

Інтенсивність відростання вегетативної маси верби залежно від сортових особливостей, виду садивного матеріалу та умов його зберігання

В. О. Данюк*, В. А. Доронін

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна,
*e-mail: vikaropelna@ukr.net

Мета. Встановити особливості відростання наземної маси енергетичної верби прутьоподібної та тритичинкової після скошування залежно від сортових особливостей, виду садивного матеріалу та застосування азотних добрив. Зокрема, визначити висоту пагонів, їхні діаметр і кількість, а також площу листків. **Методи.** Дослідження виконували на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (с. Ксаверівка, Білоцерківський р-н, Київська обл.) упродовж 2023–2024 рр. Вивчали особливості відростання двох видів енергетичної верби (третичинкової сорту 'Панфільська' та прутьоподібної сорту 'Збруч') у другому циклі після скошування пагонів. Досліди закладали у 2020 р. живцями, які зберігали різними способами, а скошування проводили у 2023-му після трьох років вегетації та перед початком сокоруху. Висоту та діаметр пагонів вимірювали, починаючи з травня і до завершення вегетаційного періоду, в одну й ту саму дату кожного місяця. **Результати.** Встановлено, що стебла рослин, одержаних із пагонів верби прутьоподібної, як порівняти з тритичинковою, мали достовірно вищу інтенсивність відростання. Їхньою максимальною висотою на перший рік після скошування відзначився сорт 'Збруч' (із застосуванням добрив). **Висновки.** Найліпші показники висоти та діаметра стебел у другому циклі вирощування після скошування біомаси фіксували в рослин, одержаних із пагонів енергетичної верби прутьоподібної сорту 'Збруч'. Ці пагони зберігали в контейнерах, а їхні зрізи обробляли вапном.

Ключові слова: енергетична верба; біометричні показники; садивний матеріал; вегетативна маса.

Вступ

Швидкорослими енергетичними деревними рослинами вважаються ті, що у сприятливих для них умовах здатні за три – чотири роки сформувати річний приріст сухої біомаси. Для інтенсивнішого росту та розвитку їх обробляють хімічними розчинами. У помірних широтах найрозповсюдженішими є різні види енергетичної верби й тополі, а також їхні гібриди [1–3].

Плантації енергетичної верби створюють, висаджуючи живці або пагони швидкорослих сортів, зазвичай спареними рядами. За допомогою спеціальної техніки через кожні два – чотири роки, в період від припинення й до відновлення сокоруху, скошують наземну частину кущів. Потім її подрібнюють на щепу або складають у штабелі на просушування. Також можливе тюкування зрізаних пагонів [4–6]. Навесні на місці зрізаних рослин відростає рясна молода поросль, яку через два – чотири роки скошують для одержання

енергетичної сировини. Дотримуючись такої схеми, плантації інтенсивно використовують протягом 20–25 років [7–9].

Якщо зі зрошенням на добре організованих плантаціях за дворічний цикл вирощування можна отримати понад 130 т свіжої біомаси на гектар за рік, то без нього врожайність лишається на рівні 30–35 т [10–12].

Найперспективнішими біоенергетичними культурами (одержання енергії через спалювання) для України є буряки цукрові, сорго цукрове, просо прутьоподібне (світграс), міскантус, верба, тополя, ріпак і кукурудза [13–15]. Щодо енергетичної верби, то декілька її видів як іноземної, так і вітчизняної селекції рекомендовано для вирощування в нашій державі [16, 17].

Нині вивчають різні способи заготівлі та зберігання садивного матеріалу, а також вплив конкретних факторів на його якість і подальшу продуктивність рослин. Дослідження з цього напрямку дасть змогу визначити, як на процес відростання енергетичної верби у другому циклі вегетації після скошування впливає застосування добрив.

Мета дослідження – визначити інтенсивність відростання пагонів енергетичної верби, оцінити їхні висоту та діаметр залежно

Viktoriia Daniuk
<https://orcid.org/0009-0004-0985-4480>
Volodymyr Doronin
<https://orcid.org/0000-0001-9355-881X>



© The Author(s) 2025. Published by Ukrainian Institute for Plant Variety Examination. This is an open access article distributed under the terms of the license CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

від сортових особливостей, використання різних видів садивного матеріалу, способів його зберігання та підживлення рослин мінеральними добривами у другому циклі після скошування.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили протягом 2023–2024 рр. на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (с. Ксаверівка, Білоцерківський р-н, Київська обл.) в умовах Правобережного Лісостепу (центральної частини). Це зона нестійкого зволоження з помірно континентальним кліматом. Рельєф – слабкохвилястий, а саме: рівнина з незначним нахилом поверхні. Ґрунт – чорнозем типовий вилугуваний, середньоглибокий, малогумусний, грубопилувато-легкосуглинковий на карбонатному лесі. Вміст гумусу становить 2,64% (за методом Тюріна), рухомих форм фосфору та обмінного калію (за Чириковим) – 180 та 160 мг/кг відповідно, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 280 мг/кг. Кислотність ґрунту (рН) – 6,6, глибина гумусового горизонту – 100–120 см.

Вивчали два види енергетичної верби: трищинкову (*Salix triandra* L.) сорту 'Панфільська' (власник – дослідна станція Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН») та прутоподібну (*Salix viminalis* L.) сорту 'Збруч' (Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України). Обидва культивари належать до вітчизняної селекції та внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Первинний дослід було закладено в першій декаді квітня 2020 року. Загальна площа ділянок становила 990,88 м², повторність – чотириразова. Розміщення варіантів і повторень – рендомізоване. Ширина міжрядь – 70 см, крок садіння в рядку – 70 см. Як садивний матеріал використовували живці та пагони. Пагони перед садінням нарізали на живці, які зберігали у сховищі за різних умов: у контейнерах, у контейнерах з обробкою зрізів вапном, у прошарку піску, у прошарку піску з обробкою зрізів вапном, у поліетиленових мішках та в поліетиленових мішках з обробкою зрізів вапном [18]. Через три роки вегетації енергетичну вербу скошували. Перед початком нового вегетаційного періоду рослини підживлювали аміаковою селітрою, також щорічно вносили гранульоване добриво N₁₀₅. Для контролю приросту в одну й ту саму дату кожного місяця, починаючи з травня й до закінчення вегетації, вимірювали висоту та діаметр пагонів.

Веgetаційний період 2023 року виявився спекотним і посушливим. Середня добова температура повітря становила 15,34 °С та перевищувала усереднене багаторічне значення на 2,74 °С. Дефіцит вологи спостерігався в усі місяці, крім квітня, та був на рівні 150,8 мм. Це негативно вплинуло на ріст і розвиток рослин. За місяцями вегетаційного періоду опади розподілялися нерівномірно, а усереднена добова температура була вищою за багаторічну норму. У травні під час відростання пагонів вона становила 15,49 °С, що на 0,59 °С більше, ніж середнє багаторічне значення. Це свідчить про достатню забезпеченість рослин теплом. Найсприятливішими для росту та розвитку енергетичної верби були квітень і липень, коли показники середньої добової температури повітря (на 0,5 та 2,14 °С) та вологозабезпеченості були вищими за усереднені багаторічні значення.

Веgetаційний період 2024 року також був спекотним і посушливим. Середня добова температура повітря становила 16,45 °С та перевищувала усереднене багаторічне значення на 3,85 °С. Дефіцит вологи – на рівні 154,81 мм – спостерігався майже постійно. Це негативно вплинуло на ріст і розвиток рослин. За місяцями вегетаційного періоду опади розподілялися нерівномірно, а середня добова температура була вищою за багаторічну норму. В період відростання пагонів (травень) вона становила 16,2 °С, що на 1,3 °С більше, ніж усереднене багаторічне значення. Це свідчить про достатню забезпеченість рослин теплом.

Результати досліджень

За результатами першого циклу дослідження з'ясовано, що висота рослин енергетичної верби залежала від сортових особливостей. Вид садивного матеріалу як на початку вегетації навесні, так і восени на цей показник не впливав. Достовірно більшим приростом висоти з-поміж двох аналізованих характеризувався сорт верби прутоподібної 'Збруч'.

Особливості відростання енергетичної верби за умови внесення добрив вивчали протягом другого циклу після скошування. Окрім підживлення аміаковою селітрою, на висоту стебел у цей період впливали сортові особливості та вид садивного матеріалу. Вихід останнього залежав від інтенсивності формування вегетативної маси – висоти пагонів, їхнього діаметра та кількості.

У першу дату обліку (перше травня, через місяць після зрізання) рослини, що одержали позакореневе підживлення, продемон-

стрували достовірно більший приріст стебел, як порівняти з контролем обох культиварів

верби, незалежно від виду садивного матеріалу (рис. 1).

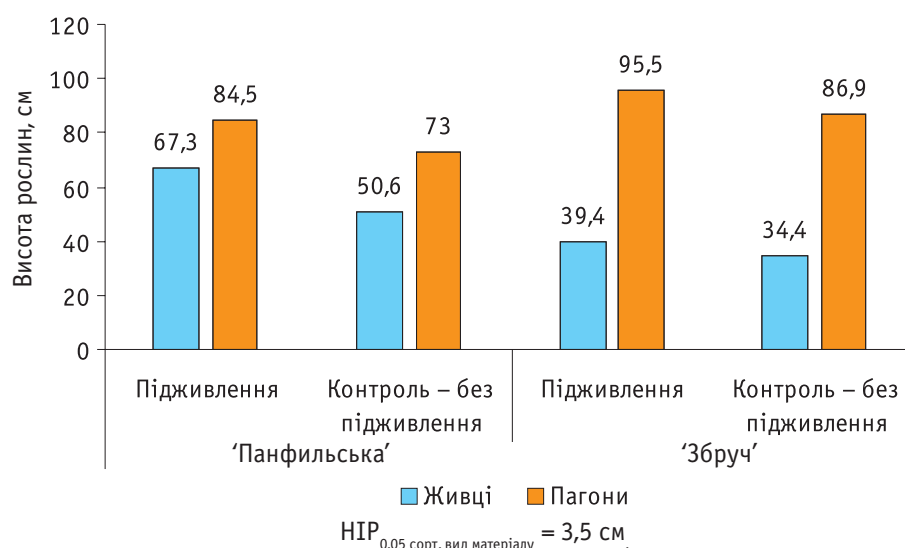


Рис. 1. Висота рослин залежно від виду садивного матеріалу та сортових особливостей станом на 01.05 (середнє за 2023–2024 рр.)

Якщо без застосування добрив висота рослин сорту 'Панфільська', отриманих із живців, становила 60,6 см, а з пагонів – 73,0 см, то за їхнього внесення вона значно збільшилася – на 6,7 та 11,5 см відповідно. Аналогічну залежність спостерігали й для сорту 'Збруч'.

У середньому за два роки висота одержаних із живців стебел (як у контролі, так і за підживлення мінеральними добривами) була достовірно більшою у сорту 'Панфільська',

порівнюючи зі 'Збручем'. Водночас 'Збруч' мав значну перевагу над 'Панфільською' за висотою стебел, вирощених із пагонів, – на 13,9 см із використанням добрив і на 11,0 см у контрольному варіанті.

Такі самі тенденції простежувалися й за показником товщини (діаметра) стебел, що відростали. Його достовірного збільшення, незалежно від виду садивного матеріалу та сорту, було досягнуто завдяки підживленню рослин аміаковою селітрою після зрізання (рис. 2).

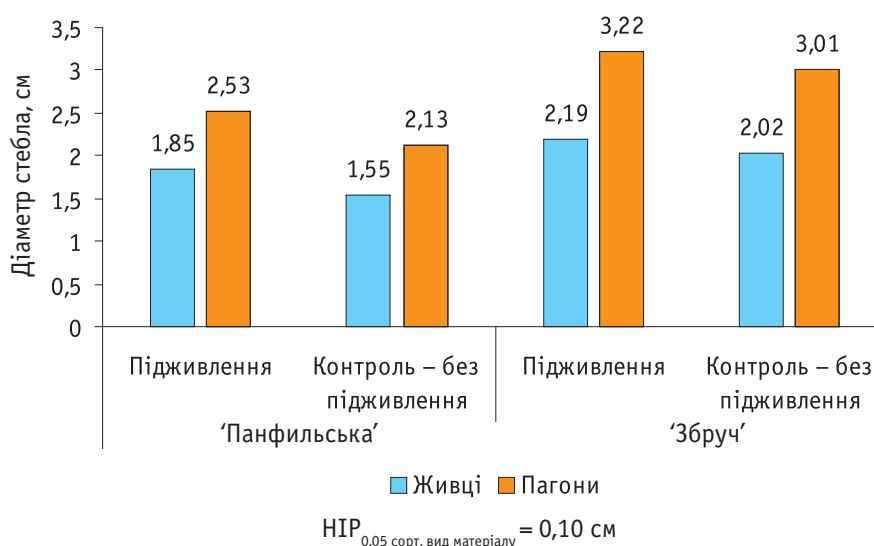


Рис. 2. Діаметр енергетичної верби залежно від виду садивного матеріалу та сортових особливостей станом на 01.05 (середнє за 2023–2024 рр.)

Незалежно від виду садивного матеріалу, верба тритичинкова мала перевагу над прутоподібною за діаметром. Підживлення аміако-

вою селітрою сприяло збільшенню товщини стебел сорту 'Панфільська', отриманих із живців, на 0,29 см, із пагонів – на 0,40 см.

Для культивару ‘Збруч’ ці показники становили відповідно 0,17 та 0,21 см, як порівняти з контролем.

Інтенсивність відростання стебел у варіанті зі внесенням мінеральних добрив після зрізання рослин першого циклу вегетації була достовірно вищою, ніж у контролі. Її максимальні значення серед досліджуваних сортів продемонстрував ‘Збруч’, незалежно від способу зберігання садивного матеріалу.

Значною висотою живців (за умови застосування добрив) характеризувалися рослини енергетичної тритичинкової верби сорту ‘Панфільська’, вирощені з пагонів, які зберігалися в прошарку піску у сховищі (92,11 см) та у поліетиленових мішках у сховищі з обробкою зрізів вапном (92,51 см). Інтенсивність відростання стебел цього ж сорту, отриманих із живців, була достовірно меншою (таблиця).

Таблиця

Відростання рослин верби залежно від виду садивного матеріалу, умов його зберігання та підживлення станом на 01.05 (середнє за 2023–2024 рр.)

Варіант			‘Панфільська’		‘Збруч’	
вид садивного матеріалу	спосіб зберігання	удобрення	висота пагонів, см	діаметр пагонів, см	висота пагонів, см	діаметр пагонів, см
Живці	У контейнерах у сховищі	Без добрив, контроль Підживлення	50,11 69,34	1,62 2,21	26,68 39,34	2,05 2,17
	У контейнерах з обробкою зрізів вапном	Без добрив, контроль Підживлення	50,21 62,13	1,62 1,83	35,11 46,71	2,12 2,25
	У прошарку піску у сховищі	Без добрив, контроль Підживлення	46,68 62,06	1,54 1,72	35,48 36,87	1,97 2,18
	У прошарку піску з обробкою зрізів вапном	Без добрив, контроль Підживлення	49,04 70,8	1,54 1,67	33,2 37,39	1,93 2,13
	У поліетиленових мішках	Без добрив, контроль Підживлення	57,12 71,11	1,43 1,75	41,49 44,49	2,04 2,24
	У поліетиленових мішках у сховищі з обробкою зрізів вапном	Без добрив, контроль Підживлення	53,49 68,3	1,57 1,93	24,01 31,42	1,84 2,14
Пагони	У контейнерах у сховищі	Без добрив, контроль Підживлення	68,55 77,25	2,21 2,74	90,43 95,61	2,77 3,22
	У контейнерах з обробкою зрізів вапном	Без добрив, контроль Підживлення	75,14 84,34	2,14 2,47	87,75 99,78	3,02 3,30
	У прошарку піску у сховищі	Без добрив, контроль Підживлення	75,81 92,11	2,17 2,51	87,84 93,69	3,16 3,18
	У прошарку піску з обробкою зрізів вапном	Без добрив, контроль Підживлення	69,36 76,48	2,1 2,6	85,54 95,87	3,09 3,2
	У поліетиленових мішках	Без добрив, контроль Підживлення	74,96 84,21	2,01 2,47	85,12 95,98	3,01 3,16
	У поліетиленових мішках у сховищі з обробкою зрізів вапном	Без добрив, контроль Підживлення	73,99 92,51	2,14 2,39	84,81 92,31	2,99 3,25
НІР _{0,05} загальне			8,45	0,28	12,20	0,32
НІР _{0,05} вид матеріалу			1,72	0,08	3,49	0,10
НІР _{0,05} способи зберігання			2,44	0,08	3,52	0,10
НІР _{0,05} підживлення			4,22	0,14	6,10	0,12

За інших способів зберігання обох видів садивного матеріалу сорту ‘Панфільська’ інтенсивність відростання стебел (як у контролі, так і за підживлення добривами) була достовірно нижчою. Найменший приріст висоти станом на 01.05 спостерігали в рослин, одержаних із живців, які тримали в прошарку піску, – 46,68 см у контролі та 62,06 см зі внесенням добрив.

Як порівняти види садивного матеріалу, то достовірно більшим приростом товщини та висоти стебел відзначилися рослини, одержані завдяки висаджуванню пагонів. Зберігання останніх у прошарку піску у сховищі та в поліетиленових мішках у сховищі з обробкою зрізів вапном забезпечило максимальні показники висоти стебел, од-

нак їхня товщина була більшою в інших варіантах.

Інтенсивність відростання отриманих із пагонів рослин була достовірно більшою в сорту ‘Збруч’, порівнюючи з ‘Панфільською’. Формуванню максимальної висоти стебел цього культивару верби прутopodobної сприяло зберігання садивного матеріалу в контейнерах з обробкою зрізів вапном – 99,78 см, у поліетиленових мішках у сховищі – 95,98 см, а також у контейнерах у сховищі – 95,61 см.

Висновки

Відростання садивного матеріалу залежало від його виду та сортових особливостей. Найліпші показники висоти та діаметра сте-

бел у другому циклі вирощування після скошування біомаси фіксували в рослин, одержаних із пагонів енергетичної верби пруткоподібної сорту 'Збруч'. Ці пагони зберігали в контейнерах, а їхні зрізи обробляли вапном.

References

- Katelevskiy, V. M. (2020). Giant miscanthus yield in the Forest-Steppe of Ukraine under new cultivation practices. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 28, 221–229. <https://doi.org/10.47414/np.28.2020.244149> [In Ukrainian]
- Zhang, H., Zhang, Z., Qi, X., Yu, J., Cai, J., & Yang, Z. (2019). Manganese Monoxide/Biomass-Inherited Porous Carbon Nanostructure Composite Based on the High Water-Absorbent Agaric for Asymmetric Supercapacitor. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 7(4), 4284–4294. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.8b06049>
- Krzyżaniak, M., Stolarski, M. J., Szczukowski, S., Tworowski, J., Bieniek, A., & Mleczek, M. (2015). Willow biomass obtained from different soils as a feedstock for energy. *Industrial Crops and Products*, 75, 114–121. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.06.030>
- El Bassam, N. (2010). *Handbook of Bioenergy Crops: A Complete Reference to Species, Development and Applications*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781849774789>
- Fuchylo, Ya. D. (2011). *Plantation Forestry: Theory, Practice, Prospects*. Lohos. [In Ukrainian]
- Roik, M. V., Humenyk, M. Ya., & Mamaisur, V. V. (2013). Prospects for Growing Energy Willow for Solid Biofuel Production. *Bioenergy*, 2, 18–19. [In Ukrainian]
- Caslin, B., Finnan, J., & McCracken, A. (Eds.). (2012). *Willow Varietal Identification Guide*. Teagasc. https://teagasc.ie/wp-content/uploads/media/website/publications/2012/Willow_Identification_Guide_2012.pdf
- Oliinyk, Ye., & Yelovikova, T. (2007). Cultivation of Energy Plantations. *Ahrosektor*, 7–8, 21–22. [In Ukrainian]
- Roik, M. V., Sinchenko, V. M., Fuchylo, Ya. D., Humenyk, M. Ya., Hnap, I. V., Zaimenko, N. V., Rakhmetov, D. B., Kurylo, V. L., Furman, V. A., Makukh, Ya. P., Ivanina, V. V., Sliusar, I. T., Kalenska, S. M., Sabluk, V. T., Hryshchenko, O. M., Hanzhenko, O. M., Tanchyk, S. P., Balahura, O. V., Buzynnyi, M. V., ... Melnychuk, H. A. (2015). *Energy Willow: Cultivation Technology and Application*. Nilan-LTD. <https://doi.org/10.47414/978-966-924-087-3> [In Ukrainian]
- Fuchylo, Ya. D., Zelinskyi, B. V., Ivaniuk, I. D., & Zelinska, L. H. (2023). *Cultivation of energy willow plantations on marginal lands of Kyiv Polissia*. NOVOhrad. [In Ukrainian]
- Fuchylo, Ya. D., Sinchenko, V. M., & Humenyk, M. Ya. (2016). Specifics of growing energy willow. *Bioenergy*, 1, 11–13. [In Ukrainian]
- Sinchenko, V. M., & Melnychuk, H. A. (2018). Economic efficiency of growing energy willow in Ukraine. *Bioenergy*, 1, 41–45. [In Ukrainian]
- Verwijst, T., & Nordh, N.-E. (2010). *The effects of first-year shoot cut back on willow biomass production during the first and second cutting cycle*. Stockholm. <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/981897>
- Volk, T. A., Abrahamson, L. P., Buchholz, T., Caputo, J., & Eisenbies, M. (2014). Development and deployment of willow biomass crops. In *Cellulosic Energy Cropping Systems* (pp. 201–217). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118676332.ch12>
- Labrecque, M., Teodorescu, T. I., Cogliastro, A., & Daigle, S. (1993). Growth patterns and biomass productivity of two *Salix* species grown under short-rotation intensive culture in southern Quebec. *Biomass and Bioenergy*, 4(6), 419–425. [https://doi.org/10.1016/0961-9534\(93\)90063-a](https://doi.org/10.1016/0961-9534(93)90063-a)
- Amichev, B. Y., Hangs, R. D., Bélanger, N., Volk, T. A., Vujanovic, V., Schoenau, J. J., & Van Rees, K. C. J. (2014). First-Rotation Yields of 30 Short-Rotation Willow Cultivars in Central Saskatchewan, Canada. *BioEnergy Research*, 8(1), 292–306. <https://doi.org/10.1007/s12155-014-9519-4>
- Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. V., Dryha, V. V., & Doronin, V. V. (2018). Formation of Miscanthus Planting Material in the Second Year of Vegetation Depending on the Elements of Its Cultivation Technology. *Bioenergy*, 2, 28–31. [In Ukrainian]
- Daniuk, Yu. S., & Daniuk, V. O. (2022). Growth of vegetative mass of willow as affected by varietal characteristics and planting material. *Bioenergy*, 1–2, 48–50. <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2022.271363> [In Ukrainian]

UDC 633.63; 631.53.027.2

Daniuk, V. O.*, & Doronin, V. A. (2025). The intensity of willow vegetative mass regrowth depending on varietal characteristics, type of planting material, and storage conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*, 21(2), 89–93. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.2.2025.337839>

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, *e-mail: vikapopelna@ukr.net*

Purpose. To establish the characteristics of regrowth of the above-ground mass of the basket willow and almond willow after harvesting, depending on varietal characteristics, type of planting material, and the use of nitrogen fertilizers. In particular, to determine the height of shoots, their diameter and number, as well as the leave area. **Methods.** The study was conducted in the experimental field of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine in Ksaverivka village, Bila Tserkva district, Kyiv region, from 2023 to 2024. It examined the regrowth characteristics of two types of energy willow ('Panfylska' variety of the almond willow and 'Zbruch' variety of the basket willow) in the second cycle after harvesting the shoots. Experiments were set up in 2020 using cuttings stored in various ways. Harvesting took place

in 2023, after three years of vegetation and before sap flow began. The height and diameter of the shoots were measured from May until the end of the growing season, on the same date each month. **Results.** The stems of plants obtained from the shoots of the basket willow were found to have a significantly higher regrowth intensity than those of the almond willow. The 'Zbruch' variety (with fertilisers) was distinguished by its maximum height in the first year after harvesting. **Conclusions.** The best stem height and diameter indicators in the second growing cycle after harvesting were recorded in plants obtained from the shoots of the 'Zbruch' variety of energy willow. These shoots were stored in containers and their cuts were treated with lime.

Keywords: energy willow; biometric indicators; planting material; vegetative mass.

Надійшла / Received 20.06.2025
Погоджено до друку / Accepted 14.07.2025