

*В.М. Костенко, д-р філософії,
В.А. Соболев, канд. с.-г. наук,
А.Я. Карась, канд. с.-г. наук*

Інститут садівництва (ІС) НААН України
03027, Київ-27, вул. Садова, 23

e-mail: kvn.kostenko@ukr.net

*В.С. Печко, д-р екон. наук,
директор громадської спілки (ГС «Укрсадвинпром»)
03022, Київ-22, вул. Васильківська, 37*

e-mail: info@ukrsadvinprom.com

ВСТАНОВЛЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПРИ РОЗМНОЖЕННІ ГОРІХА ВОЛОСЬКОГО (*JUGLANS REGIA L.*) ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА САДЖАНЦІВ КОРЕНЕВЛАСНОГО ВИНОГРАДУ

*У статті зазначено природу походження, природній ареал та значення волоського горіха (*Juglans Regia L.*) для України та світу, а також мету і методику дослідження.*

Визначено сорти з найвищим відсотком калюсоутворення у варіантах досліду в штучних умовах кильчування та природньому кильчуваторі, а також показано відсутність позитивного результату щодо можливості калюсу до рослинного органогенезу.

Обґрунтовано необхідність розширення дослідження щодо впливу гормонів росту – ауксинів (ІМК, ІНА) на здатність калюсу здерев'янілих живців до коренеутворення та визначення режиму і специфіки умов для стимуляції у них рослинного органогенезу.

Ключові слова: волоський горіх, кильчування, калюсоутворення, коренеутворення, вегетативне розмноження, здерев'янілі живці, калюс, коріння.

Культура грецького горіха *Juglans Regia L.* вивчається на різних напрямках, в тому числі, технологічному [1,2], фізіолого-біохімічному [3,4,5] та медико-соціальному [6,7,8,9,10].

Природний ареал волоського горіха (*Juglans Regia L.*) розташований між 30⁰ і 45⁰ північної широти та між 20⁰ і 80⁰ східної довготи, і в світі культура займає близько 7% земної поверхні. Завдяки поживним і лікувальним властивостям волоський горіх вважається однією з найцінніших порід плодкових дерев. В цілому світовий ринок торгівлі лущеними та нелущеними горіхами сягає, відповідно, 2,3 та 2,1 млрд. доларів США у рік (FAOSTAT, 2020).

В Україні волоський горіх також є однією з важливих горіхоплідних культур зі значним експортним потенціалом. Питома вага волоського горіха у загальних обсягах та виручці від експорту плодово-ягідної продукції в останні роки складала від 25 до 50% [14]. Експортна виручка України за лущені горіхи може перевищувати 100 млн. доларів США в рік, ще декілька мільйонів приносить торгівля нелущеними горіхами [15].

Місцем походження волоського горіха визначена територія стародавньої Персії з безморозними кліматичними умовами, проте, тисячоріччями рослина адаптується, утворюючи різні форми, що розповсюджуються на північні регіони. Завдяки праці вчених селекціонерів Затокового Ф.С., Жадана В.М., Цуркану І.П., Команича І.Г., Кочу В., Людовика Петру та пошукам ентузіастів-любителів на сьогодні маємо широкий асортимент сортів і форм горіха волоського, здатного витримувати мінімальні температури до 30-35⁰С з тривалістю безморозного періоду 160 днів та сумою ефективних температур 2500⁰С і вище.

Метод вегетативного розмноження селекційних форм та сортів горіха волоського є єдиним, який дозволяє зберегти і закріпити його цінні сортові властивості. До недавнього

часу основним способом такого розмноження було окулювання сіянців горіха у розсаднику. Спосіб зимового настільного щеплення в контрольованих умовах температури і вологості в стратифікаційних камерах першим застосував французький вчений Жорж Моретт (Gorges Moret) у середині ХХ століття. При цьому практично всі технологічні прийоми були перейняті з технології виробництва щепленого садивного матеріалу винограду.

При цьому слід зазначити, що виробництво як саджанців винограду, так і горіха волоського способом зимового щеплення в контрольованих умовах температури і вологості у стратифікаційних камерах є енергоємними процесами. Так, наприклад, згідно з дослідженням, проведеним науковцями Херсонського державного аграрного університету, сучасна технологія вирощування щеплених саджанців винограду потребує щорічно 1193,8 ГДж/га хіміко-техногенної енергії. При середньому виході якісних щеплених саджанців у межах 30-35% від кількості виготовлених щеп, середня енергетична вартість кожного саджанця становить 28 МДж. При цьому застосування технології вирощування кореневласних саджанців винограду може зменшити витрати хіміко-техногенної енергії на 71,7%, оскільки процес щеплення вимагає додаткових ресурсів та етапів [4]. Запровадження технології виробництва кореневласного садивного матеріалу горіха волоського також може значно скоротити витрати хіміко-техногенної енергії.

Головною причиною переходу від виробництва кореневласного садивного матеріалу до вирощування щеплених саджанців винограду була боротьба з філоксерою (*Daktulosphaira vitifoliae*), оскільки у 19 столітті Європу вразила епідемія виноградної філоксери – шкідника, що знищує коріння європейських сортів (*Vitis vinifera*). Американські види винограду мали природний імунітет, тому їх почали використовувати як підщепний матеріал для щеплення на ньому культурних сортів.

У свою чергу, волоський горіх, як відомо, має низьку здатність до укорінення здерев'янілими та зеленими живцями, що пояснюється кількома біологічними та фізіологічними факторами:

- генетична схильність до насіннєвого, а не вегетативного розмноження;
- у коренях відсутні активні камбіальні шари, і це обмежує їх здатність до регенерації;
- не формує кореневу поросль, корені слабо продукують адвентивні бруньки, які могли б дати початок новим рослинам;
- у деревині та корі містяться високі концентрації юглону – алелопатичної речовини, що пригнічує ріст і розвиток клітин, включаючи утворення нових коренів;
- високий вміст фенольних сполук.

Тому виробництво щеплених саджанців волоського горіха традиційним методом зимового щеплення з використанням стратифікаційних камер станом на сьогодні є сучасною технологією, яка забезпечує високий відсоток приживлюваності (80-82%), проте вона має високий рівень енерговитрат, що спонукає до пошуку більш енергоефективних технологічних прийомів.

При цьому, з огляду на той факт, що шкідників, подібних до філоксери, що вражають кореневу систему горіха волоського немає, пошук можливості зменшення енергетичних витрат при виробництві його садивного матеріалу шляхом застосування технологічних елементів кореневласного розмноження є актуальним.

Мета дослідження полягала у визначенні впливу різних видів механічних пошкоджень нижньої частини здерев'янілих живців різних сортів горіха волоського в процесі кільчування на їх спроможність до калюсоутворення та подальшого коренеутворення.

Матеріали та методика досліджень

За основу при дослідженні застосовувалися загальноприйняті агроприйоми технології вирощування кореневласних саджанців винограду та результати їх досліджень [15, 16, 17, 18, 19, 20].

Оскільки наукові дослідження щодо створення технології вирощування кореневласних саджанців горіха не проводилися, виникає необхідність провести

дослідження по визначенню впливу різних видів механічних пошкоджень нижньої частини здерев'янілих живців горіха волоського в процесі кільчування на їх спроможність до калусоутворення і подальшого коренеутворювання.

Для досягнення мети досліджень були поставлені наступні задачі:

- визначити здатність до вегетативного розмноження здерев'янілими живцями ранньо-, середньо- та пізньостиглих сортів горіха волоського по технології вирощування кореневласних саджанців винограду;

- визначити вплив різних видів механічних пошкоджень нижньої частини здерев'янілих живців горіха волоського в процесі кільчування на їх здатність до калусоутворення і подальшого коренеутворювання;

- визначити здатність калусу до коренеутворення на здерев'янілих живцях горіха волоського;

- провести наукове обґрунтування ефективності розроблених технологічних прийомів.

Дослідження проводилися на базі Інституту садівництва НААН у 2025 році за традиційними методиками [11, 12, 13, 14] (рис. 1).

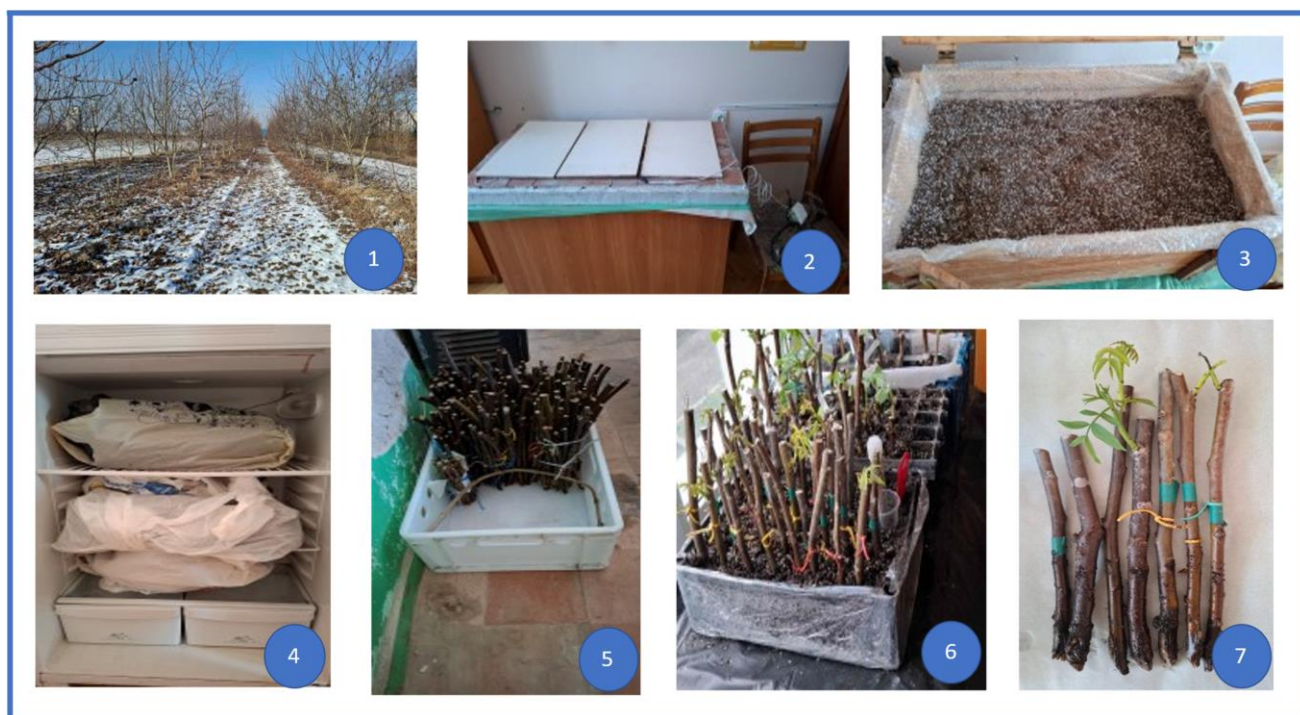


Рис.1. Матеріали та обладнання для проведення дослідження

Фото 1. Маточно-живцевий сад горіха волоського в Інституті садівництва НААН, на якому в другій половині лютого 2025 року здійснювалася заготівля здерев'янілих живців; Фото 2. Кільчуватор (стіл з теплою підлогою для підігріву нижньої частини живців); Фото 3. Субстрат; Фото 4. Побутовий холодильник, де зберігалися живці. Фото 5. Вимочування здерев'янілих живців у Індолілмасляній кислоті (ІМК); Фото 6. Здерев'янілі живці в субстраті; Фото 7. Здерев'янілі живці через 2 тижні після кільчування.

Дослідження проводилися з сортами Чернівецький-2, Козаку та Буковинська бомба.

У кожному варіанті було по 30 здерев'янілих живців кожного сорту в триразовій повторності. Для дослідження бралися 3-4 вічкові здерев'янілі живці довжиною 15-25 см та товщиною 7-12 мм із здорових добре визрілих пагонів [21]. Заготовлені здерев'янілі живці загорталися у вологу тканину та целофан і зберігалися у побутовому холодильнику протягом 2-х тижнів при температурі + 4 °С.

Схема досліду передбачає проведення досліджень у наступних варіантах:

- без зрізів та продовжного борозднування здерев'янілих живців;
 - нижній кінець живців обрізали під кутом 45° з нанесенням подовжніх надрізів – по 2-4 неглибокі борозенки вздовж нижньої частини здерев'янілого живця (до 2 см);
 - нижній кінець здерев'янілих живців обрізали під кутом 45° з нанесенням подовжніх надрізів – по 2-4 неглибокі борозенки вздовж нижньої частини здерев'янілого живця (до 2 см) та додатково на ніжні кінці наносилися механічні пошкодження.

Перед кільчуванням здерев'янілі живці ставили на стимуляцію коренеутворення у розчин Індолілмасляної кислоти (ІМК), **концентрація:** 100 мг/л при температурі 18-22 °С. Кільчування здерев'янілих живців горіха проводили у приміщенні з постійною температурою повітря 10-15 °С, та 25–28 °С на кільчуваторі (конструкція із застосуванням «теплої підлоги» - електричних нагрівальних матів, які забезпечували тепло у основи живців). Для підтримки високого рівня вологості для стимулювання утворення коренів використовувалася суміш торф-сфагнуму з перлітом у співвідношенні 4:1, якою пересипали на 2/3 висоти здерев'янілих живців у ящиках, розміщуваних на кільчуваторі.

З метою захисту верхньої бруньки від пересихання, збереження внутрішньої вологи і запобіганню ураження грибками та бактеріями, верхню частину здерев'янілих живців на 1/3 занурювали у рідкий парафін з додаванням садового вару (пропорції 4:2).

Шляхом періодичного зволоження вологість суміші торфу-сфагнуму і перліту підтримували на рівні 70-80%. Спостереження за результатами процесу утворення калусної тканини та перших корінців на здерев'янілих живцях проводили кожні 5 діб. Облік відсотка здерев'янілих живців з наявністю калюсу провели через 30 днів після початку кільчування здерев'янілих живців (табл. 1).

Таблиця 1

**Калусоутворення на здерев'янілих живцях сортів волоського горіха
після 4-х тижневого кільчування, %**

№ з/п	Варіанти досліджень	Сорти волоського горіха		
		Чернівецький-2	Козаку	Буковинська бомба
1	Здерев'янілі живці без продовжних надрізів і пошкоджень (контроль)	0	23,3	0
2	З продовжними надрізами нижньої частини здерев'янілих живців	13,3	16,6	0
3	З продовжними надрізами і механічними пошкодженнями нижньої частини здерев'янілих живців	16,7	60	20

В результаті обліків було виявлено, що у сорту Чернівецький-2 в контролі живців з калусом не було жодного (0%); у варіанті з надрізами – 13,3%, і в живців з надрізами і механічними пошкодженнями – 16,7% від загальної їх кількості у варіанті.

У сорту Козаку у живців без надрізів і пошкоджень їх з калусом виявилось 23,3%, при проведенні продовжних надрізів живців з калусом було 16,6%, а при проведенні надрізів і механічних пошкоджень було 60% від загальної їх кількості у варіанті.

По сорту Буковинська бомба отримали наступні результати: у перших двох варіантах калюсу не утворилося взагалі, а в живців з надрізами і механічними пошкодженнями їх було 20% від загальної їх кількості у варіанті.

При цьому калюс, що утворився на всіх здерев'янілих живцях всіх досліджуваних сортів мав яскраво виражений бурий колір. Після цього нижні кінці живців зазначених сортів були оброблені сухим препаратом стимулятора коренеутворення Біохелпом і поставлені у кільчуватор на вологий субстрат з нижнім підігрівом 28 °С на укорінення.

Через 2 тижні огляд здерев'янілих живців з калюсом показав, що жодний з них не дав корінців. В процесі проведення дослідження робилися відео звіти, які розміщувалися в мережі Інтернет на TikTok та Facebook [22].

Окремі досліди були проведення з вивчення впливу дріжджів (20 г на 5 л води) та меду (1 столова ложка на 5 л води) на обкорінення здерев'янілих живців волоського горіха сортів Чернівецький-2, Буковинський-1, Прикарпатський. 15.04.2025 року їх помістили в природний кільчуватор на 4 тижні (в землі нижньою частиною доверху під склом). Періодично верхній 5-ти сантиметровий шар землі зволожували.

За даними Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського державної служби України з надзвичайних ситуацій, середньомісячна температура повітря та місячна кількість опадів у цей період становили, відповідно, 11-13 °С та 47-64 мм [23].

Облік відсотка здерев'янілих живців з наявністю калюсу проводився 22.05.2025 р.

В результаті проведення обліку і спостережень було встановлено, що у сортів Чернівецький-2 здерев'янілих живців з калюсом було 4 шт.; Буковинського – 1-11 шт., Прикарпатського – 12 шт.

Після цього, 22.05.2025 р. нижні кінцівки цих здерев'янілих живців з калюсом були оброблені сухим препаратом стимулятора коренеутворення Біохелпом і поставлені у кільчуваторі у вологий субстрат з нижнім підігрівом 28 °С для продовження укорінення.

Огляд здерев'янілих живців, проведений 12.06.2025 року, показав, що жодний з них не утворив коренів.

Висвітлені результати в таблицях 1 і 2 показують, що здерев'янілі живці горіха волоського мають здатність у штучних та природніх умовах кільчування до калюсоутворення.

Таблиця 2

Калюсоутворення на здерев'янілих живцях сортів волоського горіха після 4-х тижневого кільчування у природньому кільчуваторі, %

Дослідні здерев'янілі живці з надрізами і механічними пошкодженнями нижньої частини	Сорти волоського горіха		
	Чернівецький-2	Буковинський-1	Прикарпатський
	13,3	36,7	40

Найвищим був відсоток (60) калюсоутворення у сорту Козаку у варіанті досліду з надрізами і механічними пошкодженнями нижньої частини здерев'янілого живця у штучних умовах кільчування, та сорту Прикарпатський (40) при природньому кільчуваторі.

Разом з цим, калюс на цих здерев'янілих живцях був з яскраво вираженим побурінням і не проявив здатності до рослинного органогенезу.

Висновок. Таким чином, надалі, для досягнення кінцевої мети, потрібно продовжити дослідження, в тому числі і щодо впливу стимуляторів гормонів росту – ауксинів (ІМК, ІНА) на здатність калюсу здерев'янілих живців до коренеутворення, так і визначення режиму і специфіки умов для стимуляції у них органогенезу.

Список використаних джерел

1. Muzaffar M. & Kumar A. Effect of different methods, time and environmental condition on grafting in walnut. *International Journal of Farm Sciences*. 2011. Vol. 1(2). Pp. 17-22. https://www.researchgate.net/profile/Ajay-Sharma-88?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRG93bmxvYWQjLCJwYWdlIjoicHVibGljYXRpb24ifX0.
2. Nacheva L. & Gandev S. Transport and distribution of ¹⁴C-photoassimilates in walnut plants grafted by the hot callus method. *Plant Science*. 2009. Vol. 46. Pp. 210-213.
3. Nguyen T. H., Vu D. C. A review on phytochemical composition and potential health-promoting properties of walnuts. *Food Rev. Int.* 2023. Vol. 39. Pp. 397–423. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
4. The road to reuse of walnut by-products: A comprehensive review of bioactive compounds, extraction and identification methods, biomedical and industrial applications / Zhu K. Et al. *Trends Food Sci. Technol.* 2024, Vol. 143. Pp. 104264. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
5. Rébufa C., Artaud J., Le Dréau Y. Walnut (*Juglans regia* L.) oil chemical composition depending on variety, locality, extraction process and storage conditions: A comprehensive review. *J. Food Compos. Anal.* 2022. Vol. 110. Pp. 104534. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
6. Extraction, chemical components, bioactive functions and adulteration identification of walnut oils: A review / Gao Y. et al. *Grain Oil Sci. Technol.* 2024. Vol. 7. Pp. 30–41. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
7. Astounding the synergistic interplay of walnuts in combating inflammation and oxidative damage / Shabbir M. A. et al. *J. Funct. Foods*. 2024. Vol. 119. Pp. 106292. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
8. Shigaeva J., Darr D. On the socio-economic importance of natural and planted walnut (*Juglans regia* L.) forests in the Silk Road countries: A systematic review. *For. Policy Econ.* 2020. Vol. 118. Pp. 102233. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
9. Effect of walnut consumption on neuropsychological development in healthy adolescents: a multi-school randomised controlled trial / Pinar-Martí A. et al. *eClinicalMedicine*. 2023. Vol. 59. Pp. 101954. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2023.101954>.
10. Effect of a 2-year diet intervention with walnuts on cognitive decline. The Walnuts And Healthy Aging (WAHA) study: a randomized controlled trial / Sala-Vila A. et al. *Am. J. Clin. Nutr.* 2020. Vol. 111. Pp. 590–600. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz328>.
11. Effect of a walnut diet on office and 24-hour ambulatory blood pressure in elderly individuals: findings from the WAHA randomized trial / Domènech M. et al. *Hypertension*. 2019. Vol. 73. Pp. 1049–1057. <https://doi.org/10.1161/hypertensionaha.118.12766>.
12. Effects of walnut consumption for 2 years on lipoprotein subclasses among healthy elders: findings from the WAHA randomized controlled trial / Rajaram S. et al. *Circulation*. 2021. Vol. 144. Pp. 1083–1085. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.054051>.
- Herselman M. F., Bailey S., Deo P., Zhou X.-F., Gunn K. M. and Bobrovskaya L. The effects of walnuts and academic stress on mental health, general well-being and the gut microbiota in a sample of university students: A randomised clinical trial. *Nutrients*. 2022. Vol. 14. Pp.4776. <https://doi.org/10.3390/nu14224776>.
14. Міністерство аграрної політики і продовольства України, Інститут садівництва НААН. Наукові основи та складові галузевої програми розвитку горіхівництва в Україні. К.: Логос, 2011. С. 5.
15. Меженський В. М. Волоський горіх *Juglans Regia* L. Київ : Вид-во Ліра-К, 2020. С. 3.
16. Шевченко І. В., Минкін М. В., Минкіна Г. О. Енергоємність сучасної технології вирощування винограду та основних сільськогосподарських культур. Херсон : ДВНЗ «Херсонський держ. аграр. ун-т», 2025. Інтернет ресурс: [extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/shevchenko_1_2020.pdf?utm_source=chatgpt.com](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/shevchenko_1_2020.pdf?utm_source=chatgpt.com) (дата звернення 15.03.2025 р.)

17. Дідівський спосіб пророщування чубуків винограду в земляній ямі. Інтернет ресурс: <https://www.youtube.com/watch?v=PNDB57WEMnI>. (дата звернення 10.02.2025 р.).
18. Не пророщуйте черенки поки не подивилися це відео. Коли правильно пророщувати. Плюси і мінуси. <https://www.youtube.com/watch?v=Xt-J7MUfcWs>. (дата зверн. 22.03.2025 р.).
19. Самый простой способ укоренить любой черенок 100% Черенкование. Черенки винограда. Черенкование роз. <https://www.youtube.com/watch?v=RgaoFq0SuPE>. (дата зверн. 30.03.2025 р.).
20. Зеленянська Н. М. Наукове обґрунтування та розробка сучасної технології вирощування садивного матеріалу винограду: дис. ... докт с.-г. наук. Chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.tairov.org.ua/wp-content/uploads/2021/03/Avtoreferat-dysertatsiynoyi-roboty-Zelenyans-koyi-Natali-Mukolayivnu.pdf (дата звернення 04.04.2025 р.)
21. Заготовка горіхових черенків для зберігання. <https://www.youtube.com/watch?v=24Nx3RGdyDw> (дата звернення 15.04.2025 р.).
22. Про хід дослідження щодо укорінення волоського горіха здерев'янілими чубуками. Інтернет ресурс: https://www.tiktok.com/@user7429462332493/video/7493490284441898246?_r=1&t=ZM-8vYGvZfcTDi&fbclid=IwY2xjawJtyTVleHRuA2FibQIxMQABHtc4ncb8wuCG8HFuUSChRU6wkO_8-Zuej61ElbdvztbqWRZybZMhMrxtmk70_aem_CNy1VibwwJEuH8Z_rpBd5A. (дата зверн. 25.04.2025 р.).
23. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського державної служби України з надзвичайних ситуацій. <http://cgo-sreznevskiyi.kyiv.ua/uk/diialnist/klimatolohichna/klimatychni-dani-po-kyievu>. (дата зверн. 25.05.2025 р.).

V.M. Kostenko, PhD, V.A. Sobol, PhD, A.Ya. Karas, PhD,
Institute of Horticulture (IH), NAAS of Ukraine
V.S. Pechko, Dr Scs of Econom., "UkrSadVinProm"

ESTABLISHING THE POSSIBILITY OF IMPLEMENTING ELEMENTS OF THE TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF ROOT-ROOT GRAPE SEEDLINGS IN THE PROPAGATION OF WALNUT (*JUGLANS REGIA* L.)

*The article describes the origin, natural range, and importance of Persian walnut (*Juglans regia* L.) for Ukraine and the world. An evaluation of potential methods for the vegetative propagation of this species is provided. The research objective is defined, along with a description of the materials and methodology used in the study. The article presents the results of investigations aimed at determining the impact of different types of mechanical damage to the lower part of hardwood cuttings of various walnut cultivars during callusing, and their subsequent ability to form callus and develop roots. A list of walnut breeders whose work has contributed to the current wide assortment of *Juglans regia* cultivars in Ukraine is presented. The objectives set to achieve the study's aim are defined, namely: to assess the ability of early-, mid-, and late-ripening walnut cultivars to be propagated vegetatively by hardwood cuttings through the implementation of own-rooted grape propagation technology; to determine the effect of various types of mechanical damage to the lower part of walnut hardwood cuttings during callusing on their capacity for callus formation and subsequent root development; to evaluate the ability of callus to initiate root formation on hardwood cuttings of *Juglans regia*; to provide scientific justification for the effectiveness of the developed technological approaches; and to perform an economic assessment of the proposed methods for producing own-rooted walnut planting material.*

*It was shown that as a result of the study, hardwood cuttings of walnut (*Juglans regia* L.) demonstrated the ability to form callus during the callusing process under both artificial and natural conditions. It was determined that the highest percentage of callus formation was observed in the cultivar Kozak (mid-late ripening) in the experimental variant with incisions and mechanical*

injuries to the lower part of the hardwood cutting under artificial callusing conditions, and in the cultivar Prykarpatskyi (late ripening) under natural callusing conditions. However, the callus on these hardwood cuttings did not exhibit the ability to initiate root development.

In the conclusion based on the results of the study, it was concluded that there is a need to expand research on the influence of growth hormones - auxins (IAA, IBA) - on the ability of callus formed on hardwood cuttings to initiate root development, as well as to determine the optimal conditions and specific regimes required to stimulate plant organogenesis in these cuttings.

Keywords: Walnut, callusing, callus formation, root formation, vegetative propagation, hardwood cuttings, callus, cuttings, roots.