

Розділ 1

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ, СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ І СИРОВИНИ

УДК 631.358; 634.51

РОЗМІРНІ ПОКАЗНИКИ СКЕЛЕТНИХ ГІЛОК ДЕРЕВ ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА

Роман Крупич¹, к. т. н., Лариса Кузенко², к. т. н., Степан Крупич³,
Степан Левко¹, Олег Крупич¹, к. т. н.

¹Львівський національний аграрний університет,
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Жовківський р-н, Львівська обл., Україна,
e-mail: krupych.robota@gmail.com

²Львівський центр професійно-технічної освіти державної служби зайнятості,
вул. Княгині Ольги, 122, м. Львів, Україна,
e-mail: kuzenko.lm@gmail.com

³Національний науковий центр «Інститут механізації
та електрифікації сільського господарства»,
вул. Вокзальна, 11, смт Глеваха, Васильківський р-н, Київська обл., Україна,
e-mail: sodisshhc@gmail.com

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2019.23.005>

Крупич Р., Кузенко Л., Крупич С., Левко С., Крупич О. Розмірні показники скелетних гілок дерев волоського горіха

У статті розглянуто наукову проблему з визначення розмірних показників скелетних гілок дерев горіха волоського, тобто кількості ярусів та скелетних гілок на дереві; діаметра скелетних гілок в основі – місці з'єднання зі скелетною гілкою нижчого порядку чи центральною провідником; максимальної довжини гілок; відстані захвату, вимірюваної як відстань від основи гілки до місця прикладання збурювального зусилля; кута сходження, що характеризує зміну діаметра гілки за довжиною; діаметра гілки в місці захвату; кута відгалуження скелетної гілки від центрального провідника, що дозволяє обґрунтувати конструктивні й технологічні параметри ручних і тросових струшувачів вібраційної та віброударної дії.

Встановлено, що розмірні показники скелетних гілок дерев горіха волоського залежать від віку дерев, умов їх росту й обрізки, яка передбачає вкорочення плодівих гілок та прорідження крони. У наведених дослідженнях розглянуто скелетні гілки дерев високопродуктивних сортів горіха волоського Буковинський 1, Чернівецький 1 і Яблунівський Придністровської дослідної станції садівництва Інституту садівництва Національної академії аграрних наук України (НААНУ).

Для проведення замірів використано відомі вимірювальні прилади: штангенциркуль SIGMA; лазерний вимірювач відстані (далекомір) DW040P; кутомір Skil0580AA.

У досліджуваних садах переважали дерева з покращеною ярусною кроною, де виражено три-чотири яруси, причому на двох нижніх – сформовано по три чи чотири скелетні гілки, а на верхніх ярусах по дві-три. У дерев віком до 10 років кількість скелетних гілок першого і другого порядків становить 7–8, а у дерев 40 років зростає до 15–17 штук.

З віком діаметри гілок D_e в основі та кути відгалуження α_e зростають, причому більші значення відповідають гілкам нижніх ярусів, а менші – верхніх ярусів. У дерев віком 10 років середні значення діаметра скелетних гілок в основі становлять 48,7 мм, кута відгалуження – 46,1°, а в 40 років – 78,3 мм та 61,6°. Скелетні гілки з діаметром в основі D_e поділено на дві розмірні групи: перша – 50–70 мм, друга – 70–90 мм. Довжина гілок L_e першої розмірної групи варіює в діапазоні 2,54–3,22 м, другої – $L_e = 2,86–3,94$ м, а кут β_e сходження поперечного перерізу гілок – 0,42–0,63°. Діаметр d_e в місці захвату гілок зростає зі збільшенням їх діаметра D_e в основі та зменшенням відстані захвату ℓ_e та варіює в діапазоні 24,1–45,3 мм.

Ключові слова: дерево, волоський горіх, скелетна гілка, розмірні параметри.

Krupych R., Kuzenko L., Krupych S., Levko S., Krupych O. Study of the dimension indices of skeletal branches of a walnut tree

The article deals with the scientific problem of determination of the dimensional parameters of skeletal branches of walnut trees, namely the following parameters: the number of layers and skeletal branches on a tree; the diameter of skeletal branches (boughs) at the base; maximum length of branches; distance to the place of effort; angle of convergence of

branches; the diameter of a branch at the point of capture; the branching angle of the skeletal branch from the central limb. It is established that dimensions of skeletal branches of a walnut tree depend on the tree age, its growth conditions, and pruning. The study of the skeletal branches of walnut trees was performed on the Bukovynskyi 1, Chernivetskyi 1 and Yablunivsky varieties of Prydnistrovska Horticultural Research Station of the Horticulture Institute of the National Academy of Agrarian Sciences in Ukraine.

The known measuring instruments, i.e. the SIGMA sliding calipers; DW040P laser distance meter (range finder); Skil0580AA goniometer were used for measuring.

On the trees up to 10 years old, the number of skeletal branches of the first and second orders is 7 – 8, and on trees of 40 years, it increases to 15 – 17 pieces. On the older trees, the diameters of the branches at the base and the branching angles increase, with larger values corresponding to the branches of the lower layers, and smaller ones to the upper layers. On the 10-year-old trees, the average diameter of the skeletal branches at the base is 48,7 mm, the branch angle – 46,1 °, and on 40-year-old trees – 78,3 mm and 61,6 ° respectively. The skeletal branches with D , diameter in the base are divided into two size groups: the first – 50 – 70 mm, the second – 70 – 90 mm. The length of the branches of the first size group varies within 2,54 – 3,22 m, the second – within 2,86 – 3,94 m, and the angle of convergence of the cross-section of the branches – 0,42 – 0,63 °. The diameter of the branches at the point of capture varies within 24,1 – 45,3 mm.

The results of study substantiation of the design and technological parameters of hand and cable vibration and vibration shock shakers.

Key words: walnut tree, skeletal branch, dimensional parameters.

Постановка проблеми. Зростання площ волоського горіха в Україні вимагає механізації всіх технологічних процесів, особливо під час проведення збиральних робіт [2; 3]. Повна механізація збирання передбачає використання плодозбиральних машин, що струшують дерево за штаб чи центральний провідник, з наступним вловлюванням та затарюванням плодів (горіхів). Плодозбиральні машини складні за конструкцією, можуть пошкоджувати дерево, дорого вартують і не завжди економічно доцільні для малих площ [1; 7; 13]. Для таких умов доречно використовувати ручні струшувачі віброударної дії, що діють на окремі скелетні гілки дерева [10–13; 15; 20]. Для обґрунтування конструктивних параметрів таких струшувачів необхідно дослідити розмірні показники скелетних гілок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дерева плодкових культур висаджують у садах з різними схемами посадки відповідно до запропонованого типу дерев та вибраної технології. Це можуть бути інтенсивні сади зі схемою посадки $3 \times 1,5$ м або класичні сади зі схемою 6×4 м. Переважну більшість технологічних операцій виконують механізованим способом з використанням спеціальних знарядь, пристосованих до роботи в садах з різними схемами посадки [1–3; 7].

Для обґрунтування основних конструктивних і технологічних параметрів агрегатів необхідно визначити розмірні параметри дерев та їх елементів (скелетних гілок). Проведені широкі дослідження розмірних параметрів плодкових дерев яблуні, груші, вишні, сливи. Автори [5; 19] досліджували висоту дерев, ширину крони впоперек і вздовж ряду, висоту й діаметр штамба

та центрального провідника і не приділяли уваги скелетним гілкам, бо спеціалізувались на розробці плодозбиральних машин, що рухались в міжрядді саду і струшували плоди дією на штаб чи центральний провідник.

Для збирання яблук у тракторонедоступних місцях запропоновано ручні вібраційні струшувачі, що знімають плоди передачею збурювальних зусиль скелетним гілкам першого та другого порядків. Розробники ручних вібраційних струшувачів звернули увагу на дослідження розмірних параметрів скелетних гілок яблуні для обґрунтування параметрів струшувачів [10; 11].

Волоські горіхи можна висаджувати окремими насадженнями або закладати промислові сади. Промислові насадження волоського горіха розташовують кварталами площею 10 га з утворенням вільних міжквартальних провітрюваних смуг. У зв'язку з інтенсифікацією садівництва пропонуються загущені посадки, однак у разі закладання горіхових садів під час визначення схеми посадки необхідно враховувати, що дерева волоського горіха довговічні і стабільно плодоносять понад 100 років, а діаметр крони може перевищувати 20 м. Дерева швидко ростуть, особливо в перші роки, освоюючи площу саду. Тому для промислових садів рекомендують такі схеми посадки: сильнорослі дерева – 17×15 , 14×12 , 13×11 , 12×12 , 10×10 м; середньорослі – 10×8 , 10×7 , 10×6 , 9×7 м і слаборослі – 8×6 , 8×5 , 7×6 , 7×5 м. Якщо площа живлення одного дерева $100 - 255 \text{ м}^2$, на 1 га висаджують 40 – 100 дерев, $60 - 80 \text{ м}^2 - 125 - 170$ дерев, $35 - 48 \text{ м}^2 - 200 - 300$ дерев [9; 14; 16].

Збирання волоських горіхів можна проводити плодозбиральними машинами або ручними віброударними струшувачами. Для цього необ-

хідно визначити розмірні параметри дерев та їх елементів (скелетних гілок) [13; 15; 20–22].

Постановка завдання. Збирання волоських горіхів можна проводити плодозбиральними машинами, що пристосовані до передачі збурювальних зусиль штамбам та центральним провідникам дерев. З віком штамби та центральні провідники дерев волоського горіха значно збільшуються в розмірах, особливо в діаметрі, що приводить до зростання їх жорсткості. Використання вібраційних збурювачів коливань стає неможливим. У цьому разі доцільне струшування горіхів передачею збурювальних зусиль скелетним гілкам першого та другого порядків зі значно меншою жорсткістю, що залежить від діаметра гілки в основі, відстані захвату, тобто відстані від місця передачі збурювальних зусиль до основи гілки.

Для збурення коливань можна використовувати ручні й тросові струшувачі вібраційної та віброударної дії.

Тому метою досліджень є визначення розмірних показників скелетних гілок волоського горіха, а саме: кількість ярусів та скелетних гілок на дереві; діаметр скелетних гілок в основі – місці з'єднання зі скелетною гілкою нижчого порядку чи центральним провідником; максимальна довжина гілок; відстань захвату, вимірювана як відстань від основи гілки до місця прикладання збурювального зусилля; кут сходження, що характеризує зміну діаметра гілки в довжину; діаметр гілки в місці захвату; кут відгалуження скелетної гілки від центрального провідника.

Виклад основного матеріалу. Досліджували дерева високопродуктивних сортів горіха волоського Буковинський 1, Чернівецький 1 і Яблунівський Придністровської дослідної станції садівництва Інституту садівництва Національної академії аграрних наук України (НААНУ). Ці сорти придатні для вирощування на всій території України, включаючи й західні області, тому занесені до реєстру горіхових сортів України і рекомендовані для виробництва [8]. Дослідження проводили на базі Придністровської дослідної станції садівництва, що у Сторожинецькому районі Чернівецької області, а також у Львівському національному аграрному університеті. Під час експериментів використовували відомі [18] та розроблені методики, прилади й допоміжне обладнання.

За програмою досліджень визначали: кількість ярусів та скелетних гілок на дереві; діаметр скелетних гілок D_2 в основі (рис. 1) – місці з'єднання зі скелетною гілкою нижчого порядку чи центральним провідником; максимальну довжину

гілок L_2 ; відстань захвату l_2 , вимірювану як відстань від основи гілки до місця прикладання збурювального зусилля; кут сходження β_2 (рис. 2), що характеризує зміну діаметра гілки d_2 за довжиною; d_{l_2} – діаметр гілки в місці захвату; кут відгалуження α_2 (див. рис. 1) скелетної гілки від центрального провідника.

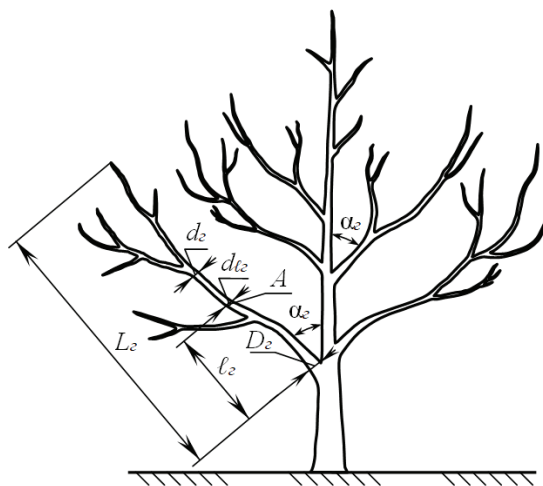


Рис. 1. Схема крони горіха волоського *

* A – місце захвату (прикладання збурювального зусилля)

Fig. 1. Scheme of walnut crown *

* A – place of capture (exertion of exerting force)

Скелетні гілки першого та другого порядків можна розглядати як консольну балку змінного перерізу діаметром d_2 (див. рис. 2), діаметром в основі D_2 та довжиною L_2 . На відстані захвату l_2 , що змінюється в певних межах, діаметр перерізу d_{l_2} .

Від розмірів кожної скелетної гілки залежать частота її власних коливань і коефіцієнт згасання коливань, а зведені маса й коефіцієнт жорсткості визначаються як розмірами, так і відстанню захвату l_2 .

Діаметри гілок в основі D_2 та за довжиною d_2 розраховували як середнє арифметичне значення замірів цих показників у двох взаємно перпендикулярних площинах. Дослідження здійснювали за допомогою штангенциркуля SIGMA з точністю вимірювання 0,01 мм й електронною фіксацією показів (рис. 3, а).

Для визначення максимальної довжини гілок L_2 та відстані захвату l_2 використано лазерний вимірювач відстані (далекомір) DW040P фірми DeWALT (рис. 3, б) з такими характеристиками: клас лазера 2, діапазон вимірювань 0,3–40 м; похибка вимірювань 0,1 мм/м. Технічна характеристика вимірювача дозволяє визначити показники крони горіха волоського з необхідною точністю.

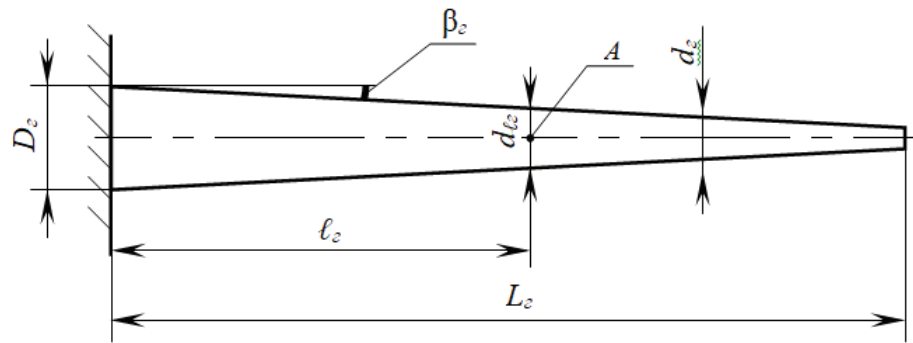


Рис. 2. Зведена схема скелетної гілки у вигляді консольної балки змінного перерізу

Fig. 2. The summary scheme of skeletal branch is presented in the form of a cantilever beam of variable cross-section



Рис. 3. Прилади для вимірювання розмірних показників крони горіха волоського: а – штангенциркуль SIGMA; б – лазерний вимірювач відстані (далекомір) DW040P; в – кутомір Skil0580AA

Fig. 3. Instruments for measuring the dimensions of the walnut crown: а – calipers SIGMA; б – laser distance meter (range finder) DW040P; в – goniometer Skil0580AA

Відстань між двома точками визначається світловим променем вимірювача, що кріпився в основі досліджуваної гілки, впираючись у центральний провідник крони чи гілку нижчого порядку. Після увімкнення лазерного вимірювача його світловий промінь спрямовували на відбивну відмітку, яка монтувалася на відстані вимірювання. Якщо відмітка розташовувалася на завершенні гілки, то визначали її довжину L_2 , а в місці захвату – відстань захвату ℓ_2 . Шукана відстань відображалася на дисплеї вимірювача. Досліджували скелетні гілки першого та другого порядків нижніх ярусів крони горіха волоського.

Кут відгалуження α_2 скелетних гілок від центрального провідника крони визначали за допомогою кутоміра марки Skil0580AA (рис. 3, в), який виконує заміри від 0° до 220° з точністю $\pm 0,5^\circ$ і фіксує отримані результати на цифровому екрані. У базову рейку кутоміра вмонтовані рідинні рівні, що дозволяє цю рейку встановлювати в горизонтальне чи вертикальне положення.

Базову рейку кутоміра суміщали з поверхнею центрального провідника, від якої йшло відгалуження скелетної гілки. Рухому рейку відхиляли до суміщення з поверхнею відгалуженої гілки й на цифровому екрані фіксували кут α_2 .

Кут сходження β_2 гілки (див. рис. 2) встановлювався як кут нахилу твірної конічної поверхні, що охоплює поверхню гілки. Цей кут характеризує зміну діаметра перерізу гілки d_2 на відстані ℓ_2 від основи D_2 і визначається за формулою

$$\beta_2 = \arctg \frac{D_2 - d_2}{2\ell_2}. \quad (1)$$

Кут сходження розраховували в п'яти точках для різних значень відстані ℓ_2 в межах 1,25 – 2,25 м. Приймали середнє арифметичне значення залежно від кількості проведених замірів.

Згідно з формулою (1) діаметр гілки в місці прикладання збурювального зусилля на відстані ℓ_2 дорівнює

$$d_2 = D_2 - 2\ell_2 \operatorname{tg} \beta_2. \quad (2)$$

Параметри крони горіха волоського та розмірні характеристики скелетних гілок діаметром в основі 50, 60, 70, 80 і 90 мм визначали на 30 деревах кожного досліджуваного сорту віком від 10 до 40 років у триразовій повторності.

З віком (а плодоношення дерев волоського горіха може тривати до ста років і більше [4; 6]) необхідно видаляти непродуктивні гілки, у тому числі скелетні першого та другого порядків, для їх заміщення молодими й більш продуктивними.

У перші роки догляду за садом формуються крони дерев; як правило, волоському горіху притаманні три типи крони: без'ярусна, покращена ярусна і чашоподібна [17]. У досліджуваних садах переважали дерева з покращеною ярусною кроною, де виражено три-чотири яруси, причому на двох нижніх сформовано по три чи чотири скелетні гілки, а на верхніх ярусах – по дві-три. Також окремі дерева мали без'ярусну й чашоподібну крону.

Для використання ручних чи тросових струшувачів плодів важлива кількість скелетних гілок першого і другого порядків, яким можна передавати збудувальне зусилля. Ця кількість залежить від величини крони, що розростається з часом. Так, у дерев віком до 10 років можна передавати збудувальне зусилля й центральному провіднику, а у старших дерев – лише скелетним гілкам першого і другого порядків, кількість яких у дерев віком 10 – 40 років змінюється від 7 – 8 до 15 – 17 штук. Наявність гілок регулюють обрізкою, що передбачає прорідження крони і формування розгалужених скелетних гілок, тобто збільшення масиву гілок вищих порядків, на яких формуються плоди [17]. Продуктивність ручних струшувачів залежить від кількості скелетних гілок, з яких збирають плоди. З урахуванням урожайності дерев розраховують затрати коштів і праці на збирання та обґрунтовують економічну ефективність запропонованого струшувача.

Визначені діаметр скелетних гілок D_2 в основі і кут відгалуження α_2 гілок першого порядку від центрального провідника дерев волоського горіха наведено у табл. 1.

З віком діаметри гілок D_2 в основі та кути відгалуження α_2 зростають, причому більші значення відповідають гілкам нижніх ярусів, а менші – верхніх. Дослідження показали, що діаметри скелетних гілок першого і другого порядків змінюються в межах 39,4 – 92,1 мм. У дерев віком 10 років середні значення діаметра становлять 48,7 мм, а в 40 років – 78,3 мм. Коливання цього показника в межах вікової групи незначне, на що вказує коефіцієнт варіації – 10,45 % для десятирічних дерев і 17,36 % – сорокарічних. З

віком також зростає діапазон зміни діаметра скелетних гілок першого і другого порядків.

Куту відгалуження α_2 скелетних гілок від центрального провідника притаманна закономірність зміни, що аналогічна діаметру D_2 . Значення цього кута закладаються під час формування крони молодого дерева і повинні становити не менше ніж 45° для забезпечення доцільного розташування гілок відносно центрального провідника. З часом довжина і маса гілок зростають, що зумовлює їх прогинання і збільшення кута відгалуження. Окрім того, з ростом дерев і збільшенням крони скелетні гілки вищих ярусів відгалужуються від центральних провідників під меншим кутом. У дерев віком 10 років кут відгалуження змінюється від $42,4$ до $49,3^\circ$ за середнього значення $46,1^\circ$ й коефіцієнта варіації 6,04 %, а для сорокарічних дерев такі показники становлять: діапазон зміни $51,7$ – $68,3^\circ$, середнє значення $61,6^\circ$, коефіцієнт варіації 10,27 %.

Довжина гілок L_2 (табл. 2) залежить від щорічного приросту і відповідає їх діаметру D_2 в основі, зі збільшенням якого зростає й довжина гілок. Враховуючи максимальне значення довжини та відстань ℓ_2 захвату гілок, на якій накладається захват i , відповідно, передається збудувальне зусилля, скелетні гілки першого і другого порядків доцільно розділити на дві групи. До першої належать гілки діаметром в основі 50 – 70 мм, довжина L_2 яких змінюється в діапазоні 2,54 – 3,22 м за коефіцієнта варіації 5,21 – 5,63 %, а відстань захвату ℓ_2 гілок становить 1,57 – 2,26 м, де вказаний коефіцієнт V дорівнює 5,32 – 8,67 %. Друга група – це гілки діаметром 70 – 90 мм, довжина яких перебуває в межах 2,86 – 3,94 м, V – 5,63 – 6,09 %, відстань захвату – 1,99 – 2,78 м, V – 4,69 – 6,11 %.

Модель скелетних гілок першого і другого порядків можна подати у вигляді зрізаного конуса (див. рис. 2), що характеризується кутом сходження β_2 . Як показали дослідження, вказаний кут (рис. 4) збільшується відповідно до приросту гілки і залежить від її діаметра D_2 (мм) в основі:

$$\beta_2 = -953,546 \cdot 10^{-7} D_2^2 + 186,116 \cdot 10^{-4} D_2 - 268,574 \cdot 10^{-3}. \quad (3)$$

У гілок діаметром в основі 30 – 90 мм кут сходження β_2 збільшується від $0,21^\circ$ до $0,63^\circ$, якщо ж діапазон діаметра гілок 50 – 90 мм, то кут сходження перебуває в межах $0,41$ – $0,63^\circ$. Мінімальне значення цього кута $0,21^\circ$ відповідає гілкам діаметром в основі 30 мм, а максимальне $0,63^\circ$ – діаметру 90 мм.

Таблиця 1. Діаметр і кут відгалуження скелетних гілок першого та другого порядків дерев волоського горіха**Table 1.** The diameter and the branching angle of the skeletal branches of the first and second orders walnut tree

Показник	Статистичні характеристики		Вік дерев, років			
			10	20	30	40
Діаметр гілок в основі D_2	Значення, град	мінімальне	39,4	48,7	54,9	58,4
		максимальне	53,4	71,8	85,7	92,1
		середнє	48,7	63,5	71,3	78,3
	середнє квадратичне відхилення, мм		5,087	9,659	11,58	13,591
	коефіцієнт варіації, %		10,45	15,21	16,24	17,36
Кут відгалуження гілок першого порядку α_2	Значення, град	мінімальне	42,4	46,6	49,3	51,7
		максимальне	49,3	57,1	63,7	68,3
		середнє	46,1	52,8	57,9	61,6
	середнє квадратичне відхилення, °		2,784	4,029	5,482	6,325
	коефіцієнт варіації, %		6,04	7,63	9,47	10,27

Таблиця 2. Довжина скелетних гілок першого та другого порядків дерев волоського горіха**Table 2.** The length of the skeletal branches of the first and second orders walnut tree

Діаметр гілок в основі D_2 , мм	Статистичні характеристики				
	значення, м			середнє квадратичне відхилення, м	коефіцієнт варіації, %
	мінімальне	максимальне	середнє		
	довжина гілок L_2				
50	2,54	2,83	2,69	0,14	5,21
60	2,69	3,03	2,84	0,153	5,37
70	2,86	3,22	3,03	0,171	5,63
80	3,09	3,48	3,28	0,191	5,81
90	3,41	3,94	3,61	0,221	6,09
відстань захвату ℓ_2					
50	1,57	1,91	1,76	0,153	8,67
60	1,79	2,02	1,92	0,102	5,32
70	1,99	2,26	2,13	0,13	6,11
80	2,24	2,47	2,35	0,11	4,69
90	2,47	2,78	2,62	0,15	5,73

Враховуючи відомі значення кута сходження β_2 та діаметра гілок D_2 в основі, за формулою (2) визначено діаметри d_2 на відстані захвату ℓ_2 гілок.

Для гілок першої розмірної групи діаметром D_2 в основі 50–70 мм відстань захвату ℓ_2 змінювалась від 1,25 до 1,75 м, а для другої розмірної групи ($D_2 = 70–90$ мм) відстань ℓ_2 децю більша – 1,75–2,25 м.

На основі отриманих даних побудовані поверхні відгуку діаметра гілок d_2 в місці захвату

від їх діаметра в основі D_2 та відстані захвату ℓ_2 (рис. 5 а, б), причому ці поверхні відповідають залежностям d_2 , мм, за умови дійсних значень змінних для двох розмірних груп гілок:

перша ($D_2 = 50–70$ мм; $\ell_2 = 1,25–1,75$ м):

$$d_2 = 16,9889 + 0,4417 D_2 - 3,2 \ell_2 + 0,0047 D_2^2 + 0,2667 \ell_2^2 - 0,25 D_2 \ell_2 ; \quad (3)$$

друга ($D_2 = 70–90$ мм, $\ell_2 = 1,75–2,25$ м):

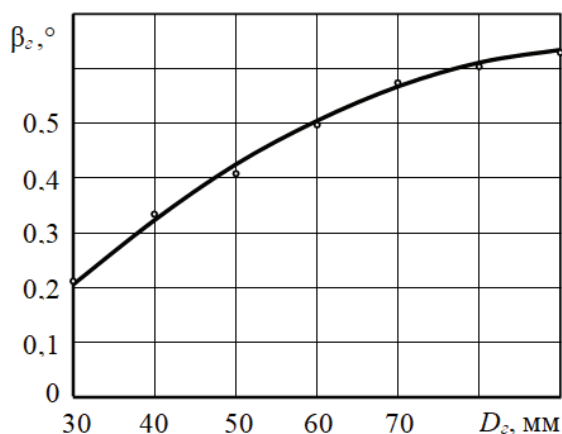


Рис. 4. Залежність кута сходження β_z гілок волоського горіха від їх діаметра D_z в основі

Fig. 4. Dependence of the angle of convergence β_z of walnut branches on their diameter D_z at the base

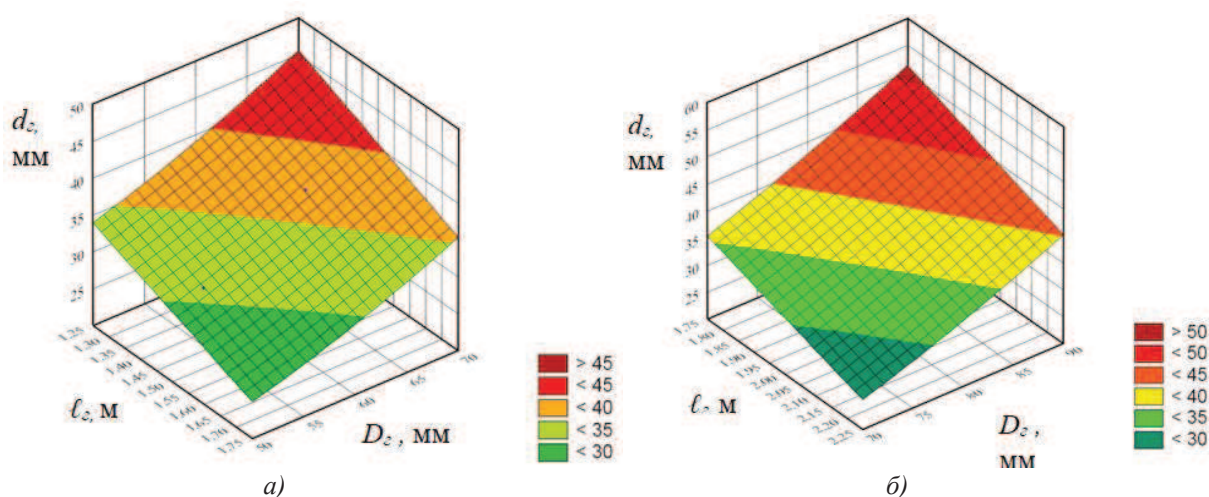


Рис. 5. Поверхні відгуку діаметра d_z в місці захвату гілок першої (а) і другої (б) розмірних груп від діаметра гілок D_z в основі та відстані ℓ_z захвату

Fig. 5. Response surfaces of the diameter d_z at the point of capture of the branches of the first (a) and second (b) size groups of the diameter of the branches D_z at the base and distance ℓ_z of the capture

$$d_z = 44,9778 - 0,0883 D_z - 13,6 \ell_z + 0,0068 D_z^2 + 0,5333 \ell_z^2 - 0,12 D_z \ell_z \quad (4)$$

Діаметр d_z в місці захвату гілок зростає зі збільшенням їх діаметра D_z в основі та зменшенням відстані захвату ℓ_z . Для першої розмірної групи гілок діаметром в основі 50–70 мм, якщо відстань захвату 1,25–1,75 м, діаметр d_z змінюється в діапазоні 24,1–45,3 мм. Найменше значення цього діапазону відповідає $D_z = 50$ мм і $\ell_z = 1,75$ м, а найбільше – $D_z = 70$ мм і $\ell_z = 1,25$ м.

Аналогічна закономірність спостерігається й для гілок другої розмірної групи діаметром в

основі 70–90 мм за умови відстані захвату 1,75–2,25 м. Відповідно діаметр d_z зростає від 25,5 до 51,3 мм, причому більше значення відповідає $D_z = 90$ мм й $\ell_z = 1,75$ м, а менше – $D_z = 70$ мм і $\ell_z = 2,25$ м.

Висновки

1. Досліджували скелетні гілки першого і другого порядків дерев горіха волоського віком від 10 до 40 років. Отримані результати показали, що розмірні показники таких дерев змінюються в широкому діапазоні.

2. З віком діаметри гілок D_z в основі та кути відгалуження α_z зростають, причому більші значення відповідають гілкам нижніх ярусів, а

менші – верхніх. У дерев віком 10 років середні значення діаметра скелетних гілок в основі становлять 48,7 мм, кута відгалуження – 46,1°, а в 40 років – 78,3 мм та 61,6°.

3. Враховуючи діапазони зміни показників механіко-технологічних властивостей скелетних гілок, за діаметром в основі D_2 їх поділено на дві розмірні групи: перша – 50–70 мм, друга – 70–90 мм. Довжина гілок L_2 першої розмірної групи варіює в діапазоні 2,54–3,22 м, другої – $L_2=2,86–3,94$ м, а кут β_2 сходження поперечного перерізу гілок – 0,42–0,63°.

4. Діаметр d_2 в місці захвату гілок зростає зі збільшенням їх діаметра D_2 в основі та зменшенням відстані захвату ℓ_2 та варіює в діапазоні 24,1–45,3 мм.

Бібліографічний список

1. Аниферов Ф. Е., Ерошенко Л. И., Теплинский И. З. Машины для садоводства. 2-е изд., перераб. и дополн. Ленинград: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. 304 с.
2. Бабій П. Т. Механізація виробництва плодів і ягід. 2-ге вид., допов. і перероб. Київ: Урожай, 1980. 160 с.
3. Варламов Т. П., Четвертаков А. В. Механизация уборки и товарной обработки фруктов. Москва: Колос, 1984. 287 с.
4. Волоський горіх. URL: <http://gorihvod.blogspot.com/2012/11/80-90.html> (дата звернення: 20.03.2018).
5. Гошко З. О. Дослідження технологічного процесу збирання плодів тросовим струшувачем віброударної дії: дис. ... канд. техн. наук. Луцьк, 1995. 263 с.
6. Грецкий орех: пособие / под. общ. ред. А. В. Чернякова, С. Ю. Хохлова; Национальная общественная организация «Украинская ореховая ассоциация». Киев: Тимирязевское, 2014. 96 с.
7. Демидко М. Е., Беренштейн И. Б. Механизация интенсивного садоводства. Киев: Урожай, 1970. 144 с.
8. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Київ, 2018. С. 402–403. URL: http://www.minagro.gov.ua/system/files/Реєстр_сортів_рослин_України_станом_на_06.03.2018.pdf (дата звернення: 19.03.2018).
9. Затоковський Ф. Т., Сатіна Л. Ф., Сатіна Г. М. Стан і перспективи розвитку горіха грецького в регіоні Карпат. *Проблеми агропромислового комплексу Карпат: міжвід. темат. зб.* В. Бакта, 2004. Вип. 13–14. С. 119–123.
10. Иванченков В. А. Изыскание и исследование энергосберегающей установки для уборки плодов с деревьев в крестьянских (фермерских) хозяйствах: дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 2006. 187 с.
11. Какауридзе А. А. Разработка и обоснование устройств для уборки плодов на тракторонедоступных участках: дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 1988. 241 с.
12. Крулич Р. О. Розширення технологічних можливостей ручних струшувачів плодів. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2014. № 18. С. 61–68.
13. Кулибеков Г. М. Уборка грецких орехов с крупноштабных деревьев машиной с импульсным вибровозбудителем: дис. ... канд. техн. наук. Кировобад, 1984. 234 с.
14. Малиновський Б. Принципи посадки саду волоських горіхів. *Пропозиція*. URL: <http://propozitsiya.com.ua/principy-posadki-orehovogo-sada> (дата звернення: 20.03.2018).
15. Ручний віброударний струшувач плодів: пат. 95453 Україна: МПК А01D 46/26. № u201407346; заявл. 01.07.14; опубл. 25.12.14, Бюл. № 24. 6 с.
16. Сатіна Г. М. Врахування досвіду Угорщини у вирішенні проблеми промислового вирощування горіха грецького. *Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства*. 2004. Вип. 25. С. 126–132.
17. Стрела Т. Е. Орех грецкий / отв. ред. К. М. Сытник. Киев: Наук. думка, 1990. 192 с.
18. Физико-механические свойства древесины, почв и удобрений. Методы исследований, приборы, характеристика. Москва: Колос, 1970. С. 2–185.
19. Шевчук Р. С. Процессы и средства механизации съема плодов: дисс. ... д-ра техн. наук. Москва, 2000. 532 с.
20. Шевчук Р. С., Крулич Р. О. Ручной виброударный стряхиватель плодов. *MOTROL Comission of motorization and energetics in agriculture*. 2015. Vol. 17, No. 4. P. 101–107.
21. Economical shaker VHB – D – E – F for fruit and nuts trees. AMB ROUSSET is a French company. URL: <https://www.amb-rousset.com/wp-content/uploads/2013/04/vhe-aud-105-009237-0c.pdf> (Last accessed: 27.03.2018).
22. Fruit harvesting machine: pat. 09333015 European: A01D46/26. № 99400203.8; declared 28.01.99; published by 04.08.99, Bul. № 1999/31. 18 p.

Стаття надійшла 07.10.2019