

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛОДІВ ЛІСОВИХ ГОРІХІВ

*З. Гошко, к. т. н., О. Крунич, к. т. н., Р. Крунич, асистент  
Львівський національний аграрний університет*

**Постановка проблеми.** Фізико-механічні властивості плодів лісових горіхів є важливими показниками, які слід враховувати в їх післязбиральному обробітку, адже надалі всі плоди піддаються механічній дії: руйнуванню оболонки, відділенню ядра, очищенню, транспортуванню, зберіганню тощо. Проектування та розрахунок обладнання для здійснення механічних операцій неможливі без знання технологічних властивостей складових плоду (оболонки, ядра). Значення зусилля руйнування оболонки горіха, особливості зміни цього зусилля залежно від ділянки його прикладання, зусилля руйнування ядра тощо необхідно знати для встановлення оптимальних та раціональних параметрів робочих органів, що використовуються для обрешування оболонки та відділення її від ядра, а також у проектуванні машин та апаратів харчової промисловості [1; 2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Опис ліщин нараховує близько 15 видів, в Україні в дикорослому стані зустрічається лише ліщина звичайна і дев'ять видів інтродуковано. Для садівників найбільший інтерес становлять ліщина звичайна, найбільша (ломбардський горіх, фундук) і горіхова, яку ще називають ведмежим горішником [4].

У всіх цих видів є свої плюси й мінуси. Так, ліщина звичайна відрізняється великою екологічною пластичністю. Лісовий фундук – дуже холодостійка рослина, благополучно переносить як посуху, так і морози.

Фундук – окультурений різновид сортів ліщини, таку назву мають і плоди лісових горіхів. Спочатку фундуком називали тільки лісову ліщину. Сама назва горіхів «ліщина» походить від давнього праслов'янського слова, що означає «дерево лісу, плід лісового дерева» [4].

Фундук Каталонський – давно відомий і один із найпоширеніших сортів. Сильнорослий, утворює розлогу, досить загущену крону. Каталонський – відмінний промисловий сорт, добре зарекомендував себе в країнах Європи. Відрізняється високою врожайністю, великими, до чотирьох грамів, горіхами. Кущ сильнорослий, досягає висоти 6 м. Цвітіння відбувається в середні терміни. Плодоносити починає на 3-4-ий рік, дозрівання плодів припадає на початок вересня. Горіхи фундука великі, округлі, високої товарної якості, зібрані в супліддя по 3–5 шт. Вихід ядра – 38-40%. Шкаралупа середньої товщини, ламка, бронзового кольору. Горіх відрізняється добрим смаком, солодкий, з присмаком мигдалю, а ядро майже повністю заповнює шкаралупу. Обгортка плода за довжиною рівна або інколи дещо коротша від довжини горіха. Під час дозрівання обгортка розкривається, звільняючи більшу частину горіха, який самостійно випадає з неї. Шкаралупа

середньої товщини, досить тонка, коричневого кольору з темними смугами (рис. 1) [4].



Рис. 1. Горіх Каталонський.

Основа плоду велика, дещо менша, ніж ширина горіха, світло-коричнева, майже плоска, чи злегка випукла, так, що горіх можна поставити. Ядро велике, округле, добре заповнює шкаралупу.

Горіх має овальну або круглу форму, приблизно 2 см в довжину. Плід захований у тверду коричневу шкаралупу. Ці горіхи ростуть гронами по 1–4 шт., частково приховані в лущинні. Ядро велике, яйцеподібне, з гострою кінцівкою, вкрите темно-коричневою досить грубою волокнистою оболонкою, яка легко відділяється. Колір ядра – світло-кремовий. Горіх має ніжний, не дуже солодкий смак, багатий на вітамін Е і фолієву кислоту (її в ньому більше, ніж в інших горіхах).

Плід горіха містить близько 60 % олії, у складі якої знаходяться органічні кислоти, а також містить у собі до 20 % білка й такі мінеральні речовини, як кальцій, калій, магній, залізо тощо.

Корисні властивості горіха широко використовуються в медицині. Передусім він корисний у лікуванні серцево-судинної системи. Калій і кальцій, які є в лісових горіхах, сприятливо впливають на стінки судин, гладкої мускулатури серця, допомагаючи їм залишатися еластичними [4].

Його корисні властивості допомагають вилікувати варикозне розширення вен, тромбофлебіт, трофічні виразки гомілки і проблеми з капілярами. Крім того, його варто вживати при збільшенні передміхурової залози і ослабленні імунітету [4].

**Постановка завдання.** Наше завдання – визначення фізико-механічних властивостей горіхів фундука як об'єкта збирання і післязбирального обробітку.

**Виклад основного матеріалу.** Для вирішення поставлених завдань була розроблена програма експериментальних досліджень, яка передбачала визначення таких фізико-механічних властивостей горіхів фундука сорту Каталонський, що

добре зарекомендував себе в країнах Європи і добре культивується в західних областях України [2; 3]:

- масових і розмірних показників (маса, довжина, ширина, товщина) (рис. 2, а, б);
- роботи, що затрачається на руйнування оболонки та ядра горіха.

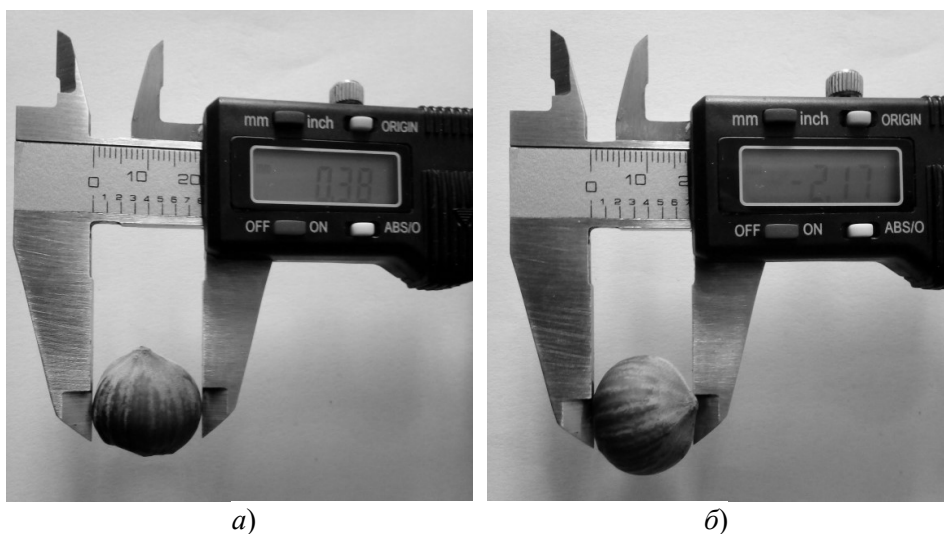


Рис. 2. Вимірювання розмірних показників плодів горіха.

На основі отриманих експериментальних даних було побудовано гістограми, полігони та криві накопичених дослідних ймовірностей (рис. 3-6) .

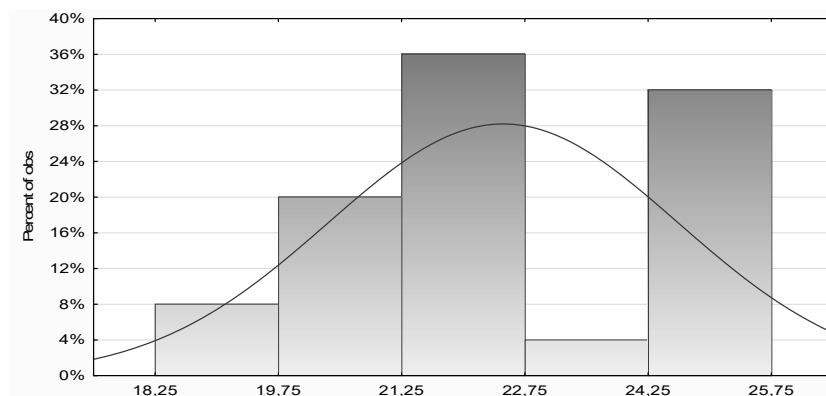


Рис. 3. Гістограма розподілу плодів горіха за висотою оболонки  $b$ , мм.

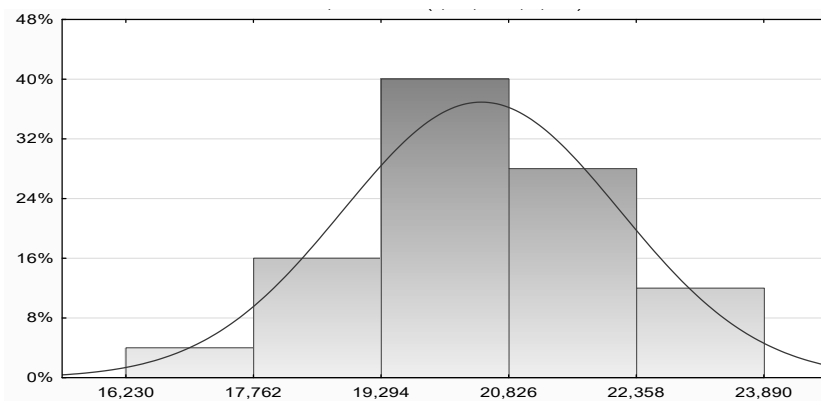


Рис. 4. Гістограма розподілу плодів горіха за шириною оболонки  $a$ , мм.

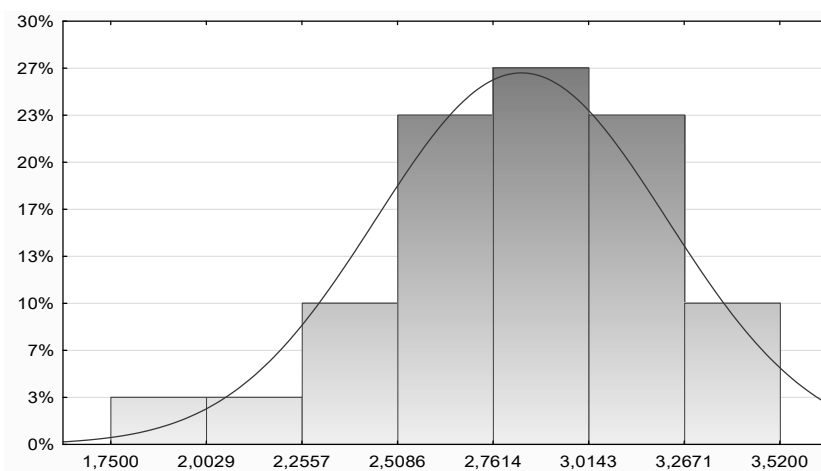


Рис. 5. Гістограма розподілу плодів горіха за товщиною оболонки  $c$ , мм.

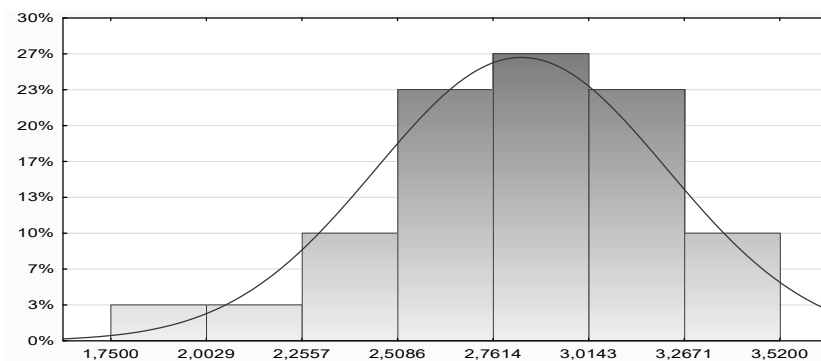


Рис. 6. Гістограма розподілу плодів горіха за масою  $m$ .

Під час проектування подрібнювальних машин, їх вузлів та механізмів необхідно знати фізико-механічні властивості оброблюваних матеріалів, у нашому випадку плодів горіха Каталонського, а саме роботу руйнування оболонки та ядра.

Для визначення міцності зразка використовували розроблений нами прилад (рис. 7).

Роботу, затрачену на руйнування, визначали за формулою

$$A = mgh ,$$

де  $m$  – маса зразка, г;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>;

$h$  – висота падіння тягарця, м.

Прилад (див. рис. 7) складається зі станини 1, яка встановлена на горизонтальній площині, підставки 2 (кріпиться до станини), в якій закріплюють колбу 3, що виконує функцію напрямної для тягарця 5, на стінці колби також наклеєна мірна лінійка 4, досліджуваний зразок насінневого матеріалу 10 встановлюється на дні підставки 2. Тягарець 5 кріпиться в підвішеному стані з допомогою линви 6 через блок у котушці з фіксатором 8. Усі складові елементи приладу закріплені у штативі 9.

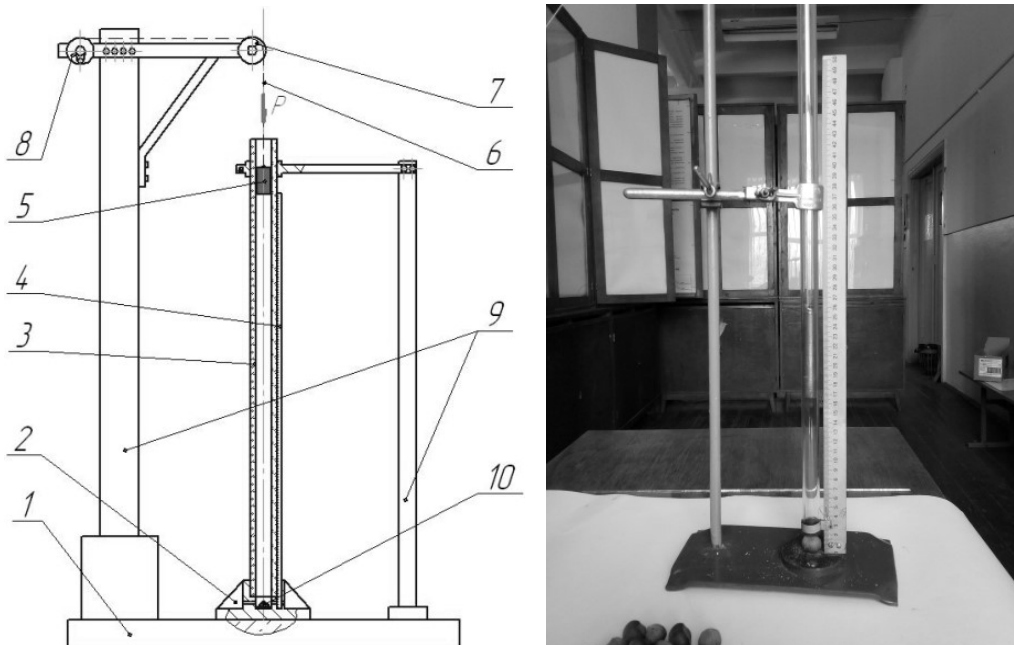


Рис. 7. Стенд для дослідження міцності оболонки та ядра горіхів та початку їх руйнування: 1 – станина; 2 – підставка; 3 – колба; 4 – лінійка; 5 – тягарець; 6 – линва; 7 – поліпаст; 8 – котушка з фіксатором; 9 – штатив; 10 – дослідний зразок.

Енергію руйнування горіхів визначали за допомогою тягарця, положення якого періодично змінюють за висотою. Під час ударного руйнування частина потенціальної енергії тягарця витрачається на виконання роботи руйнування (деформації) горіха, а також на подолання тертя між тертьовими поверхнями напрямної колби.

У нашому випадку приймаємо, що робота, яка витрачається на подолання сил тертя, є настільки малою порівняно з роботою удару, що ми нею нехтуємо.

На ударник, який використаний у роботі, діють дві сили: вага тягарця і сила тертя лінви в котушці (її значення настільки мале, що в подальших розрахунках не враховується). Унаслідок удару тягарця об оболонку горіха відбувається її руйнування. Завданням було визначити роботу удару (зусилля руйнування оболонки) (рис. 8, 9).

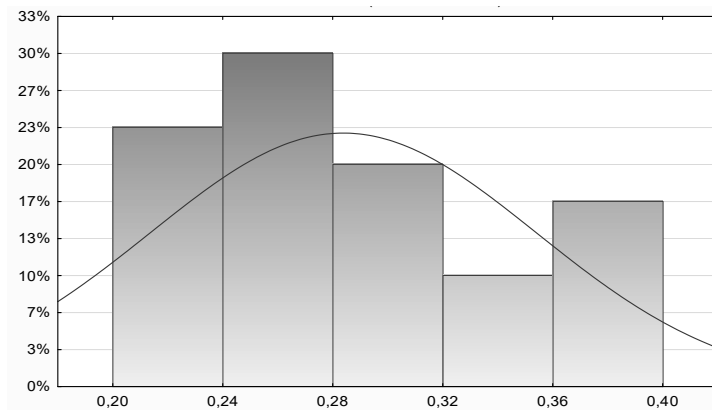


Рис. 8. Гістограма розподілу плодів горіха за роботою руйнування оболонки  $A_o$ , Дж.

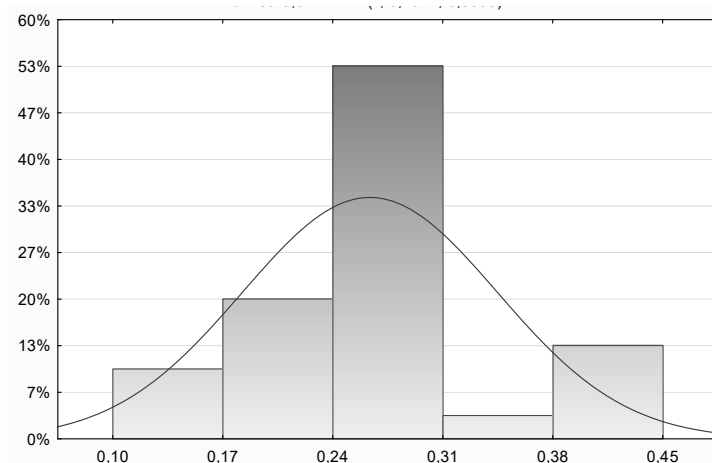


Рис. 9. Гістограма розподілу плодів горіха за роботою руйнування ядра  $A_я$ , Дж.

**Висновки.** Аналізуючи отримані результати експериментальних досліджень та побудовані на їх основі експериментальні криві, можна зробити такі висновки щодо плодів фундука сорту Каталонський:

- ширина  $a_{\text{мін}}=15,93$  мм,  $a_{\text{макс}}=24,05$  мм,  $a_{\text{ср}}=20,29$  мм,  $V_{\text{коэф. варіац.}}=10\%$ ;
- висота  $b_{\text{мін}}=16,23$  мм,  $b_{\text{макс}}=23,89$  мм,  $b_{\text{ср}}=20,47$  мм,  $V_{\text{коэф. варіац.}}=8\%$ ;
- товщина  $c_{\text{мін}}=18,25$  мм,  $c_{\text{макс}}=25,75$  мм,  $c_{\text{ср}}=22,46$  мм,  $V_{\text{коэф. варіац.}}=9\%$ ;
- робота руйнування оболонки  $A_{\text{омін}}=0,2$  Дж,  $A_{\text{омакс}}=0,4$  Дж,  $A_{\text{оср}}=0,3$  Дж;
- робота руйнування ядра  $A_{\text{ямін}}=0,1$  Дж,  $A_{\text{ямакс}}=0,275$  Дж,  $A_{\text{яср}}=0,45$  Дж.

Отримані результати свідчать, що діапазон коливань значень за розмірними показниками плодів горіха незначний, а значення коефіцієнта варіації не перевищує 10 %. Отже, у процесі проектування сортувальних та калібруваних машин суттєвих проблем під час розділення плодів горіха виникати не буде.

Значення роботи руйнування оболонки і ядра практично перекриваються, що є свідченням того, що в процесі руйнування оболонки є значна ймовірність пошкодження ядра плодів, що необхідно враховувати під час проектування обрушувальних машин.

#### Бібліографічний список

1. Крупич О. М., Левко С. І., Крупич Р. О. Кінематичний аналіз роботи роторного ударного струшувача грецьких горіхів. *Вісник Львівського національного аграрного університету : Агроінженерні дослідження*. 2017. № 21. С. 134-140.
2. Крупич О. М., Левко С. І., Крупич Р. О. Спосіб визначення об'єму тіл неправильної форми. *Вчені ЛНАУ виробництву : каталог інноваційних розробок*. 2014. № 14. С. 63.
3. Крупич Р. О. Дослідження вагових показників плодів горіхоплідних культур. *Вісник Львівського національного аграрного університету : Агроінженерні дослідження*. 2013. № 17.
4. Сатіна Г. М. Потенціал промислового виробництва грецького горіха в Україні та шляхи його ефективного використання. URL : <http://disser.com.ua/content/241007.html/>

#### **Гошко З., Крупич О., Крупич Р. Дослідження фізико-механічних властивостей плодів лісових горіхів**

Фізико-механічні властивості плодів лісових горіхів є важливими показниками, які слід враховувати в їх післязбиральному обробітку, адже надалі всі плоди піддаються механічній дії: руйнуванню оболонки, відділенню ядра, очищенню, транспортуванню, зберіганню тощо. Для виконання поставлених завдань була розроблена програма експериментальних досліджень, яка передбачала визначення таких фізико-механічних властивостей горіхів фундука сорту Каталонський, що добре зарекомендував себе в країнах Європи і добре культивується в західних областях України:

- масових і розмірних показників (маса, довжина, ширина, товщина);
- роботи, що затрачається на руйнування оболонки та ядра горіха.

**Ключові слова:** лісові горіхи, фізико-механічні властивості, розмірні показники.

**Goshko Z., Krupich O., Krupich R. Research physics-mechanics properties of garden-stuffs of hazel-nuts**

Physics-mechanics properties of garden-stuffs of hazel-nuts are important indexes which it follows to take into account in their collection till, in fact, in future all garden-stuffs are added to the mechanical action: to destruction of shell, separation of kernel, cleaning, transporting, storage but other For the decision of the put tasks there was the developed program of experimental researches, which foresaw determination of the followings physics-mechanics properties of nuts to hazel-nut, namely to the sort Catalan, that well showed oneself in the countries of Europe and well cultivated in the western regions of Ukraine:

- indexes which characterize mass and size indexes (mass, length, width, thickness);

- work which is outlaid on destruction of shell and kernel of nut.

**Key words:** hazel-nuts, physics-mechanics properties, size indexes.

**Гошко З., Крупич О., Крупич Р. Исследование физико-механических свойств плодов лесных орехов**

Физико-механические свойства плодов лесных орехов являются важными показателями, которые следует учитывать в их последующей переработке, ведь в дальнейшем все плоды подвергаются механическому воздействию: разрушению оболочки, отделению ядра, очистке, транспортировке, хранению и проч. Для решения поставленных задач была разработана программа экспериментальных исследований, предусматривающая определение следующих физико-механических свойств орехов фундука сорта Каталонский, который хорошо зарекомендовал себя в странах Европы и хорошо культивируется в западных регионах Украины:

- массовых и размерных показателей (масса, длина, ширина, толщина);

- работы разрушения оболочки и ядра ореха.

**Ключевые слова:** лесные орехи, физико-механические свойства, размерные показатели.