

Розділ 1

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

УДК 631.358

РОЗМІРНО-МАСОВІ ПОКАЗНИКИ ПЛОДІВ ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА ПІД ЧАС ПЕРІОДУ ЗБИРАННЯ

Олег Крупич¹, к. т. н., Ярослав Семен¹, к. т. н., Степан Крупич²,
Степан Левко¹, Володимир Буртак¹, к. т. н.

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

² Національний 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/agroengineering2020.24.005>

Крупич О., Семен Я., Крупич С., Левко С., Буртак В. Розмірно-масові показники плодів волоського горіха під час періоду збирання

У статті розглянуто науково-прикладну задачу з визначення розмірно-масових показників плодів волоського горіха під час періоду збирання, що дозволяє реалізувати теорії відриву плода від плодової гілки для обґрунтування параметрів і режимів роботи струшувачів плодозбиральних машин та засобів для механізованого збирання волоського горіха.

Під час збирального періоду спостерігається неодноразове досягання плодів як за площею насаджень, так і на окремому дереві. Механізоване збирання передбачає суцільне струшування горіхів, що перебувають на різних стадіях досягання. Зібрані горіхи поділяються на три групи: перша група – горіхи, зібрані разом з оплоднем; друга група – горіхи, що містилися в тріснутому оплодні; третя група – горіхи з повністю розкритого оплодня.

До розмірно-масових показників належать: маса плода, його довжина, ширина і товщина. Дослідження проводили на трьох районованих сортах волоського горіха: Буковинський 1, Чернівецький 1 і Яблунівський. Вибірка становила 100 горіхів кожної групи та сорту.

Маса плодів сорту Буковинський 1 лежить у межах відповідно для першої, другої і третьої груп: 42,48 – 70,33 г, 13,9 – 22,98 г і 10,09 – 14,17 г – за середнього значення 54,54 г, 18,47 г, 12,18 г. Відповідні показники для сорту Чернівецький 1 становлять: плоди першої групи – 40,53 – 67,26 г; другої групи – 11,62 – 23,15 г і третьої групи – 8,18 – 14,42 г – за середнього значення 51,71 г, 17,63 г і 11,61 г. Сорт Яблунівський найлегший, тому маса плодів дорівнює: перша група – 36,32 – 60,87 г; друга група – 11,35 – 21,02 г; третя група – 8,05 – 12,51 г – за середнього значення 47,9 г, 15,94 г і 10,5 г. Межі зміни маси плодів різних груп для довірчого інтервалу 5 – 95 % становитимуть: 39,88 – 64,03 г для горіхів першої групи в оплодні; 12,94 – 22,21 г – горіхів другої групи з розтріснутого оплодня; 8,71 – 13,72 г – плодів з повністю розкритого оплодня.

Розмірні параметри горіхів, як і їхня маса, у різних сортах змінюються незначно, вони більше залежать від групи: плоди в оплодні чи без нього. Середні розміри плодів волоського горіха для сортів Буковинський 1, Чернівецький 1 і Яблунівський становлять: плоди в оплодні – товщина 45,53 – 45,976 мм, ширина 46,71 – 48,19 мм і довжина 51,99 – 57,52 мм, а для плодів без оплодня ці параметри відповідно будуть дорівнювати 31,56 – 32,17 мм (товщина), 32,34 – 48,19 мм (ширина) і 37,64 – 41,73 мм (довжина).

Ключові слова: збирання, розмірно-масові показники, волоський горіх, маса плода, довжина плода, ширина плода, товщина плода.

Krupych O., Semen Ya., Krupych S., Levko S., Burtak V. Size and mass indices of walnuts during the harvesting period

The article considers the scientific problem of determining the size and mass parameters of walnuts during the harvesting period, which allows implementing theories of separation of the fruit from the fruit branch to substantiate the parameters and modes of operation of nut harvesters and means for mechanized harvesting of walnuts.

During the harvesting period, there is a simultaneous ripening of nuts both in the area of plantings and on a single tree. Mechanized harvesting involves continuous shaking of nuts that are at different stages of ripening. Collected nuts are separated into three groups: the first group – nuts collected together with the pericarp; the second group – nuts that were in the cracked pericarp; the third group – nuts from the fully opened pericarp.

The size and mass indicators include: fruit weight, length, width and thickness. The research was conducted on three regionalized varieties of walnut: Bukovynsky 1, Chernivetsy 1 and Yablunivsky. The sample was 100 nuts of each group and variety.

The weight of fruits of the Bukovynsky 1 grade lies within, for the first, second and third groups 42,48 – 70,33 g, 13,9 – 22,98 g and 10,09 – 14,17 g at average value of 54,54 g, 18,47 g, 12,18 g respectively. These indicators for the variety Chernivetsy 1 are: fruits of the first group – 40,53 – 67,26 g; the second group – 11,62 – 23,15 g and the third group – 8,18 – 14,42 g with an average value of 51,71 g, 17,63 g and 11,61 g. group – 36,32 – 60,87 g; second group – 11,35 – 21,02 g; the third group – 8,05 – 12,51 g with an average value of 47,9 g, 15,94 g and 10,5 g. The limits of change in fruit weight of different groups for a confidence interval of 5 – 95% will be: 39,88 – 64,03 g for nuts of the first group in the fetus; 12,94 – 22,21 g – nuts of the second group from cracked fruit; 8,71 – 13,72 g – fruits from fully opened fetus.

The size parameters of nuts, as well as their weight, different varieties vary slightly, they depend more on the group: the fruit in the fetus or without it. The average sizes of walnuts for varieties Bukovynsky 1, Chernivetsy 1 and Yablunivsky are: nuts in the fruit – thickness 45,53 – 45,976 mm, width 46,71 – 48,19 mm and length 51,99 – 57,52 mm, and for fruits without fertilization, these parameters will be respectively – 31,56 – 32,17 mm (thickness), 32,34 – 48,19 mm (width) and 37,64 – 41,73 mm (length).

Key words: harvesting, size and mass indicators, walnut, fruit weight, fruit length, fruit width, fruit thickness.

Постановка проблеми. Підвищення ефективності виробництва волоського горіха неможливе без механізації технологічних процесів під час збиральних робіт [1; 3]. Для збирання волоських горіхів можна використати плодозбиральні машини та засоби, що оснащені струшувачами вібраційної, ударної та віброударної дії [6–11; 14; 18; 20; 21]. Відомі машини та засоби для механізованого збирання плодів, що можуть бути використані під час збирання волоських горіхів, струшують горіхи передачею збурювальних зусиль штабам, центральним провідникам або скелетним гілкам дерев [10–13]. Дослідження розмірно-масових показників плодів у збиральний період необхідне для обґрунтування можливості струшування горіхів, визначення прискорень відриву плодів від плодової гілки під час теоретичного аналізу для встановлення основних параметрів та режимів роботи струшувачів плодозбиральних машин та засобів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Визначення розмірно-масових показників плодів волоського горіха, як правило, проводилося після періоду збирання та первинної обробки, тобто висушування, і є характеристикою товарної продукції з метою реалізації. Визначають масу плодів у цілому та відсоток маси ядра, а також довжину, ширину й товщину [4; 5; 15].

Важливими дослідженнями є визначення розмірно-масових показників плодів під час періоду збирання, що дає змогу обґрунтувати основні режими роботи струшувачів. Для цього запропонована теорія відриву плодів від плодової гілки, де розмірно-масові показники мають вирішальне значення [3;18].

Автори пропонують розглянути модель відокремлення плодів у вигляді маятника, у тому числі з пружним зв'язком у точці підвісу [2; 16–19].

Закономірність переміщення точки підвісу відповідає переміщенню елементу дерева в місці прикладання збурювальної сили з урахуванням передачі коливань до плодоносних гілок. На підставі отриманих закономірностей руху центра тяжіння плода встановлюються інерційні зусилля, які діють на нього. Параметри процесу струшування дерева визначають з рівняння проєкції сил, прикладених до центра тяжіння плода, на вісь, що з'єднує центр тяжіння з точкою підвісу. Якщо статичне зусилля відокремлення плода, спрямоване вздовж плодоніжки, менше від суми проєкцій на вказану вісь сил інерції, плід відокремлюється в місці найменшого зв'язку [17]. Для розв'язку запропонованої моделі відриву плода необхідно насамперед визначити масу плода в період збирання та його розмірні параметри для обчислення довжини маятника, відстані від центра ваги плода до точки підвісу.

Постановка завдання. Для підвищення ефективності збиральних робіт волоського горіха доцільно використати плодозбиральні машини та засоби, що оснащені струшувачами вібраційної, ударної або віброударної дії. Відрив горіха від плодової гілочки відбувається за рахунок прискорень, що збурюються в точці підвісу плода за рахунок передачі збурювальних зусиль штамбу, центральному провіднику чи скелетній гілці дерева. Модель відриву плода представляють у вигляді математичного маятника.

Тому метою досліджень є визначення розмірно-масових показників плодів волоського горіха під час періоду збирання для розробки моделі відриву плода від плодової гілочки та її аналізу, що дасть змогу обґрунтувати параметри та режими роботи струшувачів плодозбиральних машин та засобів механізованого збирання волоського горіха.

Виклад основного матеріалу. Розмірно-масові показники плодів волоського горіха визначають режими та параметри роботи машин і засобів механізованого збирання волоських горіхів. До розмірно-масових показників належать: маса плода, його довжина, ширина і товщина. Під час збирального періоду спостерігається неодноразове досягнення плодів як за площею насаджень, так і на окремому дереві. Механізоване збирання передбачає суцільне струшування горіхів, що перебувають на різних стадіях досягання. Зібрані горіхи поділяються на три групи (рис. 1): перша група – горіхи, зібрані разом з оплоднем; друга група – горіхи, що містилися в тріснутому оплодні; третя група – горіхи з повністю розкритого оплодня.

Для дослідження масових показників потрібно відбирати горіхи трьох груп, а для дослідження розмірних показників – тільки двох груп: горіхи в оплодні та без нього.

Дослідження проводили на трьох районуваних сортах волоського горіха селекції Придністровської дослідної станції садівництва інституту садівництва Національної академії аграрних наук України: Буковинський 1, Чернівецький 1 і Яблунівський. Згідно з теорією планованого експерименту, для забезпечення достовірності отриманих результатів вибірка становила 100 горіхів кожної групи та сорту.

Заміри розмірних параметрів проводили штангенциркулем фірми «Сігма» з точністю 0,01 мм, а масових – за допомогою ваги МН-200 (точність вимірювання 0,01 г) (рис. 2).

Усі результати досліджень обробляли з використанням прикладного комп'ютерного програмного забезпечення Statistica 10.

Отримані результати експериментальних досліджень опрацьовано методами математичної статистики та наведено в табл. 1 (масові показники) і табл. 2 (розмірні показники: товщина, ширина, довжина).



Рис. 1. Плоди волоського горіха: *a* – у закритому оплодні; *б* – у тріснутому оплодні; *в* – у повністю розкритому оплодні; *г* – горіхи різної стиглості на дереві

Fig. 1. Fruits of a walnut: *a* – in the closed pericarp; *б* – in cracked pericarp; *в* – in fully opened pericarp; *г* – nuts of different ripeness on the tree

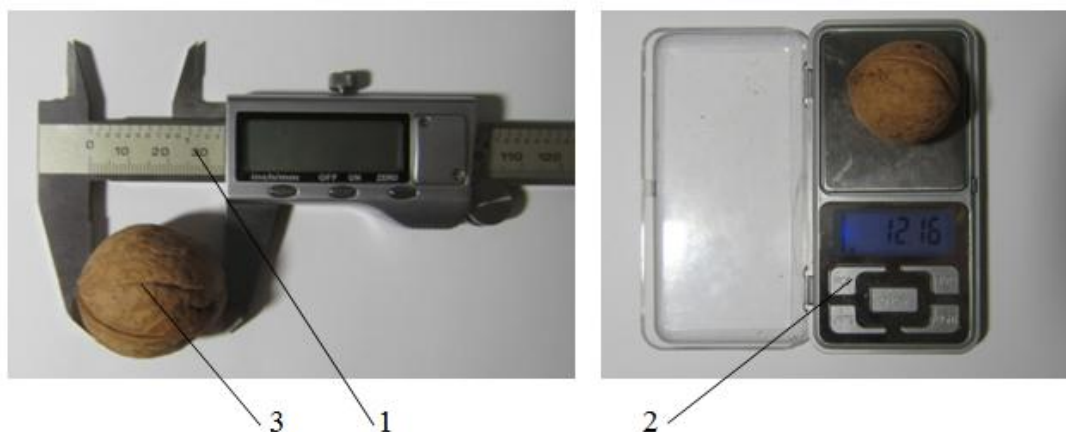


Рис. 2. Дослідження розмірно-масових показників плодів волоського горіха: а) розмірів (довжини, ширини, товщини); б) маси;

1 – штангенциркуль; 2 – вага; 3 – плід

Fig. 2. Research of size and mass indicators of walnuts:

a) size (length, width, thickness); б) weight;

1 – caliper; 2 – scales; 3 – fruit

Таблиця 1. Маса плодів волоського горіха

Table 1. Weight of a walnut

Статистичний показник маси m , г	Сорт горіхів, група									
	Буковинський 1			Чернівецький 1			Яблунівський			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Мінімальна (m_{\min})	42,48	13,9	10,09	40,53	11,62	8,18	36,32	11,35	8,05	
Максимальна (m_{\max})	70,33	22,98	14,17	67,26	23,15	14,42	60,87	21,02	12,51	
Середня ($m_{\text{ср}}$)	54,54	18,47	12,18	52,71	17,63	11,61	47,9	15,94	10,5	
Середньоквадратичне відхилення (σ)	5,739	2,048	0,889	5,701	2,533	1,229	5,295	2,087	0,946	
Коефіцієнт варіації (V), %	10,52	11,09	7,303	10,82	14,37	10,59	11,05	13,09	9,014	
Середньоарифметична похибка	0,577	0,206	0,089	0,573	0,255	0,124	0,532	0,21	0,095	
Точність одиничного дослідження (p), %	1,058	1,114	0,734	1,087	1,444	1,064	1,111	1,316	0,906	
Медіана	54,02	18,41	12,18	52,65	17,7	11,8	46,69	15,83	10,5	
Довірчий інтервал, %	5	45,7	14,8	10,59	43,44	12,92	9,17	39,88	12,94	8,71
	95	64,03	22,21	13,72	62,89	21,97	13,34	56,78	19,4	11,99
*1 група – горіхи з оплоднем; 2 група – горіхи, що містилися в тріснутому оплодні; 3 група – горіхи з повністю розкритого оплодня										

З вибраних сортів найбільшу масу мають плоди сорту Буковинський 1, а найменшу – сорту Яблунівський (див. табл. 1). Значна різниця спостерігається між трьома групами плодів. Найважчими є плоди в оплодні, а найлегшими ті, що зібрані з повністю відкритого оплодня. Плоди третьої групи висять на дереві і тримаються на гілці плодовими нитками та пелюстками розкритого оплодня (рис. 1, в) і опадають не відразу, а після сплину певного часу. За цей період горіхи висихають на дереві і втрачають свою масу.

Маса плодів сорту Буковинський 1 лежить у межах відповідно для першої, другої і третьої груп: 42,48 – 70,33 г, 13,9 – 22,98 г і 10,09 – 14,17 г – за середнього значення 54,54 г, 18,47 г, 12,18 г. Відповідні показники для сорту Чернівецький 1 становлять: плоди першої групи – 40,53 – 67,26 г; другої групи – 11,62 – 23,15 г, третьої групи – 8,18 – 14,42 г – за середнього значення 51,71 г, 17,63 г і 11,61 г. Сорт Яблунівський найлегший, тому маса плодів дорівнює: перша група – 36,32 – 60,87 г; друга група – 11,35 – 21,02 г; третя група – 8,05 – 12,51 г – за середнього значення 47,9 г, 15,94 г і 10,5 г.

Варіювання маси плодів у межах сорту і групи є слабким ($V < 10\%$) або середнім ($V = 10 - 25\%$), оскільки розраховане значення коефіцієнта варіації коливається в межах від 7,303 до 14,37% (див. табл. 1).

Необхідно зазначити, що суттєвих відхилень за масою між сортами в межах вибраної групи горіхів не спостерігається, і воно становить менше ніж 5%. Тобто маса плодів залежить від ступеня їх стиглості.

Статистичні показники підтверджуються точністю одиничного дослідження, що коливається в межах від 0,734 до 1,444%.

Для визначення необхідних режимів роботи струшувача та обґрунтування його параметрів необхідно вибрати довірчий інтервал зміни маси плодів у межах сорту і групи для забезпечення повноти знімання 95%. З діаграми розмаху вагових показників волоського горіха (рис. 3) для довірчого інтервалу 5 – 95% межі зміни маси плодів різних груп становитимуть: 39,88 – 64,03 г для горіхів першої групи в оплодні; 12,94 – 22,21 г – горіхів другої групи з розтріснутого оплодня; 8,71 – 13,72 г – плодів з повністю розкритого оплодня.

Попередні вимірювання розмірів плодів трьох груп показали, що плоди другої і третьої груп практично не відрізняються за показниками і є в межах похибки експерименту. Тому плоди за розмірними параметрами були розділені на дві групи: в оплодні і без нього. Розмірні параметри плодів трьох сортів і двох груп наведено в табл. 2.

Розмірні параметри плодів, як і їхня маса, різних сортів змінюються незначно, вони більше залежать від групи: плоди в оплодні чи без нього. Плоди в оплодні мають округлу форму, а без оплодня – овальну. Так, товщина t волоського горіха в оплодні коливається в межах: мінімальна – від 35,8 мм (Чернівецький 1) до 41,38 мм (Буковинський 1); максимальна – від 51,1 мм (Буковинський 1) до 55,24 мм (Чернівецький 1). Ширина b : мінімальна – від 38,97 мм (Чернівецький 1) до 44,01 мм (Буковинський 1); максимальна – від 53,51 мм (Буковинський 1) до 58,21 мм (Чернівецький 1). Довжина l : мінімальна – від 44,29 мм (Буковинський 1) до 51,07 мм (Яблунівський); максимальна – від 58,32 мм (Буковинський 1) до 65,43 мм (Чернівецький 1).

Незначними відхиленнями характеризуються також розмірні показники волоського горіха без оплодня. Товщина t : мінімальна – від 25,72 мм (Чернівецький 1) до 27,92 мм (Яблунівський); максимальна – від 36,2 мм (Буковинський 1) до 39,45 мм (Чернівецький 1). Ширина b : мінімальна – від 26,81 мм (Чернівецький 1) до 28,59 мм (Яблунівський); максимальна – від 37,93 мм (Яблунівський) до 39,92 мм (Чернівецький 1). Довжина l : мінімальна – від 30,94 мм (Буковинський 1) до 36,5 мм (Яблунівський); максимальна – від 43,61 мм (Буковинський 1) до 50,32 мм (Чернівецький 1).

Середні розміри плодів волоського горіха для сортів Буковинський 1, Чернівецький 1 і Яблунівський становлять: плоди в оплодні – товщина 45,53 – 45,976 мм, ширина 46,71 – 48,19 мм і довжина 51,99 – 57,52 мм, а для плодів без оплодня ці параметри відповідно будуть дорівнювати: 31,56 – 32,17 мм (t), 32,34 – 48,19 мм (b) і 37,64 – 41,73 мм (l).

На основі результатів експерименту (див. табл. 2) побудовані діаграми розмаху розмірних параметрів залежно від сорту і групи плодів (рис. 4).

У поперечному перерізі плоди округлої форми, оскільки їхня товщина практично не відрізняється від ширини, а в поздовжньому перерізі – еліпсоїдної форми.

Для довірчого інтервалу 5 – 95% розміри плодів для досліджуваних сортів змінюються в діапазонах: 40,02 – 52,51 мм (товщина в оплодні), 42,21 – 54,95 мм (ширина в оплодні), 47,15 – 63,87 мм (довжина в оплодні). Відповідні показники для плодів без оплодня (кістянки) становлять 27,32 – 36,98 мм (t), 28,18 – 37,63 мм (b) і 33,42 – 47,52 мм (l). Варіювання розмірів є слабким, оскільки розраховані коефіцієнти варіації змінюються в межах від 4,128 до 8,896%, що є менше ніж 10%.

Таблиця 2. Розміри плодів волоського горіха
Table 2. The size of a walnut

Статистичний показник		Сорт горіхів, група					
		Буковинський 1		Чернівецький 1		Яблунівський	
		в оплодні	без оплодня	в оплодні	без оплодня	в оплодні	без оплодня
		товщина t , мм					
Мінімальна (t_{\min})		41,38	26,54	35,8	25,72	39,95	27,92
Максимальна (t_{\max})		51,1	36,2	55,24	39,45	52,04	36,52
Середня ($t_{\text{сер}}$)		45,87	32	45,53	31,56	45,976	32,17
Середньоквадратичне відхилення (σ)		1,894	1,889	4,002	2,808	2,5974	1,755
Коефіцієнт варіації (V), %		4,128	5,905	8,790	8,896	5,650	5,456
Середньоарифметична похибка (m)		0,19	0,19	0,402	0,282	0,261	0,176
Точність одиничного дослідження (p),		0,415	0,593	0,883	0,894	0,5678	0,548
Медіана		45,51	31,96	45,26	31,17	46,075	32,06
Довірчий інтервал, %	5	43,12	28,2	40,02	27,32	41,21	29,37
	95	49,39	34,81	52,51	36,98	50,06	35,28
		ширина b , мм					
Мінімальна (b_{\min})		44,01	27,64	38,97	26,81	40,82	28,59
Максимальна (b_{\max})		53,51	38,51	58,21	39,92	53,98	37,93
Середня ($b_{\text{сер}}$)		48,19	33,49	48,10	32,58	46,71	32,34
Середньоквадратичне відхилення (σ)		2,125	2,008	3,659	2,876	2,881	1,953
Коефіцієнт варіації (V), %		4,409	5,995	7,607	8,828	6,168	6,04
Середньоарифметична похибка (m)		0,214	0,202	0,368	0,289	0,29	0,196
Точність одиничного дослідження (p), %		0,443	0,603	0,764	0,887	0,62	0,607
Медіана		47,93	33,41	48,3	32,48	46,65	32,16
Довірчий інтервал, %	5	45,03	30,06	42,38	28,18	42,21	29,21
	95	52,19	36,94	54,95	37,63	52,05	35,95
		довжина l , мм					
Мінімальна (l_{\min})		44,29	30,94	50,08	34,57	51,07	36,5
Максимальна (l_{\max})		58,32	43,61	65,43	50,32	63,34	47,35
Середня ($l_{\text{сер}}$)		51,99	37,64	57,52	41,73	56,984	41,42
Середньоквадратичне відхилення (σ)		2,832	2,492	3,172	3,298	2,7289	2,429
Коефіцієнт варіації (V), %		5,447	6,62	5,515	7,904	4,7889	5,865
Середньоарифметична похибка (m)		0,285	0,25	0,319	0,331	0,2743	0,244
Точність одиничного дослідження (p), %		0,547	0,665	0,554	0,794	0,4813	0,589
Медіана		51,85	37,74	57,41	41,46	56,5	41,13
Довірчий інтервал, %	5	47,15	33,42	52,58	36,72	53,05	37,78
	95	56,75	41,81	63,02	47,52	61,87	45,54

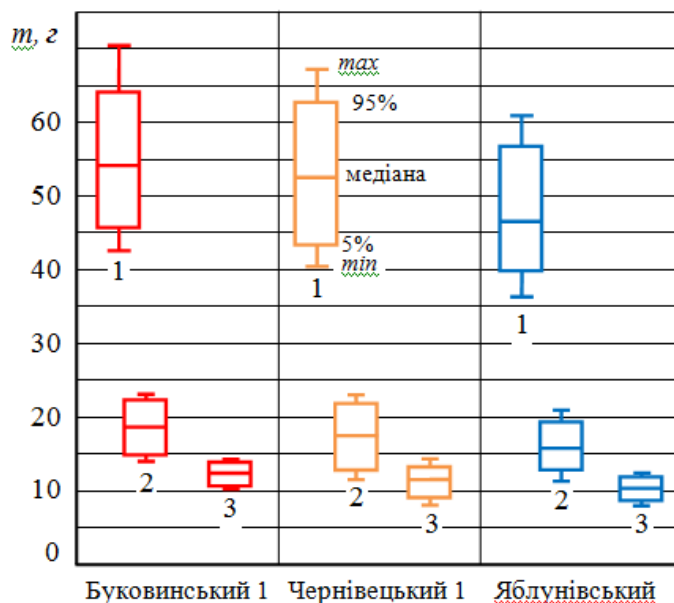


Рис. 3. Діаграма розмаху вагових показників плодів волоського горіха: 1 – горіхи, зібрані разом з оплоднем; 2 – горіхи, що містились у тріснутому оплодні; 3 – горіхи з повністю розкритого оплодня

Fig. 3. Diagram of the range of weights of walnuts: 1 – nuts collected together with the pericarp; 2 – nuts that were in cracked pericarp; 3 – nuts from the fully opened pericarp

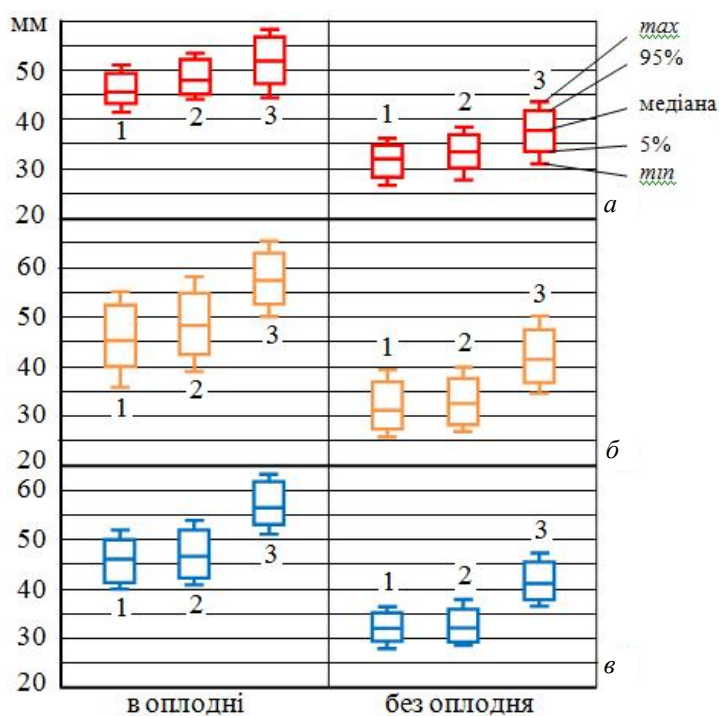


Рис. 4. Діаграми розмаху розмірних показників плодів волоського горіха різних сортів: а – Буковинський 1, б – Чернівецький 1, в – Яблунівський; розміри: 1 – товщина (*t*); 2 – ширина (*b*); 3 – довжина (*l*)

Fig. 4. Diagrams of the scale of dimensional indicators of walnuts of different varieties: а – Bukovynsky 1, б – Chernivetsy 1, в – Yablunivsky; dimensions: 1 – thickness (*t*); 2 – width (*b*); 3 – length (*l*)

Як показали результати експериментів з визначення розмірно-масових показників, для вибору параметрів роботи струшувачів плодозбиральних машин і засобів більш суттєвим є не сорт горіха, а ступінь стиглості плодів.

Висновки

1. На розмірно-масові показники волоських горіхів більш суттєвий вплив має ступінь стиглості плодів, ніж сорт горіха.

2. Необхідно досліджувати горіхи трьох груп, які струшують з дерева під час механізованого збирання: перша група – горіхи, зібрані разом з оплоднем; друга група – горіхи, що містилися в тріснутому оплодні; третя група – горіхи з повністю розкритого оплодня.

3. Маса плодів сорту Буковинський 1 лежить у межах відповідно для першої, другої і третьої груп: 42,48 – 70,33 г, 13,9 – 22,98 г і 10,09 – 14,17 г – за середнього значення 54,54 г, 18,47 г, 12,18 г. Відповідні показники для сорту Чернівецький 1 становлять: плоди першої групи – 40,53 – 67,26 г; другої групи – 11,62 – 23,15 г і третьої групи – 8,18 – 14,42 г – за середнього значення 51,71 г, 17,63 г і 11,61 г. Сорт Яблунівський найлегший, тому маса плодів дорівнює: перша група – 36,32 – 60,87 г; друга група – 11,35 – 21,02 г; третя група – 8,05 – 12,51 г – за середнього значення 47,9 г, 15,94 г і 10,5 г. Межі зміни маси плодів різних груп для довірчого інтервалу 5 – 95 % становитимуть: 39,88 – 64,03 г для горіхів першої групи в оплодні; 12,94 – 22,21 г – горіхів другої групи з розтріснутого оплодня; 8,71 – 13,72 г – плодів з повністю розкритого оплодня.

4. Розмірні параметри горіхів, як і їхня маса, у різних сортів змінюються незначно, вони більше залежать від групи: плоди в оплодні чи без нього. Середні розміри плодів волоського горіха для сортів Буковинський 1, Чернівецький 1 і Яблунівський становлять: плоди в оплодні – товщина 45,53 – 45,976 мм, ширина 46,71 – 48,19 мм і довжина 51,99 – 57,52 мм, а для плодів без оплодня ці параметри відповідно дорівнюватимуть 31,56 – 32,17 мм (товщина), 32,34 – 48,19 мм (ширина) і 37,64 – 41,73 мм (довжина).

Бібліографічний список

1. Бабій П. Т. Механізація виробництва плодів і ягід. 2-ге вид., допов. і перероб. Київ: Урожай, 1980. 160 с.
2. Варламов Г. П. Механико-технологические основы механизированной уборки фруктов: дисс. ... д-ра техн. наук. Москва, 1975. 281 с.
3. Варламов Т. П., Четвертаков А. В. Механизация уборки и товарной обработки фруктов. Москва: Колос, 1984. 287 с.

4. Волоський горіх. URL: <http://gorihvovod.blogspot.com/2012/11/80-90.html> (дата звернення: 20.03.2018).

5. Грецкий орех: пособие / под. общ. ред. А. В. Черныкова, С. Ю. Хохлова; Национальная общественная организация «Украинская ореховая ассоциация». Киев: Тимирязевское, 2014. 96 с.

6. Демидко М. Е., Беренштейн И. Б. Механизация интенсивного садоводства. Киев: Урожай, 1970. 144 с.

7. 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.

8. Какауридзе А. А. Разработка и обоснование устройств для уборки плодов на тракторонедоступных участках: дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 1988. 241 с.

9. Крупич О. М. Исследование процесса съема сливы роторным ударным стряхивателем с механизмом защиты коры от повреждений и обоснование его параметров: дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 1991. 200 с.

10. Крупич О. М., Шевчук Р. С., Крупич Р. О. Засоби механізації для збирання горіхоплідних культур. *Науково-технічні та енергетичні засади агропромислового виробництва*: кол. монографія. Львів: ЛНАУ, 2012. 244 с.

11. Крупич С. О., Крупич О. М., Кузенко Д. В., Левко С. І. Кінематичний аналіз роботи роторного ударного струшувача волоських горіхів. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2017. № 21. С. 61–100.

12. Крупич 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 крупноштабмовых деревьев машиной с импульсным вибровозбудителем: дисс. ... канд. техн. наук. Кировоград, 1984. 234 с.

14. Ручний віброударний струшувач плодів: пат. 95453 Україна: МПК А01D 46/26. № u201407346; заявл. 01.07.14; опубл. 25.12.14, Бюл. № 24. 6 с.

15. Стрела Т. Е. Орех грецкий / отв. ред. К. М. Сытник. Киев: Наук. думка, 1990. 192 с.

16. Хайліс Г. А. Основы теории і розрахунку сільськогосподарських машин: навч. посіб. Київ: Вид-во УСГА, 1992. С. 205–210.

17. Шевчук Р. С. Теоретичне дослідження відокремлення плодів струшуванням. *Сільськогосподарські машини*: зб. наук. статей. Луцьк, 1998. Вип. 4. С. 187–191.

18. Шевчук Р. С. Процессы и средства механизации съема плодов: дисс. ... д-ра техн. наук. Москва, 2000. 532 с.

19. Cooke I., Rand R. Vibratori fruit harvesting: a linear theory of fruit stem dynamics. *Journal of agricultural engineering research*. 1969. 14(3). P. 195–209.

20. 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-l05-009237-0c.pdf> (Last accessed: 27.03.2020).

21. 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 21.09.2020