

УДК: 633.584.3

# НАРОСТАННЯ ВЕГЕТАТИВНОЇ МАСИ ВЕРБИ

## ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ВИДУ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ

ДАНЮК Ю.С.,  
аспірант  
ДАНЮК В.О.

Інститут біоенергетичних культур  
і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна,  
25, Київ, 03110, Україна.

**Вступ.** Для підвищення енергетичної незалежності України особлива роль відводиться біоенергетиці, яка змогла задовольнити значну частину енергетичних потреб сільськогосподарських підприємств [1,2]. До того ж розвиток біоенергетики зміг би допомогти у вирішенні багатьох енергетичних, екологічних та соціальних проблем [3]. Розробка та впровадження технологій отримання енергії з біомаси наразі є ефективним засобом скорочення споживання викопних видів палива, що надасть реальну енергетичну й економічну незалежність Україні [4].

Для України найбільш перспективними біоенергетичними культурами є цукрові буряки, цукрове сорго, просо прутоподібне (світчграс), міскантус [5], верба та тополя [6,7]. Впровадження цих культур забезпечить отримання з одного гектара палива, яке еквівалентне від 0,72 до 4,1 т/га нафтопродуктів [8]. Серед деревних рослин саме верба сьогодні використовується в світі в якості основної енергетичної культури, що дозволяє створювати високопродуктивні плантації з тривалим терміном існування [9,10]. В Україні рекомендовані для вирощування декілька сортів верби різних видів як вітчизняної селекції, так і зарубіжної. В літературі достатньо інформації щодо використання верби для отримання біопалива, вирощування цієї культури, вимог до ґрунтів, удобрення, агротехніки та способів розмноження. В США площі тополі більші за вербові, тому що врожайність сухої маси тополі в 1,1–2,1 рази більше, ніж у верби, але вважається доцільним збільшувати обсяги створення таких насаджень із огляду на їх високий екологічний потенціал [11,12]. Найчастіше на енергетичних плантаціях вирощують саме вербу, зважаючи на те, що вона відзначається одним із найбільших у рослинному світі генотипів, легко утворює міжвидові гібриди й здатна легко розмножуватися вегетативним шляхом [13,14].

В Україні, де є великі проблеми із забезпеченням економіки традиційними видами енергоносіїв, за наявності сприятливих ґрунтово-кліматичних умов, вирощування рослинної енергетичної сировини, зокрема й вербової, має широкі перспективи та здатне суттєво знизити потребу в імпорті викопних енергоносіїв [15,16].

У Європі інтерес до енергетичних культур виник у 1970-х рр. у зв'язку з несподіваною енергетичною кризою. Відповідно почалися активні пошуки альтернативних джерел енергії, включно з енергетичними культурами. Наразі вирощування та утилізація (спалювання) енергетичних культур залишається актуальним питанням як для європейських країн, так і для України [17,18].

Виробництво енергії з відновлювальних джерел, включаючи біомасу (біопаливо), стрімко розвивається в більшості європейських країн [19]. Наприклад, основною сировиною для виробництва біопалива в Бразилії є цукрова тростина, в США — кукурудза (з 1 т кукурудзи на силос можна отримати від 200 до 400 м<sup>3</sup> біогазу). В європейських країнах, наприклад у Німеччині, збільшується виробництво біопалива з цукрових буряків [20,21].

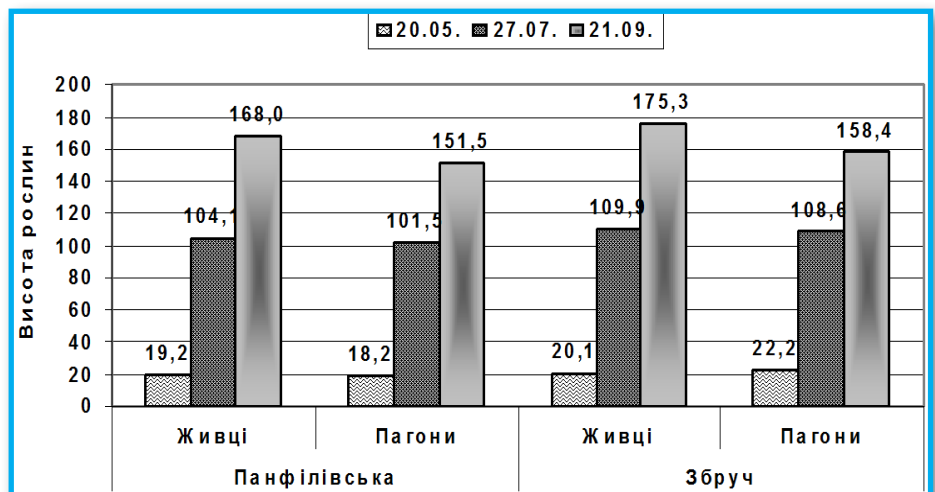
Енергетичні рослини цінні великим урожаєм і невибагливістю до вирощування. За короткий часовий період можна досягнути великих природств біомаси. В перерахунок на еквівалент енергії, витрати

на вирощування таких культур значно менші, ніж вартість енергоносіїв, отриманих від традиційних джерел [22,23].

**Методика досліджень.** Програмою досліджень передбачалося вивчення закономірностей формування структури наземної фітомаси біоенергетичної верби залежно від сортів особливостей, різних видів садивного матеріалу та способів його зберігання.

Польові та лабораторні досліді проводили в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків та на дослідному полі Інституту (с. Ксаверівка 2 Київської області), яке розміщене в центральній частині Правобережного Лісостепу України в зоні нестійкого зволоження, впродовж 2019–2021 рр. Схемою дослідів передбачено зберігання живців та пагонів у сховищі за температури повітря 3–5 °С в контейнері, прошарку піску та поліетиленових мішках із обробкою та без обробки надрізів вапном. Надрізи обробляли вапном для запобігання ураження живців і пагонів хворобами через надріз. Садивний матеріал на зберігання заклали щорічно 25 листопада. Визначення біометричних показників верби проводили щомісячно в динаміці в одні й ті ж самі дати впродовж трьох років вегетації. Дослідження проводили з двома видами верби: тритичинкова (*Salix triandra* L.) сорт Панфілівська та прутувидна (*Salix viminalis* L.) сорт Збруч.

Вегетаційні періоди в роки проведення



НІР<sub>0,05</sub> сорт та садивний матеріал = 5,0 (20,05), 5,3 (27,07), 5,1 (21,09) см

**Рис. 1.** Висота рослин залежно від сортів особливостей та виду садивного матеріалу (Дослідне поле ІБКЦБ, середнє за 2019–2021 рр.)

ня досліджень за температурним режимом були наближені до середньої багаторічної, а за кількістю опадів різнилися. Якщо 2019 р. характеризувався надмірним зволоженням, то 2020 р. — дефіцитом вологи.

Ґрунт дослідного поля — чорнозем типовий вилугуваний, середньо глибокий, мало гумусний, грубопилувато-легкосуглинковий на карбонатному лесі. Вміст гумусу 2,64% (за методом Тюріна) рухомих форм фосфору та обмінного калію (за Чириковим) становить, відповідно, 180 та 160 мг/кг, вміст азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) — 280 мг/кг. Кислотність ґрунту (рН) — 6,6. Глибина гумусового горизонту — 100–120 см [24].

**Результати досліджень.** Інтенсивність наростання наземної маси в онтогенезі рослин залежить від метеорологічних умов періоду вегетації, від сортових особливостей та виду садивного матеріалу.

З'ясовано, що висота рослин верби залежно від сортових особливостей незалежно від виду садивного матеріалу як на початку вегетації навесні, так і восени (рис. 1). У середньому за три роки за садіння прутувидної верби сорту Збруч живцями та пагонами приріст висоти був достовірно більшим, ніж у тритичинкової верби сорту Панфілівська.

Так, станом на 27.07. висота верби, висадженої живцями сорту Збруч була більшою на 5,8 см, вирощена з пагонів — на 7,1 см (НІР0,05 сорт та садивний матеріал = 5,3 см), а восени станом на 21.09. — відповідно, на 7,3 см та 6,9 см. Не виявлено достовірної різниці з приросту висоти рослин у всі дати обліку залежно від виду садивного матеріалу обох сортів. Частка впливу фактору «сорт» на висоту рослин становила 17,9%, а вид садивного матеріалу — 0,02%.

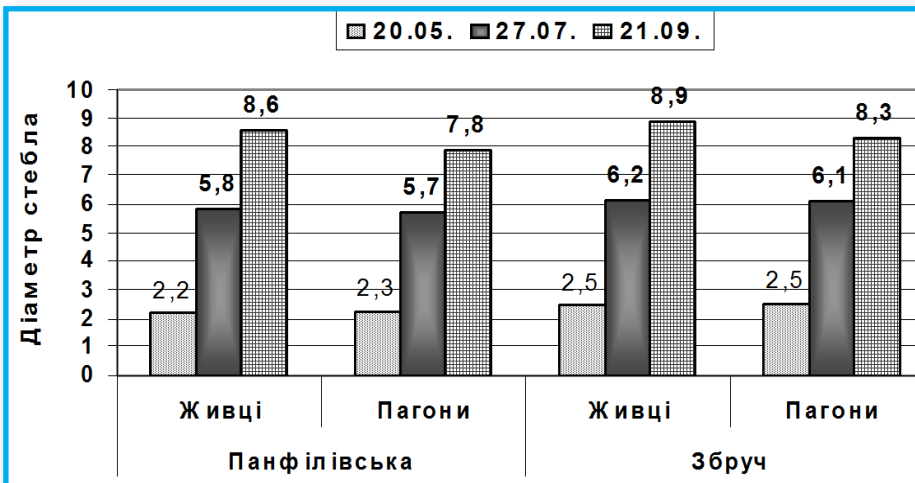
Інтенсивність наростання вегетативної маси верби, від чого залежить і вихід

садивного матеріалу — живців або пагонів — зумовлена як її висотою, так і діаметром стебел. Так само, як і приріст висоти рослин, достовірно більшим був і діаметр стебел за садіння прутувидної верби сорту Збруч порівняно з сортом тритичинкової верби Панфілівська, незалежно від виду садивного матеріалу (рис. 2). В середньому за три роки діаметр стебел сорту Збруч за садіння живцями та пагонами був більшим навесні на 0,3 см, а восени — на 0,3–0,5 см, порівняно з тритичинковою вербою сорту Панфілівська. Достовірної різниці у товщини стебел обох сортів залежно від виду садивного матеріалу не виявлено впродовж всієї вегетації, і лише восени, станом на 21 вересня, товщина стебел була достовірно більшою обох сортів верби отриманої за садіння живців — сорту Збруч на 0,6 см, Панфілівська — на 0,8 см (НІР0,05 сорт та вид садивного матеріалу = 0,31 см), порівняно з садінням пагонів.

Продуктивність верби та вихід садивного матеріалу залежать від сукупності біометричних показників — висоти рослин, товщини стебел та їх кількості. З'ясовано, що за використання для садіння пагонів обох сортів рослини формували достовірно більше продуктивних стебел, ніж за садіння живців (рис. 3). У середньому за три роки при садінні живців тритичинкової верби сорту Панфілівська рослини формували восени станом на 21.09. стебел 1,9 шт., а за садіння пагонів — стебел було 2,5 шт., що в 1,4 рази більше незалежно від способів збирання садивного матеріалу. Аналогічна залежність спостерігається й по сорту Збруч.

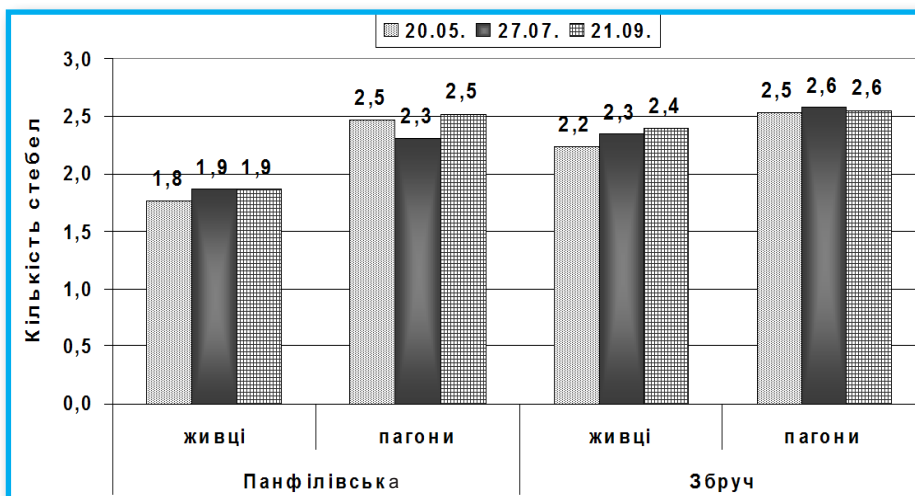
Формування продуктивних пагонів залежало не лише від садивного матеріалу, а й від сортових особливостей. У прутувидної верби сорту Збруч за садіння живцями продуктивних стебел було сформовано достовірно більше, ніж у тритичинкової верби сорту Панфілівська. За використання для садіння пагонів обох сортів значної різниці в кількості стебел не виявлено. Спостерігалася лише тенденція їх збільшення в сорту Збруч, порівняно з сортом Панфілівська. Частка впливу фактору «вид садивного матеріалу» на формування кількості стебел становила 9,2%.

**Висновки.** Встановлено, що біометричні показники верби — висота рослин, товщина стебел та їх кількість, а, відповідно, й приріст вегетативної маси — залежали від сортових особливостей незалежно від виду садивного матеріалу. За садіння прутувидної верби сорту Збруч живцями та пагонами, приріст висоти рослин та товщини стебел був достовірно більшим, ніж у тритичинкової верби сорту Панфілівська як на початку вегетації навесні, так і восени.



НІР0,05 сорт та садивний матеріал = 0,22 (20,05), 0,24 (27,07), 0,31 (21,09) см

**Рис. 2.** Діаметр стебел залежно від сортових особливостей та виду садивного матеріалу (Дослідне поле ІБКіЦБ, середнє за 2019–2021 рр.)



НІР0,05 сорт та садивний матеріал = 0,19 (20,05), 0,14 (27,07), 0,19 (21,09) см

**Рис. 3.** Кількість продуктивних стебел залежно від сортових особливостей та виду садивного матеріалу (Дослідне поле ІБКіЦБ, середнє за 2019–2021 рр.)



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Доронін В. А., Кравченко Ю. В., Дрига В. В., Доронін В. В. Формування садивного матеріалу міскантусу в другому році вегетації залежно від елементів технології його вирощування. Біоенергетика. 2018. № 2(12). С. 28–31.
2. Біоенергія в Україні — розвиток сільських територій та можливості для окремих громад: Науково-методичні рекомендації щодо впровадження передового досвіду аграрних підприємств Польщі, Литви та України зі створення новітніх об'єктів біоенергетики, ефективного виробництва і використання біопалив / за ред. В. О. Дубровіна, А. Гжилбек, В. М. Любарського. Kaunas: IAE LUA, 2009. 120 с.
3. Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії: колективна монографія / за редакцією О. О. Горба, Т. О. Чайки, І. О. Яснелюба. Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2017. 326 с.
4. Аналітичний звіт та рекомендації щодо вирощування енергетичних культур в Україні: звіт у рамках проекту ПРООН/ГЕФ «Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні», 2016. URL: [http://bioenergy.in.ua/media/filer\\_public/58/b4/58b45b61-d09d-43bf-bcb7-47e0235d39e0/otchet\\_po\\_verbe.pdf](http://bioenergy.in.ua/media/filer_public/58/b4/58b45b61-d09d-43bf-bcb7-47e0235d39e0/otchet_po_verbe.pdf).
5. Можарівська І. А. Технологія вирощування малопоширених енергетичних культур для виробництва різних видів біопалива. Наукові праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. пр. Київ, 2013. Вип. 19. 85 с.
6. Фучило Я. Д., Сбитна М. В., Фучило О. Я., Літвін В. М. Досвід та перспективи вирощування тополі (*Populus sp.l.*) в південному степу України. Наукові праці Лісової академії наук України: зб. наук. пр. 2009. Вип. 7. С. 66–69.
7. Энергетическая верба как вариант для агробизнеса. Кейс Salix energy. Пропозиція. 27.02.2017. URL: <http://propozitsiya.com/energeticheskaya-verba-kak-variant-dlya-agrobiznesa-keys-salix-energy>.
8. Аналіз ефективності використання енергоресурсів у розвинутих зарубіжних країнах і залежність від їх імпорту. Київ: НТЦЕ «НЕК «Укренерго». 2015. 88 с. URL: [https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/1. Efektivnist\\_energ\\_resursiv.pdf](https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/1. Efektivnist_energ_resursiv.pdf).
9. Wang D., Jaiswal D., LeBauer D. S., Wertin T. M., Bpiller G. A., Leakey A. D.B., Long S. P. 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*. 2015. Vol. 38, Iss. 9. P. 1850–1865. doi: 10.1111/pce.12556.
10. Афонин А. А. Ивы Брянского лесного массива: проблема повышения продуктивности и устойчивости насаждений и пути ее решения. Брянск: Брянский гос. ун-т, 2005. 172 с.
11. Tumminello G., Volk T. A., McArt S. H., Fierke M. K. Pollinator diversity associated with willow biomass crop. *Entomological Society of America National Conference* (Minneapolis, MN, Nov. 15–18, 2015). NRCS Soils, USDA NRCS. URL: [http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/geo/?cid=nrcs142p2\\_053626](http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/geo/?cid=nrcs142p2_053626).
12. Буданцов П. Б., Чумаков В. В., Бердникова Э. В. Применение минеральных удобрений для увеличения интенсивности роста черенковых саженцев ивы. Интенсификация выращивания лесопосадочного материала: тезисы докл. Всерос. науч.-практ. конф. (г. Йошкар-Ола, 11–13 сентября 1996 г.). Йошкар-Ола, 1996. С. 46–47.
13. Dimitriou I., Rosenqvist H., Berndes G. Slow expansion and low yields of willow short rotation coppice in Sweden; implications for future strategies. *Biomass and Bioenergy*. 2011. Vol. 35, Iss. 11. P. 4613–4618. doi: 10.1016/j.biombioe.2011.09.006.
14. Родькин О. И. Производство возобновляемого биотоплива в аграрных ландшафтах: экологические и технологические аспекты. Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011. 212 с.
15. Закон України № 1391-VI «Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-17>.
16. Фучило Я. Д., Сбитна М. В. Верби України: біологія, екологія, використання. 2-ге вид., випр. і доп. Київ: Компринт, 2017. 259 с.
17. Скворцов А. К. Род *Salix L.* Определитель высших растений Украины. Киев: Наукова думка, 1987. С. 130–133.
18. Панічев Р. Шанси для безстрашних: енергетична перспектива деревини. Український лісовий портал. <https://www.lisportal.org.ua/3014/>
19. Сінченко В. М., Пиркін В. І., Гнап І. В., Мельничук Г. А. Умови, необхідні для вирощування енергетичної верби. Біоенергетика. 2017. № 2. С. 9–13.
20. Мельничук М., Дубровін В., Мироненко В. Виробництво і використання твердих і рідких біопалив в умовах агропромислового виробництва. Науковий вісник Національного аграрного університету. 2008. Вип. 125. С. 247–251.
21. Сінченко В. М., Пиркін В. І., Гнап І. В. та ін. Управління технологічними процесами вирощування енергетичної верби. Біоенергетика. 2016. № 2. С. 6–10.
22. Ledin S. Willow wood properties, production and economy. *Biomass and Bioenergy*. 1996. Vol. 11, Iss. 2–3. P. 75–83. doi: 10.1016/0961-9534(96)00022-0.
23. Саутин В. И., Райко П. Н., Воробьев В. Н. Выращивание и комплексное использование ивы. Минск: Ураджай, 1986. 51 с.
24. Фучило Я. Д., Гнап І. В. Вплив ґрунтових і погодних умов на успішність створення енергетичних плантацій верби. Основні проблеми й тенденції подальшого розвитку лісового господарства в Українських Карпатах: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Івано-Франківськ, 4–6 жовтня 2018 р.). Івано-Франківськ, 2018. С. 326–331.

## АНОТАЦІЯ

УДК: 633.584.3

**Наростання вегетативної маси верби залежно від сортових особливостей та виду садивного матеріалу**

Даниук Ю. С., Даниук В. О.

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, Київ, 03110, Україна.

У статті наведено результати досліджень із наростання наземної маси верби залежно від сортових особливостей та виду садивного матеріалу. **Методи.** Польовий, вимірвальний, математично-статистичний. **Результати.** Дослідження проводили з двома видами верби тритичинкової сорту Панфілівська та прутувидної сорту Збруч на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків упродовж 2019–2021 рр. Інтенсивність наростання вегетативної маси верби, від чого залежить і вихід садивного матеріалу — живців або пагонів — зумовлено як її висотою, так і діаметром стебел та їх кількістю. Доведено, що біометричні показники — висота рослини, товщина стебел та кількість продуктивних стебел були більшими в прутувидної верби сорту Збруч, ніж у тритичинкової сорту Панфілівська. Достовірної різниці за цими показниками залежно від виду садивного матеріалу не виявлено. **Висновки.** Висота рослин та товщина стебел верби в динаміці залежала від сортових особливостей. За садіння прутувидної верби сорту Збруч живцями та пагонами приріст висоти та товщини стебел був більшим, ніж у тритичинкової верби сорту Панфілівська як на початку вегетації навесні, так і восени.

**Ключові слова:** сорт, пагони, живці, висота, діаметр рослин, кількість стебел.

## ABSTRACT

УДК: 633.584.3

**Increase in the vegetative mass of willow as affected by varietal features and planting material**

Daniuk Yu.S., Daniuk V. O.

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine.

The results of the research which studied the increase of the above-ground mass of a willow-tree in correlation with the varietal features and kinds of the planting material were presented in the paper. **Methods.** Field, measuring, mathematic-statistical methods were used. **Results.** The research was carried out in the experimental field of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet in the years 2019–2021; two species were used: *Salix triandra* cultivar 'Panfilivska', and common willow cultivar 'Zbruch' were studied. The intensity of the increase of the vegetative mass of willow, the output of the planting material (cuttings or shoots) was predetermined by both a stem diameter and their number. It was proved that biometric indicators, such as plant height, stem thickness and the number of productive stems — were higher for 'Zbruch' cultivar as compared with those of 'Panfilivska'. No significant difference by these indicators depending on the kind of the planting material was recorded. **Conclusions.** Plant height and willow stem thickness in dynamics depended on varietal features. When common willow 'Zbruch' cultivar was planted using cuttings and shoots, the increase of the height and stem thickness was higher as compared with that of 'Panfilivska' cultivar both at the beginning of the vegetation (in spring), and in autumn.

**Key words:** cultivar, shoots, cuttings, height, plant diameter, number of stems.