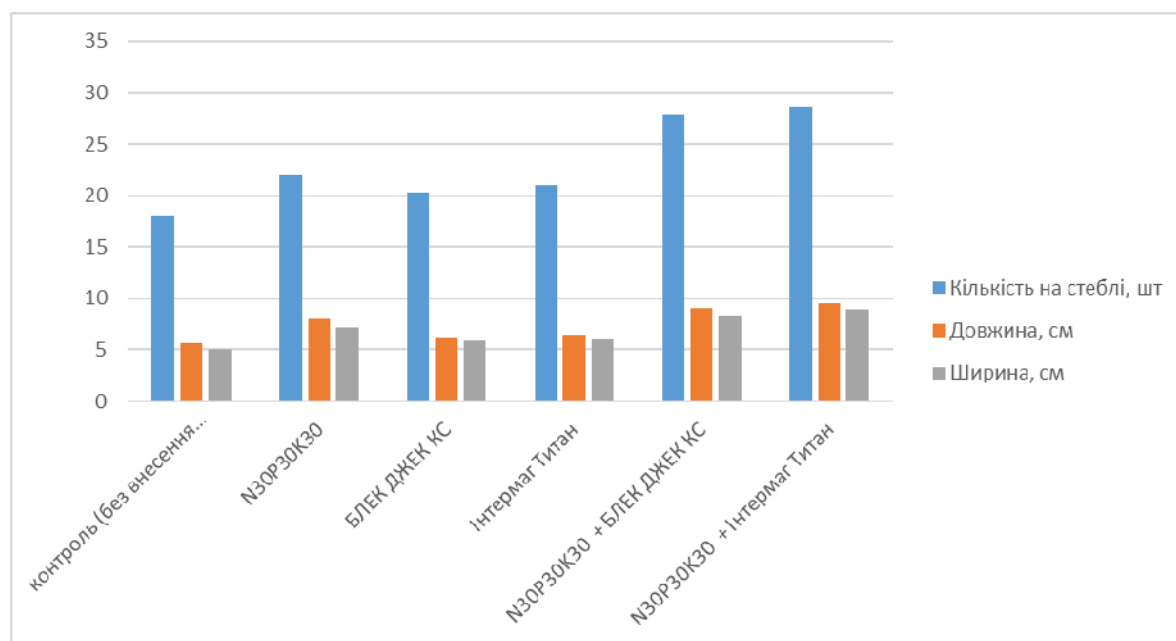


Рис. 3. Морфологічні показники сіди багаторічної залежно від системи удобрення (середнє за 2024 р.)

з Інтермаг Титан, що свідчить про доцільність використання даного агротехнічного прийому для підвищення продуктивності культури.

Висновки

Використання мікродобрив і мінеральних добрив сприяло збільшенню висоти рослин сорго. Результати досліджень показали,

що оптимальні умови для росту, розвитку та формування за умови застосування мінерального добрива в дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ у поєднанні із препаратом Інтермаг Титан. За цієї комбінації добрив відзначено найбільший приріст рослин за висотою – 158,5 см, а також діаметр стебла – 5,8 мм.

Список використаної літератури

- Гелетука Г.Г., Железна Т.А. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. *Аналітична записка Біоенергетичної асоціації України*. 2014. № 7. С. 12–16.
- Гелетука Г.Г., Железна Т.А., Жовмір М.М., Матвєєв Ю.Б., Дроздова О.І. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2010. Т. 32. № 6. С. 58–65.
- Гелетука Г.Г., Железна Т.А., Кучерюк П.П., Олійник Є.М. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. *Аналітична записка Біоенергетичної асоціації України*. 2014. № 9. С. 9–10.
- Кургак В.Г., Левковський А.М., Єфремова Г.В., Лещенко О.Ю. Біоенергетичний потенціал багаторічних трав'янистих фітоценозів України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України*. 2013. Вип. 19. С. 63–67.
- Кургак В.Г., Ткаченко А.М. Біоенергетичний потенціал багаторічних трав'янистих фітоценозів. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 2. С. 15–20.
- Особливості технологічного забезпечення вирощування сільськогосподарських культур в умовах 2001 р. у Степовій зоні України. Дніпропетровськ : Роял-Принт, 2011. 96 с.
- Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 р. : розпорядження № 902-р від 1 жовтня 2014 р. / Кабінет Міністрів України. Київ, 2014.
- Радченко М.В. Особливості вирощування сіди багаторічної залежно від елементів технології. *Аграрні інновації: Меліорація, землеробство, рослинництво*. 2022. № 16. С. 66–69. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.11>.

Рахметов Д.Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні : монографія. Київ : Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.

Рижук С.М., Слюсар І.Т., Вергунов В.А. Агроекологічні особливості високоефективного використання осушуваних торфових ґрунтів Полісся і Лісостепу. Київ : Аграрна наука, 2002. 136 с.

Романчук Л.Д., Зінченко В.О., Василюк Т.П. Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України. Житомир, 2014. 81 с.

Титко Р., Калініченко В.М. Відновлювальні джерела енергії: досвід Польщі для України. Варшава : QWG, 2010. С. 401–455.

Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. *Official Journal of the European Union*. L 140. 5.6.2009. P. 16–62.

Hryhoriv Ya., Butenko Ye., Kabanets V., Filon V., Kriuchko L., Bondarieva L., Mikulina M., Yevtushenko Ye., Polyvanyi A., Kovalenko V. Prospectives of Growing Energy Crops for the Production of Different Types of Biofuel. *Ecological Engineering and Environmental Technology*. 2024. № 25 (5). P. 191–197. <https://doi.org/10.12912/27197050/185710>.

Kurgak V.G., Panasyuk S.S., Asanishvili N.M. et. al. Influence of perennia legume son the productivity of meadow phytocenoses. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 6. P. 310–315. https://doi.org/10.15421/2020_298.

Kurhak V.H., Tkachenko M.A., Asanishvili N.M. Energy productivity of uncommon herbs for solid fuel manufacturing. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. № 1. P. 299–305. https://doi.org/10.15421/2021_45.

Petrychenko V., Kurgak V., Rybak S. Bioenergy potential of meadows of Ukraine. EGF at 50: The Future of European Grasslands / Pr. of 25th Gen. Meeting of the Europ. Grassland Federation. Aberystwyth, Wales. 2014. P. 143–145.

References

Heletukha, H.H., & Zhelezna, T.A. (2014). Perspektyvy vykorystannia vidhodiv silskoho hospodarstva dlia vyrobnytstva enerhii v Ukraini [Prospects for using agricultural waste for energy production in Ukraine]. *Analitichna zapyska BAU [Analytical Note of the Bioenergy Association of Ukraine]*, 7, 12–16 [in Ukrainian].

Heletukha, H.H., Zheliezna, T.A., Zhovmir, M.M., Matvieiev, Yu.B., & Drozdova, O.I. (2010). Otsinka enerhetychnoho potentsialu biomasy v Ukraini [Assessment of the biomass energy potential in Ukraine]. *Promyslova teplotekhnika [Industrial Heat Engineering]*, 32(6), 58–65 [in Ukrainian].

Heletukha, H.H., Zhelezna, T.A., Kucheriuk, P.P., & Oliinyk, Ye.M. (2014b). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukraini [Current state and development prospects of bioenergy in Ukraine]. *Analitichna zapyska BAU [Analytical Note of the Bioenergy Association of Ukraine]*, 9, 9–10 [in Ukrainian].

Kabinet Ministriv Ukrainy (2014, October 1). Rozporiadzhennia № 902-r. Pro Natsionalnyi plan dii z vidnovliuvanoi enerhetyky na period do 2020 roku [Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine № 902-r. On the National Renewable Energy Action Plan until 2020]. Kyiv [in Ukrainian].

Kurhak, V.H., Levkovskiy, A.M., Yefremova, H.V., & Leshchenko, O.Yu. (2013). Bioenerhetychnyi potentsial bahatorichnykh travianystrykh fitotsenoziv Ukrainy [Bioenergy potential of perennial herbaceous phytocenoses in Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAAN [Collection of scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets NAAS]*, 19, 63–67 [in Ukrainian].

Kurhak, V.H., & Tkachenko, A.M. (2016). Bioenerhetychnyi potentsial bahatorichnykh travianystrykh fitotsenoziv [Bioenergy potential of perennial herbaceous phytocenoses]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]*, 2, 15–20 [in Ukrainian].

Osoblyvosti tekhnolohichnoho zabezpechennia vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur v umovakh 2001 roku v Stepovii zoni Ukrainy (2011). [Technological support features for crop cultivation in the Steppe zone of Ukraine in 2001]. Dnipro : Royal-Print [in Ukrainian].

Radchenko, M.V. (2022). Osoblyvosti vyroshchuvannia sidy bahatorichnoi zalezho vid elementiv tekhnolohii [Cultivation features of perennial Sida depending on technology elements]. *Ahrarni innovatsii: Melioratsiia, zemlerobstvo, roslыnnystvo [Agrarian Innovations: Reclamation, Agriculture, Crop Production]*, 16, 66–69. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.11> [in Ukrainian].

Rakhmetov, D.B. (2011). Teoretychni ta prykladni aspekty introduktsii roslyn v Ukraini: monohrafiia [Theoretical and applied aspects of plant introduction in Ukraine: Monograph]. Kyiv : Ahrar Media Group [in Ukrainian].

Ryzhuk, S.M., Sliusar, I.T., & Verhunov, V.A. (2002). Ahroekologichni osoblyvosti vysokoeffektivnoho vykorystannia osushuvalnykh torfovykh rruntiv Polissia i Lisostepu [Agroecological features of effective use of drained peat soils of Polissia and Forest-Steppe]. Kyiv : Ahrarna nauka [in Ukrainian].

Romanchuk, L.D., Zinchenko, V.O., & Vasiliuk, T.P. (2014). Perspektyvy rozvytku alternatyvnoi enerhetyky na Polissi Ukrainy [Prospects for the development of alternative energy in Ukrainian Polissia]. Zhytomyr [in Ukrainian].

Tytko, R., & Kalinichenko, V. (2010). Vidnovliuvalni Dzherela Enerhii (Dosvid Polshchi dlia Ukrainy) [Renewable Energy Sources (Polish experience for Ukraine)]. Warsaw : QWG, pp. 401–455 [in Ukrainian].

Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. *Official Journal of the European Union*, L 140, 5.6.2009, 16–62 [in English].

Hryhoriv, Ya., Butenko, Ye., Kabanets, V., Filon, V., Kriuchko, L., Bondarieva, L., Mikulina, M., Yevtushenko, Ye., Polyvanyi, A., & Kovalenko, V. (2024). Prospectives of growing energy crops for the production of different types of biofuel. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 25 (5), 191–197. <https://doi.org/10.12912/27197050/185710> [in English].

Kurgak, V.G., Panasyuk, S.S., Asanishvili, N.M., et al. (2020). Influence of perennial legumes on the productivity of meadow phytocenoses. *Ukrainian Journal of Ecology*, 6, 310–315. https://doi.org/10.15421/2020_298 [in English].

Kurhak, V.H., Tkachenko, M.A., & Asanishvili, N.M. (2021). Energy productivity of uncommon herbs for solid fuel manufacturing. *Ukrainian Journal of Ecology*, 1, 299–305. https://doi.org/10.15421/2021_45 [in English].

Petrychenko, V., Kurgak, V., & Rybak, S. (2014). Bioenergy potential of meadows of Ukraine. In *EGF at 50: The Future of European Grasslands. Proceedings of the 25th General Meeting of the European Grassland Federation*, Aberystwyth, Wales, pp. 143–145 [in English].

Отримано: 24.04.2025
Прийнято: 11.02.2025