

УДК 662.63:633.584.3–021.465:631.526.3]:631.535+631.8
DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.33.16>

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПАГОНІВ ВЕРБИ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА УДОБРЕННЯ

ДАНЮК В. О. – аспірант

orcid.org/0009-0004-0985-4480

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

ДРИГА В. В. – доктор сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0001-8085-5313

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Найважливішими заходами зі створення високопродуктивних плантацій верби є: вибір місця для посадок, ретельний обробіток ґрунту, вибір оптимального для лісорослинних умов лісокультурної площі виду (клону) верби, придатного для вирощування запланованих асортименту і виду садивного матеріалу, сезону і способів садіння, догляд за ґрунтом, внесення добрив та захисту рослин від шкідників і хвороб [1, 2]. Зважаючи на високу порослеву здатність верб, після зрізання вирощеної сировини з порослі формується наступна генерація плантації. Таких генерацій, в залежності від вирощуваного сортименту, може бути від кількох десятків (плантації на прут) до 2–3, за вирощування балансової деревини, пиловника та інших середніх і грубих сортиментів [3, 4]. У зв'язку з цим важливе значення у підтриманні високої продуктивності і стійкості вербових плантацій мають також способи і терміни проведення їх рубок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У Канаді в провінції Саскачеван дослідження врожайності тридцяти культиварів верби протягом першого трирічного циклу вирощування показали, що продуктивність енергетичної біомаси становила у середньому 10,5 т/га у рік (середня збереженість рослин – 81 %) [5]. Найвищі показники урожайності – 17,4 т/га сухої біомаси на рік тут продемонстрував сорт «Tully Champion» [6].

Аналіз морфометричних показників та урожайності біомаси 30-ти досліджуваних сортів показав, що висока продуктивність енергетичних плантацій може бути досягнута за використання двох типів сортів [7]. До першого з них входять клони, яким властива висока кустистість та щільність деревини, мала товщина пагонів, високий вміст азоту в листі та відносно низький індекс площі листя. До другого типу відносяться сорти з малою кількістю пагонів, що відзначаються великим їх діаметром, низькою щільністю деревини, низьким вмістом азоту в листі та високим індексом листової площі [8].

У провінції Квебек дослідження енергетичних плантацій 12-ти швидкорослих клонів верби (густота садіння 18 тис. шт./га) показали, що деякі клони *Salix sachalinensis* та *Salix miyabeana* були більш урожайними та стійкішими до ураження хворобами та пошкодження комахами та ніж *Salix viminalis* [9]. Також було встановлено, що деякі види і форми місцевих верб здатні зростати за незначного рівня засолення ґрунту та впливу різного зволоження ґрунту на продуктивність біомаси

кількох північноамериканських видів. Селекційні роботи у США спрямовані на повторне схрещування найперспективніших форм верби, масове отримання гібридів і вибір з них найкращих екземплярів для проведення подальших селекційних досліджень [10]. Ефективність такої стратегії підтверджена дослідженнями, проведеними в штаті Мінесота, де за перший трирічний цикл вирощування продуктивність енергетичних плантацій гібридних сортів верби становила від 7,4 до 16,0 т/га сухої маси на рік, тоді як у насадженнях місцевих верб – лише 0,69–1,83 т/га. Проведена селекційна робота дозволила дослідникам США вивести і запатентувати низку високопродуктивних сортів: «Tully Champion», «Otisco», «Canastota», «Millbrook» та інші. Дослідженнями 15-ти сортів, проведеними у Польщі, встановлено, що за трирічного циклу збирання біомаси, найбільший врожай (понад 15 т/га сухої біомаси у рік) забезпечили сорти верби «Ekotur», «Zubr» та «Start». Селекційні дослідження та вивчення інтродукованих сортів верби виконуються також у низці інших країн [11].

Для успішної ефективності в цьому напрямку отримання енергетичної вербової сировини важливо враховувати залежність від ґрунтово-кліматичних умов, відбору високопродуктивних в цих умовах видів (сортів) та впровадження ефективних технологічних схем створення, вирощування та експлуатації їх плантацій [12, 13].

Проведений огляд свідчить, що відсутня інформація щодо заготівлі, зберігання садивного матеріалу енергетичної верби та впливу його якості на формування продуктивності енергетичної верби. Дослідження цих елементів технології забезпечить створення сприятливих умов для максимальної приживлюваності живців чи пагонів енергетичної верби, та підвищення коефіцієнту розмноження садивного матеріалу.

В Україні, зважаючи на значні проблеми із забезпеченням традиційним видом енергоносіїв, і сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами та традиційним землеробством, виробництво енергетичної рослинної біомаси має великі перспективи, що сприятиме зменшенню необхідності імпорту твердого біопалива. Широке впровадження у виробництво енергетичної верби не можливе без наявності достатньої кількості високоякісного садивного матеріалу, тому розробка елементів технології, які забезпечують одержання якісних живців або пагонів є актуальним.

Мета статті – Дослідити вплив сортових особливостей та удобрення рослин верби другого циклу вегетації на технологічні якості пагонів культури.

Матеріали та методика досліджень. Польові та лабораторні дослідження проводили на дослідному полі та в лабораторії Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків упродовж 2023–2025 рр. з двома видами енергетичної верби української селекції – тритичинкової сорту Панфільська та прутovidної сорту Збруч. Дослідження проводили з рослинами верби другого циклу життя – 4–5 роки вегетації. Для садіння заготовлю живців проводили восени та навесні, які були висаджені в квітні 2020 р. Після 3-х років вегетації рослини енергетичної верби скошували та перед початком нового вегетаційного періоду підживлювали аміачною селітрою з нормою витрати N_{105} д.р. на гектар.

Загальна площа ділянок: 990,88 м², повторність чотирикротна. Розміщення варіантів та повторень – рендомізоване.

Дослідження проводили в умовах Правобережного Лісостепу України, в зоні нестійкого зволоження, яка характеризується помірно-континентальним кліматом. Рельєф дослідного поля слабохвилястий рівнина з невеликим нахилом поверхні. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний, середньоглибкий, малогумусний, грубопилувато-легкосуглинковий на карбонатному лесі.

У рослинних зразках визначали вміст сухої речовини термогравіметричним методом, вміст основних елементів живлення в рослинному матеріалі після мокрого озолення в сірчаній кислоті за МВВ 31-497058-019-2005, вміст золи – спалюванням у муфельній печі.

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методом дисперсійного аналізу за методом Фішера з використанням методичних рекомендацій.

Результати досліджень. Не виявлено закономірного збільшення технологічних якостей в зразках верби на початку вегетації залежно від сортових особливостей як в контролі – без удобрення, так і за підживлення рослин аміачною селітрою. Водночас, застосування мінеральних добрив забезпечило достовірне збільшення окремих показників обох сортів: вміст целюлози сорту

Збруч збільшився на 2,28 %, золи на 0,75 %, геміцелюлози на 0,53 %, сорту Панфільська ці показники також достовірно збільшилися (табл. 1).

Вищий вміст целюлози у деревині сприяє її кращому та енергійнішому горінню, оскільки целюлоза є основним компонентом, який виділяє тепло під час окиснення. Висока концентрація целюлози прямо впливає на теплотворну здатність, роблячи деревину більш ефективною як паливо [10].

На початку вегетації при підживленні рослин добривами спостерігалася лише тенденція збільшення вмісту сухої речовини та лігніну, порівняно з контролем обох сортів. Збільшення ж лігніну, що міститься в рослинах, позитивно впливає на склеювання паливних брикетів і пелет, це зв'язуюча речовина [11].

На завершення вегетації станом на 10 жовтня, коли ріст і розвиток верби призупинився, показники технологічних якостей були значно вищими, порівняно з початком вегетації, але достовірної різниці залежно від сортових особливостей та внесення аміачної селітри не виявлено, спостерігалася лише тенденція їх збільшення.

Важливим є дослідження хімічного складу деревини, який визначає її біоенергетичну якість [11].

На початок вегетації не виявлено достовірного збільшення вмісту основних елементів живлення в пагонах верби як залежно від сортових особливостей, так і за внесення аміачної селітри, спостерігалася лише тенденція їх зміни (табл. 2).

Застосування добрива сприяло зростанню вмісту азоту на 5–10 %, фосфору – на 5–0 %, а калію – на 2–6 % залежно від сортових особливостей. Вміст хлору та сірки майже не змінювався залежно як від сортових особливостей, так і від внесення добрив.

На завершення вегетації станом на 10 жовтня, коли ріст і розвиток верби призупинився значної різниці з вмісту хімічних елементів за внесення добрив не виявлено обох сортів. Доцільно зазначити, що на закінчення вегетації вміст хімічних елементів був вищим, порівняно з початку вегетації крім кількості сірки, вміст якої не змінився, що є позитивним.

Збільшення ж сірки сприяє підвищенню утворення диоксида сірки в процесі згорання пагонів чи їх щепи,

Таблиця 1

Технологічні якості пагонів верби залежно від сортових особливостей та удобрення (середнє за 2024–2025 рр.)

Сорт	Добрива	Вміст, %				
		сухої речовини	золи	целюлози	геміцелюлози	лігніну
Початок вегетації станом на 01.05.						
Збруч	Контроль	57,80	3,00	38,86	13,10	11,76
	Добриво	58,98	2,25	41,14	13,63	12,05
Панфільська	Контроль	55,90	2,00	38,83	13,05	11,90
	Добриво	59,57	2,30	41,04	13,58	11,93
Завершення вегетації станом на 01.10.						
Збруч	Контроль	52,65	2,75	49,50	15,40	13,20
	Добриво	53,00	4,15	48,90	15,80	13,50
Панфільська	Контроль	47,60	1,74	47,05	15,80	12,95
	Добриво	47,80	4,06	49,50	15,98	13,00
<i>HIP</i> _{0,05}	3,1	0,1	1,8	0,6	0,5	

Таблиця 2

Хімічний склад пагонів різних верби залежно від сортових особливостей та удобрення (середнє за 2024–2025 рр.)

Сорт	Добрива	Вміст хімічних елементів, %				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Хлор	Сірка
Початок вегетації станом на 01.05						
Збруч	Контроль	1,08	0,55	1,54	0,0163	0,08
	Добриво	1,19	0,60	1,63	0,0170	0,09
Панфільська	Контроль	1,15	0,56	1,60	0,0145	0,08
	Добриво	1,20	0,59	1,63	0,0160	0,09
Завершення вегетації станом на 01.10						
Збруч	Контроль	1,28	0,69	1,79	0,0150	0,08
	Добриво	1,30	0,70	1,80	0,0190	0,09
Панфільська	Контроль	1,27	0,72	1,80	0,0160	0,10
	Добриво	1,32	0,75	1,82	0,0180	0,09
HIP _{0,05}	0,05	0,02	0,07	0,0001	0,01	

який в атмосфері взаємодіє з водяною парою, внаслідок чого утворюється сірчана кислота, що негативно впливає на навколишнє середовище. А якщо з пагонів верби робити паливні брикети або пелети, то утворення диоксиду сірки зменшується до нуля або в 10 разів, порівняно зі спалювання кам'яного вугілля. [13]. Тобто, за інтенсивної технології верби для біопалива за значного збільшення сірки в деревині його доцільно використовувати лише для виготовлення паливних брикетів або пелет. Таке паливо безпечне і є економічно виправданим напрямом енергозбереження для держави.

Висновки. Не встановлено закономірного збільшення технологічних якостей та вмісту основних елементів живлення в пагонах верби на початку вегетації залежно від сортових особливостей як в контролі – без удобрення, так і за підживлення рослин аміачною селітрою. Застосування мінеральних добрив забезпечило значне збільшення в деревині верби золи, целюлози та геміцелюлози.

На завершення вегетації, коли ріст і розвиток верби призупинився, показники технологічних якостей та вміст хімічних елементів були значно вищими, порівняно з початком вегетації, але достовірної різниці залежно від сортових особливостей та внесення аміачної селітри не виявлено, спостерігалася лише тенденція їх збільшення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

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. С. 28–31.
2. Моргун А. В., Коваленко А. М., Любич В. В. Параметри формування сировини тютюну. *Збірник Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 82–88.
3. Мандровська С. М., Любич В. В. Формування продуктивності різних сортів проса прутноподібного. *Збірник Уманського НУС*. 2024. Вип. 105. С. 84–95.
4. Любич В. В., Моргун А. В. Технологічні параметри формування тютюнової сировини у Правобережному Лісостепу. *Збірник Уманського НУС*. 2024. Вип. 105. С. 153–162.

5. Горелов О. М., Фучило Я. Д., Кругляк Ю. М. та ін. Гібридизація та селекція верб як перспективний напрям отримання високопродуктивних клонів. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2014. Вип. 125. С. 108–114.
6. Гументик М. Я. Ефективне використання біомаси та сільськогосподарських відходів. *Агроеліта*. 2019. № 2. С. 12–13.
7. Гументик М. Я., Гайда Ю. І., Фучило Я. Д., Гнап І. В. Економічна ефективність інвестицій у вирощування біоенергетичних культур в зоні лісостепу України. *Економічний аналіз*. 2018. Т. 28, № 2. С. 21–30.
8. Доронін В. А., Дрига В. В., Кравченко Ю. А., Доронін В. В. 133 Особливості формування садивного матеріалу міскантусу гігантського залежно від елементів технології вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Т. 13, № 4. С. 351–360.
9. Гордієнко М. І., Фучило Я. Д. Морфометричні параметри та посівні якості насіння деяких представників роду *Salix* L. в умовах Полісся України. *Науковий вісник УкрДЛТУ*. 1999. Вип. 9.10. С. 56–58.
10. Дебринюк Ю. М. Насадження з коротким оборотом рубки як відновлюване джерело енергії. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2010. Вип. 147. С. 201–208.
11. Дебринюк Ю. М. Платанційні лісові насадження як об'єкти невичерпного виробництва енергетичної біомаси. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2009. Вип. 116. С. 170–178.
12. Гелетуша Г. Г., Железна Т. А., Олійник Є. М. Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2013. Т. 35, № 5. С. 48–57.
13. Гелетуша Г. Г., Железна Т. А., Олійник Є. М., Гелетуша А. І. Перспективи виробництва електричної енергії з біомаси в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2013. Т. 35, № 6. С. 67–75.

REFERENCES:

1. Doronin, V. A., Kravchenok, Yu. V., Dryha, V. V., Doronin, V. V. (2018). Formuvannia sadyvnoho materialu miskantusu v druhomu rotsi vehetatsii zalezno vid elementiv tekhnolohii yoho vyroshchuvannia [Formation

- of miscanthus planting material in the second year of vegetation depending on the elements of its cultivation technology]. *Bioenerhetyka*, 28–31. (in Ukrainian).
2. Morhun, A. V., Kovalenko, A. M., Liubych, V. V. (2025). Parametry formuvannia syrovyny tiutiunu [Parameters of tobacco raw material formation]. *Zbirnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu*, 106, 1, 82–88. (in Ukrainian).
 3. Mandrovskaya, S. M., Liubych, V. V. (2024). Formuvannia produktyvnosti riznykh sortiv prosa prutopodibnogo [Formation of productivity of different varieties of rod-shaped millet]. *Zbirnyk Umanskoho NUS*, 105, 84–95. (in Ukrainian).
 4. Liubych, V. V., Morhun, A. V. (2024). Tekhnologichni parametry formuvannia tiutiunovoi syrovyny u Pravoberezhnomu Lisostepu [Technological parameters of tobacco raw material formation in the Right-Bank Forest-Steppe]. *Zbirnyk Umanskoho NUS*, 105, 153–162. (in Ukrainian).
 5. Horielov, O. M., Fuchylo, Ya. D., Kruhiak, Yu. M. ta in. (2014). Hibrydyzatsiia taseleksiia verbyak perspektyvnyi napriam otrymannia vysokoproduktyvnykh kloniv [Hybridization and selection of willows as a promising direction for obtaining highly productive clones]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliaratsiia*, 125, 108–114. (in Ukrainian).
 6. Humenyk, M. Ya. (2019). Efektyvne vykorystannia biomasy ta silskohospodarskykh vidkhodiv [Effective use of biomass and agricultural waste]. *Ahroelita*, 2, 12–13. (in Ukrainian).
 7. Humenyk, M. Ya., Haida, Yu. I., Fuchylo, Ya. D., Hnap, I. V. (2018). Ekonomichna efektyvnist investytsii u vyroshchuvannia bioenerhetychnykh kultur v zoni lisostepu Ukrainy [Economic efficiency of investments in growing bioenergy crops in the forest-steppe zone of Ukraine]. *Ekonomichniy analiz*, 28, 2, 21–30. (in Ukrainian).
 8. Doronin, V. A., Dryha, V. V., Kravchenko, Yu. A., Doronin, V. V. (2017). Osoblyvosti formuvannia sadyvnoho materialu miskantusu hihantskoho zalezno vid elementiv tekhnologii vyroshchuvannia [Features of the formation of planting material of giant miscanthus depending on the elements of growing technology]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 13, 4, 351–360. (in Ukrainian).
 9. Hordienko, M. I., Fuchylo, Ya. D. (1999). Morfometrychni parametry ta posivni yakosti nasinnia deiakykh predstavnykiv rodu *Salix L.* v umovakh Polissia Ukrainy [Morphometric parameters and sowing qualities of seeds of some representatives of the genus *Salix L.* in the conditions of Polissya of Ukraine]. *Naukovyi visnyk UkrDLTU*, 9, 56–58. (in Ukrainian).
 10. Debryniuk, Yu. M. (2010). Nasadzhennia z korotkym oborotom rubky yak vidnovliuvane dzherelo enerhii [Short-rotation stands as a renewable energy source]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 147, 201–208. (in Ukrainian).
 11. Debryniuk, Yu. M. (2009). Plantatsiini lisovi nasadzhennia yak obiekty nevycherpnogo vyrobnytstva enerhetychnoi biomasy [Plantation forests as objects of inexhaustible production of energy biomass]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliaratsiia*, 116, 170–178. (in Ukrainian).
 12. Heletukha, H. H., Zhelezna, T. A., Oliinyk, Ye. M. (2013). Perspektyvy vyrobnytstva teplovoi enerhii z biomasy v Ukraini [Prospects for the production of thermal energy from biomass in Ukraine]. *Promyslova teplotekhnika*, 35, 5, 48–57. (in Ukrainian).
 13. Heletukha, H. H., Zhelezna, T. A., Oliinyk, Ye. M., Heletukha, A. I. (2013). Perspektyvy vyrobnytstva elektrychnoi enerhii z biomasy v Ukraini [Prospects for the production of electricity from biomass in Ukraine]. *Promyslova teplotekhnika*, 35, 6, 67–75. (in Ukrainian).
- Данюк В. О., Дрига В. В. Технологічні властивості пагонів верби залежно від сортових особливостей та удобрення**
- Мета.** Дослідити вплив сортових особливостей та удобрення рослин верби другого циклу вегетації на технологічні якості пагонів культури. **Методи.** Лабораторні, математично-статистичні. **Результати.** Закономірного збільшення технологічних якостей в зразках верби на початку вегетації залежно від сортових особливостей як в контролі – без удобрення, так і за підживлення рослин аміачною селітрою не виявлено. Застосування мінеральних добрив забезпечило достовірне збільшення окремих показників обох сортів: вміст целюлози сорту Збруч збільшився на 2,28 %, золи на 0,75 %, геміцелюлози на 0,53 %, сорту Панфільська ці показники також достовірно збільшилися. Достовірного підвищення вмісту сухої речовини та лігніну не було, спостерігалася лише тенденція їх збільшення порівняно з контролем обох сортів. На завершення вегетації станом на 10 жовтня, коли ріст і розвиток верби призупинився, показники технологічних якостей були значно вищими, порівняно з початком вегетації, але достовірної різниці залежно від сортових особливостей та внесення аміачної селітри не виявлено, спостерігалася лише тенденція їх збільшення. Не виявлено достовірного збільшення вмісту основних елементів живлення в пагонах верби упродовж вегетації як залежно від сортових особливостей, так і за внесення аміачної селітри, спостерігалася лише тенденція їх зміни. Застосування добрива сприяло зростанню вмісту азоту на 5–10 %, фосфору – на 5–0 %, а калію – на 2–6 % залежно від сортових особливостей. Вміст хлору та сірки майже не змінювався залежно як від сортових особливостей, так і від внесення добрив. На завершення вегетації, коли ріст і розвиток верби призупинився вміст хімічних елементів був вищим, порівняно з початку вегетації крім кількості сірки, вміст якої не змінився, що є позитивним, оскільки збільшення ж сірки сприяє підвищенню утворення диоксиду сірки в процесі згорання пагонів чи їх щепи, який в атмосфері взаємодіє з водяною парою, внаслідок чого утворюється сірчана кислота, що негативно впливає на навколишнє середовище. **Висновки.** Не встановлено закономірного збільшення технологічних якостей та вмісту основних елементів живлення в пагонах верби на початку та закінченні вегетації залежно від сортових особливостей як в контролі – без удобрення, так і за підживлення рослин аміачною селітрою. Застосування мінеральних добрив забезпечило значне збільшення в деревині верби золи, целюлози і геміцелюлози.
- Ключові слова:** сорт, технологічні властивості, підживлення, хімічні елементи, суха речовина, целюлоза, сірка.
- Daniuk V. O., Dryga V. V. Technological properties of willow shoots depending on varietal characteristics and fertilization**
- Aims.** To investigate the influence of varietal characteristics and fertilization of willow plants of the second

cycle of vegetation on the technological qualities of culture shoots. **Methods.** Laboratory, mathematical and statistical. **Results.** A regular increase in technological qualities in willow samples at the beginning of vegetation depending on varietal characteristics was not detected in the control – without fertilization, and with fertilizing plants with ammonium nitrate. The use of mineral fertilizers provided a significant increase in individual indicators of both varieties: the cellulose content of the Zbruch variety increased by 2.28 %, ash by 0.75 %, hemicellulose by 0.53 %, these indicators also significantly increased in the Panfilska variety. There was no significant increase in the content of dry matter and lignin, only a tendency for their increase was observed compared to the control of both varieties. At the end of the growing season on October 10, when the growth and development of willow stopped, the indicators of technological qualities were significantly higher compared to the beginning of the growing season, but no significant difference was found depending on the varietal characteristics and the application of ammonium nitrate, only a tendency to increase them was observed. No significant increase in the content of basic nutrients in willow shoots was found during the growing season, both depending on the varietal characteristics and the application of ammonium nitrate, only a tendency to change

them was observed. The use of fertilizer contributed to an increase in the content of nitrogen by 5–10 %, phosphorus by 5–0 %, and potassium by 2–6 %, depending on the varietal characteristics. The content of chlorine and sulfur almost did not change depending on both the varietal characteristics and the application of fertilizers. At the end of the growing season, when the growth and development of willow stopped, the content of chemical elements was higher compared to the beginning of the growing season, except for the amount of sulfur, the content of which did not change, which is positive, since the increase in sulfur contributes to the increase in the formation of sulfur dioxide during the combustion of shoots or their grafts, which interacts with water vapor in the atmosphere, resulting in the formation of sulfuric acid, which negatively affects the environment. **Conclusions.** No regular increase in technological qualities and the content of basic nutrients in willow shoots at the beginning and end of the growing season was established, depending on the varietal characteristics both in the control – without fertilization, and with fertilizing plants with ammonium nitrate. The use of mineral fertilizers provided a significant increase in ash, cellulose and hemicellulose in willow wood.

Key words: variety, technological properties, fertilization, chemical elements, dry matter, cellulose, sulfur.

Дата першого надходження рукопису до видання: 27.10.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 28.11.2025

Дата публікації: 14.12.2025