

ГОСПОДАРСЬКО-БІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ГІБРИДІВ РЕДИСКИ ЗА ВИРОЩУВАННЯ У ВІДКРИТОМУ ҐРУНТІ В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

С.В. Щетина

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Уманський національний університет садівництва (Умань, Україна)

e-mail: sv_shetina@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8504-2944>

Редиска — рання овочева культура з дуже коротким періодом вегетації, яка широко поширена в усьому світі. Водночас широкий сортовий ресурс редиски та мінливі умови навколишнього природного середовища спонукають агровиробників проводити більш ретельний відбір сортів/гібридів для отримання високих урожаїв товарної продукції. З цією метою було проведено господарсько-біологічну оцінку восьми гібридів редиски різних строків стиглості за вирощування у відкритому ґрунті. Встановлено відмінності як у тривалості фенофаз, так і періоду вегетації рослин редиски. Більш швидким вступом у фенологічні фази, формуванням коренеплодів та їх дозріванням характеризувалися рослини гібридів Стеллар і Рокстар, які на 25 добу досягали фази технічної стиглості. За біометричними показниками серед досліджуваних гібридів у фазі технічної стиглості (ВВСН 49) вирізнявся гібрид Адель, рослини якого мали найвищу висоту (18 см), ширину розетки листків (18 см), кількість листків на рослині (8 шт.) та площу (17,6 тис. м²/га). За роки досліджень (2017–2019 рр.), які характеризувались контрастними погодними умовами, найвищу врожайність отримано за вирощування гібриду Адель на рівні 26,1–27,3 т/га з перевагою над контролем на 15% та приростом врожаю 3,5 т/га. За рівнем урожайності досліджувані гібриди ранжовано в ряд: Адель > Еліза > Стеллар > Рокстар > Розетта > Роксан > Донар > Ролекс. Найвищими показниками якості характеризувалися коренеплоди гібридів Адель, Стеллар і Рокстар. За візуальною оцінкою коренеплодів редиски, аналізом лінійних розмірів, а також їх показників якості досліджувані гібриди ранжовано у ряд: Адель > Стеллар > Рокстар > Еліза > Розетта > Донар > Ролекс. Встановлено тісну пряму залежність між врожайністю і масою коренеплоду ($r=1$), а також міжфазними періодами розвитку рослин (сходів, появи першого справжнього листка, росту і розвитку листків та коренеплоду) з технічною стиглістю коренеплодів ($r=0,90–1,00$). Кількість листків на рослині корелювала з висотою рослин (0,97) та міжфазними періодами розвитку рослин (0,91–0,97). Сума цукрів у коренеплоді корелювала з вмістом сухої речовини та діаметром коренеплоду (0,92). За результатами проведеної господарсько-біологічної оцінки гібридів редиски різних груп стиглості визначено, що найбільш врожайними з якісними показниками коренеплодів за вирощування у відкритому ґрунті є ранньостиглий гібрид Стеллар, середньостиглий гібрид Еліза і пізньостиглий Адель, які рекомендовано для вирощування в господарствах різних форм власності в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу.

Ключові слова: гібриди редиски, строки досягання, урожайність, технічна стиглість, біометричні показники, якість коренеплодів.

ВСТУП

Редиску (*Raphanus sativus* (L.) convar. *radicula* (Pers) Sazon.), як і деякі інші овочі, зокрема цибулю, кріп, салат, мангольц, спаржу, ревіль, шпинат та ін., відносять до ранньо-весняних культур. Саме ці овочі сприяють відновленню організму людини після зими і поповнюють вітамінами та мікроелементами. За хімічним складом коренеплоди редиски містять вітаміни групи В, Е, РР, С; мікроелементи — кобальт, мідь, хром, магній, калій, натрій, кальцій, цинк, фтор, фосфор, залізо, йод та ін. елементи. Споживання 250 г редиски покриває добову норму вітаміну С в організмі людини. Також редиска є

незамінною складовою в дієтичному харчуванні через низьку калорійність, а саме 24 кКал/100 г продукту. З медичної точки зору вживання редиски підвищує апетит та підвищує рівень гемоглобіну, знижує рівень холестерину та стабілізує вміст цукру в крові, зміцнює імунітет за рахунок вмісту ефірних олій, виявляє жовчогінний і сечогінний ефекти [1, 2].

За агротехнічними характеристиками редиска є однією з найпростіших культур. Вегетаційний період цієї культури залежно від сорту/гібриду становить від посіву до збору врожаю 18–45 дб. Температурний режим (проростання насіння → формування коренеплодів) від 15 до

20°C. Вищі температури сприяють утворенню генеративних пагонів. Рослини редису здатні витримувати до -4°C. Водний режим — необхідно рівномірне та постійне зволоження.

Доволі проста агротехніка вирощування редиски та широкий сортовий ресурс цієї культури, сприятливі ґрунтово-кліматичні умови України не є гарантією отримання високих врожаїв. Необхідно постійно проводити вивчення нових сортів і гібридів у нових технологіях для отримання високих врожаїв товарної продукції.

Мета досліджень — провести господарсько-біологічну оцінку різних гібридів редиски за вирощування у відкритому ґрунті в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідження культури редиски у світі дуже різноманітні та багатовекторні і охоплюють від хімічних речовин насіння і коренеплодів в лікуванні онкологічних захворювань та нутриціології до технології вирощування з використанням новітніх видів добрив, засобів захисту рослин, сортів/гібридів та інших агротехнічних прийомів підвищення продуктивності.

У базі даних Scopus представлено понад 520 статей, присвячених рослині *Raphanus sativus* L., серед яких провідне місце займає “Agricultural and Biological Sciences Journal” [3]. Відомо, що дослідження з рослиною *Raphanus sativus* L. проводили понад 69 країн світу, серед них лідерами є Китай та Америка. Поміж наукових організацій найбільше досліджень проводить Університет Західної Австралії.

У світовій науковій практиці досліджується насіння редису за складом хімічних речовин з метою подальшого їх використання в медицині. Виявлено, що насіння *Raphanus sativus* L. містить 16 різних хімічних сполук, а саме це похідні синапоїлу (7) та індолів (9). Слід зазначити, що речовина етил 2,3-дигідро-2-оксо-1Н-індол-3-ацетат є новим природним продуктом, виділений саме з редису [4; 5].

У технології вирощування редису оцінювали ефективність впливу біопрепарату на основі *Bacillus licheniformis* M2-7. Встановлено, що штам M2-7 збільшив відсоток схожості насіння редису до 80,6%, довжину листків — 28,34%, загальну масу коренеплодів — 9,27% порівняно з контролем через 45 діб після посіву [6]. Відомо, що біодобрива, до складу яких входять сіркоокислювальні бактерії, підвищують доступність поживних речовин для коренів рослин за рахунок зниження рівня рН ґрунту. В тепличних умовах досліджено вплив суміші сірчаного біо-

добрива, що містить штами бактерій *Thiobacillus*, та гранульованого сірчаного добрива на ріст і розвиток, фотохімічну ефективність PSII рослин *Raphanus sativus*. Встановлено, що внесення біодобрива з бактерій *Thiobacillus* збільшувало сиру масу і вміст антоціанів, покращилася фотохімічна ефективність фотосинтезу, вміст розчинних цукрів, крохмалю та деяких поживних речовин у листках і коренеплодах редису [7].

В Horticulture field Inverdis University, Барейлі, Індія, вивчали вплив NPK, FYM та біогумусу на ріст та врожайність *Raphanus sativus* L. Дослідження передбачало 8 варіантів у різних комбінаціях досліджуваних речовин. Виявлено, що варіант, де оброблення проводилось (75% RDF + 25% біогумусу) сприяло збільшенню висоти рослин, кількості, довжині, ширині листків, збільшенню маси рослин та коренеплодів (94,3 г/коренеплід), з врожайністю на рівні 23,1 т/га. Найнижчі показники редису фіксували на контрольному варіанті, врожайність 4,99 т/га, з масою коренеплоду 25,3 г [8]. У Миколаївському НАУ у 2023 р. проводили дослідження з визначення оптимальних строків сівби редису у весняний та осінній періоди для гібриду Селеста. Дослідження показали, що в умовах захищеного ґрунту (плівкова теплиця) можливо у весняний період отримати 2,45 кг/м² редису, осінній період — 1,56 кг/м². Проте в умовах відкритого ґрунту і осінній період врожай редису склав 0,46 кг/м² [9].

Експериментально визначали продуктивність гібридів редису селекції (Нідерланди та Україна) на біологічній гідропоніці. Для дослідження використовували гібриди виробництва Enza Zaden, Нідерланди (Селеста F₁, Хелена F₁, Ескала F₁ та Вієнна F₁) та гібриди редису виробництва “Теліос”, Україна (Моховський F₁, Осінній Гігант F₁, Крижана бурулька F₁ та Злата F₁). Зразки редису, найбільш чутливі до фотоперіоду, належали до гібридів із білим та жовтим забарвленням коренеплоду. Нейтральні до фотоперіоду виявились гібриди редису Вієнна F₁, Хелена F₁ та Ескала F₁ [10]. Вивчено температурну залежність проростання насіння редису сорту Дайкон в польових і лабораторних умовах та за результатами дослідження встановлено, що найбільш сприятливою температурою для проростання є 20–30°C, а при його висадці як другої культури в літній сезон показано, що середньодобова температура для проростання насіння не повинна перевищувати 30°C [3]. Проведено дослідження, де визначено ефективність використання *Raphanus sativus* L. як сільськогосподарської культури для біофортифікації селеном та встановлено вплив різних джерел і форм застосування на накопичення Se та засвоєння макроелементів. Дослід проводили з

двома джерелами Se (селенат натрію та селеніт натрію) та двома формами внесення (у ґрунт у дозі 1,2 мг Se/кг та позакореневе підживлення у дозі 50 мкмоль Se/л), контрольний варіант без додавання селену. Встановлено, що накопичення Se у листках, коренеплодах редису було вищим при внесенні селенату в ґрунт порівняно з позакореневим підживленням, без шкоди для врожаю [11].

Проведено оцінювання впливу наночастинок оксиду міді (CuO) та оксиду цинку (ZnO) на ріст і фізіологію *Raphanus sativus* L. в умовах сольового стресу. Оскільки засолення ґрунтів є одним з основних абіотичних стресів, які загрожують глобальній продовольчій безпеці, впливаючи на сільськогосподарське виробництво, особливо в посушливих і напівпосушливих регіонах світу. З цього дослідження можна зробити висновок, що сольовий стрес спричиняє накопичення надлишку Na^+ у рослинних тканинах, що призводить до зниження росту та фотосинтезу, посилення окислювального стресу, а також ферментативної та неферментативної (пролін, антоціани та флавоноїди) антиоксидантної активності. Позакореневе внесення наночастинок оксиду міді та оксиду цинку зменшує токсичний вплив надлишку Na^+ на рослини редиски шляхом підвищення поглинання поживних речовин, швидкості фотосинтезу та зниження антиоксидантної активності. Проте експериментально доведено, що наночастинки ZnO є більш ефективними, ніж CuO, в умовах стресу від засолення і можуть бути використані як кращі нанодобрива в польових умовах для зменшення негативного впливу NaCl на культурні рослини [12].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2017–2019 рр. в умовах польового дослідження навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва. Аналізували господарсько-біологічні показники гібридів редиски різних строків стиглості: ранньостиглі (Донар, Розетта, Роксан, Рокстар, Стеллар), середньоранні (Еліза) та пізньостиглі (Ролекс, Адель), які включено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, які вирощували в умовах відкритого ґрунту. Тип ґрунту — чорнозем опідзолений малогумусний, рН — 5,7, вміст гумусу — 2,9–3,8%. Вміст азоту легкогідролізованих сполук (за Корнфілдом) — 124,5 мг/кг ґрунту; рухомих сполук фосфору (за Чиріковим) — 155 мг/кг і калію (за Чиріковим) — 140 мг/кг. Площа облікової ділянки — 5 м², повторність дослідження — 4-кратна. Рослини редиски розміщували за

схемою 45+15+15+15+15×5 см, що відповідає кількості рослин 761 тис. шт./га. Сівбу насіння проводили в березні–квітні, як тільки можна було вийти у поле, за досягання середньодобової температури повітря +10°C та +8°C — температури ґрунту на глибині висіву насіння. Технологічні заходи проводили відповідно до вимог культури і поставлених завдань згідно з методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур [13].

Під час досліджень проводили фенологічні спостереження, біометричні вимірювання рослин, облік урожаю, біохімічні аналізи коренеплодів редиски використовуючи загальноприйнятні методи [14; 15]. Облік врожаю проводили по мірі настання технічної стиглості плодів подільнично ваговим методом. Продукцію з облікової ділянки при кожному зборі розділяли на товарну і нетоварну відповідно до вимог чинних стандартів [1].

Одержані в досліді експериментальні дані обробляли статистично з використанням стандартного пакету Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Досліджуючи особливості росту і розвитку гібридів редиски, встановлено відмінності як у тривалості фенофаз, так і в цілому періоду вегетації рослин. Сортимент гібридів характеризувався різними строками досягання — від 25 до 35 діб (табл. 1).

За даними фенологічних спостережень встановлено, що найшвидші дружні сходи вже на 7 добу після посіву були у гібридів Рокстар і Стеллар, що на 2 доби випереджало контроль (гібрид Ролекс). Також на одну добу швидше за контроль дали сходи рослини гібридів Адель, Донар, Розетта і Роксан. Найдовша тривалість періоду до появи сходів (9 діб) визначена для гібридів Ролекс і Еліза.

Появу першого листка на 8-му добу спостерігали у ранньостиглих гібридів Рокстар і Стеллар, на 9-добу — у гібридів Донар, Розетта і Роксан, що відповідно на 2 і 3 доби було раніше, ніж у контролі.

На подальших етапах розвитку рослин редиски виявляли збільшення різниці у часі настання фаз розвитку. Так, у рослин гібридів Рокстар і Стеллар фіксували настання фази “ріст і розвиток рослин” на 5 діб раніше, фази “ріст і формування коренеплоду” і “технічна стиглість” — на 10 діб порівняно з контролем. У ранньостиглих гібридів Донар, Розетта і Роксан ці фази наступали дещо повільніше, ніж у гібридів Рокстар і Стеллар, проте швидше порівняно з контролем на 4 доби — у фазі “ріст і розвиток рослин” і на 7 діб — у фазі

Таблиця 1

Тривалість фаз росту і розвитку рослин редиски залежно від гібриду, середнє за 2017–2019 рр.

Гібрид	Діб від сівби до				
	сходи (ВВСН 0–9)	поява першого листка (ВВСН 10–11)	ріст і розвиток листіків (ВВСН 12–19)	ріст і формування коренеплоду (ВВСН 42–48)	технічна стиглість (ВВСН 49)
Ролекс (контроль)	9	11	19	31	35
Адель	8	10	17	28	32
Еліза	9	11	18	28	32
Донар	8	9	15	24	28
Розетта	8	9	15	24	28
Роксан	8	9	15	24	28
Рокстар	7	8	14	21	25
Стеллар	7	8	14	21	25
НІР ₀₅	0,4	0,5	0,8	1,3	1,5

Джерело: складено автором на основі власних досліджень.

“ріст і формування коренеплоду” і “технічна стиглість”.

У середньораннього гібриду Еліза сходи і появу першого листка фіксували відповідно на 9 і 11 добу, що було однаково з контролем. Однак на наступних фазах фіксували більш швидкий початок фази “ріст і розвиток рослин” — на 1 добу і фаз “ріст і формування коренеплоду” і “технічна стиглість” — на 3 доби порівняно з контролем.

Порівнюючи між собою два пізньостиглі гібриди, встановлено, що рослини гібриду Адель швидше розвивалися порівняно з гібридом Ролекс із перевагою в 1–3 доби залежно від фази. При цьому період досягання коренеплодів (фаза технічної стиглості) у гібриду Адель фіксували з перевагою на 3 доби порівняно з контролем.

Отже, більш швидким вступом у фенологічні фази, формуванням коренеплодів та їх дозріванням (на 25 добу) характеризувалися рослини гібридів Стеллар і Рокстар порівняно з контролем та іншими досліджуваними гібридами.

Аналізуючи біометричні показники рослин редиски у фазі технічної стиглості (ВВСН 49), встановлено, що рослини гібриду Адель мали найвищу висоту (18 см), ширину розетки листків (18 см), кількість листків на рослині (8 шт.) та їх площу (17,6 тис. м²/га) і були на рівні контролю або перевищували його за показником ширини розетки листків на 2 см (на 12,5%) (табл. 2).

За комплексом біометричних показників до контролю (гібрид Ролекс) наближались рослини середньораннього гібриду Еліза.

Таблиця 2

Біометричні показники рослин редиски залежно від гібриду в фазі технічної стиглості коренеплодів (ВВСН 49), середнє за 2017–2019 рр.

Гібрид	Висота рослин, см	Ширина розетки листків, см	Кількість листків на рослину, шт.	Площа листків, тис. м ² /га
Ролекс (контроль)	18	16	8	17,2
Адель	18	18	8	17,6
Еліза	16	18	7	17,3
Донар	16	14	6	16,8
Розетта	15	15	6	16,2
Роксан	15	15	6	15,8
Рокстар	14	16	5	14,9
Стеллар	14	16	5	14,7
НІР ₀₅	0,8	0,8	0,3	0,82

Джерело: складено автором на основі власних досліджень.

Серед ранньостиглих гібридів найвищими були рослини гібриду Донар (16 см), а найнижчими — гібриди Рокстар і Стеллар (14 см). Проте за показником ширини розетки листків спостерігали зворотню картину: більшими значеннями характеризувались гібриди Рокстар і Стеллар (16 см), меншим — гібрид Донар (14 см). За кількістю листків на рослині та їх площею перевагу мали гібриди Донар і Розетта, у яких формувалось по 6 листків на рослині з площею 16,8 тис. м²/га і 16,2 тис. м²/га відповідно, що мало перевагу над іншими ранньостиглими гібридами на рівні 0,4–2,1 тис. м²/га (або на 2–12%). Рослини гібридів Розетта і Роксан займали проміжні позиції за біометричними показниками.

Мінімальну кількість листків, їх площу, так само як і висоту рослин, зафіксовано у гібриду Стеллар, що було менше за контроль на 37,5%, 14,5% і 22,2% відповідно.

За роки досліджень 2017–2019 рр., які характеризувались контрастними погодними умовами, найвищу врожайність отримано за вирощування гібриду Адель на рівні 26,1–27,3 т/га з перевагою над контролем на 15% та приростом врожаю 3,5 т/га (рис. 1). Впродовж років досліджень фіксували стабільний приріст урожаю на рівні 2,4 т/га — у 2017 р., 4,5 т/га — у 2018 р., 3,4 т/га — у 2019 р., що свідчить про високу адаптивну здатність гібриду до різних погодних умов.

Також упродовж років досліджень високою врожайністю (25,3–26,9 т/га) характеризувався середньоранній гібрид Еліза, вирощування якого забезпечило достовірний приріст врожаю до контролю у 2017 р. — 1,6 т/га, 2018 р. — 4,2 т/га, 2019 р. — 3,0 т/га. Середня врожай-

ність гібриду Еліза становила 26,3 т/га, приріст урожаю до контролю — 3,0 т/га.

У варіантах досліду із вирощуванням гібриду Стеллар за 2017–2019 рр. отримано врожайність 26,0 т/га, а приріст урожаю склав 2,7 т/га. Найбільшу врожайність 26,5 т/га і 26,1 т/га отримано в 2017 р. і 2018 р. відповідно, що перевищувало контроль на 11,8% і 16,5% відповідно.

Не виявлено достовірного збільшення врожайності протягом періоду досліджень у гібридів Донар, Розетта і Роксана: рівень урожайності був або на рівні контролю, або збільшення врожайності було недостовірним (у межах НІР₀₅). Середня врожайність за 2017–2019 рр. гібриду Донар становила 23,5 т/га, гібриду Роксана — 24,5 т/га, гібриду Розетта — 24,6 т/га (у контролі — 23,3 т/га).

За рівнем урожайності досліджувані гібриди ранжовано в ряд: Адель > Еліза > Стеллар > Рокстар > Розетта > Роксан > Донар > Ролекс.

У кожному варіанті досліду визначали розміри (довжину і діаметр) та масу коренеплодів редиски. Найбільшою масою коренеплоду вирізнялися гібриди Адель, Еліза і Стеллар — 24,4 г, 23,9 г і 23,6 г відповідно, що на 3,2 г (або на 15%), 2,7 г (13%) і 2,4 г (11%) більше, ніж у контролі (табл. 3).

Також достовірне збільшення маси коренеплоду редиски порівняно з контролем виявлено у гібридів Рокстар (на 1,8 г або 9%) і Розетта (на 1,2 г, або 6%). За масою коренеплодів гібриди Донар і Роксан знаходились на рівні контролю.

За масою коренеплоду досліджувані гібриди ранжовано в ряд: Адель > Еліза > Стеллар > Рокстар > Розетта > Роксан > Донар > Ролекс.

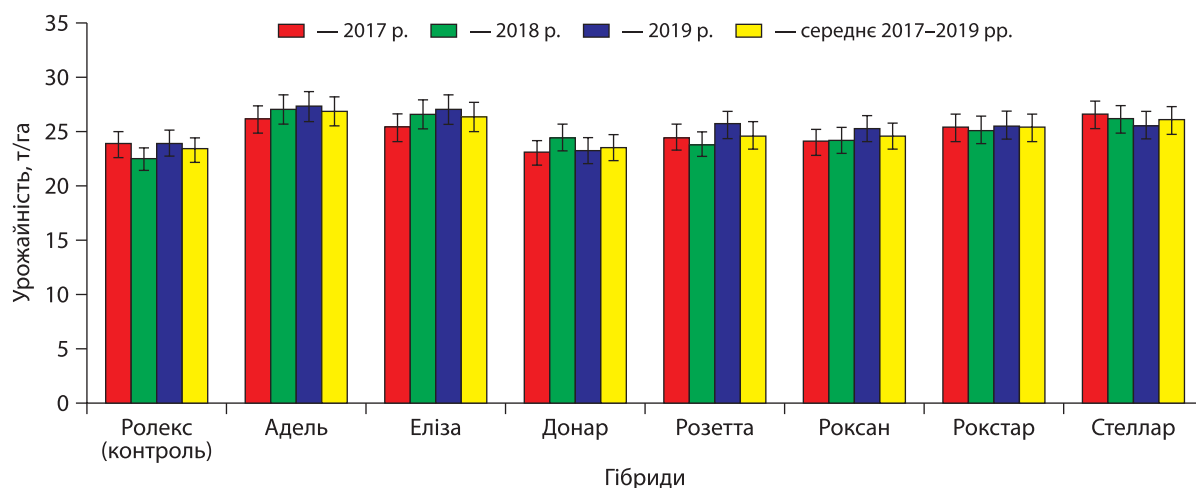


Рис. 1. Урожайність коренеплодів редиски різних гібридів, т/га НІР₀₅ (т/га): 2017 р. — 1,2; 2018 р. — 1,2; 2019 р. — 1,3

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень.

Таблиця 3

Товарні показники коренеплодів редиски залежно від гібриду, середнє за 2017–2019 рр.

Гібрид	Середня маса коренеплоду, г	Довжина коренеплоду, см	Діаметр коренеплоду, см
Ролекс (контроль)	21,2	2,0	3,1
Адель	24,4	2,1	3,5
Еліза	23,9	2,0	3,3
Донар	21,4	2,9	3,9
Розетта	22,4	2,4	4,2
Роксан	22,3	2,4	4,4
Рокстар	23,0	2,1	3,8
Стеллар	23,6	2,8	3,6
НІР ₀₅	1,14	0,1	0,2

Джерело: складено автором на основі власних досліджень.

Найбільшою довжиною вирізнялися коренеплоди гібридів Донар і Стеллар — 2,9 см і 2,8 см відповідно (у контролі — 2,0 см), що пов'язано з їх сортовими особливостями. У гібридів Розетта і Роксан коренеплоди мали однакову довжину 2,4 см, що перевищувало контроль на 0,4 см. У решти гібридів (Адель, Еліза, Рокстар) довжина коренеплодів була на рівні контролі (2,0–2,1 см) (рис. 2).

Діаметр коренеплодів у гібридів Розетта і Роксан був найбільшим та становив 4,2 см і 4,4 см відповідно. Рослини цих гібридів формують коренеплоди округлої форми. Найменшим діаметр коренеплодів був у контрольного гібриду Ролекс (3,1 см) і гібриду Еліза (3,3 см).

Діаметр коренеплодів гібридів Донар, Рокстар, Стеллар і Адель упродовж років досліджень був у межах 3,5–3,8 см. Аналізуючи результати табл. 4, варто зауважити, що впродовж років досліджень не виявлено перевищення вмісту нітратів (ГДК 1200 мг/кг) у коренеплодах редиски.

Однак досліджувані гібриди різнилися за здатністю накопичувати нітрати, яка визначалась їх фізіологічними особливостями, зокрема строком стиглості. Так, найвищий вміст нітратів (понад 700 мг/кг) накопичували коренеплоди пізньостиглих гібридів Ролекс і Адель та середньораннього гібриду Еліза. Натомість ранньостиглі сорти Донар, Розетта, Роксан,



Рис. 2. Морфологічні особливості коренеплодів досліджуваних гібридів редиски

Джерело: фото автора.

Таблиця 4

Показники хімічного складу коренеплодів різних гібридів редиски, середнє за 2017–2019 рр.

Гібрид	Вміст сухої речовини, %	Сума цукрів, %	Вміст вітаміну С, мг/100 г	Вміст нітратів, мг/кг
Ролекс (контроль)	4,98	1,51	22,25	735
Адель	6,42	2,45	26,13	712
Еліза	5,88	2,14	23,73	715
Донар	5,02	2,00	24,47	624
Розетта	5,94	2,28	24,62	679
Роксан	6,29	2,35	24,07	696
Рокстар	6,44	2,44	25,05	628
Стеллар	6,72	2,53	25,48	612
НІР ₀₅	0,30	0,11	1,22	33,8

Джерело: складено автором на основі власних досліджень.

Рокстар, Стеллар характеризувалися меншою здатністю накопичення нітратів — у межах 612–696 мг/кг.

Найменший вміст нітратів у коренеплодах редиски упродовж років досліджень виявлено у ранньостиглого гібриду Стеллар (612 мг/кг), а серед пізньостиглих — у гібриду Адель (712 мг/кг).

Серед досліджуваних гібридів найвищими показниками, які визначають якість вирощеної продукції, а саме вмістом сухої речовини, суми цукрів та вітаміну С у коренеплодах, характеризувались гібриди Адель, Стеллар і Рокстар.

У коренеплодах пізньостиглого гібриду Адель вміст вітаміну С перевищував контроль на 17,4%, сухої речовини — на 28,9%, суми цукрів — на 62,3%. Також достатньо високими показниками якості характеризувались коренеплоди ранньостиглих гібридів Стеллар і Рокстар, які за хімічними показниками переважали контроль відповідно: за вмістом вітаміну С — на 14,5 і 12,6%, сухої речовини — на 34,9% і 29,3%, сумою цукрів — на 67,5% і 61,6%. У решті ранньостиглих гібридів (Донар, Розетта, Роксан) показники якості перевищували контроль у середньому за: вмістом сухої речовини — на 1–26%, сумою цукрів — на 33–56%, вмістом вітаміну С — 8–11%, однак мали нижчі значення порівняно з гібридом Стеллар.

Середньоранній гібрид Еліза серед усіх гібридів мав найвищі показники вмісту вітаміну С (11,7 мг/100 г) і перевага над контролем становила 17,4%. Також коренеплоди цього гібриду характеризувались високими показниками вмісту сухої речовини та сумою цукрів, що було на рівні з показниками гібриду Рокстар та різницею з контролем на 18,1% і 41,7% відповідно. За роками досліджень значної різниці у значеннях цих показників не виявлено.

За використання кореляційного аналізу було визначено залежності між досліджуваними параметрами рослин і коренеплодів різних гібридів редиски. Зокрема, встановлено тісну пряму залежність між врожайністю і масою коренеплоду ($r = 1$), а також міжфазними періодами розвитку рослин (сходів, появи першого справжнього листка, росту і розвитку листків та коренеплоду) з технічною стиглістю коренеплодів ($r = 0,90–1,00$). Кількість листків на рослині корелювала з висотою рослин (0,97) та міжфазними періодами розвитку рослин (0,91–0,97). Сума цукрів у коренеплоді корелювала з умістом сухої речовини та діаметром коренеплоду (0,92).

Між іншими показниками рослин різних гібридів редиски виявляли кореляційний зв'язок із меншою силою зв'язку ($r < 0,7$).

За візуальною оцінкою коренеплодів редиски, аналізом лінійних розмірів, а також їх показників якості досліджувані гібриди ранжовано у ряд: Адель > Стеллар > Рокстар > Еліза > Розетта > Роксан > Донар > Ролекс.

ВИСНОВКИ

За результатами проведеної господарсько-біологічної оцінки гібридів редиски різних груп стиглості визначено, що в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу найбільш врожайними з якісними показниками коренеплодів за вирощування у відкритому ґрунті є ранньостиглий гібрид Стеллар, середньостиглий гібрид Еліза і пізньостиглий Адель, які доречно рекомендувати до більш широкого вирощування в господарствах різних форм власності. Подальші дослідження будуть спрямовані на пошук екологічних агрозаходів підвищення врожайності гібридів редиски, які забезпечать стійкість рослин до різних абіотичних і біотичних чинників та високу врожайність культури.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 6009:2008. Редиска свіжа. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2010 (Державний стандарт України).
2. Manivannan A., Kim J.-H., Kim D.-S., Lee E.-S., Lee H.-E. Deciphering the Nutraceutical Potential of *Raphanus sativus* — A Comprehensive Overview. *Nutrients*. 2019. 11 (2). 402. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11020402>
3. Khusanov N., Boboyev S., Razzakova Sh., Shoiran N., Muhiddin J., Turabayev A. *Raphanus sativus* L. and its determination of planting dates based on seed germination in different ecological environments of Uzbekistan. *E3S Web of Conferences*. 2024. 497. DOI: 10.1051/e3sconf/202449703029
4. Kong D., Yu Sh., Tian J., Zhao W., Wang L., Zhou H. Phytochemical investigation on *Raphanus sativus* L. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2022. 105. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2022.104488>
5. Jin H.G., Ko H.J., Chowdhury M.A., Lee D.S., Woo E.R. A new indole glycoside from the seeds of *Raphanus sativus*. *Arch Pharm Res*. 2016. 39 (6). P. 755–761. DOI: 10.1007/s12272-016-0758-0
6. Sanchez-Marcelo J.A., Ramirez-Cruz A., Hernandez E.T., Gonzalez D.N. Evaluation of the effect of *Bacillus licheniformis* M2-7 as a biofertilizer in *Raphanus sativus* L. (*Brassicales* : *Brassicaceae*). *Acta Agrícola y Pecuaria*. 2023. 9 (1). P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.30973/aap/2023.9.0091017>
7. Boooli S., Zoufan P., Reza Zare Bavani M. Effect of biofertilizer containing *Thiobacillus* bacteria along with different levels of chemical sulfur fertilizer on growth response and photochemical efficiency of small radish plants (*Raphanus sativus* L. var. *shushtari*) under greenhouse conditions. *Scientia Horticulturae*. 2024. 327. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112835>
8. Kumar Sh., Kumar S.D., Yadav Dh., Kumar M., Yadav H. Impact of NPK, FYM and Vermicompost on growth and yield of radish (*Raphanus sativus* L.). *Reproduction and Breeding*. 2024. 4 (2). P. 110–112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.repbre.2024.03.002>
9. Кубінець Н.С. Особливості вирощування редису у весняний і осінній періоди. 2023. С. 115–118. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/17272/1/115-118.pdf> (дата звернення: 31.01.2024).
10. Ковальов М.М. Формування врожайності редису при вирощуванні в системах біологічної гідропоніки. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2023. № 1 (13). С. 41–51. DOI: <https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.3>
11. Silva F.D., Cipriano P.E., Souza R.R., Siueia M., Faquin V., Silva M.L., Guilherme L.R. Biofortification with selenium and implications in the absorption of macronutrients in *Raphanus sativus* L. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2020. 86. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103382>
12. Mahawar L., Zivcak M., Barboricova M., Kovar M., Filacek A., Ferencova J., Vysoka D.M., Brestic M. Effect of copper oxide and zinc oxide nanoparticles on photosynthesis and physiology of *Raphanus sativus* L. under salinity stress. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2024. 206. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108281>
13. Волкодав В.В. Методика державного сортови пробування сільськогосподарських культур (картопля, овочі та баштані культури). Київ, 2001. 101 с.
14. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: НІЧЛАВА, 2013. 320 с.
15. Камчатний В.І., Синковець Г.А. Визначення площі листя овочевих культур. *Вісник сільськогосподарської науки*. 1997. № 1. С. 35–36.

**ECONOMIC AND BIOLOGICAL EVALUATION OF RADISH HYBRIDS
FOR GROWING IN OPEN SOIL IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL PART
OF THE RIGHT BANK FOREST-STEPPE**

Shchetyna S.

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)

e-mail: sv_shetina@ukr.net;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8504-2944>

Radish is an early vegetable crop with a very short growing season, widely cultivated worldwide. At the same time, the extensive varietal resources of radishes and the changing environmental conditions compel agro-producers to perform more careful selection of varieties/hybrids to achieve high yields of marketable products. For this purpose, an agro-biological evaluation of eight radish hybrids of different maturity periods was conducted in open-field cultivation. Differences were found in both the duration of phenophases and the growing period of radish plants. The hybrids Stellar and Rockstar were characterized by faster entry into phenological phases, root formation, and maturation, reaching the technical maturity phase on the 25th day. In terms of biometric indicators at the technical maturity phase (BBCH 49), the hybrid Adele stood out, with plants having the highest height (18 cm), leaf rosette width (18 cm), number of leaves per plant (8 pcs), and area (17.6 thousand m²/ha). Over the years of research from 2017 to 2019, which were marked by contrasting weather conditions, the highest yield was obtained from the Adele hybrid, at 26.1–27.3 t/ha, with a 15% advantage over the control and a yield increase of 3.5 t/ha. The hybrids were ranked by yield as follows: Adele > Eliza > Stellar > Rockstar > Rosetta > Roxanne > Donar > Rolex. The highest quality indicators were found in the root crops of the Adele, Stellar, and Rockstar hybrids. Based on the visual assessment of radish root crops, analysis of their linear dimensions, and

quality indicators, the hybrids were ranked as follows: Adele > Stellar > Rockstar > Eliza > Rosetta > Roxanne > Donar > Rolex. A strong direct correlation was found between yield and root weight ($r = 1$), as well as between the developmental phases of the plants (seedling emergence, appearance of the first true leaf, growth and development of leaves and roots) and the technical maturity of the root crops ($r = 0.90-1.00$). The number of leaves per plant correlated with plant height (0.97) and the developmental phases of the plants (0.91–0.97). The sugar content in the root crop correlated with the dry matter content and the root diameter (0.92). Based on the agro-biological evaluation of radish hybrids of different maturity groups, it was determined that the most productive hybrids with quality root crops for open-field cultivation are the early-maturing Stellar, the mid-maturing Eliza, and the late-maturing Adele, which are recommended for cultivation in farms of various ownership forms in the central part of the Right-Bank Forest-Steppe.

Keywords: radish hybrids, maturity periods, yield, productivity, technical maturity, biometric indicators, root crop quality.

REFERENCES

1. DSTU 6009:2008. (2010). Redyska svizha. Tekhnichni umovy [Radishes are fresh. Specifications]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
2. Manivannan, A., Kim, J.-H., Kim, D.-S., Lee, E.-S., Lee, H.-E. (2019). Deciphering the Nutraceutical Potential of *Raphanus sativus* — A Comprehensive Overview. *Nutrients*, 11 (2), 402. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11020402> [in English].
3. Khusanov, N., Boboyev, S., Razzakova, Sh., Shoir, N., Muhiddin, J., Turabayev, A. (2024). *Raphanus sativus* L. and its determination of planting dates based on seed germination in different ecological environments of Uzbekistan. E3S Web of Conferences. 497. DOI: 10.1051/e3sconf/202449703029 [in English].
4. Kong, D., Yu, Sh., Tian, J., Zhao, W., Wang, L., Zhou, H. (2022). Phytochemical investigation on *Raphanus sativus* L. *Biochemical Systematics and Ecology*, 105. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2022.104488> [in English].
5. Jin, H.G., Ko, H.J., Chowdhury, M.A., Lee, D.S., Woo, E.R. (2016). A new indole glycoside from the seeds of *Raphanus sativus*. *Arch Pharm Res*, 39 (6), 755–761. DOI: 10.1007/s12272-016-0758-0 [in English].
6. Sanchez-Marcelo, J.A., Ramirez-Cruz, A., Hernandez, E.T., Gonzalez, D.N. (2023). Evaluation of the effect of *Bacillus licheniformis* M2-7 as a biofertilizer in *Raphanus sativus* L. (*Brassicales* : *Brassicaceae*). *Acta Agricola y Pecuaria*, 9 (1), 1–7. DOI: <https://doi.org/10.30973/aap/2023.9.0091017> [in English].
7. Booali, S., Zoufan, P., Reza Zare Bavani, M. (2024). Effect of biofertilizer containing *Thiobacillus* bacteria along with different levels of chemical sulfur fertilizer on growth response and photochemical efficiency of small radish plants (*Raphanus sativus* L. var. *shushtari*) under greenhouse conditions. *Scientia Horticulturae*, 327. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112835> [in English].
8. Kumar, Sh., Kumar, S.D., Yadav, Dh., Kumar, M., Yadav, H. (2024). Impact of NPK, FYM and Vermicompost on growth and yield of radish (*Raphanus sativus* L.). *Reproduction and Breeding*, 4 (2), 110–112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.repbre.2024.03.002> [in English].
9. Kubinets, N.S. (2023). *Osoblyvosti vyroshchuvannya redysu u vesnianyi i osinnii periody. [Peculiarities of growing radish in the spring and autumn periods]*. 115–118. ULR: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/17272/1/115-118.pdf> [in Ukrainian].
10. Kovalov, M.M. (2023). Formuvannya vrozhaivnosti redysu pry vyroshchuvanni v systemakh biolohichnoi hidroponiky [Formation of radish yield when grown in biological hydroponics systems]. *Vodni bioresursy ta akvakultura — Aquatic bioresources and aquaculture*, 1 (13), 41–51. DOI: <https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.3> [in Ukrainian].
11. Silva, F.D., Cipriano, P.E., Souza, R.R., Siueia, M., Faquin, V., Silva, M.L., Guilherme, L.R. (2020). Biofortification with selenium and implications in the absorption of macronutrients in *Raphanus sativus* L. *Journal of Food Composition and Analysis*, 86. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103382> [in English].
12. Mahawar, L., Zivcak, M., Barboricova, M., Kovar, M., Filacek, A., Ferencova, J., Vysoka, D.M., Brestic, M. (2024). Effect of copper oxide and zinc oxide nanoparticles on photosynthesis and physiology of *Raphanus sativus* L. under salinity stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 206. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108281> [in English].
13. Volkodav, V.V. (2001). *Metodyka derzhavnogo sortovyprobuvannya silskohospodarskykh kultur (kartoplia, ovochi ta bashtani kultury) [Methodology of state variety testing of agricultural crops (potatoes, vegetables and melon crops)]*. Kyiv [in Ukrainian].
14. Hrytsaenko, Z.M., Hrytsaenko, A.O., Karpenko, V.P. (2013). *Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslin i gruntiv [Methods of biological and agrochemical research of plants and soils]*. Kyiv: NICHLAVA [in Ukrainian].
15. Kamchatnyi, V.I., Synkovets, H.A. (1997). Vyznachennia ploschchi lystia ovochevykh kultur [Determination of the leaf area of vegetable crops]. *Bulletin of agricultural science — Visnyk silskohospodarskoi nauky*, 1, 35–36 [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Щетина Сергій Васильович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, декан факультету плодовоовочівництва, екології та захисту рослин, Уманський національний університет садівництва (вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20300, Україна; e-mail: sv_shetina@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8504-2944>)