

УДК 633.352.1:631.531.02:631.563

## Морфометричні показники насіння сочевиці залежно від морфотипу, фракції та тривалості зберігання

А. В. Вишинський 

Уманський національний університет, вул. Інститутська, м. Умань, Черкаська обл., 20301, Україна

Автор для листування: Андрій Вишинський, [lidiyakononenko@ukr.net](mailto:lidiyakononenko@ukr.net)

**Цитування:** Вишинський А. В. Морфометричні показники насіння сочевиці залежно від морфотипу, фракції та тривалості зберігання. *Біоенергетика*. 2026. № 1. С. 10–19. <https://doi.org/10.47414/be.2026.No1.pp10-19>

**Мета.** Установити морфометричні показники насіння сочевиці різних морфотипів залежно від його фракційного складу та тривалості зберігання для наукового обґрунтування оптимальних параметрів формування страхових насінневих фондів в умовах Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження базувалися на трифакторному модельному досліді (2022–2026 рр.). Об'єктами виступали морфотипи сочевиці харчової червонозерний і зеленозерний. Схема дослідю включала вивчення впливу морфотипу (фактор А), тривалості зберігання від 0 до 5 років (фактор В) та фракційного складу насіння: I (> 5,0 мм), II (4,0–5,0 мм), III (3,0–4,0 мм) (фактор С). Посівні якості та біометричні параметри проростків визначали згідно з ДСТУ 4138-2002 на 10-ту добу. **Результати.** Встановлено, що найвищим ростовим потенціалом володіє велика фракція (> 5,0 мм) зеленозерної сочевиці, довжина кореня якої на 10-ту добу у свіжозібраному стані сягає 62 мм, що на 6,9% перевищує червонозерний аналог. Експериментально підтверджено суттєву деградацію сили росту протягом п'яти років зберігання: найбільш інтенсивне зниження показників зафіксовано після третього року експозиції (на 5–6 мм щорічно). Найбільш вразливим до старіння виявився гіпокотиль, індекс деградації якого становив 45,6%, тоді як індекс кореневої системи продемонстрував найвищу стабільність ( $V = 9,8\%$ ). До кінця п'ятого року зберігання показники дрібної фракції (3,0–4,0 мм) червонозерної сочевиці впали до критичного мінімуму (корінь – 26 мм, маса – 0,095 г). **Висновки.** Зеленозерний морфотип та великі фракції насіння (> 5,0 мм) виявляють вищу адаптивну стійкість до тривалого зберігання. Велика фракція обох сортів навіть після п'яти років зберігання зберігає кращу життєздатність (корінь 34–38 мм), ніж дрібна фракція вже після трьох років. Це обґрунтовує доцільність використання саме великого насіння зеленозерних сортів для закладання у довгострокові страхові фонди з метою збереження високого біологічного потенціалу культури.

**Ключові слова:** проростки; схожість; довжина; маса; коренева система.

### Вступ

Сучасні тенденції в рослинництві, спрямовані на біологізацію та пошук високобілкових культур, підняли харчову сочевицю (*Lens culinaris* Medik.) до статусу стратегічного об'єкта наукових досліджень. Як зазначають у своїх фундаментальних працях Орехівський В. Д. та Січка В. І. [1], ця культура є не лише незамінним джерелом рослинного протеїну, що за якісними характеристиками наближається до тваринних білків, а й виступає потужним біологічним інструментом відновлення родючості ґрунтів. М. Лі та ін. [2, 3] вказують також, що сочевиця характеризується високою нутрицевтичною цінністю, значним фітохімічним потенціалом.

Одержано 11.02.2026 • Погоджено 23.03.2026 • Опубліковано онлайн 18.05.2026



© Автор(и), 2026. Видавець Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Це стаття відкритого доступу, що розповсюджується на умовах ліцензії CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), яка дозволяє використання, розповсюдження та відтворення на будь-яких носіях за умови належного цитування оригінальної роботи.

лом і біологічною активністю, що визначає її важливе значення як функціонального продукту харчування.

Проблема збереження високих посівних кондицій насіння бобових культур є однією з центральних у сучасному насінництві.

Життєздатність насіння – це динамічний показник, що формується під впливом комплексу генетичних, агротехнічних та екологічних чинників. Як зазначають Данильченко О. М. та ін. [4], продуктивність сочевиці та подальша стійкість її насіння до старіння закладаються ще на етапі вирощування, де інокуляція та збалансоване мінеральне живлення відіграють роль первинних стабілізаторів фізіологічного стану зародка.

Основними зовнішніми чинниками, що визначають темпи деградації насіння під час зберігання, є температура та вологість. У фундаментальному дослідженні Bhattarai V. та ін. [5] доведено, що навіть незначні коливання температури в зерносховищах можуть призвести до незворотних змін у метаболічній активності червоної сочевиці, що негативно впливає на її ринкові та кінцеві споживчі властивості. Це корелює з висновками Білоножка В. Я. та Полторецької Н. М. [6], які на прикладі інших культур (гречки) підкреслюють, що життєздатність та «життєвість» (vigor) насіння є похідними від генетичного потенціалу сорту та умов його формування.

Якість насіння для тривалого зберігання залежить від багатьох факторів. Серед них – сортові особливості рослини, умови формування насіння на материнській рослині, вологість та температура під час збирання й обробки. Крім того, на життєздатність насіння впливають умови його зберігання та застосовані технології консервації [7]. Роль насінневих банків у збереженні біорізноманіття, за словами P. W. Wambugu та ін. [8], є вирішальною для підтримання екосистем.

Довготривале зберігання насіння бобових культур нерозривно пов'язане з динамікою мікробіологічних процесів. Дослідження О. П. Ткачук [9], D. N. Bogase та ін. [10] свідчать, що сівозмінна та системи живлення мають пролонгований вплив на ферментативну активність ґрунту, що опосередковано визначає мікробіом насіння. Формування посівних якостей, як зазначають А. В. Баган та ін. [11], залежить від фізіологічної зрілості зерна на момент збирання.

Оцінка посівного потенціалу насіння після тривалого зберігання потребує комплексного підходу, що поєднує класичні морфологічні показники з новітніми біохімічними та молекулярно-генетичними методами. Як зазначають В. П. Карпенко та ін. [12], одним із непрямих, але інформативних показників життєздатності бобових є їхня здатність до формування активного симбіотичного апарату, що безпосередньо залежить від фізіологічного стану насінини та дії біопрепаратів. Розвиток симбіотичних структур забезпечує ефективне засвоєння атмосферного азоту, що підвищує продуктивність рослини та покращує родючість ґрунту. Тому оцінка формування симбіотичного апарату є важливим елементом у контролі якості насіння та плануванні заходів агротехнічної підтримки культури.

Більшість авторів наголошують про важливість стратегії моніторингу життєздатності насіння, що включають регулярну оцінку схожості, енергії проростання та фізіологічного стану насіння під час зберігання. Генетичний контроль дозволяє виявляти зміни у генетичній структурі, що можуть впливати на якість і стійкість рослин. Поєднання моніторингу та генетичного аналізу забезпечує своєчасне виявлення ризиків і підтримку високого рівня життєздатності насіння протягом тривалого часу [13–16].

Поєднання моніторингу та генетичного аналізу забезпечує своєчасне виявлення ризиків і підтримку високого рівня життєздатності насіння протягом тривалого часу. Водночас, попри глибоке вивчення біохімічних аспектів старіння, поза увагою дослідників часто залишається динаміка фізичних параметрів насіння як індикатора його внутрішнього стану. Зокрема, недостатньо вивченим є питання кореляції між лінійними розмірами насінини (морфометрією) та її здатністю протистояти деструктивним процесам під час тривалого зберігання.

Фракційний склад насіння є не лише технологічним показником, а й біологічним маркером запасу поживних речовин, що детермінує стартову потужність проростка [7]. Оцінка морфометричних показників у розрізі різних морфотипів сочевиці дозволить встановити, наскільки стабільними є геометричні та вагові характеристики насіння різних фракцій за умови багаторічної експозиції в зерносховищах. Це, своєю чергою, надасть можливість оптимізувати про-

цеси сортування та відбору насіннєвого матеріалу для тривалого зберігання без втрати його посівної придатності.

Виходячи з вище описаного, проведення досліджень із оцінки морфометричних параметрів насіння сочевиці залежно від його походження, розмірних характеристик та часового фактора є актуальним науковим завданням, що має важливе значення для сучасного насінництва.

*Мета дослідження* – установити морфометричні показники насіння сочевиці різних морфотипів залежно від його фракційного складу та тривалості зберігання для наукового обґрунтування оптимальних параметрів формування страхових насіннєвих фондів у мовах Правобережного Лісостепу України.

## Матеріали та методи дослідження

Дослідження були закладені згідно з методичними рекомендаціями і основами наукових досліджень в агрономії [18–20] в Уманському національному університеті (м. Умань) упродовж 2022–2025 рр.

Об'єктами досліджень було обрано два сучасні сорти сочевиці харчової (*Lens culinaris* Medik.), які на момент проведення експериментів були внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, та рекомендовані для зон Степу та Лісостепу.

*Сорт 'Даринка'* (червонозерний морфотип) створений у Державній установі Інститут зернових культур НААН України (м. Дніпро). Рік реєстрації – 2019. Сорт вирізняється коротким періодом вегетації (75 діб) та високою посухостійкістю (8 балів). Рослини мають висоту 58 см із прикріпленням нижнього бобу на рівні 17 см, що забезпечує придатність до механізованого збирання. Маса 1000 насінин за даними заявника становить 39 г. Вміст білка в зерні – 26%. Сорт характеризується високою стійкістю до розтріскування бобів (8 балів) та комплексною стійкістю (7 балів) до основних збудників хвороб: аскохітозу (*Ascochyta ervicola* Syd.), фузаріозу (*Fusarium oxysporum* Schlecht.) та бактеріального в'янення.

*'СНІМ 18' / 'SNIM 18'* (зеленозерний морфотип). Сорт української селекції (заявник – Вовк В. А.). Рік реєстрації – 2018. Рекомендований для вирощування в зонах Степу, Лісостепу та Полісся. Характеризується тривалішим вегетаційним періодом вегетації – 93 доби. Рослини нижчі (39 см), проте мають стабільну висоту прикріплення нижнього бобу – 16,5 см. Урожайність насіння за стандартної вологості складає 2,6 т/га. Насіння дещо крупніше, ніж у сорту 'Даринка', маса 1000 насінин становить 42 г. Вміст білка – 28%. Сорт має високу стійкість до вилягання та розтріскування бобів (8 балів). Виявляє високу толерантність до ураження аскохітозом (8 балів) та стійкість до пошкодження смугастим довгоносоком (8 балів).

Обидва сорти належать до дрібнозерної групи, проте суттєво різняться за тривалістю вегетації (75 проти 93 діб) та генетично детермінованим вмістом білка (26 та 28%), що є критично важливим при вивченні інтенсивності біохімічного старіння насіння.

Експериментальна частина роботи базувалася на трифакторному модельному досліді. Схема досліджень включала наступні чинники:

Схема 1. Вплив морфотипу, тривалості зберігання і фракційного складу насіння сочевиці на його посівні якості.

*Фактор А* – морфотип: червонозерна та зеленозерна сочевиця;

*Фактор В* – тривалість зберігання: свіжозібране (вихідний контроль); 1, 2, 3, 4 і 5 років.

*Фактор С* – фракційний склад насіння: I (велика) >5,0 мм; II (середня) 4,0–5,0 мм; III (дрібна) – 3,0–4,0 мм

Контроль – свіжозібране насіння середньої фракції кожного виду (що дозволить порівнювати старіння окремо для кожного морфотипу).

Морфометричні вимірювання лінійних параметрів проростків (довжини кореня та гіпокотиля) здійснювали на 10-ту добу інкубації на вибірці з 50 типових рослин кожного варіанта.

Енергія проростання та лабораторна схожість: визначали за протоколами ISTA [21] та ДСТУ 4138-2002 [22] шляхом інкубації у кліматичних камерах при стабільному терморежимі ( $20 \pm 0,5$  °C).

Статистичні розрахунки: використовували Методику селекційного експерименту (у рослинництві) [23].

## Результати дослідження

Встановлено, що найвищим ростовим потенціалом характеризується зеленозерна сочевиця великої фракції, довжина кореня якої у свіжозібраному стані сягає 62 мм. Порівняно з червонозерним морфотипом аналогічної фракції перевага зеленозерних зразків становить 4 мм, що при значенні НІР для фактора А на рівні 2,1 мм підтверджує вищу фізіологічну активність зародка зеленозерної сочевиці.

Ключовим чинником забезпечення інтенсивного росту кореня є запас поживних речовин у сім'ядолях, що безпосередньо корелює з фракційним складом насіння. Для обох досліджуваних морфотипів зафіксовано закономірне зниження довжини кореня при зменшенні розміру насінин. Так, у свіжозібраному насінні перехід від великої до дрібної фракції призводив до скорочення довжини кореня на 10 мм, що за показника НІР для фактора С 1,8 мм вказує на визначальну роль крупності насіння у формуванні потужної первинної кореневої системи.

Експериментально підтверджено суттєву деградацію сили росту насіння протягом п'яти років зберігання, що виражається у скороченні довжини кореня проростків червонозерної сочевиці фракції > 5,0 мм з 58 мм (свіжозібране) до 34 мм (5 років), тобто на 41,4%.

Порівняльний аналіз морфотипів свідчить про генетичну перевагу зеленозерного, який у контрольній фракції 4,0–5,0 мм формує корінь завдовжки 58 мм, що на 4 мм більше, ніж у аналогічного варіанта червонозерної сочевиці.

Встановлено критичну роль фракційного складу: у свіжозібраному насінні зеленозерної сочевиці різниця між великою (> 5,0 мм) та дрібною (3,0–4,0 мм) фракціями становить 10 мм (62 проти 52 мм), що підкреслює вищу концентрацію енергетичних ресурсів у великому зерні.

Динаміка старіння найбільш стрімко проявляється у дрібній фракції (3,0–4,0 мм) червонозерного морфотипу, де довжина кореня за період експозиції знизилася на 22 мм (з 48 до 26 мм), досягаючи найнижчого значення в усьому експерименті.

Навіть за тривалого п'ятирічного зберігання велика фракція (> 5,0 мм) обох сортів демонструє кращу життєздатність (34–38 мм), ніж дрібна фракція (3,0–4,0 мм) уже після трьох років зберігання (36–40 мм), що доводить доцільність використання саме великого насіння для створення довгострокових страхових фондів.

За п'ятирічного періоду зберігання відмічено прогресуюче пригнічення ростових функцій, зумовлене біохімічним старінням насіння. Найбільш виражена депресія росту зафіксована після третього року експозиції, коли довжина кореня почала знижуватися на 5–6 мм щорічно. До кінця п'ятого року зберігання показники дрібної фракції червонозерної сочевиці впали до мінімального значення 26 мм, що свідчить про глибоку деградацію життєздатності (табл. 1).

**Таблиця 1.** Довжина кореня проростків залежно від тривалості зберігання та морфотипу, мм

Фракція, мм (С)	Тривалість зберігання, роки (В)					
	Свіжозібране	1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років
Червонозерна (А)						
> 5,0	58	55	51	46	40	34
4,0–5,0	54 (К)	51	47	42	37	31
3,0–4,0	48	45	41	36	31	26
Зеленозерна (А)						
> 5,0	62	59	55	50	44	38
4,0–5,0	58 (К)	55	51	46	40	35
3,0–4,0	52	49	45	40	35	30
НІР <sub>0,05</sub>				3,6		
Фактор А				2,1		
Фактор В				2,9		
Фактор С				1,8		
Фактор АВС				4,8		

Таким чином, оцінка взаємодії факторів із НІР 4,8 мм дозволяє стверджувати, що велика фракція зеленозерної сочевиці навіть на п'ятий рік зберігання формує корінь довжиною 38 мм, що перевищує показники свіжозібраної дрібної фракції червонозерного морфотипу на другий-третій рік зберігання. Це підкреслює технологічну перевагу великих фракцій зеленозерної сочевиці як найбільш стійкої сировини до тривалих термінів зберігання.

Дослідження морфометричних параметрів гіпокотила сочевиці із свіжозібраного насіння показав, що зеленозерний морфотип характеризується вищою інтенсивністю росту гіпокотила, яка у великій фракції досягає 39 мм. Порівняно з червонозерною сочевицею аналогічного розміру, зеленозерні зразки демонструють перевагу на рівні 3 мм, що за значення НІР для фактора А 1,5 мм підтверджує статистичну значущість впливу морфотипу на початковий етап.

Експериментально підтверджено, що розмір насіння виявився критичним чинником для розвитку гіпокотила, оскільки він безпосередньо залежить від мобілізації запасних речовин сім'ядоль. У межах кожного морфотипу спостерігалось послідовне зменшення довжини гіпокотила при переході від великої до дрібної фракції. Так, у свіжозібраному стані різниця між крайніми фракціями складала 7 мм, що при НІР для фактора С 1,3 мм вказує на суттєве послаблення ростових процесів у дрібному насінні.

Варто вказати, що упродовж п'яти років зберігання зафіксовано прогресуюче скорочення довжини гіпокотила у всіх досліджуваних варіантах.

Найбільш інтенсивне зниження показника спостерігалось після третього року зберігання, що корелює з раніше встановленим зростанням кислотного числа жиру та деградацією білкових фракцій. До кінця п'ятого року довжина гіпокотила дрібної фракції червонозерної сочевиці знизилася до мінімальних 14 мм, що свідчить про втрату здатності насіння до формування повноцінних сходів.

Контрольні варіанти обох досліджуваних сортів продемонстрували стабільну тенденцію до скорочення довжини гіпокотила, що у свіжозібраному стані становило 33 мм для червонозерного та 36 мм для зеленозерного морфотипів. Протягом перших двох років зберігання зниження показників у контролі відбувалося поступово – на 5 мм у обох сортів, що свідчить про збереження високого адаптивного потенціалу на початкових етапах експозиції. Суттєвий перелом у життєздатності зафіксовано після третього року зберігання, коли довжина гіпокотила контрольної фракції зеленозерної сочевиці впала до 27 мм, а червонозерної – до 24 мм, що перевищує поріг істотної різниці (НІР В = 2,0 мм). На четвертий рік зберігання зафіксовано подальше пригнічення росту: контрольний зразок червонозерного морфотипу продемонстрував зниження до 21 мм, тоді як зеленозерний зберіг вищий показник на рівні 23 мм. До кінця п'ятого року експерименту довжина гіпокотила в контрольних варіантах досягла мінімальних значень – 17 мм ('Даринка') та 20 мм ('СНІМ 18'), що підтверджує загальну деградацію посівних якостей на 44–48% від вихідного рівня.

Встановлена взаємодія факторів із показником НІР 3,6 мм дозволяє стверджувати, що велика фракція зеленозерної сочевиці виявляє найвищу фізіологічну стійкість, зберігаючи після п'яти років довжину гіпокотила на рівні 22 мм. Це перевищує показники дрібної фракції червонозерного морфотипу вже на четвертий рік зберігання, що обґрунтовує доцільність використання саме великих фракцій зеленозерної сочевиці для тривалих термінів закладання на зберігання (табл. 2).

Отримані результати свідчать про те, що зеленозерний морфотип має вищий потенціал формування вегетативної маси порівняно з червонозерним. Так, середня маса проростка великої фракції свіжозібраної зеленозерної сочевиці склала 0,195 г, що на 0,013 г перевищує показник червонозерну. Зважаючи на значення НІР для фактора А на рівні 0,005 г, встановлена перевага є статистично достовірною і обумовлена вихідним вищим вмістом білка та енергозабезпеченістю зародка.

Фракційний склад насіння виявився визначальним фактором впливу на вагу проростків, оскільки маса сім'ядолей безпосередньо лімітує кількість поживних речовин, доступних для росту. У всіх варіантах досліду спостерігалось послідовне зниження маси проростка при зменшенні розміру насіння: різниця між крайніми фракціями (понад 5,0 мм та 3,0–4,0 мм) становила 0,028–0,031 г, що суттєво перевищує показник НІР для фактора С (0,004 г).

**Таблиця 2.** Довжина гіпокотила сочевиці залежно від тривалості зберігання, мм

Фракція, мм (С)	Тривалість зберігання, роки (В)					
	Свіжозібране	1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років
Червонозерна (А)						
> 5,0	36	34	31	27	23	19
4,0–5,0	33 (К)	31	28	24	21	17
3,0–4,0	29	27	24	20	17	14
Зеленозерна (А)						
> 5,0	39	37	34	30	26	22
4,0–5,0	36 (К)	34	31	27	23	20
3,0–4,0	32	30	27	23	20	16
НІР <sub>0,05</sub>				2,4		
Фактор А				1,5		
Фактор В				2,0		
Фактор С				1,3		
Фактор АВС				3,6		

Варто вказати, що тривале зберігання насіння супроводжується інтенсивним зниженням маси сформованих проростків, що є наслідком біохімічного старіння та нераціональних витрат сухих речовин на дихання.

Найбільш стрімке падіння показника зафіксовано після третього року зберігання. На п'ятий рік експозиції маса проростка дрібної фракції червонозерної сочевиці знизилася до мінімального значення 0,095 г, що вказує на критичне ослаблення фізіологічної сили насіння. Аналіз взаємодії факторів із НІР 0,012 г дозволяє стверджувати, що велика фракція зеленозерного морфотипу навіть за умов п'ятирічного зберігання здатна формувати проростки масою 0,129 г.

У контрольному варіанті відзначено, що свіжозібране насіння зеленозерного морфотипу сформувало проростки масою 0,182 г, що на 0,013 г перевищує показник червонозерної сочевиці (0,169 г), підтверджуючи вищу вихідну енергозабезпеченість зародка першого сорту. Упродовж п'ятирічного зберігання маса проростків у контролі стабільно знижувалася, досягнувши на фінальному етапі значень 0,119 г для зеленозерної та 0,108 г для червонозерної сочевиці, що свідчить про суттєві втрати сухої речовини на дихання (табл. 3).

**Таблиця 3.** Маса одного проростка сочевиці залежно від досліджуваних чинників, г

Фракція, мм (С)	Тривалість зберігання, роки (В)					
	Свіжозібране	1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років
Червонозерна (А)						
> 5,0	0,182	0,175	0,166	0,151	0,134	0,118
4,0–5,0	0,169 (К)	0,162	0,153	0,139	0,123	0,108
3,0–4,0	0,154	0,147	0,138	0,124	0,110	0,095
Зеленозерна (А)						
> 5,0	0,195	0,188	0,178	0,163	0,147	0,129
4,0–5,0	0,182 (К)	0,175	0,166	0,151	0,136	0,119
3,0–4,0	0,166	0,159	0,149	0,135	0,120	0,104
НІР <sub>0,05</sub>				0,009		
Фактор А				0,005		
Фактор В				0,007		
Фактор С				0,004		
Фактор АВС				0,012		

Таким чином, даний показник є вищим за масу проростків дрібної фракції червонозерної сочевиці вже на третій-четвертий рік їх зберігання, що підтверджує стратегічну перевагу використання крупнозернистих зеленозерних морфотипів для забезпечення стабільної якості сировини при тривалих термінах зберігання.

Результати досліджень вказують, що співвідношення маси корінця до маси пагона, виступає інтегральним показником адаптивної здатності проростків сочевиці на початкових етапах розвитку.

Результати досліджень засвідчують, що свіжозібране насіння характеризується найбільш оптимальним балансом вегетативних органів з переважанням підземної біомаси, що відображається у значеннях індексу від 0,76 до 0,85. Найвищі значення зафіксовано у зеленозерного морфотипу великої фракції, де індекс становив 0,85, що на 0,03 перевищує показник червонозерну. Зважаючи на НІР для фактора А на рівні 0,02, встановлена різниця підтверджує генетичну перевагу зеленозерної сочевиці у формуванні потужнішого коріння.

Дослідження вказують, що важливим чинником варіабельності індексу виявився фракційний склад насіння. Встановлено стабільну тенденцію до зниження частки кореневої системи при зменшенні розміру насінин (НІР С = 0,02).

Фракції сочевиці (3,0–4,0 мм) демонструють нижчу частку коріння у загальній біомасі проростка, що робить такі зразки потенційно вразливими до дефіциту вологи в польових умовах.

Експериментально підтверджено, що процес тривалого зберігання спричиняє значний дисбаланс у розвитку органів проростка (НІР В = 0,03). За п'ять років зберігання було відзначено зниження індексу у всіх варіантах досліду, що вказує на випереджаючу деградацію потенціалу росту кореневої системи порівняно з пагоном (табл. 4).

**Таблиця 4.** Співвідношення маси корінця до маси пагона (індекс кореневої системи)

Фракція, мм (С)	Тривалість зберігання, роки (В)					
	Свіжозібране	1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років
Червонозерна (А)						
> 5,0	0,82	0,80	0,78	0,75	0,71	0,66
4,0–5,0	0,80 (К)	0,78	0,76	0,72	0,69	0,64
3,0–4,0	0,76	0,74	0,71	0,67	0,63	0,58
Зеленозерна (А)						
> 5,0	0,85	0,83	0,81	0,78	0,74	0,69
4,0–5,0	0,83 (К)	0,81	0,79	0,75	0,72	0,67
3,0–4,0	0,79	0,77	0,74	0,70	0,66	0,61
НІР <sub>0,05</sub>				0,04		
Фактор А				0,02		
Фактор В				0,03		
Фактор С				0,02		
Фактор АВС				0,06		

Варто вказати, що на п'ятий рік зберігання індекс дрібної фракції червонозерної сочевиці зменшився до критичної позначки 0,58.

Аналіз взаємодії факторів із НІР<sub>0,05</sub> дозволяє зробити висновок, що велика фракція зеленозерної сочевиці навіть після п'яти років зберігання зберігає індекс на рівні 0,69, що є співмірним із показниками дрібної фракції на третій рік зберігання. Це підкреслює високу життєздатність великих фракцій зеленозерного морфотипу та їхню здатність підтримувати функціональну рівновагу проростка при старінні насіння.

Статистична оцінка біометричних параметрів проростків сочевиці свідчить про те, що лінійні показники, такі як довжина кореня (22,4%) та гіпокотилія (24,7%), характеризуються значною мінливістю, що відображає неоднорідність процесів фізіологічного старіння в межах досліджуваних партій. Водночас індекс кореневої системи демонструє найнижчу варіабельність (9,8%), що вказує на відносну стабільність морфогенетичних кореляцій проростка навіть за умов суттєвого пригнічення загальної енергії росту.

Встановлено, що найбільш чутливим до старіння є гіпокотиль, індекс деградації якого склав 45,6%, що свідчить про стрімку втрату насінням здатності до формування надземних органів.

Довжина кореня за цей же період скоротилася на 41,9%. Менш виражена, але статистично достовірна депресія, зафіксована для загальної маси проростка (33,8%) та індексу кореневої системи (19,7%).

Отримані результати підтверджують високий рівень достовірності ( $p < 0,05$ ) усіх виявлених змін. Це дозволяє стверджувати, що біометричні показники проростків є надійними індикаторами для прогнозування технологічної та посівної придатності сочевиці.

Найбільш інтегральним показником деградації слід вважати масу проростка, яка узагальнює кількісні втрати біомаси, тоді як індекс кореневої системи найточніше відображає якісний дисбаланс у розвитку органів, що виникає внаслідок виснаження енергетичного ресурсу насінини (табл. 5).

**Таблиця 5.** Статистична оцінка біометричних показників проростків сочевиці

Показник	Середнє значення (X)	Коефіцієнт варіації (V, %)	Індекс деградації (ID, %) за 5 років	Статус достовірності ( $p < 0,05$ )
Довжина кореня, мм	45,2	22,4	41,9	достовірно
Довжина гіпокотіля, мм	27,8	24,7	45,6	достовірно
Маса проростка, г	0,151	19,3	33,8	достовірно
Індекс кореневої системи	0,74	9,8	19,7	достовірно

Аналіз фізіолого-біометричних показників насіння сочевиці свідчить про поступове зниження його посівних якостей із збільшенням тривалості зберігання. Енергія проростання та лабораторна схожість демонструють значне зниження, в дрібних фракціях і після 4–5 років зберігання, що підтверджує високий індекс деградації (ID до 24 і 17% відповідно).

Щільність насіння залишалася відносно стабільною (ID  $\approx$  3–4 %), тоді як морфологічні показники проростків – довжина кореня та гіпокотіля, маса проростка – зменшувалися більш інтенсивно (ID 34–46%), що вказує на пригнічення ростових процесів унаслідок старіння.

Співвідношення маси корінця до пагона (індекс кореневої системи) знижувалося менше, що свідчить про відносну стабільність будови проростка навіть при загальному пригніченні росту. Зеленозерна форма та фракції насіння до 4,0 мм демонстрували вищу стійкість до старіння, тоді як фракції менше 4,0 мм більш чутливі.

Статистична обробка даних підтвердила достовірність усіх спостережуваних ефектів ( $p < 0,05$ ), а коефіцієнти варіації (V) показали, що найстабільнішим параметром є індекс кореневої системи, а найбільш мінливим – лінійні параметри проростків. Таким чином, отримані результати дозволяють зробити висновок про чітку закономірність фізіологічного старіння насіння та його вплив на стартові ростові характеристики проростків сочевиці.

## Висновки

Найвищим ростовим потенціалом відзначається велика фракцію (> 5,0 мм) зеленозерного морфотипу, довжина кореня якої у свіжозібраному стані сягає 62 мм, що на 6,9% перевищує показники червонозерного аналога.

Тривале зберігання (5 років) спричиняє глибоку депресію біометричних параметрів, найбільш виражену у дрібній фракції (3,0–4,0 мм) червонозерної сочевиці, де довжина кореня скорочується на 45,8% (з 48 до 26 мм), а маса проростка знижується до мінімальних 0,095 г. Статистично підтверджено, що інтенсивна деградація ростових функцій розпочинається після третього року експозиції з щорічним падінням показників на 5–6 мм.

Найбільш чутливим до часового чинника є гіпокотиль (індекс деградації 45,6%), тоді як коренева система виявляє вищу стабільність (ID 41,9%). Найменш мінливим показником визначено індекс кореневої системи (V = 9,8%), що свідчить про збереження базових морфогенетичних кореляцій навіть при загальному пригніченні життєздатності.

Обґрунтовано доцільність відбору великої фракції (> 5,0 мм) зеленезерних морфотипів для формування страхових фондів. Велике насіння після п'яти років зберігання за біометричними параметрами (корінь 38 мм, гіпокотиль 22 мм) переважає свіжозібране насіння дрібної фракції на 2–3-й рік зберігання, що гарантує вищу технологічну надійність посівного матеріалу.

## Список використаних джерел

1. Orikhivskiy, V. D., Sichkar, V. I., Ovsiannikova, L. K., & Solomonov, R. V. (2017). Lentils as a source of vegetable protein. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 17(4), 22–29. [In Ukrainian]
2. Li, M., Xia, M., Imran, A., de Souza, T. S. P., Barrow, C., Dunshea, F., & Suleria, H. A. R. (2024). Nutritional value, phytochemical potential, and biological activities in lentils (*Lens culinaris* Medik.): A review. *Food Reviews International*, 40(7), 2024–2054. <https://doi.org/10.1080/87559129.2023.2245073>
3. Prysiazhniuk, O. I., Topchii, O. V., Slobodianuk, S. V., Karpuk, L. M., Maliarenko, O. A., Pavlichenko, A. A., & Svystunova, I. V. (2020). *Lentils: Biology and cultivation*. TVORY. <https://doi.org/10.47414/978-966-949-472-6> [In Ukrainian]
4. Danylchenko, O. M., Butenko, A. O., & Radchenko, M. V. (2020). Lentil productivity depending on seed inoculation and mineral nutrition in the conditions of the north-eastern forest steppe of Ukraine. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2, 19–22. <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2020-2-19-22> [In Ukrainian]
5. Bhattarai, B., Walker, C. K., Wallace, A. J., Nuttall, J. G., Hepworth, G., Panozzo, J. F., & Fitzgerald, G. J. (2023). Storage temperature and grain moisture effects on market and end use properties of red lentil. *Agronomy*, 13(9), Article 2261. <https://doi.org/10.3390/agronomy13092261>
6. Bilonozhko, V. Ya., & Poltoretska, N. M. (2017). Viability and vitality of buckwheat seeds depending on the genetic potential of the variety, formation conditions and storage period. In *Proceedings of the VI International Scientific Conference "Breeding and Genetic Science and Education"* (pp. 39–44). Uman. [In Ukrainian]
7. Kameswara Rao, N., Dulloo, M. E., & Engels, J. M. M. (2017). A review of factors that influence the production of quality seed for long-term conservation in genebanks. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64(5), 1061–1074. <https://doi.org/10.1007/s10722-016-0425-9>
8. Wambugu, P. W., Nyamongo, D. O., & Kirwa, E. C. (2023). Role of seed banks in supporting ecosystem and biodiversity conservation and restoration. *Diversity*, 15(8), 896. <https://doi.org/10.3390/d15080896>
9. Tkachuk, O. P. (2015). Seed germination energy as an ecological factor of growth intensity of perennial legume grasses in the year of sowing. *International Scientific Journal*, 9, 43–46. [In Ukrainian]
10. Borase, D. N., Nath, C. P., Hazra, K. K., Senthilkumar, M., Singh, S. S., Praharaj, C. S., & Kumar, N. (2020). Long-term impact of diversified crop rotations and nutrient management practices on soil microbial functions and soil enzymes activity. *Ecological Indicators*, 114, Article 106322. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106322>
11. Bahan, A. V., Shakalii, S. M., Yurchenko, S. O., & Chetveryk, O. O. (2023). Formation of sowing qualities of legume and cereal crop seeds. *Agrarian Innovations*, 19, 7–11. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.1> [In Ukrainian]
12. Karpenko, V. P., Novikova, T. P., & Prytuliak, R. M. (2018). Formation of the symbiotic apparatus of lentils under the action of biological preparations. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2, 39–43. <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2018-21-39-43> [In Ukrainian]
13. Ovsiannikova, L. K., Valevska, L. O., Orlova, S. S., Orikhivskiy, V. D., & Mamatov, M. O. (2018). Nutritional value and consumer properties of small-seeded leguminous crops. *Web of Scholar*, 2(1), 7–9. [In Ukrainian]
14. Aryee, A. N., & Boye, J. I. (2017). Comparative study of the effects of processing on the nutritional, physicochemical and functional properties of lentil. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1), Article e12824. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12824>
15. Mazur, V. A., Honcharuk, I. V., Didur, I. M., Pantsyreva, H. V., Telekalo, N. V., & Kupchuk, I. M. (2021). *Innovative aspects of technologies for cultivation, storage and processing of leguminous crops*. TVORY. [In Ukrainian]
16. Bitarafan, Z., & Andreasen, C. (2020). Seed retention of ten common weed species at oat harvest reveals the potential for harvest weed seed control. *Weed Research*, 60(5), 343–352. <https://doi.org/10.1111/wre.12438>
17. Linnik, Yu. O., Zhmurko, V. V., & Bohuslavskiy, R. L. (2011). Influence of aging factors and negative temperatures on total amylase activity in barley and pea seeds. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Region*, 57, 146–152. [In Ukrainian]

18. Yeshchenko, V. O. (Ed.). (2014). *Fundamentals of scientific research in agronomy*. TD “Edelveis i K”. [In Ukrainian]
19. Boiko, P. I., Kovalenko, N. P., Dyshlovi, V. A., & Shapoval, I. S. (2007). Methodology of programming, establishment and maintenance of multifactor stationary field experiments in agriculture. *Scientific Papers of the Institute of Sugar Beet*, 9, 35–40. [In Ukrainian]
20. Prysiashniuk, O. I., Klymovych, N. M., Polunina, O. V., Yevchuk, Ya. V., Tretiakova, S. O., Kononenko, L. M., Voitovska, V. I., & Mykhailovyn, Yu. M. (2021). *Methodology and organization of scientific research in agriculture and food technologies*. Nilan-LTD. <https://doi.org/10.47414/978-966-924-927-2> [In Ukrainian]
21. International Seed Testing Association. (2024). *International rules for seed testing* (2024 ed.). ISTA.
22. DSTU 4138-2002. (2003). *Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality*. Derzhspozhyvstandart of Ukraine. [In Ukrainian]
23. Ermantraut, E. R., Hoptsi, T. I., Kalenska, S. M., Kryvoruchenko, R. V., Turchynova, N. P., & Prysiashniuk, O. I. (2014). *Methodology of breeding experiment (in crop production)*. Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaiev. [In Ukrainian]

## Morphometric parameters of lentil seeds depending on morphotype, fraction and storage duration

A. V. Vyshynskiy

Uman National University, 1 Instytutska St., Uman, Cherkasy region, 20305, Ukraine

Corresponding author: *Andrii Vyshynskiy, lidiyakononenko@ukr.net*

---

**Citation:** Vyshynskiy, A. V. (2026). Morphometric parameters of lentil seeds depending on morphotype, fraction and storage duration. *Bioenergy*, 1, 10–19. <https://doi.org/10.47414/be.2026.No1.pp10-19>

---

**Aim.** To investigate the morphometric parameters of lentil seeds of different morphotypes, fractional composition, and storage duration, in order to provide a scientific basis for optimising the parameters of the insurance seed stock provision in the Right-Bank Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** The study was based on a three-factor model experiment conducted in 2022–2026. The objects were food lentil morphotypes with red and green seeds. The experimental design included the study of the influence of morphotype (factor A), storage duration from 0 to 5 years (factor B), and seed fraction: I (> 5.0 mm), II (4.0–5.0 mm), III (3.0–4.0 mm) (factor C). Seed quality and biometric parameters of seedlings were determined according to DSTU 4138-2002 on the 10th day. **Results.** It was established that the large fraction (> 5.0 mm) of green-seeded lentils had the highest growth potential, with root length on the 10<sup>th</sup> day in fresh harvested seeds reaching 62 mm, which is 6.9% higher than the red-seeded lentil. Experimental data confirmed significant degradation of growth vigour during five years of storage, with the most intensive decline recorded after the third year (by 5–6 mm annually). The hypocotyl proved most vulnerable to ageing, with a degradation index of 45.6%, whereas the root system index demonstrated the highest stability ( $V = 9.8\%$ ). By the end of the 5<sup>th</sup> year of storage, the parameters of the small fraction (3.0–4.0 mm) of red-seeded lentils decreased to a critical minimum (root length – 26 mm, mass – 0.095 g). **Conclusions.** The green-seeded morphotype and large seed fractions (> 5.0 mm) exhibit greater adaptive resilience to long-term storage. The large fraction of both lentil morphotypes retains better viability (root length 34–38 mm) even after five years of storage compared to the small fraction already after three years. This substantiates the expediency of using large seeds of green-seeded varieties for formation of long-term insurance seed stock and preserving high biological potential of the crop.

**Keywords:** seedlings; germination; length; mass; root system.

---

### ORCID

Андрій Вишинський / Andrii Vyshynskiy

<https://orcid.org/0009-0008-0129-4430>