

**ВПЛИВ БІОМЕТРИЧНИХ  
ПАРАМЕТРІВ ПЛОДУ ГОРІХА  
ЧОРНОГО (*JUGLANS NIGRA L.*)  
НА ПРОРОСТАННЯ НАСІНИНИ**

*О.І. Рудник-Іващенко*<sup>1</sup>, *В.І. Дубровський*<sup>2</sup>, *М.В. Швед*<sup>3</sup>

<sup>1</sup>доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН

<sup>2</sup>кандидат сільськогосподарських наук

Інститут садівництва НААН

вул. Садова, 23, м. Київ, 03027, Україна

e-mail: <sup>1</sup>rudnik2015@ukr.net, <sup>3</sup>shved\_mikhail@ukr.net

ORCID: <sup>1</sup>0000-0003-2724-9482

Надійшла 17.06.2021

**Мета.** Встановити вплив кількісних біометричних параметрів плоду горіха чорного на стан спокою його насінини. **Методи.** Результати досліджень опрацьовували за загальноприйнятими методиками у землеробстві, рослинництві, статистиці. Використано польовий — для збору плодів, вимірально-ваговий — визначення параметрів плоду, спектрометричний, математико-статистичний — для проведення дисперсійного аналізу і статистичного опрацювання результатів досліджень з метою оцінки їх достовірності. **Результати.** Визначено взаємозв'язки біометричних параметрів плоду *Juglans nigra L.* — його розмірів, маси та товщини стінки шкаралупи, величини сили її розколювання, маси ядра на проростання зародка. Встановлено позитивну кореляційну залежність виходу ядра горіха від маси ендокарпію, зусилля для розколювання шкаралупи — від її маси. За 3-річними дослідженнями доведено обернено пропорційну залежність кількісних показників величини розколювання від маси ендокарпію, від чого залежить сила проростання насінини — чим менший ендокарпій, тим важче йому прорости. Визначено вплив процесу стратифікації на міцність шкаралупи та ендокарпію, вологість яких збільшується до 5-ти разів, що знижує їх міцність при розколюванні. **Висновки.** Установлено, що вихід ядра горіха залежить від маси ендокарпію; зусилля для розколювання шкаралупи горіха — від його маси і виявляє позитивну кореляцію з масою ядра; зусилля на розколювання 1 г маси обернено пропорційне масі ендокарпію і прямо пропорційне масі ядра. Чим менший ендокарпій, тим важче йому прорости; у процесі стратифікації змінюється вологість шкаралупи (практично в 5 разів) та ендокарпію загалом, внаслідок чого відбувається зниження його міцності при розколюванні.

**Ключові слова:** ендокарпій, шкаралупа, міцність при розколюванні, кореляція, регресія, стратифікація.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202109-04>

Горіх чорний (*Juglans nigra L.*) є одним з небагатьох інтродуцентів в Україні, що має багатогранне народногосподарське значення. Насамперед він представ-

ляє інтерес як цінна деревна і плодова порода. На відповідних ґрунтах вирізняється інтенсивним розвитком і ростом [1, 2].

Деревина горіха чорного характеризується високими фізико-технічними властивостями, легко піддається обробці і поліруванню, належить до найціннішої деревини червоного дерева (махагонієві, палісандрові дерева). В основному його деревину використовують для виготовлення найвищої за категорією якості меблів, музичних інструментів, виробництва шпону та ін. Мас необмежений збут. Довговічність дерева — 400 років [3].

Плоди — горіхи зі смачним, їстівним ядром, з умістом 55–60 % високоякісної олії, 30 % білків, 6 % вуглеводів. Потрібно зазначити, що олія за смаковими якостями не поступається прованській, з приємним ароматом, її використовують для виробництва вищих сортів шоколаду, лікеру, сиропів [4]. Крім цього, плоди багаті на мінеральні речовини: азот, фосфор, сірку, кобальт, йод, цинк, дубильні речовини, вітаміни А, В, С, Е та ін.

Технологію виробництва варення з плодів горіха чорного розроблено доктором сільськогосподарських наук, П.М. Алентьевим [5].

У фармакології зелені плоди горіха чорного використовують для виготовлення препаратів юглон і тікарнон.

Велике значення горіх чорний має для селекції, оскільки легко запилюється іншими представниками роду, створюючи гібриди природним способом. Гібриди чорного та грецького горіхів дали б можливість збільшити ареал поширення грецького горіха та збільшити врожай горіхів у світі загалом.

Зони Степу і Лісостепу є сприятливими для вирощування насаджень горіха чорного. Але цей інтродуцент дуже обмежено використовують у промислових насадженнях і лісорозведенні. Одним із чинників, що стримує його широке застосування, є слабе знання біології росту рослин. Метою досліджень є встановлення взаємозв'язків біометричних параметрів насінини, що впливають на її стан спокою.

Насінині горіха чорного притаманний органічний спокій. Формула спокою за М.Г. Ніколаєвою — А2–В3 [6]. Проростанню насінини заважає сильна гальмівна дія навколоплідника і фізіологічний механізм гальмування. На негативний вплив навколо-

плідника на проростання насінини і подальший ріст сянців вказують багато дослідників [7–9]. Тому підготовка насіннєвого матеріалу перед сівбою і закладка на стратифікацію в обов'язковому порядку включають очищення плодів від навколоплідника.

Однак не тільки навколоплідник стримує проростання насінини. Шкаралупа (ендокарпій) горіха чорного — тверда, щільна, також створює значну перешкоду для проростання зародка. Але даних, від яких саме параметрів і в яких кількісних одиницях конкретної структури плоду залежить гальмівна дія проростання насінини в спеціальній літературі ми не виявили.

**Мета досліджень** — вивчити і встановити взаємозв'язок між біометричними параметрами плоду і проростанням насінини горіха чорного.

**Матеріали та методи досліджень.** Лабораторні дослідження виконували в Інституті садівництва НААН, польові — на полях с. Вигнанка Любарського р-ну Житомирської обл. протягом 2018–2020 рр.

Об'єктами досліджень були дослідні насадження горіха чорного.

Тривалість вегетаційного періоду рослин регіону Житомирської обл. становить 225–230 днів, починаючи з кінця березня — початку квітня і триває до II декади листопада. Середньорічна кількість опадів становить 657 мм. На вегетаційний період припадає 58 % загальної річної кількості опадів, з них максимум — на травень. Найменше випадає у вересні — жовтні.

Плоди горіхів відбирали для дослідження щороку в кінці вересня — початку жовтня після їх опадання під крону, що відповідає їх біологічному дозріванню.

Кореляційну залежність між біометричними параметрами плоду визначали за формулою:

$$Sr = \frac{1-r^2}{\sqrt{n-1}},$$

де  $r$  — коефіцієнт кореляції;  $Sr$  — похибка коефіцієнта кореляції;  $r/Sr$  — істотна оцінка кореляції ( $r/Sr > 3$ ).

Критерій Стьюдента ( $t_{\text{крит}}$ ) застосовували для перевірки рівності середніх значень двох вибірок, порівняння кількісних значень тільки двох вибірок з нормальним

**1. Вплив кількісних параметрів плоду горіха чорного на міцність шкаралупи, середнє за 2018–2020 рр.**

фракція	Плід			Шкаралупа		Маса ядра, г	Сила розколювання, кг/см <sup>2</sup>
	розмір, см			маса, г	товщина стінки по шву, см		
	довжина	ширина	висота				
Мінімальна	2,61±0,09	2,4±0,13	2,62±0,19	8,2±0,21	0,40±0,08	1,39±0,1	261±0,19
Середня	2,89±0,11	2,7±0,12	2,96±0,20	13,4±0,27	0,43±0,12	2,17±0,1	369±0,21
Максимальна	3,50±0,17	3,27±0,16	3,9±0,21	19,5±0,24	3,5±0,14	3,6±0,13	454±0,20

розподілом випадкової величини, який визначали за формулою:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$$

де  $M_1, M_2$  — середнє арифметичне;  $\sigma_1, \sigma_2$  — стандартне відхилення;  $N_1, N_2$  — розміри вибірок.

$$t_{\text{спостер}} = \frac{r_{yx}}{\omega r_{yx}}$$

де  $r_{yx}$  — величина стандартної помилки парного вибіркового коефіцієнта кореляції.

**Результати досліджень.** Визначенням міцності ендокарпію на момент дозрівання плодів займався С. С. Таран, за його даними міцність розколювання дрібної

насінини (середній розмір — 3,7 см, маса ендокарпію — 8,9 г) становила 169 кг/см<sup>2</sup>, середньої (середній розмір — 4,4 см, маса ендокарпію — 29,5 г) — 192, великої (середній розмір — 5,1 см, маса ендокарпію — 25,9 г) — 219 кг/см<sup>2</sup> [10], що свідчить про кореляційну залежність міцності ендокарпію від маси плоду.

Наші дослідження були спрямовані на визначення взаємозв'язку міцності шкаралупи плоду горіха чорного і його кількісних параметрів. У спеціальній літературі такі дані не висвітлено.

За 3-річними результатами досліду встановлено, що для плодів, сформованих в умовах Полісся, характерна висока міцність шкаралупи, мінімальне значення якої було на рівні 261 кг/см<sup>2</sup>, а максимальне майже вдвічі більше — 454 кг/см<sup>2</sup> (табл. 1, рисунок).

За біометричними параметрами плоду встановлено низку залежностей, що описані відповідними рівняннями регресії.

Очевидно, що маса шкаралупи має тісну кореляційну залежність з масою ядра ( $r=0,9615$ ), тобто чим більший плід, тим більше його ядро. Однак така залежність не впливає на зусилля розтріскування шкаралупи, навпаки, чим менше маса плоду, тим



а



б

**Плід горіха чорного, фракція: а — мінімальна; б — максимальна**

**2. Регресійні зв'язки біометричних показників плоду горіха чорного, середнє за 2018–2020 рр.**

Зв'язки між показниками	Рівняння регресії (y)	$t_{\text{крит}}$	$t_{\text{спостер}}$	Коефіцієнт кореляції (r)
Маса ядра та шкаралупи	$0,2x - 0,0759$	2,051	22,51	0,9615
Зусилля на розколювання і маса 1 г ядра	$-127,89x + 470,94$	2,123	26,12	-0,9247
Зусилля на розколювання і маса 1 г шкаралупи	$-4,06x + 78,69$	2,125	9,36	-0,9982

**3. Кількісні показники ендокарпю до і після стратифікації, середнє за 2018–2020 рр.**

Плоди горіха чорного	Вологість, %			Зусилля під час розколювання, кг/см <sup>2</sup>
	ядра	шкаралупи	ендокарпю	
До стратифікації	19,97 ± 1,41	5,84 ± 0,69	15,06 ± 0,98	368,31 ± 4,51
Після стратифікації	22,84 ± 1,13	25,20 ± 0,87	22,12 ± 1,09	340,01 ± 5,22

більша частка припадає на шкаралупу, тим складніше ядру подолати його. Ці показники тісно корелюють:  $r = -0,9982$  і  $-0,9247$  відповідно (табл. 2). Отже, чим більше маса шкаралупи, тим менше зусиль потрібно для її розколювання і навпаки.

Для подолання спокою насінини горіха чорного проводять стратифікацію, в ході якої руйнуються інгібітори і відбуваються процеси, які «пом'якшують» навколоплід-

ники. Тому ми вивчали вплив стратифікації плодів на міцність ендокарпю (табл. 3).

Отже, встановлено, що після стратифікації (витримування плодів у вологій тирсі) з дотриманням оптимальних умов вологість ядра збільшилася неістотно (близько 1 %), а навколоплідника — майже на 18 %, ендокарпю — загалом майже на 8 одиниць, що сприяло зниженню їх міцності під час розколювання.

**Висновки**

З повною достовірністю можна констатувати, що вихід ядра горіха залежить від маси ендокарпю; зусилля для розколювання шкаралупи горіха залежить від їх маси і виявляє позитивну кореляцію з масою ядра; зусилля на розколювання 1 г маси обернено пропорційне масі ендокарпю

і прямо пропорційне масі ядра. Отже, чим менший ендокарпій, тим важче йому прорости; у процесі стратифікації змінюється вологість шкаралупи (практично в 5 разів) і ендокарпю загалом завдяки чому його міцність під час розколювання знижується.

**Rudnyk-Ivashchenko O.<sup>1</sup>, Dubrovskiy V.<sup>2</sup>, Shved M.<sup>3</sup>**

*Institute of Horticulture of NAAS, 23, Sadova Str., Kyiv, 03027, Ukraine, e-mail: <sup>1</sup>rudnik2015@ukr.net, <sup>3</sup>shved\_mikhail@ukr.net; ORCID: <sup>1</sup>0000-0003-2724-9482*

**Influence of biometric parameters of black nut fruit (*Juglans nigra* L.) on seed germination**

**Goal.** To establish the influence of quantitative biometric parameters of the black nut fruit on the dormancy of its seeds. **Methods.** The results of the research were processed according to generally accepted methods in agriculture, plant growing, statistics. Field — to collect fruits, measuring weight — to determine fruit parameters, spectrometric, mathematical-statistical — to carry out analysis of variance and statistical processing of research results to assess their reliability. **Results.** The relationships between the biometric parameters of the fruit of *Juglans nigra* L. — its size, weight, and thickness of the shell, the magnitude of the force of

its splitting, the mass of the nucleus for germination. A positive correlation was found between the yield of the nut kernel and the mass of the endocarp, and the effort to split the shell was determined by its mass. According to 3-year research, the inversely proportional dependence of the quantitative indicators of the amount of splitting on the mass of the endocarp has been proved, on which the strength of seed germination depends — the smaller the endocarp, the harder it is to germinate. The influence of the stratification process on the strength of the shell and endocarp, the humidity of which increases up to 5 times, which reduces their strength during splitting, is determined. **Conclusions.** It was found that the yield of the nut kernel depends on the mass of the endocarp; the effort to split the shell of the nut — from its mass and shows a positive correlation with the mass of the kernel; the effort to split 1 g of mass is inversely proportional to the mass of the endocarp and directly proportional to the mass of the nucleus. The smaller the endocarp, the harder it is to germinate; the moisture content of the shell

(almost 5 times) and the endocarp in general changes in the process of stratification, resulting in a decrease in its strength in splitting.

**Key words:** endocarp, shell, strength in splitting, correlation, regression, stratification.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202109-04>

## Бібліографія

1. Бондар А.О. Лісові культури горіха чорного. Вінниця: ВАТ «Віноблдрукарня», 1997. 48 с.
2. Проект організації та розвитку лісового господарства Уманського ДЛГ державного лісогосподарського об'єднання «Черкасиліс». Т. II. Кн. I. Таксаційний опис поквартальної суми площ та загальних запасів насаджень Маньківського лісництва. Ірпінь, 2005. 268 с.
3. Thomas A.L., Reid W. R. Hardiness of black walnut and pecan cultivars in response to an early hard freeze. *Amer. Pomolog.* 2006. Soc. 60 (2). P. 90–94.
4. Wenzel J., Samaniego C.S., Wang L. et al. Antioxidant potential of *Juglans nigra*, black walnut, husks extracted using supercritical carbon dioxide with an ethanol modifier. *Food Sci. Nutr.* 2016. V. 5(2). P. 223–232. doi: 10.1002/fsn3.385
5. Алентьев П.Н. Временные рекомендации по разведению и выращиванию ореха черного на Северном Кавказе. Воронеж, 1988. С. 26–31.
6. Николаева М.Г. Ускоренное проращивание покоящихся семян древесных растений. Ленинград: Наука, 1979. 80 с.
7. Кулыгин А.А., Поповичев В.В. Культура ореха черного. Новочеркасск, 1998. 96 с.
8. Малышева З.Г. Эколого-биологическое обоснование технологии подготовки семян орехоплодных. НГМА. Новочеркасск, 1998. С. 12–27.
9. Щепотьев Ф.Л., Павленко Ф.А., Рихтер О.А. Горіхи. Київ: Урожай, 1987. 184 с.
10. Таран С.С. Агролесомелиорация в системе адаптивно-ландшафтного земледелия. Изд.: ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации Россельхозакадемии, 2013. С. 250–253.