



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 631.811.98:635.152

© 2024

ПОЛІПШЕННЯ ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ РЕДИСКИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ І РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

С.В. Щетина¹, О.О. Кічігіна², Г.Я. Слободяник³

^{1,3}кандидати сільськогосподарських наук, доценти

²кандидат сільськогосподарських наук

^{1,3}Уманський національний університет садівництва
Міністерства освіти і науки України

вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20301, Україна

²Інститут агроєкології і природокористування

Національної академії аграрних наук України

вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна

e-mail: ¹sv_shetina@ukr.net, ²seednlen@ukr.net, ³sgy123@i.ua

ORCID: ¹0000-0001-8504-2944, ²0000-0003-0879-627X, ³0000-0003-3419-9751

Надійшла 12.04.2024

Мета. Встановити вплив намочування насіння різних гібридів редиски в розчинах регуляторів росту рослин на його посівні якості. **Методи.** Лабораторні (згідно з ДСТУ 4138:2002), лінійні вимірювання, математично-статистичні з використанням стандартного пакета Microsoft Office Excel 2007. **Результати.** Намочування насіння редиски різних гібридів у розчинах біопрепаратів Фітоцид, ФІТОХЕЛП, МусоНелр і регуляторі росту рослин (РРР) Азотофіт стимулювало енергію проростання в середньому на 6,5–13,3%, лабораторну схожість — на 5,6–11,9% залежно від гібрида. За показником довжини проростків встановлено, що використання біологічних препаратів Фітоцид, ФІТОХЕЛП, МусоНелр і РРР Азотофіт, Емістим С у рекомендованих виробниками дозах чинило стимулювальну дію на ростові процеси, прискорюючи їх у середньому в 1,3–1,7 рази. Виявлено високу фунгіцидну дію препаратів Фітоцид, ФІТОХЕЛП і МусоНелр, які знижували ураження насіння патогенною мікробіотою на 46,9–71,4%, 43,8–66,7% і 50,0–66,7% відповідно. Досліджувані гібриди редиски за ефективністю впливу препаратів на фітопатогенні мікроорганізми на насінні ранжовано в ряд: Донар, Рокстар > > Адель > Еліза, Ролекс > Розетта > Роксан > Стеллар. Препарат Емістим С пригнічує фітопатогени на насінні на 17,9–42,9%. Досліджувані гібриди за ефективністю впливу препарату Емістим С на фітопатогенні мікроорганізми на насінні ранжовано в ряд: Донар > Рокстар > Ролекс, Адель > Стеллар, Еліза > Роксан > Розетта. Намочування насіння редиски

в розчині препарату Азотофіт забезпечило зниження фітопатогенного фону на 6,3–10,7%, а застосування препарату Гумісол не дало належного ефекту. Висновки. Намочування насіння редиски в розчинах біопрепаратів і регуляторів росту рослин сприяє поліпшенню посівних якостей насіння та зменшує фітопатогенний фон, стимулює ростові процеси на перших етапах органогенезу. За комплексом досліджуваних показників визначено сумісність гібридів Донар, Рокстар, Адель та Еліза із біопрепаратами Фітоцид, ФІТОХЕЛП, МусоНелр і РРР Азотофіт, Емістим С, що дає змогу ефективніше поєднувати їх у технологіях вирощування редиски.

Ключові слова: *Raphanus sativus* (L.) convar. *radicula* (Pers) Sazon., гібриди, біостимулятори, лабораторна схожість, енергія проростання, ростові процеси, фітопатогенний фон.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202407-02>

Застосування екологічно безпечних біологічних препаратів і регуляторів росту рослин (РРР) є одним із способів підвищення врожайності та якості овочевої продукції [1–3]. Серед численних корисних властивостей більшість біопрепаратів і РРР мають здатність стимулювати в ювенільний період ростові процеси, зокрема проростання насіння через збільшення швидкості проростання, а також підвищувати імунітет рослин до різних стресових чинників [3]. Це особливо актуально для ранніх овочевих культур, зокрема редиски (*Raphanus sativus* L.), вирощування яких зосереджено переважно на присадибних ділянках населення та малих фермерських господарствах, де не завжди дотримуються рекомендованих агрозаходів, а насіннєвий матеріал не завжди є якісним і таким, що відповідає вимогам стандартів.

Редиску (*Raphanus sativus* L.) із родини *Brassicaceae* активно культивують у багатьох країнах світу, чому сприяють короткий вегетаційний період, пристосованість до різних умов вирощування та корисні властивості коренеплоду. Ця культура багата на вітаміни, антиоксиданти, крохмаль, глюкозу та інші поживні речовини [4–6]. Однак отримувати високі врожаї та якісні коренеплоди редиски надзвичайно складно через її вразливість до різних екологічних і агротехнічних чинників [7, 8]. Тому існує потреба в проведенні наукових досліджень із удосконалення

сортового ресурсу цієї культури, підбору систем удобрення та поливу, захисту від шкідників і збудників хвороб, отримання якісного посівного матеріалу тощо.

Періоди проростання насіння та росту розсади критичні для будь-якої культури [9]. Ефективне, швидке та рівномірне проростання насіння є першим і найважливішим етапом у вирощуванні будь-якої культури. Для успішного сільськогосподарського виробництва розробляються різні методи та техніки поліпшення процесу проростання насіння [8, 10], до яких належить і застосування біостимуляторів, що дає змогу покращувати посівні якості насіння та пришвидшувати і синхронізувати процес проростання [2, 3].

Установлено, що біопраймування насіння редиски чинить стимулювальну дію на фізіологічні процеси, а отже, впливає на біохімічні та антиоксидантні властивості рослин [11]. Обробка насіння цинк-хелатним лізином поліпшила проростання, врожайність і поживну якість редиски [12]. Доведено, що праймінг насіння сприяє прискоренню поділу клітин, позитивно впливає на транспортування білків та прискорює проростання [13, 14].

Передпосівна обробка насіння покращує його схожість за складних погодних умов за рахунок скорочення періоду появи сходів майже на 50% та середнього терміну проростання [15]. Крім того, розсада, вирощена з обробленого насіння, має вищий антиоксидантний захист, що

запускає інгібування стресу [16]. Тому стимуляцію проростання насіння нині широко застосовують як основний метод підвищення врожайності овочевих культур. Для цього проводять комплексні дослідження з пошуку ефективних екологічно безпечних препаратів для обробки і праймінгу насіння, що має важливе економічне значення у виробництві овочів.

Мета досліджень — визначити вплив намочування насіння різних гібридів редиски в розчинах регуляторів росту на його посівні якості.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в Незалежній лабораторії екології насінництва Інституту агроекології і природокористування НААН та Уманському національному університеті садівництва Міністерства України. Незалежна лабораторія екології насінництва ІАП НААН акредитована Національним агентством з акредитації України на відповідність вимогам ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 у сфері визначення посівних якостей насіння сортів сільськогосподарських культур, квітково-декоративних та ефіроолійних культур (Атестат про акредитацію № 201448 від 13.02.2022 р., дійсний до 12 лютого 2027 р.).

У лабораторних умовах досліджували вплив біологічних препаратів із фунгіцидно-стимулюючою дією (Фітоцид, ФІТОХЕЛП, МусоHelp) і регуляторів росту рослин природного походження (Азотофіт, Гумісол, Емістим С) на посівні якості насіння різних гібридів редиски й ефективність проти фітопатогенів на насінні. Намочування насіння редиски проводили в розчинах досліджуваних препаратів у концентраціях, рекомендованих виробниками: Фітоцид — 20 мл/кг робочого розчину 0,7 л/кг, ФІТОХЕЛП — 10 мл/кг робочого розчину 0,7 л/кг, МусоHelp — 10 мл/кг робочого розчину 0,7 л/кг, Азотофіт — 20 мл/кг робочого розчину 0,7 л/кг, Емістим С — 10 мл/т робочого розчину 1 мл/10 л води, Гумісол — 80 мл/кг робочого розчину 2,0 л/кг. Контрольним варіантом слугував дослід з пророщування насіння редиски

відповідно до вимог ДСТУ 4138:2002 [17].

Для дослідження використовували насіння гібридів редиски різних строків стиглості: ранньостиглі (Донар, Розетта, Роксан, Рокстар, Стеллар), середньоранній (Еліза) та пізньостиглі (Ролекс, Адель), які включено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Насіння пророщували в чашках Петрі за змінного температурного режиму 20–30 °С. Облік енергії проростання насіння проводили на 3-ю добу, лабораторної схожості — на 6-ту добу відповідно до вимог чинного стандарту [17]. Довжину проростків редиски визначали на 6-ту добу, повторність — 5-разова.

Технічну ефективність регуляторів росту рослин проти фітопатогенів розраховували за формулою:

$$E = 100 \times (A - B) / A,$$

де E — ефективність застосування препарату; A — кількість ураженого насіння у контролі, шт.; B — кількість ураженого насіння за застосування препарату, шт.

Отримані експериментальні дані обробляли статистично з використанням стандартного пакета Microsoft Office Excel 2007.

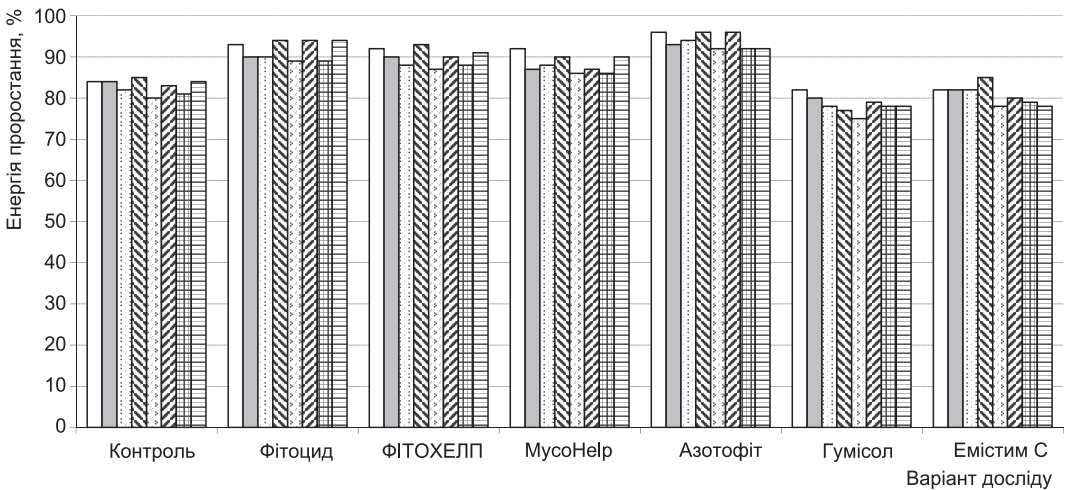
Результати досліджень. Установлено позитивний вплив намочування насіння у розчинах біологічних препаратів Фітоцид, ФІТОХЕЛП, МусоHelp і регулятора росту Азотофіт: лабораторна схожість насіння зростала на 5,6–11,9%, енергія проростання — на 6,5–13,3% залежно від гібрида (рис. 1). Найкраще на посівні якості насіння редиски із досліджуваних препаратів діють регулятор росту Азотофіт і біологічний препарат Фітоцид.

Препарат Азотофіт ефективніше стимулював енергію проростання гібридів Еліза, Стеллар, Роксан, Ролекс, Донар — вона зростала на 14–16%, а також лабораторну схожість насіння гібридів Стеллар, Еліза, Рокстар, Ролекс — зростала на 13–14%. Серед цих гібридів найсприятливішими до впливу РРР Азотофіт як на показник енергії проростання, так і на схожість насіння виявилися Стеллар, Еліза і Ролекс (рис. 2).

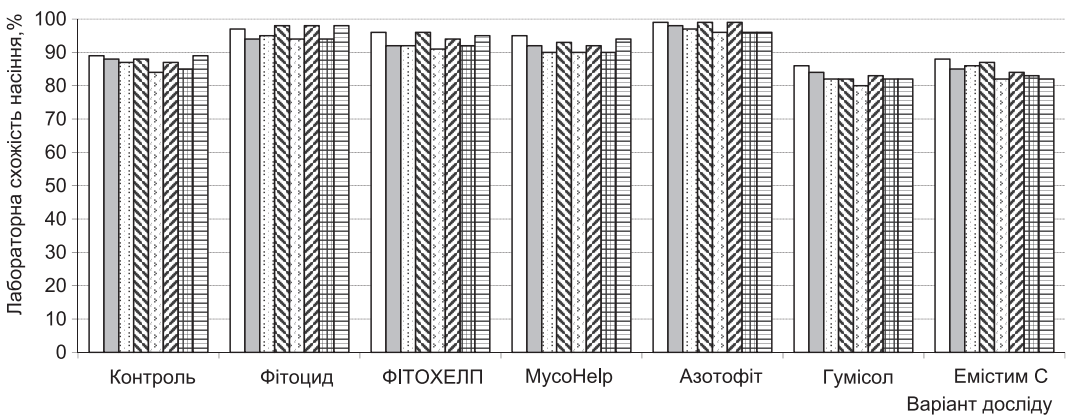
За використання біологічного препарату Фітоцид найбільший позитивний ефект щодо стимулювання енергії проростання виявлено на гібридах Еліза, Адель, Стеллар, Рокстар, Донар, а щодо лабораторної схожості насіння — на гібридах Еліза, Стеллар, Рокстар, Ролекс: обидва показники зростали на 11–13%. Серед названих гібридів найсприятливішими до стимулювального впливу біопрепарату Фітоцид як на показник енергії проростання, так і на схожість насіння виявилися Еліза, Стеллар, Рокстар (рис. 1, 3).

Намочування насіння у розчинах препаратів Гумісол та Емістим С не мало позитивного впливу на посівні якості насіння редиски, а в деяких варіантах дослідів були відмічені показники, на 3–5% нижчі за контроль. Це, ймовірно, пов'язано зі здатністю насіння редиски до швидкого проростання, а стимулююча дія препаратів проявлялася на наступних етапах органогенезу культури, що автори спостерігали за показником довжини проростків.

За показником довжини проростків встановлено, що використання біологічних



а



б

Рис. 1. Посівні якості насіння редиски за намочування в розчинах різних препаратів, %: а — енергія проростання (3-я доба) ($НІР_{05} 3,3\%$); б — лабораторна схожість насіння (6-та доба) ($НІР_{05} 3,4\%$): □ — Донар; ■ — Розетта; ▨ — Роксан; ▩ — Рокстар; ▪ — Стеллар; ▫ — Еліза; ▧ — Ролекс; ▦ — Адель

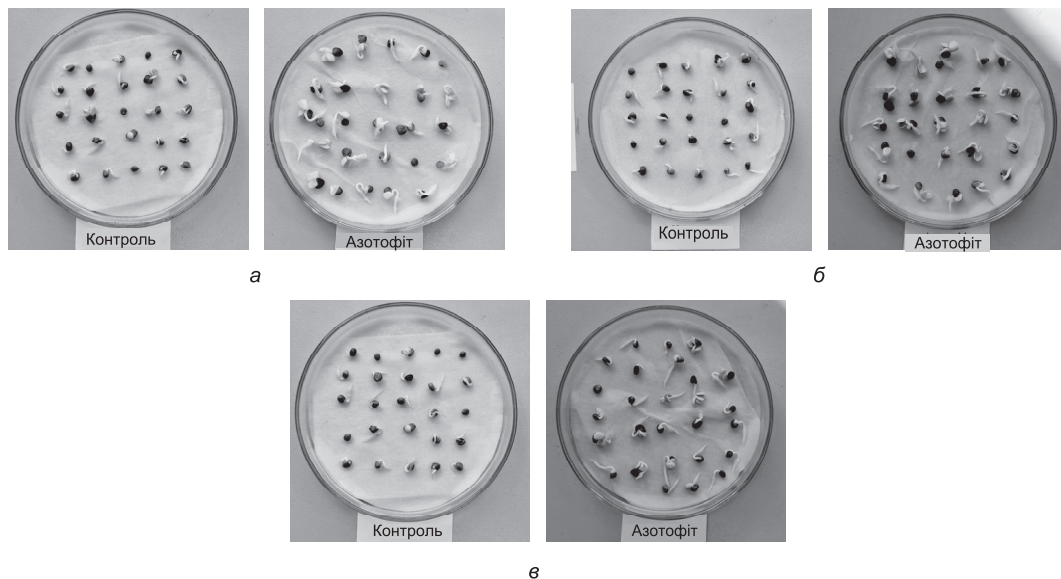


Рис. 2. Лабораторна схожість насіння редиски за намочування в розчині PPP Азотофіт (6-та доба), %: а – Стеллар; б – Еліза; в – Ролекс

препаратів (Фітоцид, ФІТОХЕЛП, МусоНелр) і PPP (Азотофіт, Емістим С) у рекомендованих виробниками дозах мало стимулюючу дію на ростові процеси — в середньому активізували їх у 1,3–1,7 раза (табл. 1).

Відмічено достовірне збільшення показника довжини проростків на 6-ту добу від

0,88–1,05 см у контролі до 1,33–1,82 см (у середньому на 69,5%) за використання препарату Азотофіт та до 1,33–1,81 см (у середньому на 64,6%) за використання біопрепарату Фітоцид. Найбільшу довжину проростків у варіантах дослідів із застосуванням препаратів Азотофіт

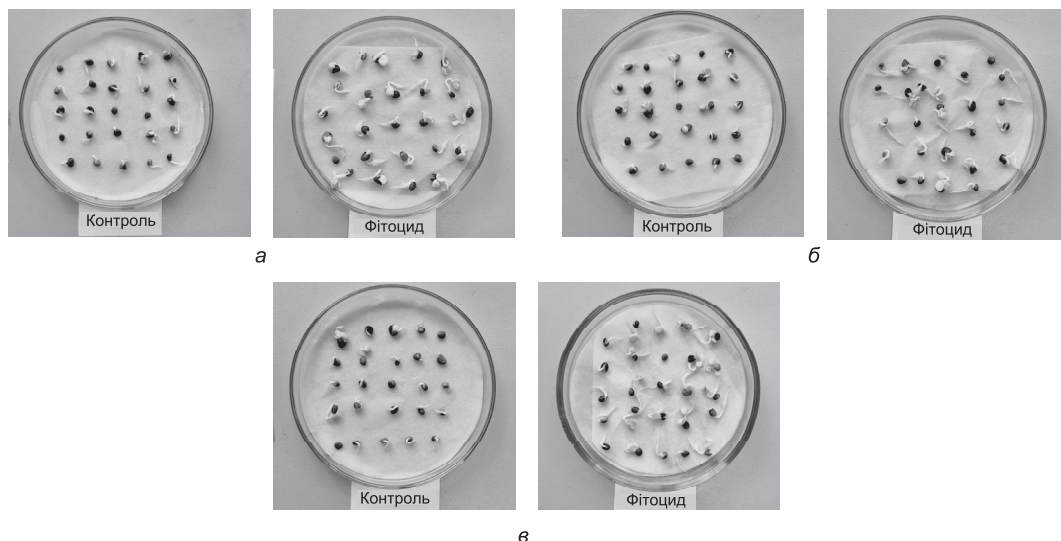


Рис. 3. Лабораторна схожість насіння редиски за намочування в розчині біопрепарату Фітоцид (6-та доба), % : а – Еліза; б – Стеллар; в – Рокстар

1. Довжина проростків редиски за намочування насіння в розчинах різних препаратів (6-та доба), см

Варіант досліджу	Гібрид							
	ранньостиглий					середньоранній	пізньостиглий	
	Донар	Розетта	Роксан	Рокстар	Стеллар	Еліза	Ролекс	Адель
Контроль	1,01	0,94	0,93	1,05	0,95	1,00	0,88	1,01
Фітоцид	1,81	1,66	1,63	1,71	1,50	1,60	1,33	1,53
ФІТОХЕЛП	1,64	1,45	1,43	1,45	1,24	1,46	1,28	1,38
МусоНелр	1,64	1,45	1,43	1,44	1,26	1,45	1,26	1,36
Азотофіт	1,82	1,64	1,62	1,82	1,60	1,77	1,33	1,55
Емістим С	1,41	1,34	1,36	1,31	1,07	1,32	1,24	1,27
Гумісол	1,00	0,95	0,91	1,03	0,96	1,00	0,89	1,01
HIP ₀₅	0,06							

і Фітоцид фіксували на гібридах Донар (1,82 і 1,81 см відповідно), Рокстар (1,82 і 1,71 см), Еліза (1,77 і 1,60 см), що перевищувало контроль у 1,6–1,8 раза.

Майже однаковий ефект спостерігали у варіантах, де застосовували біологічні препарати ФІТОХЕЛП і МусоНелр — зростання довжини проростків перебувало на рівні 46%. Найбільші показники довжини проростків у варіантах із застосуванням цих препаратів фіксували у гібридів Донар (1,64 см), Еліза (1,46 і 1,45 см відповідно), Розетта і Рокстар (1,45 см), що в 1,4–1,6 раза більше порівняно з контролем.

У варіантах досліджу із застосуванням РРР Емістим С довжина проростка

зростала в середньому на 33%. Найдовші проростки у разі застосування цих препаратів мали гібриди Донар (1,41 см), Роксан (1,36), Розетта (1,34), Еліза (1,32 см), що в 1,3–1,5 раза перевищувало контроль.

Ураження насіння фітопатогенами є однією з причин погіршення їх посівних якостей та розвитку різних видів хвороб на рослинах під час вегетації [18]. Мікробіологічний аналіз насіння редиски виявив наявність патогенної мікробіоти на рівні 29–32% залежно від гібрида (табл. 2). Водночас спостерігали пригнічення фітопатогенів на насінні у разі застосування препаратів із фунгіцидною

2. Частка інфікованого насіння редиски (6-та доба), %

Варіант досліджу	Гібрид редиски							
	ранньостиглий					середньоранній	пізньостиглий	
	Донар	Розетта	Роксан	Рокстар	Стеллар	Еліза	Ролекс	Адель
Контроль	28	28	32	30	32	29	28	28
Фітоцид	8	8	15	10	17	9	8	8
ФІТОХЕЛП	10	12	15	10	18	11	11	10
МусоНелр	10	12	16	10	16	12	12	12
Азотофіт	25	25	30	27	29	26	25	25
Емістим С	16	23	24	18	22	20	17	17
Гумісол	28	28	32	29	31	28	28	28
HIP ₀₅					1,1			

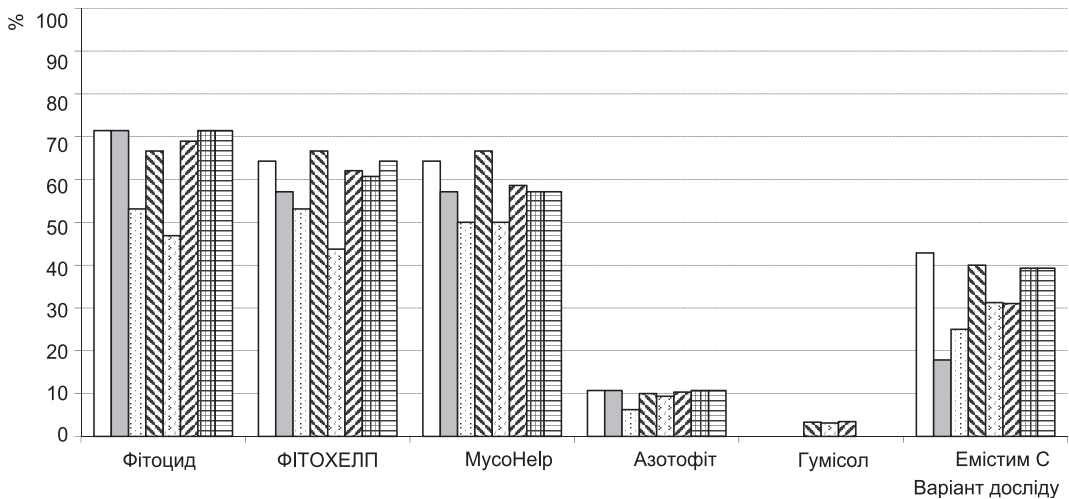


Рис. 4. Ефективність препаратів проти фітопатогенів на насінні різних гібридів редиски (НІР₀₅ 2,5%), %: □ — Донар; ■ — Розетта; ▨ — Роксан; ▩ — Рокстар; ▪ — Стеллар; ▫ — Еліза; ▬ — Ролекс; ▭ — Адель

дією, як-от Фітоцид, ФІТОХЕЛП, МусоНелр та Емістим С. У варіантах дослідження, де застосовували перші три препарати, частка ураженого насіння фітопатогенами становила 10,4–12,5%, а у варіантах, де застосовували Емістим С, — 19,6%, що відповідно в 2,4–2,8 рази та в 1,5 рази менше, ніж у контролі.

У разі застосування препарату Гумісол ураження насіння фітопатогенами перебувало на рівні контролю. У цих варіантах дослідження відмічено незначне (на 3,1–3,4%) пригнічення фітопатогенів на насінні гібридів Рокстар, Стеллар, Еліза (рис. 4). Препарат Азотофіт знижував ураження насіння фітопатогенами на 6,3–10,7%.

Високу фунгіцидну дію проти патогенної мікробіоти на насінні редиски проявляли біологічні препарати Фітоцид, ФІТОХЕЛП і МусоНелр — вона становила залежно від гібрида 46,9–71,4%,

43,8–66,7% та 50,0–66,7% відповідно. Найменшу ефективність щодо пригнічення росту фітопатогенних грибів зазначеними препаратами спостерігали на гібридах Стеллар і Роксан. Досліджувані гібриди за ефективністю впливу препаратів Фітоцид, ФІТОХЕЛП і МусоНелр на фітопатогенні мікроорганізми ранжовано в ряд: Донар, Рокстар > Адель > Еліза, Ролекс > Розетта > Роксан > Стеллар.

За використання препарату Емістим С пригнічення розвитку фітопатогенів становило 17,9–42,9%. Ефективність пригнічення фітопатогенів на насінні гібридів Розетта і Роксан була найнижчою — не перевищувала 17,9 і 25,0% відповідно. Досліджувані гібриди за ефективністю впливу препарату Емістим С на фітопатогенні мікроорганізми ранжовано в ряд: Донар > Рокстар > Ролекс, Адель > Стеллар, Еліза > Роксан > Розетта.

Висновки

В умовах лабораторного дослідження встановлено відмінності впливу біологічних препаратів і регуляторів росту на посівні якості насіння редиски різних гібридів та ефективність проти фітопатогенів. Визначено найбільшу

сумісність між окремими препаратами і гібридами редиски стосовно впливу на посівні якості насіння та пригнічення фітопатогенного фону, що дає змогу ефективніше поєднувати їх у технологіях вирощування редиски. За

комплексом досліджуваних показників визначено сумісність гібридів Донар, Рокстар, Адель і Еліза з більшістю досліджуваних біопрепаратів і РРР. Позитивний вплив біологічних препаратів Фітоцид, ФІТОХЕЛП, МусоHelp та регулятора росту Азотофіт на енергію проростання насіння і лабораторну схожість, зменшення інфекційного фону свідчить про доцільність їх застосування з метою поліпшення посівних якостей насіння, стимулювання ростових процесів на перших етапах органогенезу культури та поліпшення фітосанітарного стану кореневої зони рослин.

Установлено, що намочування насіння у розчинах біологічних препаратів Фітоцид, ФІТОХЕЛП, МусоHelp і регулятора росту Азотофіт підвищує

лабораторну схожість насіння редиски в середньому на 6–12%, а енергію проростання — на 7–13% залежно від гібрида. Найбільшу позитивну дію РРР Азотофіт чинив на посівні якості насіння гібридів Стеллар, Еліза, Ролекс, а біопрепарат Фітоцид — на посівні якості насіння гібридів Еліза, Стеллар, Рокстар.

Високу фунгіцидну дію, на рівні 44–71%, виявлено за намочування насіння редиски в розчинах біологічних препаратів Фітоцид, ФІТОХЕЛП і МусоHelp; за намочування насіння у розчинах РРР Емістим С і Азотофіт ефективність була нижчою — на рівні 18–43% і 6–11% відповідно. Найефективніше ці препарати пригнічували фітопатогени на насінні гібридів Донар, Рокстар, Адель, Ролекс, Еліза.

Shchetyna S.¹, Kichighina O.², Slobodianyuk H.³

^{1,3}Uman National University of Horticulture, 1 Instytutska Str., Uman, 20301, Ukraine; ²Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS, 12 Metrolohichna Str., Kyiv, 03143, Ukraine; e-mail: ¹sv_shetina@ukr.net, ²seednlen@ukr.net, ³sgy123@i.ua; ORCID: ¹0000-0001-8504-2944, ²0000-0003-0879-627X, ³0000-0003-3419-9751

Improving the sowing quality of radish seeds using biological preparations and plant growth regulators

Goal. To establish the effect of soaking the seeds of various radish hybrids in solutions of plant growth regulators on their sowing qualities. **Methods.** Laboratory (according to DSTU 4138:2002), linear measurements, mathematical and statistical measurements using the standard Microsoft Office Excel 2007 package. **Results.** Soaking radish seeds of various hybrids in solutions of biological preparations Fitotsyd, FITOHELP, MycoHelp and plant growth regulator (PGR) Azotofit stimulated germination energy on average by 6.5–13.3%, laboratory germination — by 5.6–11.9%, depending on the hybrid. According to the seedling length indicator, it was established that the use of biological preparations Fitotsyd, FITOHELP, MycoHelp and PGR Azotofit, Emistym S in the doses recommended by the manufacturers had a stimulating effect on growth processes, accelerating them on average by 1.3–1.7 times. A high fungicidal effect of the preparations Fitotsyd, FITOHELP, and MycoHelp was revealed, which

reduced seed damage by pathogenic microbiota by 46.9–71.4%, 43.8–66.7%, and 50.0–66.7%, respectively. The investigated radish hybrids were ranked according to the effectiveness of the drugs on phytopathogenic microorganisms on the seeds: Donar, Rokstar > > Adel > Eliza, Roleks > Rozetta > Roksan > Stellar. The drug Emistym S suppresses phytopathogens on seeds by 17.9–42.9%. The studied hybrids were ranked according to the effectiveness of the Emistym S drug on phytopathogenic microorganisms on seeds: Donar > Rokstar > Roleks, Adel > Stellar, Eliza > Roksan > Rozetta. Soaking radish seeds in a solution of the drug Azotofit reduced the phytopathogenic background by 6.3–10.7%, while the use of the drug Humisol did not have the proper effect. **Conclusions.** Soaking radish seeds in solutions of biological preparations and plant growth regulators helped to improve the sowing qualities of seeds and reduced phytopathogenic background, it also stimulated growth processes at the first stages of organogenesis. The compatibility of Donar, Rokstar, Adel, and Eliza hybrids with biopreparations Fitotsyd, FITOHELP, MycoHelp, and PGR Azotofit, Emistym S was determined based on the set of investigated indicators, which made it possible to combine them more efficiently in radish cultivation technologies.

Key words: *Raphanus sativus* (L.) convar. *radicula* (Pers) Sazon., hybrids, biostimulants, laboratory germination, germination energy, growth processes, phytopathogenic background.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202407-02>

Бібліографія

1. Colla G., Roupheal Y. Biostimulants in horticulture. *Sci. Hortic.* 2015. 196. P. 1–134. doi: 10.1016/j.scienta.2015.10.044
2. Lykhovyd P., Vozhehova R., Fedorchuk M. et al. A Case Study on the use of hydrogen peroxide as an agent for radish seeds Germination Promotion. *Modern Phytomorphology.* 2022. 16. P. 213–216. doi: 10.5281/zenodo.200121
3. Куц О.В., Івченко Т.В., Онищенко О.І. та ін. Ефективність стимуляції росту овочевих рослин в ювенільний період. *Овочівництво і баштанництво.* 2021. Вип. 69. С. 89–98. doi: 10.32717/0131-0062-2021-69-89-98
4. Gamba M., Asllanaj E., Raguidin P.F. et al. Nutritional and phytochemical characterization of radish (*Raphanus sativus*): A systematic review. *Trends Food Sci. Technol.* 2021. 113. P. 205–218. doi: 10.1016/j.tifs.2021.04.045
5. Xie Y., Xu L., Wang Y. et al. Comparative proteomic analysis provides insight into a complex regulatory network of taproot formation in radish (*Raphanus sativus* L.). *Hortic. Res.* 2018. 5. P. 1–14. doi: 10.1038/s41438-018-0057-7
6. Song D., Song L., Sun Y. et al. Black heart detection in white radish by hyperspectral transmittance imaging combined with chemometric analysis and a successive projections algorithm. *Appl. Sci.* 2016. 6(9). 249. doi: 10.3390/app6090249
7. Abdel C.G. Physiological disorders of four radish (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*) cultivars storage roots grown in controlled cabinets under varying temperatures and irrigation levels. *Int. J. Farm. Allied Sci.* 2016. V. 5(2). P. 185–198.
8. Manzoor A., Bashir M.A., Naveed M.S. et al. Role of Different Abiotic Factors in Inducing Pre-Harvest Physiological Disorders in Radish (*Raphanus sativus*). *Plants (Basel).* 2021. 10(10). 2003. doi: 10.3390/plants10102003
9. Zulfiqar F. Effect of seed priming on horticultural crops. *Sci. Hortic.* 2021. 286 p. 110197. doi: 10.1016/j.scienta.2021.110197
10. Paparella S., Araújo S.S., Rossi G. et al. Seed priming: State of the art and new perspectives. *Plant Cell Rep.* 2015. 34. P. 1281–1293. doi: 10.1007/s00299-015-1784-y
11. Ashraf R., Sultana B., Riaz S. et al. Fortification of phenolics, antioxidant activities and biochemical attributes of radish root by plant leaf extract seed priming. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 2018. 16. P. 115–120. doi: 10.1016/j.bcab.2018.07.012
12. Noman A., Ali Q., Maqsood J. et al. Deciphering physio-biochemical, yield, and nutritional quality attributes of water-stressed radish (*Raphanus sativus* L.) plants grown from Zn-Lys primed seeds. *Chemosphere.* 2018. 195. P. 175–189. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.12.059
13. Moaaz A.M., Javed T., Mauro R.P. et al. Effect of seed priming with potassium nitrate on the performance of tomato. *Agriculture.* 2020. 10. 498. doi: 10.3390/agriculture10110498
14. Kanjevac M., Jakovljević D., Todorović M. et al. Improvement of Germination and Early Growth of Radish (*Raphanus sativus* L.) through Modulation of Seed Metabolic Processes. *Plants.* 2022. 11(6). 757. doi: 10.3390/plants11060757
15. Hussain M., Waqas-ul-Haq M., Farooq S. et al. The impact of seed priming and row spacing on the productivity of different cultivars of irrigated wheat under early season. drought. *Experimental Agriculture.* 2016. 52(3). P. 477–490. doi: 10.1017/S0014479716000053
16. Gopal A., Jangre N., Sahu M.K. et al. Studies on effect of different plant growth regulators on growth and yield of radish (*Raphanus sativus* L.) in Chhattisgarh plains. *The Pharma Innovation J.* 2023. 12(10). P. 1845–1848.
17. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Київ: Держстандарт України, 2003. 173 с. [Чинний від 2004-01-01].
18. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С. Чинники дестабілізації фітосанітарного стану агроценозів зернових культур Центрального Лісостепу України. *Збалансоване природокористування.* 2020. № 2. С. 73–84. doi: 10.33730/2310-4678.2.2020.208812