

Карпологічні особливості рослин різних сортів рижю посівного *Camelina sativa* (L.) Crantz з генофонду Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України

Д. Б. Рахметов, О. П. Бондарчук*, С. О. Рахметова

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, вул. Садово-Ботанічна, 1, м. Київ, 01103, Україна,
*e-mail: bondbiolog@gmail.com

Мета. Провести макро- та мікоморфологічний аналіз і визначити морфометричні показники рослин різних сортів рижю посівного *Camelina sativa* (L.) Crantz, мобілізованих та створених у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України (НБС), для встановлення їхньої селекційної цінності як джерела генетичного різноманіття. **Методи.** У процесі досліджень використовували інтродукційні та селекційно-генетичні зразки *C. sativa*, відібрані на базі НБС та ДСВ ІФРГ НАН України «Глеваха». Морфологічний опис плодів і насіння проводили із застосуванням біометричних і порівняльних методів та цифрової фіксації в різних проєкціях відповідно до усталеної морфологічної термінології. Морфометричні показники визначали за допомогою вимірювальних інструментів (електронного цифрового штангенциркуля «Gepetis», вимірювальної стрічки Xіаomі Duka SD). Масу 1000 насінин оцінювали згідно з міжнародними стандартами в десятиразовій повторності. Обробку експериментальних даних здійснювали в середовищі Microsoft Excel (2019), розраховуючи базові описові статистичні параметри. **Результати.** За результатами морфолого-біологічного аналізу 35 різних сортів *C. sativa* з колекційного фонду НБС встановлено значну варіабельність морфометричних показників плодів і насіння. Вперше здійснено комплексне вивчення карпологічних характеристик дослідних рослин (лінійних розмірів плодів, маси 1000 насінин, форми та площі поперечного перерізу), що дало змогу класифікувати генотипи за типом насіння (дрібно-, середньо- та крупнонасінні). Найліпші морфометричні показники зафіксовано в сортів 'Руно', 'Ранок' і форм ЕОРЖЯФ-1 та ЕОРЖЯФ-2. Отримані дані можуть мати практичне значення для створення високопродуктивних культиварів рижю посівного як перспективної олійної культури, адаптованої до умов України. **Висновки.** Проведене карпологічне дослідження дало змогу ідентифікувати сорти *C. sativa* з високим морфолого-біологічним потенціалом. Зокрема, 'Ранок', 'Руно', а також форми ЕОРЖЯФ-1 та ЕОРЖЯФ-2 мали суттєву перевагу над іншими генотипами за мікро- й макроморфологічними особливостями та морфометричними показниками плодів і насіння. Виділено три групи рослин за крупністю плоду, критерієм встановлення якої є площа поперечного перерізу. Отримані результати можуть стати підґрунтям для подальших селекційних досліджень, мета яких – створення конкурентоспроможних сортів із високою насінневою продуктивністю. Це сприятиме розширенню спектра альтернативних олійних культур в Україні.

Ключові слова: *Camelina sativa*; карпологічні особливості; олійні культури; генотипи рослин; мікро- та макроморфологічні особливості; адаптивний потенціал.

Вступ

Україна є одним із гарантів глобальної продовольчої безпеки, а також посідає провідні позиції в Європі та світі за обсягами виробництва й експорту олії та олійної продукції.

Нині у нашій, а також значній частині європейських держав серед найважливіших олійних культур виділяють ріпак. Для його

вирощування використовують 10–14% ріллі [1], утім він є досить виснажливим для ґрунтів. У країнах з вираженим континентальним кліматом (зокрема й в Україні) рівень щорічного виробництва ріпаку залишається нестабільним, що спричинено низькою морозостійкістю. В умовах Центральної України його високі врожаї можна отримати раз на два-три роки. До того ж олія цієї культури не найліпша для використання в харчових цілях через її склад за вмістом ненасичених жирних кислот. Тому актуальним є впровадження у сільськогосподарське виробництво нетрадиційних і нових високопродуктивних олійних рослин, здатних не тільки конкурувати з ріпаком, але й переважати його за важливими характеристиками.

Dzhamal Rakhmetov
<https://orcid.org/0000-0001-7260-3263>

Oleksandr Bondarchuk
<https://orcid.org/0000-0001-6367-9063>

Svitlana Rakhmetova
<https://orcid.org/0000-0002-0357-2106>



© The Author(s) 2025. Published by Ukrainian Institute for Plant Variety Examination. This is an open access article distributed under the terms of the license CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Рижий посівний [*Camelina sativa* (L.) Crantz], насіння якого є джерелом цінної олії, вирощують як культурну рослину з 4000 року до н. е. Його поширення на територію Південної і Центральної Скандинавії та Фінляндії відбулося приблизно у 1800 році до н. е., про що свідчать знайдені й датовані цим періодом рештки насіння та стручків [2]. Із XVI ст. рижий почали активно культивувати в районах Середземномор'я та в Середній Європі; також практикували посіви в Середній Азії [3]. У Північній і Східній Європі (Франція, Бельгія) та на Балканах *C. sativa* вирощували і споживали як олійну культуру до 1930–40-х рр., доки на зміну не прийшли доступніші та високоврожайні ріпак і соняшник. Наприклад, в індустріальну епоху у Швеції попит на олію рижю настільки впав, що до 1929 року довелося повністю припинити її виробництво. Наразі *C. sativa* широко культивується в Канаді та США, рідше – в Китаї, а також на півночі та сході Європи, зокрема в Ірландії, Фінляндії, Німеччині, Австрії, Україні, Польщі, Словенії та Італії [4–11].

На теренах України рижий початково розглядали переважно як бур'ян у посівах. Утім у другій половині XIX ст. його було введено в широку культуру. Від початку й до середини XX ст. *C. sativa* успішно вирощувався й залишався традиційною олійною рослиною на територіях сучасних Полтавської, Чернігівської, Київської та Херсонської областей [3, 11–14].

Батьківськими регіонами рижю посівного вважають Північну Європу та Південно-Східну Азію. Україну нині визначають як осередок генетичного різноманіття та ймовірний центр походження *C. sativa* [15]. Адже в його зразках із цієї території фіксують посилені поліморфізм окремих органів, що вказує на значний ступінь генетичної варіації [9]. Це відбувається на тлі іншого обмеженого генетичного різноманіття, хоча сучасна зародкова плазма містить достатню фенотипову варіативність для забезпечення агрономічного прогресу [16]. Доведено, що врожайність насіння пов'язана з генотипом рослини [17], а кількісний уміст олії є сильною спадковою ознакою [18].

Карпологічні характеристики (морфологія плодів і насіння) є важливим джерелом інформації для селекційної практики. Вони слугують індикаторами агрономічно значущих властивостей, таких як схожість, енергія проростання, вирівняність посівів і початкові темпи росту [18–20]. Продемонстровано, що маса насіння прямо пов'язана зі ймовірністю проростання та силою росту сянців, що робить цю ознаку цінним предиктором у селекції [21]. Карпологічні дослідження також не-

обхідні для колекційної роботи. Варіація морфометрії насіння може бути проміжною ланкою для оцінювання генетичного різноманіття, що дає змогу оптимізувати формування та підтримку генбанків, коли молекулярні маркери недоступні [22]. Подібні підходи поєднують морфологічні та молекулярні дані для більш ефективного управління селекційними ресурсами.

Інтеграція карпології з біохімічними та фізіологічними дослідженнями дає змогу будувати фенотипові моделі та виявляти ознаки, пов'язані зі схожістю й енергією проростання [19, 20]. Для культур, де важлива контрольована дормантність, це уможливорює точність добору генотипів.

Нині значну увагу приділяють плодовим та овочевим культурам, у яких морфологія плодів визначає товарну якість, однорідність і споживчі вподобання. Автоматизована морфометрія відкриває перспективи високопродуктивного фенотипування та поєднання з QTL-аналізом і геномною селекцією [23, 24].

У сучасних оглядах підкреслено важливість опису карпологічних особливостей рослин, завдяки якому можна забезпечити порівнянність даних між культурами [25]. У поєднанні з маркер-асистованим і геномним добором це стане важливим підґрунтям для прискорення селекційного прогресу [26, 27].

Отже, карпологічні дослідження є не лише інструментом систематики чи ботанічної характеристики, а й безпосередньо впливають на успішність сучасної селекційної практики.

Новітній аналіз внутрішньовидових карпологічних особливостей рослин роду *Camelina* або відсутній, або відображає лише взаємозв'язок між окремими показниками (морфометрією) та кількісним і якісним умістом олії [28]. Трапляються результати вивчення внутрішньовидових варіацій плодів і насіння інших представників родини *Brassicaceae* як важливих маркерних ознак для ідентифікації виду, а також адаптації організму до умов довкілля впродовж еволюційного розвитку [29, 30].

За результатами літературного скринінгу можна зробити висновок про необхідність вивчення карпології рослин *C. sativa* залежно від генотипових особливостей. Адже отримані дані є вагомими для майбутніх селекційних досліджень із метою створення високопродуктивних сортів, форм і гібридів та їхнього подальшого впровадження в агропробництво як цінної олійної культури. У розрізі цього питання в НБС імені М. М. Гришка НАН України сформовано генотипову колекцію рижю (приблизно 35 зразків) [31], що

сприяє збереженню різноманітності рослин *ex situ* та виведенню їхніх нових форм і сортів із підвищеними якісними та кількісними характеристиками фітосировини для забезпечення потреб різних сфер господарювання.

Мета досліджень – провести макро- та мікроморфологічний аналіз і визначити морфометричні показники рослин різних сортів рижію посівного *Camelina sativa* (L.) Crantz, мобілізованих та створених у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України (НБС), для встановлення їхньої селекційної цінності як джерела генетичного різноманіття.

Матеріали та методика досліджень

Польові та лабораторні дослідження проводили впродовж 2023–2024 рр. на території експериментальної бази Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (НБС) та Дослідного сільськогосподарського виробництва Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (ДСВ ІФРГ НАН України «Глеваха»).

Польові досліді в чотириразовому повторенні закладали відповідно до чинних методик [32]. Розмір посівних ділянок становив 35–40 м², їхня облікова площа – 25–30 м². Розміщення варіантів за повтореннями рендомізоване.

Для морфологічного опису особливостей будови плодів та насіння здійснювали вимірювання й візуальне оцінювання, застосовуючи загальноприйнятну морфологічну термінологію за V. Bojňanský, A. Fargašová [33] та С. М. Зиман [34]. Також послуговувалися біометричним і порівняльним методами визначення зовнішніх і внутрішніх ознак, водночас проводили фотофіксацію в проекції за довжиною, шириною та в поперечному розрізі, використовуючи електричний USB-мікроскоп SIGETA Expert 10-300x 5.0 Mpx і цифрову фотокамеру Canon 400 D. Лінійні розміри фіксували електронним цифровим штангенциркулем «Generic» та вимірювальною стрічкою Xiaomi Duka SD.

Масу 1000 насінин оцінювали на електронних аналітичних вагах AXIS ANG 200C у десятиразовій повторності згідно з міжнародними правилами аналізу насіння [35].

Статистичну обробку отриманих даних виконували за допомогою програми Microsoft Excel 2010 (пакет «Аналіз даних»).

Результати досліджень

Простежити гетерогенність ознак різних генотипів, а також отримати додаткову інформацію для визначення стійкості рослин

проти несприятливих чинників довкілля можливо, здійснивши для будь-якого виду, роду чи навіть родини морфолого-біологічний аналіз особливостей плодів і насіння. Їхні розміри, маса та кількість можуть бути як критеріями оцінювання врожайності, так і свідчити про здатність до самовідновлення за тих чи інших умов інтродукції. Тому вивчення зазначених показників є важливим фактором у комплексі інших досліджень. З огляду на це було проаналізовано морфологічні особливості плодів і насіння відмітних генотипів *C. sativa*, інтродукованих із різних екологічних центрів, а також відібраних форм і сортів, виведених на базі відділу культурної флори НБС.

Плід у рослин рижію – це обернено яйцеподібний стручок світлого забарвлення із жовтуватим відтінком, сформований із двох плодолистків, між якими утворюється плівчаста поздовжня перетинка матового кольору (рис. 1).

Детальний аналіз плодів рослин, зокрема розмірів та кількості насінин в одній із двох частин стручка, дав змогу виявити низку відмінностей і розподілити інтродукенти на такі групи: крупнонасінні – ф. 1, сортозразок 'Північна красуня', ф. ЕОРЖЯФ-1, ф. ЕОРЖЯФ-3 та ф. ЕОРЖЯФ-5; із середньою крупністю насінин – ф. 2, ф. 3, ф. ЕОРЖЯФЧ, ф. ЕОРЖЯФ-2, 'Колондайк', 'Євро-12', 'Міраж' і 'Перемога'; дрібнонасінні – ф. ЕОРЖЯФ-4 та ф. ЕОРЖЯФД. Варто зазначити, що переважна більшість генотипів характеризувалася значною чисельністю насінин у стручку, а рослини ф. 1 та 'Євро-12' сформували малонасінні плоди апікальної частини стебла (рис. 2).

S. Kiani et al. [39] зазначають, що розмір і форма плодів та насіння рижію мало залежать від впливу мутацій, спровокованих створеними людиною канцерогенними речовинами, що свідчить про стабільність цих показників, закріплених упродовж еволюції. Отже, мінливість вказаних ознак у проведеному дослідженні, найімовірніше, спричинена низьким рівнем вологозабезпечення та високою температурою повітря в період зав'язування насіння.

Як порівняти з морфологічними особливостями (менш гетерогенними, тому на фото показано найтипівіші морфотипи), морфометричні показники залежно від генотипу характеризувалися більшою варіабельністю (рис. 3. А–В). Так, довжина плоду становила від 7,2 до 9,0 мм. Її максимальні значення продемонстрували сорти 'Руно', 'Перемога' та 'Євро-12', мінімальні – ф. ЕОРЖЯФ-3, р. дрібноплідний та ф. 4-ТФР. Загалом, за цим по-



Рис. 1. Морфологія плодів рослин *C. sativa* залежно від генотипових особливостей:

I – базальна, II – латеральна, III – апікальна частина стебла; 1 – ф. 1, 2 – ф. 2, 3 – ф. 3, 4 – ‘Північна красуня’, 5 – ф. ЕОРЖЯФ-4, 6 – ф. ЕОРЖЯФ-1, 7 – ф. ЕОРЖЯФ-2, 8 – ф. ЕОРЖЯФ-3, 9 – ф. ЕОРЖЯФ-4, 10 – ф. ЕОРЖЯФ-5, 11 – ф. ЕОРЖЯФД, 12 – ‘Колондайк’, 13 – ‘Євро-12’, 14 – ‘Міраж’, 15 – ‘Перемога’

казником виділено дві групи: короткоплідні (від 7,1 до 8,0 мм) – дрібноплідний, ф. ЕОРЖЯФ-5, ф. ЕОРЖЯФ-3, ‘Колондайк’, ф. 1-ТФР, ф. 2-ТФР, ф. 3-ТФР, ф. 4-ТФР і ф. 6-ТФР; довгоплідні (від 8,1 до 9,0 мм) – ф. 1, ф. 2, ф. 3, ф. ЕОРЖЯФД, ф. ЕОРЖЯФ-4, ф. ЕОРЖЯФ-2, ф. ЕОРЖЯФ-1, ‘Ранок’, ‘Руно’, ‘Сунесон’, ‘Міраж’, ‘Перемога’, ‘Євро-12’, ‘Північна красуня’, ф. 5-ТФР та ф. 7-ТФР.

Ширина стручка різних генотипів рижію змінювалася від 3,2 до 4,5 мм. Найбільшою вона була в ‘Руно’ та ф. 1, а найменшою – у ф. 3-ТФР та ф. ЕОРЖЯФ-3. Товщина варіюва-

ла в межах 3,4–4,2 мм. Її максимальні значення виявлено у ф. 3-ТФР та ‘Руно’, мінімальні – у ф. 7-ТФР та ‘Сунесон’. Найдовший носик плоду сформували рослини ф. 3-ТФР та ‘Ранку’ (по 2,1 см), а найкоротший – ‘Перемоги’ (1 см) та ‘Міражу’ (1,3 см).

Зважаючи на незначне співвідношення ширини та товщини плоду, було здійснено узагальнений розподіл генотипів за площею їхнього поперечного перерізу: мікроплощинна (від 3,0 до 3,5 мм) – дрібноплідний, ф. ЕОРЖЯФ-3, ф. 7-ТФР; мезоплощинна (від 3,6 до 4,0 мм) – ф. 2, ф. 3, ф. ЕОРЖЯФ-5, ф. ЕОР-

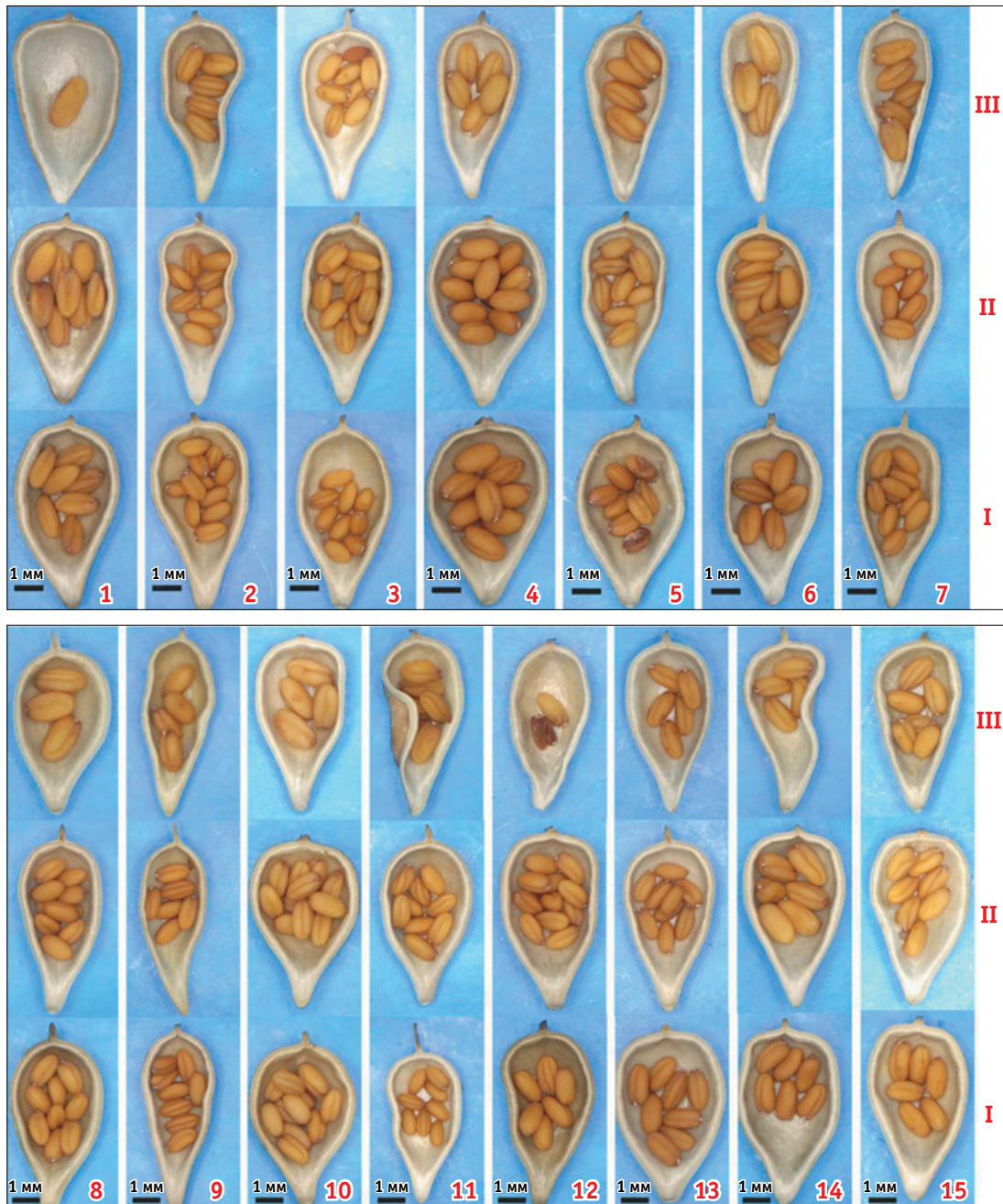


Рис. 2. Кількість насіння в частині стручка рослин *C. sativa* залежно від генотипових особливостей та ярусу розміщення: I – базальна, II – латеральна, III – апікальна частина стебла; 1 – ф. 1, 2 – ф. 2, 3 – ф. 3, 4 – ‘Північна красуня’, 5 – ф. ЕОРЖЯФ-4, 6 – ф. ЕОРЖЯФ-1, 7 – ф. ЕОРЖЯФ-2, 8 – ф. ЕОРЖЯФ-3, 9 – ф. ЕОРЖЯФ-4, 10 – ф. ЕОРЖЯФ-5, 11 – ф. ЕОРЖЯФД, 12 – ‘Колондайк’, 13 – ‘Євро-12’, 14 – ‘Міраж’, 15 – ‘Перемога’

ЖЯФ-3, ф. ЕОРЖЯФ-2, ф. ЕОРЖЯФ-1, ‘Ранок’, ‘Сунесон’, ‘Міраж’, ‘Колондайк’, ф. 2-ТФР, ф. 3-ТФР, ф. 4-ТФР, ф. 5-ТФР, ф. 6-ТФР; макроплощинна ($\geq 4,1$ мм) – ф. 1, ф. ЕОРЖЯФД, ЕОРЖЯФ-4, ‘Руно’, ‘Перемога’, ‘Євро-12’, сорт-зразок ‘Північна красуня’, ф. 1-ТФР.

Насіння рижію посівного відрізняється за формою. У рослин ф. 2 (яра форма) вона досить часто округла (рис. 4), а в решти – еліпсоподібна. Насінна ніжка щільно притиснута до насінини, вирівняна, або її верхівка відведена в бік.

Згідно з літературними даними [40, 41], *C. sativa* належить до дрібнонасінневої групи. Залежно від сортових і формових особливостей, а також умов вирощування маса 1000 насінин варіює в межах 0,6–2,2 г. У цьому дослідженні (для рослин із колекційного фонду НБС) вона становить 0,74–2,2 г. Найбільші її значення зафіксовано в ‘Руно’ та ф. ЕОРЖЯФ-2, а найменші – у ‘Сунесон’ і ф. 3 (рис. 5).

Зважаючи на значну сортову різницю, виділено такі групи: з найменшою масою 1000 насінин (від 0,71 до 1,10 г) – ф. 1, ф. 2, ф. 3,

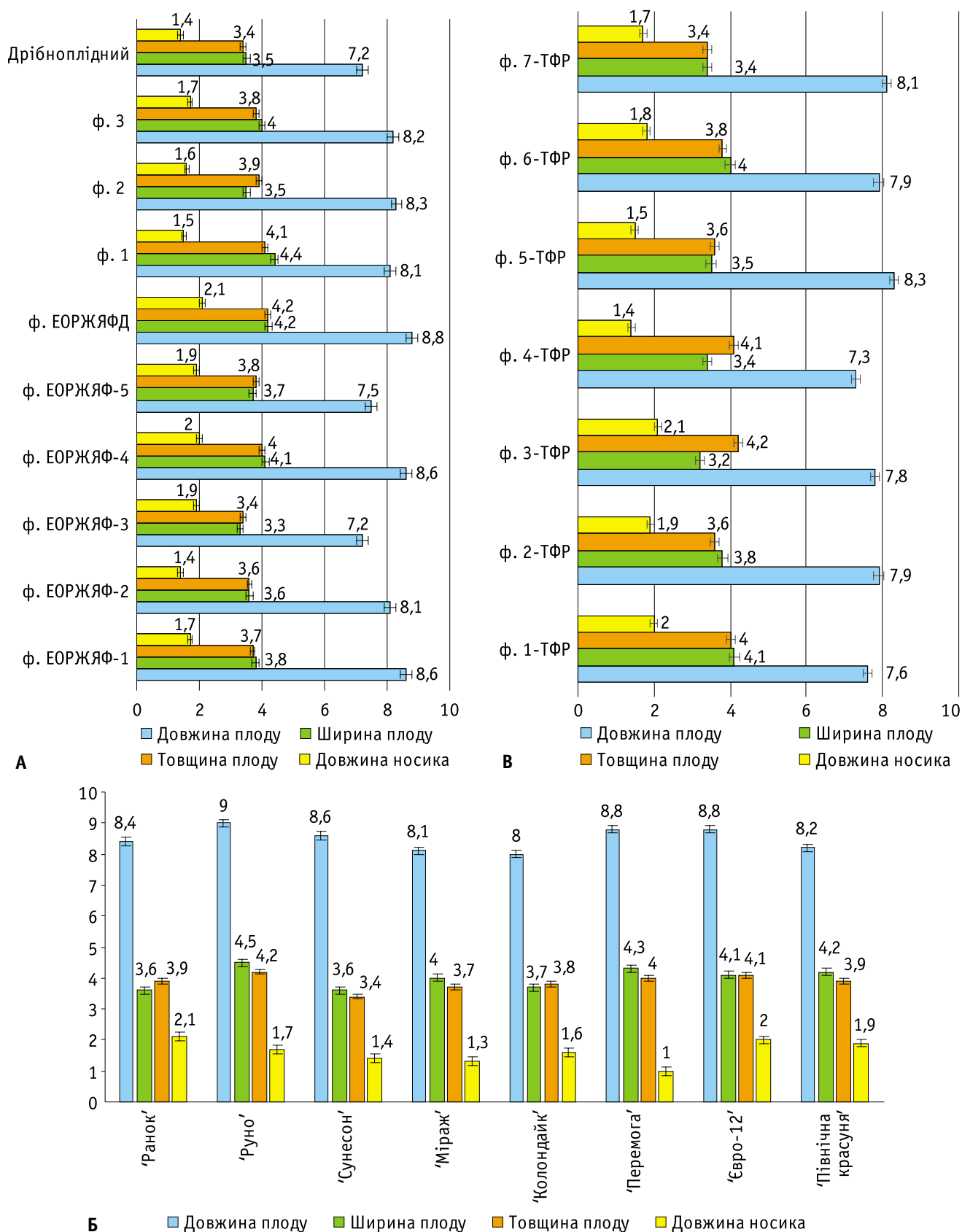


Рис. 3. Морфометричні показники плодів різних генотипів *C. sativa* ярого, мм (АБВ)

дрібноплідний, ф. 1-ТФР, ф. 2-ТФР, ф. 3-ТФР, ф. 4-ТФР, ф. 5-ТФР, ф. 6-ТФР, ф. 7-ТФР, ф. ЕОРЖЯФД, ф. ЕОРЖЯФ-3, ф. ЕОРЖЯФ-4, 'Сунесон', ф. ЕОРЖЯФ-1, 'Міраж' та 'Колондайк'; із середньою (від 1,20 до 2,0 г) – ф. ЕОРЖЯФ-5, 'Ранок', 'Євро-12', 'Північна красуня'



Рис. 4. Морфологічні особливості насінини рослин *C. sativa* залежно від генотипів:

1 – дрібнонасінний (яра форма), 2 – крупнонасінний (яра форма), 3 – с. з. ‘Євро-12’ (озима форма), 4 – с. з. ‘Богемський’ (озима форма), 5 – с. з. ‘Перемога’ (озима форма), 6 – ‘Євро-12’ (яра форма), 7 – ф. 1-ТФР (яра форма), 8 – ф. 2-ТФР (яра форма), 9 – ф. 3-ТФР (яра форма), 10 – ф. 4-ТФР (яра форма), 11 – ф. 5-ТФР (яра форма), 12 – ф. 6-ТФР (яра форма), 13 – ф. 7-ТФР (яра форма), 14 – ‘Колондайк’ (яра форма), 15 – ‘Міраж’ (яра форма), 16 – ‘Перемога’ (яра форма), 17 – с. з. ‘Північна красуня’ (яра форма), 18 – ф. 1 (яра форма), 19 – ф. 2 (яра форма), 20 – ф. 3 (яра форма), 21 – ф. ЕОРЖЯФ-1 (яра форма), 22 – ф. ЕОРЖЯФ-2 (яра форма), 23 – ф. ЕОРЖЯФ-3 (яра форма), 24 – ф. ЕОРЖЯФ-4 (яра форма), 25 – ф. ЕОРЖЯФ-5 (яра форма), 26 – ф. ЕОРЖЯФД (яра форма), 27 – ф. ЕОРЖЯФЧ (яра форма)

та ‘Перемога’; з великою масою 1000 насінин (понад 2,0 г) – ф. ЕОРЖЯФ-2 та ‘Руно’.

Для узагальнення морфометричних показників різних генотипів *C. sativa* створено зве-

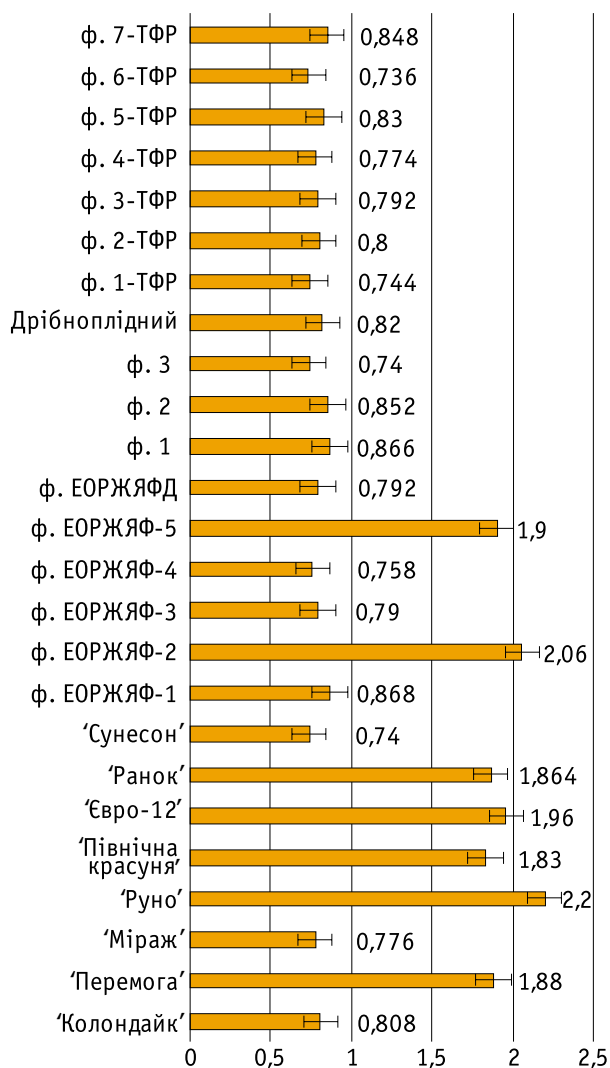
дену таблицю (табл. 1). Це дало змогу чітко виділити групи з потенційною селекційною цінністю за довжиною, шириною, товщиною плодів і масою 1000 насінин.

Таблиця 1

Узагальнена морфометрична характеристика плодів і насіння деяких генотипів *C. sativa*

Форма / сорт	Плід, мм			Маса 1000 насінин, г	Група за розміром насіння	Поперечна площа плоду	Примітки
	a	b	s				
‘Руно’	8,9	4,5	4,2	2,2	крупнонасінна	макроплощинна	найбільша маса насіння
ЕОРЖЯФ-2	8,6	4,1	3,8	2,1	крупнонасінна	макроплощинна	високий потенціал продуктивності
‘Перемога’	8,7	4,2	4,1	1,7	середньонасінна	макроплощинна	потенційно адаптивний сорт
‘Північна красуня’	8,8	4,3	4,0	1,6	середньонасінна	макроплощинна	висока наповненість плодів
‘Євро-12’	8,4	3,9	3,7	1,5	середньонасінна	мезоплощинна	збалансовані показники
2-ТФР	7,5	3,6	3,7	1,0	дрібнонасінна	мезоплощинна	типовий представник ярого рижію
ЕОРЖЯФ-3	7,3	3,3	3,5	1,0	дрібнонасінна	мікроплощинна	найменші плоди
‘Сунесон’	8,2	3,5	3,6	0,8	дрібнонасінна	мікроплощинна	низька маса насіння

Примітка. a – довжина, b – ширина, s – товщина.

Рис. 5. Маса 1000 насінин різних генотипів *C. sativa*, г

За площиною поперечного перерізу виокремлено макро-, мезо- та мікроплощинні рослини; за крупністю насіння – крупно-, середньо- та дрібнонасінні. Найвищими ці показники виявились у сорту ‘Руно’ та форми ЕОРЖЯФ-2, що підтверджує доцільність їх використання в подальших селекційних програмах.

Висновки

Карпологічний аналіз досліджуваних генотипів у період технічної стиглості дав змогу виокремити три групи за крупністю плоду (критерій визначення – площа поперечного перерізу): макроплощинні, мезоплощинні та мікроплощинні. За мікро- й макроморфологічними особливостями та морфометричними показниками плодів і насіння рослин *Camelina sativa* залежно від генотипових особливостей (лінійних розмірів, маси 1000 насінин) встановлено суттєву перевагу сортів ‘Ранок’ і ‘Руно’, а та-

кож форм ЕОРЖЯФ-1 та ЕОРЖЯФ-2, що сприятиме їх використанню в подальших селекційних дослідженнях.

References

1. Parkhomets, M. K., Uniat, L. M., Chorna, N. P., & Hradovyi, V. V. (2023). Organizational-economic directions of efficient rapeseed production and processing for biodiesel in Ukraine. *Innovative Economy*, 3, 16–29. [In Ukrainian]
2. Berti, M., Gesch, R., Eynck, C., Anderson, J., & Cermak, S. (2016). Camelina uses, genetics, genomics, production, and management. *Industrial Crops and Products*, 94, 690–710. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.034>
3. Reva, M. L., & Reva, N. N. (1976). *Wild edible plants of Ukraine*. Naukova Dumka. [In Ukrainian]
4. Gillespie, G., Brennan, L., & Burke, J. (n. d.). *Camelina: Food and crop potential*. Teagasc.ie <https://teagasc.ie/wp-content/uploads/2025/05/Camelina-Food-and-crop-product-potential.pdf>
5. Russo, R. (2011–2012). *Biochemical characterization of flour from seeds of Camelina sativa L. (Crantz) after chemical extraction of oil* [Doctoral dissertation, Università degli Studi di Milano]. https://air.unimi.it/bitstream/2434/217472/2/phd_unimi_R08840.pdf
6. Jarour, E. (n. d.). Genome origin and evolution of an important crop, *Camelina sativa*, and its relatives uncovered by Czech scientists. CEITEC. <https://www.ceitec.eu/genome-origin-and-evolution-of-an-important-crop-camelina-sativa-and-its-relatives-uncovered-by-czech-scientists/t10213>
7. Government of Canada. (n. d.). *Camelina oil: Novel food information – Camelina oil*. Canada.ca <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/genetically-modified-foods-other-novel-foods/approved-products/camelina-oil-novel-food-information.html>
8. Piravi-vanak, Z., Azadmard-Damirchi, S., Kahrizi, D., Mooraki, N., Ercisli, S., Savage, G. P., Rostami Ahmadvandi, H., & Martinez, F. (2022). Physicochemical properties of oil extracted from camelina (*Camelina sativa*) seeds as a new source of vegetable oil in different regions of Iran. *Journal of Molecular Liquids*, 345, Article 117043. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.117043>
9. Riaz, R., Ahmed, I., Sizmaz, O., & Ahsan, U. (2022). Use of *Camelina sativa* and By-Products in Diets for Dairy Cows: A Review. *Animals*, 12(9), Article 1082. <https://doi.org/10.3390/ani12091082>
10. Artiukh, L. F. (2018). Traditional culture. Nutrition and food. In V. A. Smolii (Ed.), *Encyclopedia of the history of Ukraine: Ukraine – Ukrainians* (Book 1). Naukova Dumka. [In Ukrainian]
11. Blume, R. Ya. (2022). Current state and perspectives of false flax (*Camelina sativa*) cultivation in Ukraine. *Factors in Experimental Evolution of Organisms*, 31, 28–34. <https://doi.org/10.7124/FEE0.v31.1480>
12. Lisova, T. O. (2021). *Pharmacognostic study of species of the genus Camelina (Camelina Crantz)* [Unpublished doctoral dissertation]. Zaporizhzhia State Medical University.
13. Komarova, I. B., & Rozhkovan, V. V. (2020). *Spring camelina: Breeding, seed production, cultivation, and use*. Ahrarna Nauka. [In Ukrainian]
14. Rakhmetov, D., Bondarchuk, O., & Kovtun-Vodianytska, S. (2024). Prospects for introduction, breeding, and use of a high-yielding oil plant *Camelina sativa* in M. M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine. In *Objects of the Nature Reserve Fund of Ukraine: Current Status and Ways to Ensure Their Effective Operation* (pp. 255–262). M. M. Gryshko National Botanical Garden, NAS of Ukraine. [In Ukrainian]
15. Ghamkhar, K., Croser, J., Aryamanesh, N., Campbell, M., Kon'kova, N., & Francis, C. (2010). Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) as an alternative oilseed: molecular and ecogeographic analyses. *Genome*, 53(7), 558–567. <https://doi.org/10.1139/g10-034>
16. Zubr, J., & Matthäus, B. (2002). Effect of growth conditions on fatty acids and tocopherols in *Camelina sativa* oil. *Industrial*

- Crops and Products*, 15(2), 155–162. [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(01\)00106-6](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(01)00106-6)
17. Gehringer, A., Friedt, W., Lühs, W., & Snowden, R. J. (2006). Genetic mapping of agronomic traits in false flax (*Camelina sativa* subsp. *sativa*). *Genome*, 49(12), 1555–1563. <https://doi.org/10.1139/g06-117>
 18. Vollmann, J., Damboeck, A., Eckl, A., Schrems, H., & Ruckebauer, P. (1996). Improvement of *Camelina sativa*, an underexploited oilseed. In *Progress in new crops* (Vol. 1, pp. 357–362). ASHS Press.
 19. de Souza, L. A. (2022). Fruit and seed evolution in angiosperms. *International Journal of Science and Technology Research Archive*, 3(2), 133–153. <https://doi.org/10.53771/ijstra.2022.3.2.0136>
 20. Aliiev, E. B., & Vedmedieva, K. V. (2024). *Quantitative phenotyping of sunflower genotypes*. LIRA. [In Ukrainian]
 21. McGinty, E. M., Craine, E. B., Miller, N. D., Ocana-Gallegos, C., Spalding, E. P., Murphy, K. M., & Hauvermale, A. L. (2023). Evaluating relationships between seed morphological traits and seed dormancy in *Chenopodium quinoa* Willd. *Frontiers in Plant Science*, 14, Article 1161165. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1161165>
 22. Taranenko, Yu. M. (2017). *Features of growing planting material of Scots pine with improved hereditary properties in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine* [Unpublished doctoral dissertation]. Ukrainian order “Sign of Honour” Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky.
 23. Di Santo, L. N., Polgar, M., Nies, S., Hodgkiss, P., Canning, C. A., Wright, J. W., & Hamilton, J. A. (2021). Seed morphological traits as a tool to quantify variation maintained in *ex situ* collections: a case study in *Pinus torreyana*. *AoB PLANTS*, 13(5), plab058. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plab058>
 24. Zingaretti, L. M., Monfort, A., & Pérez-Enciso, M. (2021). Automatic fruit morphology phenome and genetic analysis: An application in the octoploid strawberry. *Plant Phenomics*, 2021, Article 9812910. <https://doi.org/10.34133/2021/9812910>
 25. Cockerton, H. M., Karlström, A., Johnson, A. W., Li, B., Stavridou, E., Hopson, K. J., Whitehouse, A. B., & Harrison, R. J. (2021). Genomic Informed Breeding Strategies for Strawberry Yield and Fruit Quality Traits. *Frontiers in Plant Science*, 12, Article 724847. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.724847>
 26. Carta, A., Vandeloof, F., Ramírez-Barahona, S., Chen, S.-C., Dickie, J., Steinbrecher, T., Thanos, C. A., Moles, A. T., Leubner-Metzger, G., & Mattana, E. (2024). The seed morphospace, a new contribution towards the multidimensional study of angiosperm sexual reproductive biology. *Annals of Botany*, 134(5), 701–710. <https://doi.org/10.1093/aob/mcae099>
 27. De Mori, G., & Cipriani, G. (2023). Marker-Assisted Selection in Breeding for Fruit Trait Improvement: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(10), Article 8984. <https://doi.org/10.3390/ijms24108984>
 28. Sinha, D., Maurya, A. K., Abdi, G., Majeed, M., Agarwal, R., Mukherjee, R., Ganguly, S., Aziz, R., Bhatia, M., Majgaonkar, A., Seal, S., Das, M., Banerjee, S., Chowdhury, S., Adeyemi, S. B., & Chen, J.-T. (2023). Integrated Genomic Selection for Accelerating Breeding Programs of Climate-Smart Cereals. *Genes*, 14(7), Article 1484. <https://doi.org/10.3390/genes14071484>
 29. Montero-Muñoz, I., Mostaza-Colado, D., Capuano, A., & Mauri Ablanque, P. V. (2023). Seed and Straw Characterization of Nine New Varieties of *Camelina sativa* (L.) Crantz. *Land*, 12(2), Article 328. <https://doi.org/10.3390/land12020328>
 30. Ilyinska, A. P. (2016). The range of morphological characters of *Brassicaceae* s.l.: Fruit and seeds. *Ukrainian Botanical Journal*, 73(3), 219–233. <https://ukrbotj.co.ua/archive/73/3/219>
 31. Al-Sammari, T. A., Ismaeel, Z. A., & Aliwy, S. A. (2025). Micro-morphological study for pollens and seeds for five species belonging to Brassicaceae family in Iraq. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 56(3), 1122–1128. <http://dx.doi.org/10.36103/5wr54b81>
 32. Rakhmetov, D. B., Kovtun-Vodanytska, S. M., & Korablova, O. A. (2020). *Collection fund of energy, aromatic and other useful plants of M. M. Gryshko NBG of NAS of Ukraine*. FOP Palyvoda V. D. [In Ukrainian]
 33. Mishchenko, Y. H., Prasol, V. I., Davydenko, G. A., Masyk, I. M., Ermantraut, E. R., & Gudzyk, V. P. (2024). *Methodology of scientific research in agronomy*. Sumy National Agrarian University. [In Ukrainian]
 34. Bojňanský, V., & Fargašová, A. (2007). *Atlas of seeds and fruits of Central and East-European flora (The Carpathian Mountains Region)*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5362-7>
 35. Zyman, S. M., Mosyakin, S. L., & Hrodzynskyi, D. M. (2012). *Illustrated guide to morphology of flowering plants* (2nd ed., rev. & enl.). Fitosotsiotsentr. [In Ukrainian]
 36. Volkodav, V. V., Kalenska, S. M., Novytska, N. V., & Beldi, N. M. (2011). *International rules for seed testing*. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. [In Ukrainian]
 37. Kiani, S., Kahrizi, D., Varmira, K., & Kassaei, S. M. (2023). The effect of ethyl methylsulfonate on germination and morphological traits of camelina as a medicinal plant. *Journal of Medicinal Plants and By-Products*, 12(3), 225–231. <https://doi.org/10.22092/jmpb.2022.355966.1398>
 38. Vollmann, J., Moritz, T., Kargl, C., Baumgartner, S., & Wagen-tristl, H. (2007). Agronomic evaluation of *Camelina* genotypes selected for seed quality characteristics. *Industrial Crops and Products*, 26(3), 270–277. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ind-crop.2007.03.017>
 39. Obour, A. K., Sintim, H. Y., Obeng, E., & Jeliakov, D. V. (2015). Oilseed camelina (*Camelina sativa* L. Crantz): Production systems, prospects and challenges in the USA Great Plains. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 2(2), Article 00043. <http://dx.doi.org/10.15406/apar.2015.02.00043>

UDC 633.85:581.147.2:631.527(477.51)

Rakhmetov, D. B., Bondarchuk, O. P.*, & Rakhmetova, S. O. (2025). Carpological features of *Camelina sativa* (L.) Crantz plants of the gene pool of the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 21(3), 121–130. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.3.2025.339313>

*M. M. Gryshko National Botanical Garden, NAS of Ukraine, 1 Sadovo-Botanichna St., Kyiv, 01103, Ukraine, *e-mail: bondbiolog@gmail.com*

Purpose. To conduct macro- and micromorphological analysis and determine morphometric indicators of different genotypes of *Camelina sativa* (L.) Crantz plants mobilized and created at the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine, in order to assess their breeding value as a source of genetic diversity for further agronomic research in Ukraine. **Methods.** During the research, genetic samples of *C. sativa* were introduced and selected based on the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine and the Hlevakha Regional Research Center of the Institute

of Genetic Resources of the NAS of Ukraine. The morphological characteristics of the fruits and seeds were determined using biometric and comparative methods, as well as digital recording in various projections, in accordance with the established morphological terminology. Morphometric indicators were determined using measuring instruments (a generic electronic digital calliper and a Xiaomi Duka SD measuring tape). The weight of 1000 seeds was assessed in accordance with international standards in ten repetitions. The experimental data were processed in Microsoft Excel (2019) to cal-

culate the basic descriptive statistical parameters. **Results.** A morphological and biological analysis of 35 *C. sativa* plant genotypes from the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine collection fund revealed significant variability in the morphometric indicators of fruits and seeds depending on the genotype. A comprehensive analysis of the carpological characteristics of the samples was carried out for the first time, including the linear dimensions of the fruits, the weight of 1000 seeds, the shape, and the cross-sectional area. This allowed the genotypes to be classified by seed type (small, medium, and large). The best results were obtained with the 'Runo' and 'Ranok' varieties, as well as the EORZhYAF-1 and EORZhYAF-2 forms. The obtained data are of practical importance for creating high-yielding varieties of red mustard as a promising oilseed crop adapted to Ukrainian conditions. This study confirms the feasibility of further introducing *C. sativa* into agricultural production to

strengthen food and biological security. **Conclusions.** The conducted carpological study allowed to identify genotypes of *C. sativa* with high morphological and biological potential. Three groups of plants were distinguished by the size of the fruit, which is determined by the area of its cross-section (macroplanar, mesoplanar and microplanar). According to micro- and macromorphological features, morphometric indicators of fruits and seeds, a significant advantage of the varieties 'Ranok' and 'Runo', as well as the forms EORZhYAF-1 and EORZhYAF-2, was established. The obtained results are a solid basis for using them in further breeding studies to create competitive varieties with high seed productivity. This will contribute to expanding the spectrum of alternative oilseed crops in Ukraine.

Keywords: *Camelina sativa*; carpological features; oilseed crops; plant genotypes; micro- and macromorphological features; adaptive potential.

Надійшла / Received 31.07.2025
Погоджено до друку / Accepted 05.09.2025