

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СІДИ БАГАТОРІЧНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ

РАДЧЕНКО М.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-9376-8657
Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Розвиток і використання на біопаливо відновлюваних джерел енергії, зокрема рослинної біомаси, відіграють важливу роль у зменшенні енергетичної залежності України. У зв'язку з подорожчанням енергетичних ресурсів обсяги відновлюваної енергії разом із біомасою успішно використовують у всьому світі. Нині майже 80 % світових поставок енергоносіїв становить невідновлюване викопне паливо [11]. За обсягами виробництва біомаса як паливо займає 4-те місце у світі. Її частка в загальному виробництві первинної енергії – 10 %. У країнах Європейського Союзу частка біомаси в загальному споживанні енергії становить 7 % [10]. У лідерів країн ЄС (Латвії, Фінляндії, Швеції, Данії, Австрії) частка біомаси у валовому енергоспоживанні – 16–28 %, в Україні – дещо більше 1 %. Серед усіх видів біомаси частка твердої біомаси є найбільшою – 80 % і залежно від країни становить 0–94 %. Найбільша вона у Фінляндії. Україна має великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання, і всі передумови для розширеного використання на паливо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з проведеними розрахунками Україна має значні потенційні можливості виробництва енергетичних рослинних біоресурсів: теоретичний потенціал біомаси – майже 50 млн т ум. п., економічно доцільний – 2–27 млн т, нетрадиційні трав'янисті багаторічні енергетичні культури (сильфій, топінамбур, міскантус, сіда багаторічна тощо) – 0,60 і 0,35 млн т [7, 13].

Виробництво енергії на основі нових високопродуктивних трав'янистих енергетичних культур, малопоширених в аграрному секторі України, має очевидні переваги. Вихід теплової енергії з 1 га за вирощування енергетичних культур різний [8]. Із трав'янистих енергетичних культур найбільший вихід енергії для виробництва твердих видів палива можна отримати із сіди багаторічної, міскантуса [1].

При виведенні з активного обробітку земель, розміщених в ерозійно небезпечній зоні агроландшафтів (під природні кормові угіддя та заліснення), на частині цих площ можна вирощувати багаторічні трав'янисті культури, зокрема й малопоширені, які не лише надійно захищатимуть ґрунт від ерозії, а й стануть джерелом біосировини для виготовлення твердих видів палива (паливних брикетів, гранул тощо) у сільській місцевості [12, 14].

Аналіз літературних джерел [2, 3, 5, 9] показав, що досліджень із вивчення енергетичного потенціалу багаторічних трав'янистих фітоценозів України та розроблення заходів із підвищення їх енергетичної продук-

тивності донині проведено недостатньо. Актуальність вивчення цих питань підвищується через значне подорожчання невідновлюваних первинних джерел енергії та зменшення потреби у трав'яних кормах з огляду на зменшення поголів'я худоби [6].

Мета статті – встановити вплив умов вирощування на елементи продуктивності та врожайність фітомаси сіди багаторічної.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводилися на базі навчально-наукового виробничого центру Сумського НАУ за загальноприйнятими методиками [4] протягом 2021-2022 рр. Ґрунти дослідного поля чорнозем типовий потужний важко-суглинковий середньогумусний, який характеризується такими показниками: вміст гумусу в орному шарі (за І. В. Тюриним) – 4,0 %, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,5), вміст легкогідролізованого азоту (за І. В. Тюриним) 9,0 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Ф. Чиріковим) відповідно 14 мг і 6,7 мг на 100 ґрунту.

Агротехніка в досліді відповідала рекомендованій на час їх проведення для зони північно-східної частини Лісостепу, за виключенням агрозаходу, який передбачав схему досліді для вивчення, а саме дози мінеральних добрив.

Польові досліді були закладені рендомізованим способом у трьохкратному повторенні. Облікова площа елементарної ділянки становила – 50 м². Як матеріал для дослідження був використаний сорт сіди багаторічної Вірджінія.

Схема досліді:

- контроль (без добрив);
- доза азоту 30 кг/га діючої речовини (N₃₀) – внесення на початку відростання;
- доза азоту 60 кг/га діючої речовини (N₆₀) – внесення на початку відростання.

Облік кількісних показників сіди багаторічної проводили на протязі вегетації рослин. Отримані результати досліджень, що апробовані в досліді, обробляли за сучасними методами статистики із застосуванням комп'ютерних програм Excel, Statistica 6.0.

Результати досліджень. Для розробки сучасних технологій вирощування рослин виникає необхідність вивчення закономірностей їх росту, розвитку і формування врожаю та його якості залежно від дії агро-технічних заходів, таких як доза мінеральних добрив. Формування надземної маси сіди багаторічної, зокрема висоти, залежить від морфологічних особливостей сорту, гідротермічних і агротехнологічних заходів, у тому числі й від удобрення.

Найбільший показник висоти рослин отримано на варіанті з дозою добрив N_{60} – 258,6 см, зменшення дози добрив до N_{30} призводило до зменшення висоти рослин – 243,6 см. Найменша висота рослин сіди багаторічної відмічена на варіанті без добрив – 236,3 см (табл. 1).

Сіда багаторічна має діаметр стебла від 0,5 до 3,5 см.

За результатами досліджень діаметр у основі стебла сіди багаторічної в середньому по варіантах становив 7,6–9,8 мм ($HIP_{05} = 0,4$). Найбільший діаметр стебла отримано на варіанті з дозою мінеральних добрив N_{60} – 9,8 мм, що більше в порівнянні з контролем на 2,2 мм, та з N_{30} на 1,3 мм (табл. 1).

Таблиця 1

Висота та діаметр рослин сіди багаторічної залежно від удобрення (середнє за 2021-2022 рр.)

Доза мінеральних добрив	Висота рослин, см	Діаметр стебла, мм
Без добрив (контроль)	236,3	7,6
N_{30}	243,6	8,5
N_{60}	258,6	9,8
HIP_{05}	3,7	0,4

Кількість листків на рослині в свою чергу залежить від висоти та густоти стояння на m^2 , що разом включно із довжиною прапорцевого листка, визначають урожайність зеленої біомаси сіди багаторічної (табл. 2). Таким чином, забезпечення найбільшої кількості листків в послідууючому впливатиме на отримання найбільшої врожайності біомаси сіди багаторічної. Застосовуючі оптимальні технологічні прийоми можемо підвищити кількість листків на рослині.

Аналізуючі показники таблиці 2 в середньому відмічено, що найбільша кількість листків отримана у період вегетації на варіанті з дозою мінерального добрива N_{60} – 38,6 шт./рослині, а найменшу на контролі 24,8 шт./рослину. При внесенні мінерального добрива в кількості N_{30} – 32,1 шт./рослину.

Довжина листків коливалася в межах від 5,7 до 9,7 см ($HIP_{05} = 0,3$). Найбільша довжина листків сформувався на варіанті з дозою мінерального добрива N_{60} – 9,7 см, що більше в порівнянні з контролем на 4,0 см (5,7 см), а на варіанті з дозою мінерального добрива N_{30} – на 1,7 см (8,0 см).

Ширина листків на контролі становила – 5,1 см, при внесенні мінерального добрива в дозі N_{30} – 7,2 см, N_{60} – 9,0 см. Так, найбільша ширина листків становила на варіанті з дозою азоту 60 кг/га діючої речовини – 9,0 см (табл. 2).

Важливим показником урожайності є вага рослини. Чим більша вегетативна маса тим буде вона більше містить сухих речовин. У таблиці 3 наведено вихід сирови та сухої ваги рослин залежно від удобрення.

За результатами досліджень вага рослини у фазу цвітіння коливалася в межах 58,2–75,4 г ($HIP_{05} = 3,9$). Найбільша вага рослини отримана на варіанті з вне-

сенням мінерального добрива в дозі N_{60} – 75,4 г, децю меншу вагу рослини отримано за внесення N_{30} – 67,8 г і найменша вага отримана на контролі 58,2 г.

Вага сухої рослини на контролі становила 28,1 г, N_{30} – 30,4 г, N_{60} – 35,0 г. Максимальна вага сухої рослини відмічена на варіанті з дозою мінеральних добрив N_{60} – 35,0 г, що більше на 4,6 г за варіанту з дозою N_{30} та на 6,9 г за контроль (табл. 3).

Таблиця 2

Кількість листків та їхній розмір на стеблі рослин сіди багаторічної залежно від удобрення у період вегетації (середнє за 2021-2022 рр.)

Доза мінеральних добрив	Листок світчграсу		
	кількість на стеблі, шт.	довжина, см	ширина, см
Без добрив (контроль)	24,8	5,7	5,1
N_{30}	32,1	8,0	7,2
N_{60}	38,6	9,7	9,0
HIP_{05}	4,1	0,3	0,4

Таблиця 3

Вага рослини сіди багаторічної, г (середнє за 2021-2022 рр.)

Фон живлення	Вага рослини у фазу цвітіння	Вага сухої рослини
Без добрив (контроль)	58,2	28,1
N_{30}	67,8	30,4
N_{60}	75,4	35,0
HIP_{05}	3,9	2,5

Передзбиральна густота сіди багаторічної обумовлює врожайність фітомаси культури, що залежить, насамперед, від удобрення ($HIP_{05} = 1,7$).

За результатами досліджень передзбиральна густота сіди багаторічної на контролі становила 35,0 шт./ m^2 , за внесення мінеральних добрив у дозі N_{30} передзбиральна густота становила 39,5 шт./ m^2 та та за дози N_{60} – 43,2 шт./ m^2 . Найвищі значення передзбиральної густоти сіди багаторічної отримано за внесення мінерального добрива у дозі N_{60} – 43,2 шт./ m^2 (рис. 1).

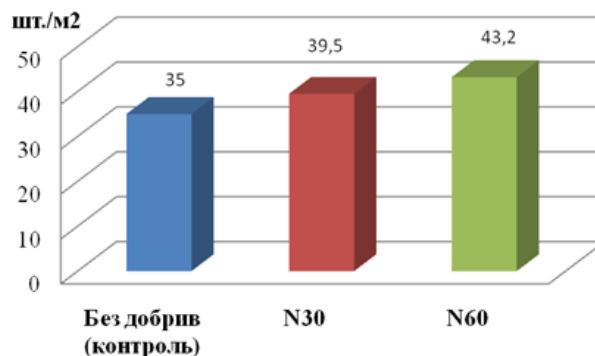


Рис. 1. Передзбиральна густота сіди багаторічної залежно від дози мінеральних добрив (середнє за 2021-2022 рр.), шт.

Одним з основних факторів підвищення продуктивності енергетичних культур є застосування мінеральних добрив. Внесення мінерального добрива в дозі від 30 до 60 кг діючої речовини азоту сприяло підвищенню врожайності.

За результатами досліджень урожайність сіди багаторічної в середньому становить від 9,8 до 15,1 т/га ($НІР_{05} = 1,0$). Максимальну урожайність в середньому за період досліджень отримано за внесення мінерального добрива в дозі N_{60} – 15,1 т/га. Внесення N_{30} забезпечило урожайність на рівні 12,0 т/га, а на контролі 9,8 т/га (рис. 2).

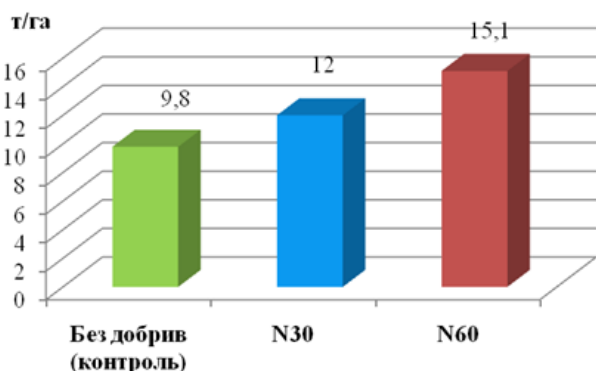


Рис. 2. Урожайність сухої біомаси рослин сіди багаторічної залежно від дози мінеральних добрив (середнє за 2021-2022 рр.), т/га

Висновки. За результатами досліджень було встановлено, що кращі умови для росту, розвитку і формування врожаю склалися на варіанті з внесенням азотних мінеральних добрив у кількості 60 кг/га діючої речовини. За такої дози добрив спостерігався найбільший приріст рослин у висоту – 258,6 см, діаметр стебла 9,8 мм. При внесенні азотних мінеральних добрив в дозі 60 кг/га діючої речовини відмічено максимальну вагу сухої рослини 35,0 г з передзбиральною густиною 43,2 шт./м² та урожайністю 15,1 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Жовмір М. М. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2010. Т. 32. № 6. С. 58–65.
- Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Олійник Е. М. Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2013. Т. 35. № 4. С. 5–15.
- Гументик М. Я., Хіврич О. Б., Квак В. М., Замойський О. І. Ефективність впливу способів захисту від бур'янів на ріст і розвиток рослин міскантусу в умовах західної частини Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. 2013. Вип. 19. С. 24–27.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 350 с.
- Думич В. В., Журба Г. І., Курило Г. І. Техніко-технологічні заходи для закладання енергоплантацій свічграсу в умовах Полісся України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. 2013. Вип. 19. С. 37–42.

- Кургак В. Г. Лучні агрофітоценози: підручник. Київ: ДІА, 2010. 374 с.
- 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 НААН*. 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.
- Роїк М., Курило В., Гументик М. Ефективність вирощування високопродуктивних енергетичних культур. *Вісник Львівського НАУ*. 2011. № 15(2). С. 12–13.
- Титко Р., Калініченко В. Відновлювальні джерела енергії (Досвід Польщі для України). Варшава: QWG, 2010. 15 с.
- Gupta V. K., Tuohy M. G., Kubicek C. P., Saddler J. *Bioenergy Research: Advances and Applications: textbook*. Oxford. 2014. p. 500.
- Kurgak V. G., Panasyuk S. S., Asanishvili N. M. Influence of perennia legume on the productivity of meadow phytocenoses. *Ukrainian J. of Ecology*. 2020. № 6. P. 310–315. doi: 10.15421/2020_298.
- Kurhak V. H., Tkachenko M. A., Asanishvili N. M. Energy productivity of uncommon herbs for solid fuel manufacturing. *Ukrainian J. of Ecology*. 2021. № 1. P. 299–305. doi: 10.15421/2021_45.
- Petrychenko V., Kurgak V., Rybak S. Bioenergy potential of meadows of Ukraine. *Grassland Federation*. 2014. P. 143–145.

REFERENCES:

- Heletukha H. H., Zhelezna T. A., Zhovmir M. M. (2010). Otsinka enerhetychnoho potentsialu biomasu v Ukraini [Assessment of the energy potential of biomass in Ukraine]. *Promyslova teplotekhnika*, 6, 58–65. [in Ukrainian].
- Heletukha H. H., Zhelezna T. A., Oliinyk E. M. (2013). Perspektyvy vyrobnytstva teplovoi enerhii z biomasu v Ukraini. [Prospects for thermal energy production from biomass in Ukraine]. *Promyslova teplotekhnika*, 4, 5–15. [in Ukrainian].
- Humentyk M. Ya., Khivrych O. B., Kvak V. M., Zamoiskyi O. I. (2013). Efektyvnist vplyvu sposobiv zakhystu vid burianiv na rist i rozvytok roslyn miskantusu v umovakh zakhidnoi chastyny Lisostepu Ukrainy. [The effectiveness of weed protection methods on the growth and development of miscanthus plants in the conditions of the western part of the forest-steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bionerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv NAAN*, 19, 24–27.
- Dosphehov B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow: Agropromizdat (in Russian).
- Dumych V. V., Zhurba H. I., Kurylo H. I. (2013). Tekhniko-tekhnolohichni zakhody dlia zakladannia enerhoplantatsii svichhrasu v umovakh Polissia Ukrainy. [Technical and technological measures for the establishment of switchgrass energy plantations in the conditions of the Polissia of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bionerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv NAAN*, 19, 37–42. [in Ukrainian].
- Kurhak V. H. (2010). *Luchni ahrofitotsenozy*. [Meadow agrophytocenoses]. Kyiv: DIA [in Ukrainian].

7. 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 of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bionerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN*, 19, 63–67. [in Ukrainian].
8. Kurhak V. H., Tkachenko A. M. (2016). Bioenerhetychnyi potentsial bahatorichnykh travianystrykh fitotsenoziv. [Bioenergy potential of perennial herbaceous phytocenoses]. *Visnyk ahrranoi nauky*, 2, 15–20. [in Ukrainian].
9. Roik M., Kurylo V., Humentyk M. (2011). Efektyvnist vyroshchuvannya vysokoproduktyvnykh enerhetychnykh kultur. [The efficiency of growing high-yielding energy crops]. *Visnyk Lvivskoho*, 15(2), 12–13. [in Ukrainian].
10. Tytko R., Kalinichenko V. (2010). *Vidnovliuvalni dzherela enerhii* (Dosvid Polshchi dlia Ukrainy). [V. Kalinichenko. Renewable energy sources (Poland's experience for Ukraine)]. Varshava: QWG [in Ukrainian].
11. Gupta V. K., Tuohy M. G., Kubicek C. P., Saddler J. (2014). *Bioenergy Research: Advances and Applications*. Oxford.
12. Kurgak V. G., Panasyuk S. S., Asanishvili N. M. (2020). Influence of perennia llegeume son the productivity of meadow phytocenoses. *Ukrainian J. of Ecology*, 6, 310–315. doi: 10.15421/ 2020_298.
13. Kurhak V. H., Tkachenko M. A., Asanishvili N. M. (2021). Energy productivity of uncommon herbs for solid fuel manufacturing. *Ukrainian J. of Ecology*, 1, 299–305. doi: 10.15421/ 2021_45.
14. Petrychenko V., Kurgak V., Rybak S. (2014). Bioenergy potential of meadows of Ukraine. *Grassland Federation*, 2, 143–145.

Радченко М.В. Особливості вирощування сіди багаторічної залежно від елементів технології

Мета. Встановити вплив умов вирощування на елементи продуктивності та врожайність фітомаси сіди багаторічної.

Методи. Польовий – закладання дослідів, облік урожаю стебел, лабораторний – фізичний – вимірювання висоти, діаметру стебел, розмірів листків, розрахунковий – статистичний.

Результати. Максимальний показник висоти рослин отримано на варіанті з дозою добрив N_{60} – 258,6 см, зменшення дози добрив до N_{30} призводило до зменшення висоти рослин – 243,6 см. Найменша висота рослин сіди багаторічної відмічена на варіанті без добрив – 236,3 см. За результатами досліджень діаметр у основі стебла сіди багаторічної в середньому по варіантах становив 7,6–9,8 мм. Найбільший діаметр стебла отримано на варіанті з дозою мінеральних добрив N_{60} – 9,8 мм. Вага сухої рослини на контролі становила 28,1 г, N_{30} – 30,4 г, N_{60} – 35,0 г. Передзбиральна густина сіди багаторічної на контролі становила 35,0 шт./м², за внесення мінеральних добрив у дозі N_{30} передзбиральна густина становила 39,5 шт./м² та та за дози N_{60} – 43,2 шт./м². Найвищі значення передзбиральної густоти

сіди багаторічної отримано за внесення мінерального добрива у дозі N_{60} – 43,2 шт./м². Максимальну урожайність в середньому за період досліджень отримано за внесення мінерального добрива в дозі N_{60} – 15,1 т/га. Внесення N_{30} забезпечило урожайність на рівні 12,0 т/га, а на контролі 9,8 т/га

Висновки. Кращі умови для росту, розвитку і формування врожаю склалися на варіанті з внесенням азотних мінеральних добрив у кількості 60 кг/га діючої речовини. За такої дози добрив спостерігався найбільший приріст рослин у висоту – 258,6 см, діаметр стебла 9,8 мм. При внесенні азотних мінеральних добрив в дозі 60 кг/га діючої речовини відмічено максимальну вагу сухої рослини 35,0 г з передзбиральною густиною 43,2 шт./м² та урожайністю 15,1 т/га.

Ключові слова: висота рослин, діаметр стебла, вага рослини, передзбиральна густина, урожайність.

Radchenko M.V. Peculiarities of growing perennial seeds depending on the elements of technology

Purpose. To determine the influence of growing conditions on elements of productivity and yield of phytomass of perennial seed.

Methods. Field – laying experiments, recording the crop of stems, laboratory – physical – measurement of height, diameter of stems, leaf sizes, calculation – statistical.

Results. The maximum plant height indicator was obtained on the variant with a dose of N_{60} fertilizers – 258.6 cm, reducing the dose of fertilizers to N_{30} led to a decrease in plant height – 243.6 cm. The lowest height of perennial seed plants was recorded on the version without fertilizers – 236.3 cm. According to the results of the research, the diameter at the base of the stem of the perennial seedling was 7.6–9.8 mm on average according to the variants. The largest diameter of the stem was obtained on the version with a dose of mineral fertilizers N_{60} – 9.8 mm. The weight of the dry plant in the control was 28.1 g, N_{30} – 30.4 g, N_{60} – 35.0 g. The pre-harvest density of perennial seedling in the control was 35.0 pieces/m², with the application of mineral fertilizers in the dose of N_{30} , the pre-harvest density was 39.5 pieces /m², and for the doses of N_{60} – 43.2 pieces/m². The highest values of the pre-harvest density of perennial seedling were obtained with the application of mineral fertilizer in a dose of N_{60} – 43.2 pieces/m². The maximum yield on average during the research period was obtained with the application of mineral fertilizer in a dose of N_{60} – 15.1 t/ha. Application of N_{30} ensured productivity at the level of 12.0 t/ha, and 9.8 t/ha in the control.

Conclusions. The best conditions for growth, development and formation of the crop were obtained on the option with the introduction of nitrogen mineral fertilizers in the amount of 60 kg/ha of the active substance. With such a dose of fertilizers, the greatest increase in plant height was observed – 258.6 cm, stem diameter 9.8 mm. When applying nitrogen mineral fertilizers at a dose of 60 kg/ha of the active substance, the maximum dry weight of the plant was 35.0 g with a pre-harvest density of 43.2 pieces/m² and a yield of 15.1 t/ha.

Key words: plant height, stem diameter, plant weight, pre-harvest density, productivity.