МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту
„____” _____ 2025 р.
Зав. кафедри, доцент
_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВКОУТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 25 м-а
спеціальності 201 «Агрономія»
ПОДАНЄЖКО Віктор Михайлович

Керівник: НОВАК Юрій, к. с.-г.н., доцент

УМАНЬ – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП		4
РОЗДІЛ 1	ОЛІЙНІ КУЛЬТУРИ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ РЕСУРС АГРОВИРОБНИЦТВА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	6
	1.1. Господарське значення та напрями використання редьки олійної у сучасних агротехнологіях	6
	1.2. Полімерні плівкоутворювачі: класи, властивості, механізми дії та огляд застосування у насінництві	8
РОЗДІЛ 2	ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	12
	2.1. Біологічні особливості будови та розвитку редьки олійної	12
	2.2. Характеристика полімерних плівкоутворювачів і сортів редьки олійної	13
РОЗДІЛ 3	МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	16
	3.1. Агроекологічні умови зони проведення досліджень	16
	3.2. Кліматичні умови під час вегетації культури	17
	3.3. Методика організації експерименту та ведення польових спостережень	19
	3.4. Технологічні прийоми вирощування редьки олійної в польових дослідах	21
РОЗДІЛ 4	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
	4.1. Польова схожість і енергія проростання насіння після обробки полімерними плівкоутворювачами	23
	4.2. Вплив полімерних плівкоутворювачів на морфометричні параметри та вегетаційний розвиток рослин	25
	4.3. Рівень ураження фітопатогенами та заселеності шкідниками залежно від варіантів обробки	29
	4.4. Динаміка забур'яненості посівів у фазі активного росту і початку цвітіння редьки олійної	32
	4.5. Структурно-якісні показники врожаю та вміст олії в	34

	насінні	
	4.6. Урожайність насіння редьки олійної після застосування полімерних плівкоутворювачів	36
РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ	40
РОЗДІЛ 6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ	43
	6.1. Моделювання виробничих небезпек залежно від передпосівної обробки полімерними плівкоутворювачами насіння редьки олійної	43
	6.2. Охорона навколишнього і природного середовища залежно від передпосівної обробки полімерними плівкоутворювачами насіння редьки олійної	46
ВИСНОВКИ		49
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ		52
ДОДАТКИ		

ВСТУП

Актуальність теми. Редька олійна є цінною олійною культурою, яка забезпечує отримання якісного насіння з високим вмістом олії. Проблема низької енергії проростання та нерівномірності сходів насіння знижує врожайність та економічну ефективність вирощування. Тому оптимізація передпосівної обробки є актуальною задачею для аграрної практики та наукових досліджень [1].

Полімерні плівкоутворювачі можуть покращувати водо- і газопроникність оболонки насіння, знижувати втрати від патогенів і підвищувати схожість. Їх застосування сприяє стимуляції ростових процесів та формуванню більш потужної кореневої системи. Використання таких препаратів дозволяє підвищити стійкість рослин до стресових факторів середовища [2,3].

Вивчення впливу полімерних плівкоутворювачів на морфометричні та біохімічні показники насіння редьки олійної є недостатньо дослідженим. Систематичне вивчення цього питання дає змогу визначити оптимальні препарати та концентрації для підвищення врожайності [4,5].

Практична значущість дослідження полягає у можливості впровадження ефективних технологій передпосівної обробки на виробництві. Результати можуть бути корисними для агрономів і виробників насіння. Отже, тема є актуальною і важливою для підвищення продуктивності та економічної ефективності вирощування редьки олійної.

Метою досліджень було оцінити вплив передпосівної обробки насіння різними полімерними препаратами (Хітозан, HPMC, PVA) на урожайність, економічну та енергетичну ефективність вирощування сортів редьки олійної Кияночка та Факел.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв’язати такі задачі:

- дослідити польову схожість і енергію проростання насіння після обробки полімерними плівкоутворювачами;

- визначити полімерних плівкоутворювачів на морфометричні параметри та вегетаційний розвиток рослин;

- оцінити рівень ураження фітопатогенами та заселеності шкідниками залежно від варіантів обробки;

- проаналізувати динаміку забур'яненості посівів у фазі активного росту і початку цвітіння редьки олійної;

- установити структурно-якісні показники врожаю та вміст олії в насінні;

- вивчити урожайність насіння редьки олійної після застосування полімерних плівкоутворювачів;

- провести економічні і енергетичні розрахунки доцільності використання передпосівної обробки насіння редьки олійної.

Об'єкт дослідження **–** передпосівна обробка насіння редьки олійної сортів Кияночка та Факел та її вплив на ріст і розвиток рослин.

Предмет дослідження **–** полімерні плівкоутворювачі (Хітозан 0,2% w/v, HPMC 2,0% w/v, PVA 3,0% w/v), морфометричні показники, схожість, енергетична та економічна ефективність насіння редьки олійної порівняно з контролем (необроблене насіння).

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати досліджень оприлюднено та обговорено: на Міжнародній науковій конференції студентській конференції в Уманському НУС у 2025 році.

Публікації. За матеріалами дипломної роботи опубліковано тези доповідей.

РОЗДІЛ 1
ОЛІЙНІ КУЛЬТУРИ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ РЕСУРС АГРОВИРОБНИЦТВА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Господарське значення та напрями використання редьки олійної у сучасних агротехнологіях

Редька олійна (Raphanus sativus L. var. oleiferus) є однією з перспективних олійних культур, що здобула широке поширення в аграрному секторі України та світу. Вона характеризується високою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов і здатністю формувати високі врожаї за відносно короткий вегетаційний період [6,7].

Основним господарським призначенням редьки олійної є виробництво насіння, з якого добувають високоякісну олію. Насіння містить до 35–45% олії та значну кількість білка, що робить її цінною сировиною для харчової промисловості, біоенергетики та кормовиробництва. Олія редьки олійної характеризується високим вмістом поліненасичених жирних кислот, зокрема омега-3 і омега-6, що забезпечує її дієтичну цінність і попит на ринку [8].

У сучасних агротехнологіях редька олійна використовується як олійна культура, а також як сидеральна та кормова. Висівання редьки в сівозміні сприяє збагаченню ґрунту органічною речовиною, підвищенню родючості та поліпшенню структури ґрунту. Використання її як сидерату дозволяє зменшити ерозійні процеси, підвищує вміст азоту та покращує водно-повітряний режим ґрунту. Застосування редьки олійної в біоенергетичних технологіях пов’язане з отриманням біомаси для виробництва біопалива та енергетичних гранул. Кормове використання рослини забезпечує тваринницькі господарства поживною зеленою масою, збагаченою білком і мінералами [9].

Редька олійна є ефективною проміжною культурою для контролю бур’янів, оскільки її швидкий ріст і потужна листкова поверхня пригнічують розвиток небажаної рослинності. Вона також виступає як медоносна культура, залучаючи бджіл та сприяючи запиленню інших культур у сівозміні. Використання редьки в агротехнологіях дозволяє підвищити економічну

ефективність господарства завдяки високій врожайності насіння та широкому спектру напрямів використання [10].

Насіння редьки олійної є цінним компонентом у харчовій промисловості для отримання олії, яка використовується у виробництві маргарину, кулінарних жирів та продуктів функціонального харчування. Білок, що залишається після віджиму олії, використовується у кормових раціонах для свійських тварин. Високий вміст жирних кислот та антиоксидантів у олії забезпечує її попит на ринку здорового харчування та косметичних продуктів [11].

У сільському господарстві редька олійна ефективно застосовується у системах органічного землеробства, де вона забезпечує біологічну боротьбу з бур'янами та накопичує органічну масу у ґрунті. Рослина здатна формувати густі посіви, що зменшує ерозію ґрунту та підвищує його водоутримувальні властивості. Висока адаптивність до температурних коливань дозволяє вирощувати її як у Лісостепу та Поліссі, так і у Степу. Сорти редьки олійної відрізняються за напрямом використання: деякі призначені для олійного виробництва, інші — для біоенергетики або сидерації [12].

Передпосівна обробка насіння редьки олійної сучасними препаратами та полімерними плівкоутворювачами сприяє підвищенню польової схожості, енергії проростання та рівномірності сходів. Використання таких технологій підвищує стійкість рослин до абіотичних та біотичних стресів, зменшує ураження хворобами та заселеність шкідниками. В умовах інтенсивних технологій вирощування редька олійна може формувати високий потенціал продуктивності насіння та зеленої маси [13].

Господарське значення культури також пов'язане з її роллю в сівозміні. Редька олійна ефективно відновлює родючість ґрунту, сприяє біологічному захисту від бур'янів та покращує водний режим. Вона може вирощуватися після зернових культур і перед багаторічними травами, виконуючи функцію проміжної культури. Застосування редьки олійної у біоенергетиці сприяє підвищенню енергетичної ефективності господарства, а як кормова культура - зменшенню витрат на закупівлю концентрованих кормів [14].

Сортові особливості редьки олійної визначають продуктивність і якість врожаю. Сорти з підвищеною масою насіння та вмістом олії забезпечують високий вихід продукції. Інтенсивне листкове живлення та коренева система рослини забезпечують оптимальне поглинання поживних речовин та води, що позитивно впливає на формування генеративних органів. Редька олійна демонструє стабільні результати у різних кліматичних умовах та типах ґрунтів [15].

Використання культури у промисловому виробництві сприяє отриманню високоякісного насіння та олії, підвищенню ефективності сівозміни та збереженню родючості ґрунтів. Вона забезпечує господарства цінною сировиною для харчової, біоенергетичної та кормової промисловості. Редька олійна сприяє екологічному балансуванню сільськогосподарських систем і підвищує загальну продуктивність агроекосистеми [16].

Таким чином, культура є багатофункціональною, придатною для інтеграції у різні агротехнологічні схеми. Сорти редьки олійної дозволяють оптимізувати виробничі процеси, підвищувати економічну ефективність та екологічну стабільність господарств. Використання передпосівної обробки, сучасних технологій вирощування та сортооновлених посівів сприяє стабільності врожайності та підвищенню якості насіння та олії. Високий потенціал культури, різноманітність напрямів використання та адаптивність до умов вирощування роблять її однією з перспективних культур у сучасному землеробстві.

1.2. Полімерні плівкоутворювачі: класи, властивості, механізми дії та огляд застосування у насінництві

Полімерні плівкоутворювачі є важливим інструментом у сучасному насінництві та агротехнологіях. Вони відносяться до групи біологічно активних та технологічно значущих матеріалів, що здатні формувати тонкі плівкові оболонки на поверхні насіння. Основною метою використання таких полімерів є підвищення польової схожості, енергії проростання та забезпечення захисту

від абіотичних і біотичних стресів. Полімерні плівкоутворювачі можна класифікувати за походженням, хімічною структурою та функціональними властивостями [17, 18].

За походженням виділяють природні, напівсинтетичні та синтетичні полімери. Природні полімери включають хітозан, альгінати, пектин та крохмаль. Напівсинтетичні — це похідні целюлози, такі як гідроксипропілметилцелюлоза (HPMC) та карбоксиметилцелюлоза (CMC). Синтетичні полімери представлені полівініловим спиртом (PVA), поліакриламідом та іншими водорозчинними полімерними композиціями. Кожен клас полімерів має специфічні властивості, що визначають його застосування у насінництві [19].

Природні полімери відзначаються біосумісністю, здатністю до біодеградації та стимулюючим впливом на проростання насіння. Вони утворюють дихаючі та водопроникні плівки, що дозволяє насінню отримувати достатньо кисню і води під час проростання. Напівсинтетичні полімери поєднують властивості природних та синтетичних матеріалів, забезпечуючи еластичність, стійкість до механічних пошкоджень та контрольоване розчинення плівки у воді. Синтетичні полімери відзначаються високою механічною міцністю, стабільністю при зміні вологості та температури, а також тривалим терміном зберігання [21,22].

Полімерні плівкоутворювачі мають комплексну фізико-хімічну структуру, що визначає їхні властивості. Основними характеристиками є еластичність, адгезія до поверхні насіння, водорозчинність, газопроникність та стійкість до мікробного розкладання. Властивості плівки залежать від концентрації полімеру, способу нанесення та хімічної природи матеріалу. Оптимально підібраний полімер забезпечує формування рівномірної, тонкої та прозорої оболонки без утворення тріщин і дефектів [23].

Механізм дії плівкоутворювачів базується на фізико-хімічних та біологічних процесах. Плівка утримує воду навколо насіння, підвищує енергію проростання та захищає від висихання, механічних пошкоджень і ураження патогенами. Деякі полімери мають стимулюючий вплив на активність

ферментів і метаболізм проростка. Інші зменшують проникність токсинів та патогенів до внутрішніх тканин насіння. Плівка також може слугувати носієм мікродобрив, стимуляторів росту та захисних препаратів [24].

У практичному насінництві полімерні плівкоутворювачі використовуються для підвищення рівномірності проростання та забезпечення оптимальної густоти стояння рослин у посівах. Вони застосовуються перед посівом для обробки насіння різних культур, зокрема олійних, зернових та овочевих. Використання полімерів дозволяє знизити втрати насіння під час механізованого висіву та підвищити енергію проростання навіть за несприятливих умов ґрунту [25,26].

Біологічна ефективність полімерних плівкоутворювачів підтверджується численними дослідженнями. Вони підвищують польову схожість на 5–15% у порівнянні з контролем, зменшують ураження насіння грибними і бактеріальними патогенами, а також стимулюють інтенсивний ріст кореневої системи. Плівки можуть зменшувати негативний вплив посухи та коливань температури, забезпечуючи більш рівномірне проростання і розвиток рослин [27,28].

Огляд практичного застосування показує, що хітозан широко використовується як біологічно активний плівкоутворювач і стимулятор росту. HPMC та інші похідні целюлози застосовуються для створення водостійких, еластичних оболонок, що забезпечують тривале зберігання насіння. Полівініловий спирт дозволяє отримати плівку з високою механічною міцністю, що знижує втрати при транспортуванні та висіванні [29].

Плівкоутворювачі часто комбінують із мікродобривами, фунгіцидами або інокулянтами для комплексної обробки насіння. Такі комплексні препарати забезпечують одночасний захист від патогенів, стимуляцію росту та підвищення продуктивності рослин. Використання полімерних плівкоутворювачів є ефективним інструментом інтегрованої технології вирощування культур [30].

Крім того, полімерні плівки зменшують пошкодження насіння комахами та гризунами, забезпечують рівномірну насіннєву масу та зручність для

механізованого посіву. Вони також підвищують стійкість насіння до коливань вологості та температури під час зберігання, що забезпечує довготривале збереження енергії проростання [31-33].

Використання полімерних плівкоутворювачів сприяє економічній ефективності господарства, оскільки підвищує врожайність і якість продукції. Плівки дозволяють зменшити витрати на насіння, стимулятори росту та захисні препарати. Їх застосування відповідає сучасним принципам раціонального землеробства та інтегрованої системи захисту рослин[34].

Таким чином, полімерні плівкоутворювачі є перспективним напрямом у насінництві. Вони поєднують фізико-хімічні, біологічні та технологічні функції, забезпечуючи комплексний ефект на проростання, ріст і продуктивність рослин. Використання полімерів у передпосівній обробці є ефективним, екологічно безпечним та економічно доцільним рішенням для сучасного аграрного виробництва.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Біологічні особливості будови та розвитку редьки олійної

Редька олійна (Raphanus sativus L. var. oleiferus) відноситься до родини Brassicaceae і характеризується однорічним типом розвитку, з можливими дворічними проявами за сприятливих умов [35].

Рослина формує добре розвинену стрижневу кореневу систему з численними боковими відгалуженнями, здатну проникати в ґрунт на глибину до 1,2–1,5 м, що забезпечує ефективне використання вологи та макро- і мікроелементів. Коренева система виступає основним органом забезпечення водно- та поживного режиму рослини, що сприяє підвищенню її стійкості до абіотичних стресів. Надземна вегетативна частина на початкових етапах розвитку формує листкову розетку, яка виконує функцію накопичення пластичних речовин і підготовки рослини до переходу у генеративну фазу. Листки мають супротивне або чергове розташування, значні розміри та глибоку розсіченість, що оптимізує фотосинтетичну активність та забезпечує інтенсивний ріст. Поява перших справжніх листків відбувається на 5–7-й день після проростання, а формування розетки триває 20–25 днів, під час яких накопичуються необхідні резервні речовини [36].

Стебло прямостояче, розгалужене, досягає висоти 70–150 см у фазі генеративного росту та утворює вузли з потенційною генеративною активністю. Редька олійна є фотоперіодично чутливою культурою, що потребує тривалого світлового дня для інтенсивного вегетативного росту та продуктивного стеблування. Фенологічний розвиток включає фази проростання, формування розетки, стеблування, бутонізацію, цвітіння та формування насіння. Проростання насіння відбувається протягом 3–7 діб і характеризується високою енергією проростання та рівномірністю появи сходів, що забезпечує оптимальне загущення посівів [37].

Під час стеблування рослина активно накопичує пластичні речовини, необхідні для розвитку генеративних органів. Суцвіття формуються у вигляді

китицеподібних структур з численними жовтими квітками; цвітіння триває 10–15 днів, починаючи з 40–45-го дня після проростання. Рослина здебільшого самозапильна, проте можливе перехресне запилення ентомофільними комахами, що підвищує генетичне різноманіття насіння. Після цвітіння формується стручок довгастої форми, який містить 10–20 насінин із високим вмістом олії (35–45%), білка та мінеральних елементів. Насіння характеризується міцною оболонкою, що забезпечує його стійкість до механічних ушкоджень під час збирання та обробки [35].

Редька олійна демонструє високий ступінь адаптивності до різних ґрунтово-кліматичних умов, з вегетаційним періодом 90–120 днів залежно від сорту та екології вирощування. Потужна вегетативна маса сприяє конкурентоспроможності посівів щодо бур'янів, а листки й стебло накопичують азот, що використовується для генеративного розвитку. Інтенсивний фотосинтез у період цвітіння визначає кількісні та якісні показники насіння. Розвиток на ранніх фазах характеризується високою морозостійкістю, тоді як генеративна стадія є більш чутливою до посухи та високих температур. Після завершення дозрівання насіння стручки швидко висихають, що оптимізує механізацію збору врожаю [38].

Біологічні особливості редьки олійної забезпечують її перспективність для вирощування як олійної та сидеральної культури. Комплексне розуміння морфофізіології рослини є ключовим для розробки ефективних агротехнічних заходів та підвищення продуктивності культури у польових умовах.

2.2. Характеристика полімерних плівкоутворювачів і сортів редьки олійної

У дослідженнях використовували такі полімерні плівкоутворювачі:

1. Хітозан 0,2% (w/v). Хітозан є природним полімером, отриманим шляхом деацетилювання хітину з панцирів ракоподібних. Використовується як передпосівна обробка насіння для підвищення польової схожості, стимуляції росту та захисту від патогенів. Хітозан формує тонку прозору плівку на

поверхні насіння, яка покращує водоутримуючі властивості, захищає від механічних пошкоджень і зменшує ризик ураження фітопатогенами на ранніх фазах проростання. Препарат постачається компанією Sigma-Aldrich (Німеччина) і широко застосовується в агротехнологіях як біологічно активний стимулятор росту.

2. HPMC 2,0% (гідроксипропілметилцелюлоза). HPMC — синтетичний плівкоутворювач на основі целюлози, що утворює еластичну та водоутримуючу оболонку на поверхні насіння. Застосування HPMC забезпечує рівномірне проростання, підвищує енергію проростання та зменшує негативний вплив коливань вологості ґрунту. Препарат виробляє компанія Dow Chemical Company (США) і широко використовується у насіннєвій промисловості для обробки насіння олійних культур.

3. PVA 3,0% (полівініловий спирт). Полівініловий спирт є синтетичним водорозчинним полімером, що утворює міцну, прозору плівку на поверхні насіння. PVA підвищує механічну стійкість насіння, захищає від висихання та покращує енергію проростання, забезпечуючи рівномірність сходів. Препарат поставляє компанія Kuraray Co., Ltd. (Японія) і застосовується для підвищення технологічності насіння при передпосівній обробці.

Характеристика сортів редьки олійної у дослідах:

1. Сорт Факел (Fakel). Редька олійна Факел є високопродуктивним олійним сортом української селекції, створеним Інститутом олійних культур Української академії аграрних наук і зареєстрованим у державному реєстрі у 2008 році. Сорт рекомендований для вирощування у Лісостепу, Поліссі та Степу.

Рослина характеризується формуванням потужної розетки листя на ранніх фазах розвитку, що забезпечує ефективне накопичення пластичних речовин та підвищує енергію проростання. Стебло пряме, високе, з добре розвиненими генеративними вузлами, що забезпечує інтенсивне стеблування та цвітіння. Форма та структура листків сприяють максимальній фотосинтетичній активності та накопиченню сухої речовини, що впливає на формування врожаю насіння.

Факел характеризується високою польовою схожістю, стабільною енергією проростання, гарною адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов та стійкістю до механічного осипання насіння. Напрям використання сорту — олійний, з потенційним вмістом олії в насінні до 45%. Завдяки високій продуктивності і стабільності, «Факел» широко використовується в агроекологічних системах для отримання високоякісного насіння та олії.

2. Сорт Кияночка (Kyianochka). Кияночка - український сорт редьки олійної, створений Національним ботанічним садом ім. М. М. Гришка НАН України, зареєстрований у 2017 році. Рекомендована зона вирощування - Лісостеп та Полісся. Рослина відзначається високою швидкістю вегетативного росту, формуванням щільної розетки листя та інтенсивним стеблуванням. Листкова поверхня та морфологічна будова забезпечують ефективний фотосинтез, а потужна коренева система — інтенсивне використання води та поживних речовин.

Кияночка демонструє високу стійкість до осипання (9 балів), що підвищує ефективність збору врожаю. Сорт здатний формувати високий урожай зеленої маси і насіння (до 45 т/га), що робить його придатним для біоенергетичного використання, кормової продукції та сидерації. Високий рівень польової схожості та стабільне проростання насіння забезпечують рівномірну густоту стояння, що позитивно впливає на морфометричні показники рослин та продуктивність культури в цілому.

РОЗДІЛ 3
МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ
3.1. Агроекологічні умови зони проведення досліджень

Дослідження проводилися в місті Умань, розташованому у Лісостеповій зоні України. Територія характеризується рівнинним рельєфом та стабільною родючістю ґрунтів.

Основним типом ґрунту на дослідних ділянках є чорнозем опідзолений. Потужність гумусового горизонту становить 25–30 см, а вміст гумусу в орному шарі коливається від 3 до 4 %**,** що визначає високу родючість ділянки. Механічний склад ґрунту легкосуглинковий, забезпечує добру аерацію та розвиток кореневої системи рослин.

Висока пористість ґрунту сприяє оптимальному водообміну та утриманню вологи у верхньому шарі. Реакція ґрунту нейтральна або слабокисла, pH коливається в межах 6,2–6,8**,** що оптимально для росту редьки олійної.

Орний шар добре обробляється механічними агрегатами, що забезпечує рівномірне сходження насіння. Чорнозем опідзолений характеризується високою біологічною активністю; мікроорганізми активно розкладають органічну речовину, підтримуючи природний баланс ґрунту.

Вміст макроелементів - азоту, фосфору і калію - достатній для формування вегетативної маси і розвитку кореневої системи.

Ґрунт стійкий до ерозії та ущільнення, добре утримує вологу навіть у періоди дефіциту опадів, сприяючи стабільності врожаю.

Весняне прогрівання чорнозему відбувається швидко, що дозволяє ранньому старту вегетації. Структура ґрунту забезпечує інтенсивний розвиток кореневої системи та листкової маси. Всі ці показники створюють сприятливі умови для проведення експериментів із передпосівної обробки насіння редьки олійної.

Висока пористість забезпечує достатній доступ кисню до коренів, а середня водоутримуюча здатність дозволяє ґрунту утримувати необхідну

вологість у посушливі періоди. Такий ґрунт сприяє формуванню здорової вегетативної маси та стабільній продуктивності редьки олійної (табл.1).

Таблиця 1

Основні характеристики чорнозему опідзоленого на дослідній ділянці (м. Умань, Черкаська область)

Показник	Значення	Одиниця виміру	Фізико-хімічна характеристика
Тип ґрунту	Чорнозем опідзолений	–	Органо-мінеральний ґрунт
Потужність гумусового шару	25–30	см	Орний шар, глибина родючого горизонту
Вміст гумусу	3–4	%	Високий вміст органічної речовини
Механічний склад	Легкосуглинковий	–	Суміш піску та глини, оптимальна текстура
Водоутримуюча здатність	Середня	–	Оптимальна для забезпечення вологості
Пористість	Висока	–	Доступ кисню для кореневої системи

Чорнозем опідзолений на дослідній ділянці характеризується високим родючим потенціалом завдяки достатньому вмісту гумусу, оптимальному механічному складу та високій пористості, що забезпечує сприятливі умови для розвитку кореневої системи та водопостачання рослин.

3.2. Кліматичні умови під час вегетації культури

Умань належить до зони помірно-континентального клімату (за класифікацією Кеппена — Dfb). Середньорічна температура в регіоні становить

приблизно +9,6 °C. Найнижчі середньомісячні температури спостерігаються взимку; для січня характерна середня близько –3,3 °C. Найсприятливіший для росту період - літо: у липні середня температура повітря сягає приблизно +21,9 °C.

Річна сума опадів у регіоні - орієнтовно ≈ 618 мм/рік. При цьому розподіл опадів по місяцях нерівномірний: максимум дощу припадає переважно на початок літа — у червні середня місячна норма опадів досягає ≈ 83 мм.

Для періоду вегетації (з весни до осені) кліматичні показники Умані загалом створюють достатньо сприятливі умови: весняне підвищення температур, початкові дощі, помірне тепло влітку та помірна вологість — усе це сприяє дружнім сходам, активному росту листя, розвитку кореневої системи та формуванню генеративних органів.

За багаторічними кліматичними спостереженнями регіон характеризується стійкістю до помірної вологості та стабільним розподілом опадів, що дає базову гарантію достатнього водозабезпечення без постійного і надмірного поливу.

Однак кліматична мінливість - важливий чинник. Наприкінці зими і на початку весни можливі різкі перепади температури, що може ускладнити строки сівби. Середньомісячні мінімуми в холодні місяці можуть сягати нижчих позначок, ніж середні, що треба враховувати при плануванні агротехнічних заходів.

Літо приносить тепло й опади - однак нерівномірність дощів може створювати переривчасте зволоження. Наприклад, якщо місяць із середньою нормальною сумою опадів замінюється кількома сухими тижнями, ґрунт може не утримати вологу, що підвищує потребу в додатковому поливі.

Середньостатистична кількість «дощових днів» у році сягає близько 109 днів (з опадами ≥ 1 мм. Це означає, що взагалі волога в регіоні присутня часто — але надійність зволоження залежить від рівномірності цих опадів.

При вирощуванні культур із середнім або середньо-коротким вегетаційним циклом, як редька олійна, клімат Умані дає потенціал стабільного

розвитку - якщо агротехніка буде чутливою до погодних коливань і враховуватиме ризики.

З огляду на тенденцію до підвищення температур у багаторічній динаміці кліматичних спостережень, строк сівби, строки підживлення, догляд за вологою та захист від стресів стають особливо актуальними.

Отже, кліматичні умови в Умані - переважно сприятливі для вирощування редьки олійної, і за помірної вологості та помірної температури вегетаційного періоду.

3.3. Методика організації експерименту та ведення польових спостережень

У дослідженнях використовували два сорти редьки олійної - Кияночка та Факел**,** розроблені українськими селекціонерами та адаптовані до умов вирощування Лісостепу. Для передпосівної обробки насіння застосовували полімерні плівкоутворюючі препарати відповідно до двофакторної схеми досліду: Фактор А - сорти (Кияночка, Факел), Фактор В - препарати (контрольне необроблене насіння, хітозан 0,2%, HPMC 2,0%, PVA 3,0%).

Схема досліду

Фактор А сорти	Фактор В Препарати
Кияночка	Не оброблене насіння Контроль
	Хітозан 0,2% (w/v)
	HPMC 2,0% (w/v)
	PVA 3,0% (w/v)
Факел	Не оброблене насіння Контроль
	Хітозан 0,2% (w/v)
	HPMC 2,0% (w/v)
	PVA 3,0% (w/v)

Облікова площа – 50 м², загальна площа ділянки – 100 м². Спосіб закладання**:** двофакторний польовий дослід із рандомізованими блоками з триразовим повторенням.

Передпосівну обробку насіння редьки олійної проводили у лабораторних умовах із застосуванням полімерних плівкоутворювачів: хітозан 0,2%, HPMC 2,0% та PVA 3,0%. Контрольне насіння залишалося необробленим. Для оцінки енергії проростання та схожості насіння використовували методику, адаптовану за ДСТУ 4136:2002, яка передбачає пророщування насіння на вологих серветках при температурі 20–22 °C та підрахунок пророслих насінин протягом 7–10 діб [39-41].

Для визначення морфометричних показників брали вибірку по 10 рослин із кожного варіанту досліду. На момент бутонізації вимірювали висоту рослин, довжину кореня, площу листкової поверхні та кількість листків[42]. Морфометричні параметри рослин, включаючи висоту, довжину кореня, кількість та площу листків, визначали у польових умовах на 10, 20, 30 та 40 день після сходів. Вегетаційний розвиток оцінювали за основними фазами: розетка, гілкування, бутонізація та початок цвітіння. Рівень ураження фітопатогенами та заселеності шкідниками визначали за методикою сортовивчення, проводячи обстеження кожні 15 днів та фіксуючи відсоток уражених рослин і інтенсивність пошкоджень, залежно від варіантів обробки [43].

Протягом вегетації проводили догляд за сходами: проріджування у фазі 2–3 справжніх листків та внесення азотних і фосфорно-калійних добрив у фазу розетки [44].

Контроль бур’янів здійснювали механічним способом та локальним внесенням гербіцидів при необхідності. Фітосанітарний стан рослин оцінювали кожні 10 днів, а обробки фунгіцидами і інсектицидами виконували у разі виявлення уражень [45].

В кінці вегетації оцінювали врожайність насіння та масу 1000 насінин. Збір урожаю здійснювали вручну після повного дозрівання насіння. Рослини викопували разом із коренем, підсушували до вологості насіння 8–9 % у сушильних камерах (температура 35–40 °C). Визначали масу 1000 насінин, врожайність насіння в т/га та вміст олії методом віджимання, відповідно до ДСТУ ISO 659:2019 [46].

Для обробки та аналізу результатів використовували розрахунок середніх показників, коефіцієнтів варіації та дисперсійний аналіз для двофакторного експерименту з метою оцінки впливу сорту та типу полімерного плівкоутворювача на розвиток і продуктивність редьки олійної [47].

Після завершення вегетаційного періоду проводили оцінку структурно-якісних показників врожаю**.** Визначали кількість рослин на 1 м², число стручків на рослину та масу 1000 насінин, що дозволяло оцінити ефективність різних варіантів передпосівної обробки. Вміст олії в насінні визначали методом пресування та віджимання, відповідно до ДСТУ ISO 659:2019, що забезпечувало об’єктивну оцінку якісних характеристик продукції [48].

Паралельно проводили економічні розрахунки, визначаючи врожайність насіння в т/га, вартість продукції, витрати на вирощування, чистий прибуток та рентабельність. Для цього використовували стандартні формули:

- Вартість продукції (грн/га) = урожайність × ціна за 1 т
- Чистий прибуток (грн/га) = вартість продукції – витрати
- Рентабельність (%) = (чистий прибуток / витрати) × 100

Також здійснювали енергетичні розрахунки, оцінюючи надходження та витрати енергії на гектар, приріст валової енергії та коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее), що дозволяло визначити енергоефективність застосування полімерних плівкоутворювачів у передпосівній обробці насіння [49].

Усі отримані дані обробляли статистично. Використовували методи розрахунку середніх значень, коефіцієнтів варіації та дисперсійний аналіз для двофакторного експерименту, що дозволяло оцінити вплив сорту (Фактор А) та типу плівкоутворювача (Фактор В) на показники росту, продуктивності, якості та економічної та енергетичної ефективності. Статистична обробка здійснювалася із застосуванням програм Excel та Statistica 13.0 [50].

3.4. Технологічні прийоми вирощування редьки олійної в польових дослідах

В польових дослідах редьку олійну вирощували на дослідній ділянці м. Умань, Черкаської області на чорноземі опідзоленому. Підготовка ґрунту

проводилася після збирання попередника, яким була озима пшениця. Проводили зяблеву оранку на глибину 25–27 см за допомогою плуга ПЛН-5–35, що забезпечувало руйнування поверхневого ущільнення ґрунту.

Навесні виконували культивацію на глибину 8–10 см трактором МТЗ-82 із причіпним дисковим культиватором, з метою вирівнювання поверхні та підготовки оптимального насіннєвого ложа. Насіння сорту Кияночка та Факел обробляли полімерними плівкоутворювачами: хітозаном 0,2%, HPMC 2,0% та PVA 3,0%. Контрольне насіння залишалося необробленим. Обробку проводили за 24 години до висіву за допомогою лабораторного обприскувача.

Висів здійснювали рядковим способом з міжряддям 45 см сівалкою СЗ-3,6, забезпечуючи рівномірний розподіл насіння у рядках. Норма висіву становила 35–40 кг/га, залежно від сорту, а глибина загортання насіння була 2–3 см. Після сівби проводили прикочування ґрунту котком КЗК-6 для покращення контакту насіння з ґрунтом.

Догляд за посівами включав проріджування сходів у фазі 2–3 справжніх листків ручним способом. Вносили підживлення азотними та фосфорно-калійними добривами у фазу розетки, використовуючи причіпний розкидач РУМ-5. Протягом вегетації здійснювали боротьбу з бур’янами механічним способом за допомогою ручних культиваторів та гербіцидами при необхідності.

Спостерігали за станом рослин щодо шкідників та хвороб, проводячи обробки фунгіцидами і інсектицидами у разі виявлення ураження, використовуючи причіпні обприскувачі ОП-2000. Фітосанітарний стан оцінювали кожні 10 днів. Збір урожаю здійснювали комбайном КСК-100 з причіпним бункером для насіння, після досягнення масової стиглості насіння. Після збирання проводили очищення та просушування насіння до оптимальної вологості 7–8% у сушарках шахтного типу.

Таким чином, технологічні прийоми включали комплекс заходів: підготовку ґрунту, обробку насіння, сівбу, догляд за сходами та контроль фітосанітарного стану, а також збір і первинну обробку урожаю за допомогою сучасної техніки. Це забезпечувало оптимальні умови для росту та формування високої продуктивності редьки олійної у дослідженнях.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Польова схожість і енергія проростання насіння після обробки полімерними плівкоутворювачами

Встановлено, що існує вплив полімерних плівкоутворювачів на енергію проростання насіння редьки олійної. Найвищу енергію проростання продемонстрували варіанти з Хітозаном 0,2%, що свідчить про підвищення життєздатності насіння та стимуляцію ранніх фаз розвитку рослин.

Досліджено, що варіанти HPMC 2,0% та PVA 3,0% також позитивно впливали на проростання, проте показники були дещо нижчими.

Контрольний варіант характеризувався найнижчими значеннями -68 і 70%, що підкреслює необхідність передпосівної обробки насіння полімерними плівкоутворювачами для оптимізації польової схожості та початкового росту редьки олійної (рис.1).

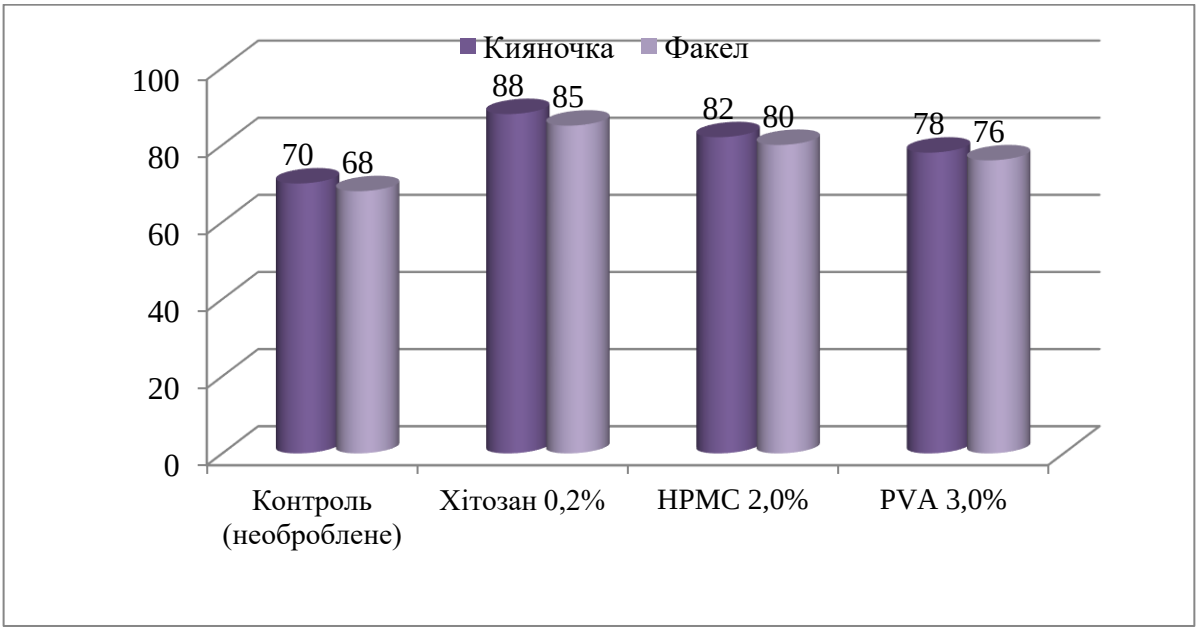


Рис.1. Енергія проростання насіння редьки олійної залежно від обробки полімерними плівкоутворювачами, %

Результати досліджень вказують, що обробка насіння Хітозаном 0,2% забезпечила найбільшу польову схожість обох сортів 90 і92 %, що свідчить про стимулюючий ефект плівкоутворювача на проростання насіння та покращення умов для формування сходів.

Варіанти з HPMC 2,0% дозволив отримати схожість у досліджуваних сортів 88і 86 %. Встановлено, що обробка PVA 3,0% також підвищували польову схожість - 85 і 83 % порівняно з контролем, але менш виражено (рис.2).

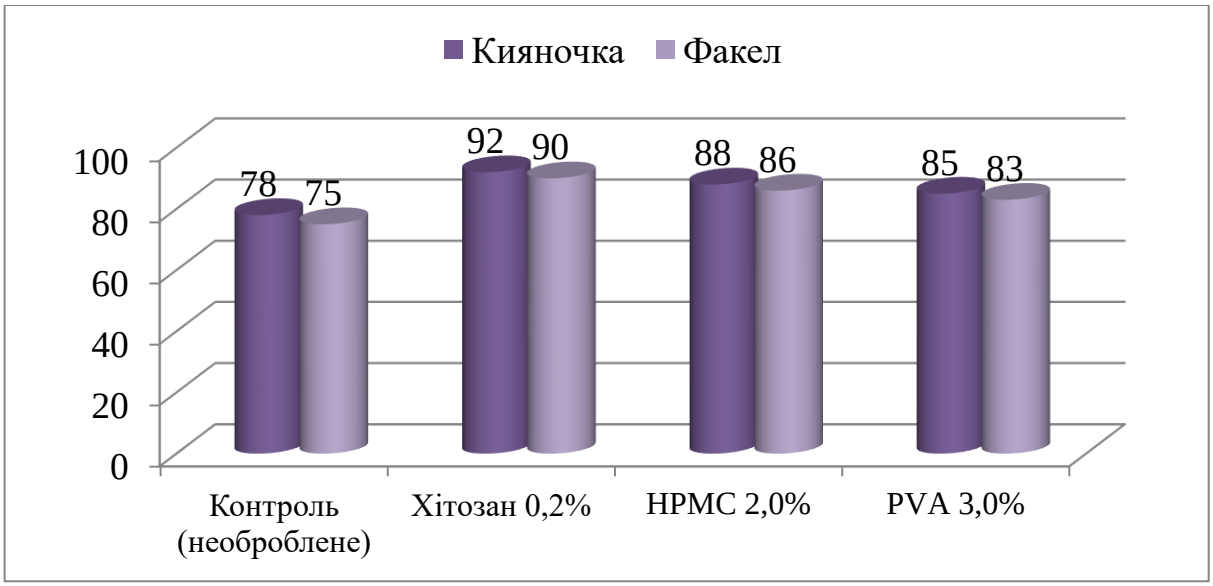


Рис.2. Польова схожість редьки олійної залежно від обробки насіння полімерними плівкоутворювачами, %

Таким чином, отримані результати підтверджують ефективність передпосівної обробки насіння полімерними розчинами для підвищення рівномірності сходів редьки олійної в польових умовах.

Експериментально підтверджено, що середні значення ($\bar{x}$) свідчать про підвищення польової схожості та енергії проростання при використанні Хітозану 0,2%, порівняно з контролем та іншими полімерними препаратами (HPMC 2,0% і PVA 3,0%).

Досліджено, що найнижчі показники спостерігалися в необробленого насіння (контроль) і у сорту Кияночка становили 70 і 78%, а у Факел 68 і 75 %.

Найвищі показники були за використанні препарату Хітозан 0,2%, дещо нижчі за дії HPMC 2,0% та PVA 3,0%

Коефіцієнт варіації (V, %) демонструє низьку розсіюваність даних у всіх варіантах, що підтверджує стабільність ефекту препаратів на проростання та формування сходів редьки олійної (табл. 2).

Таблиця 2

Статистична характеристика польової схожості та енергії проростання насіння редьки олійної після обробки полімерними плівкоутворювачами

Показник	Сорт	Контроль	Хітозан 0,2%	HPMC 2,0%	PVA 3,0%
Польова схожість, %	Кияночка	78	92	88	85
	V, %	2,7	1,6	2,0	2,3
	Факел	75	90	86	83
	V, %	3,1	1,8	2,3	2,6
Енергія проростання, %	Кияночка	70	88	82	78
	V, %	2,7	1,6	1,9	2,3
	Факел	68	85	80	76
	V, %	2,9	1,8	2,1	2,5

Отже, результати свідчать про ефективність передпосівної обробки насіння полімерними плівкоутворювачами для підвищення польової схожості, енергії проростання та рівномірності розвитку рослин.

4.2. Вплив полімерних плівкоутворювачів на морфометричні параметри та вегетаційний розвиток рослин

За результатами дослідження встановлено, що застосування полімерних плівкоутворювачів під час передпосівної обробки насіння сприяло покращенню морфометричних характеристик рослин обох досліджуваних сортів. У сорту Кияночка найменші показники відмічено у контролі: висота рослин становила 18,4 см, довжина кореня - 9,2 см, кількість листків - 6 шт., а площа листкової поверхні - 42 см².

Досліджено, що використання хітозану в концентрації 0,2% забезпечило найвираженіший стимулювальний ефект: висота рослин збільшилася до 22,7 см, довжина кореня - до 11,4 см, кількість листків - до 8 шт., а листкова площа - до 58 см². (рис.3).

Препарат НРМС також позитивно вплинув на ріст (20,9 см висоти, 10,6 см довжини кореня), однак його ефективність була дещо нижчою порівняно з хітозаном. Обробка PVA забезпечила помірне покращення морфометричних параметрів порівняно з контролем, однак поступалася іншим полімерним препаратам (рис.3).

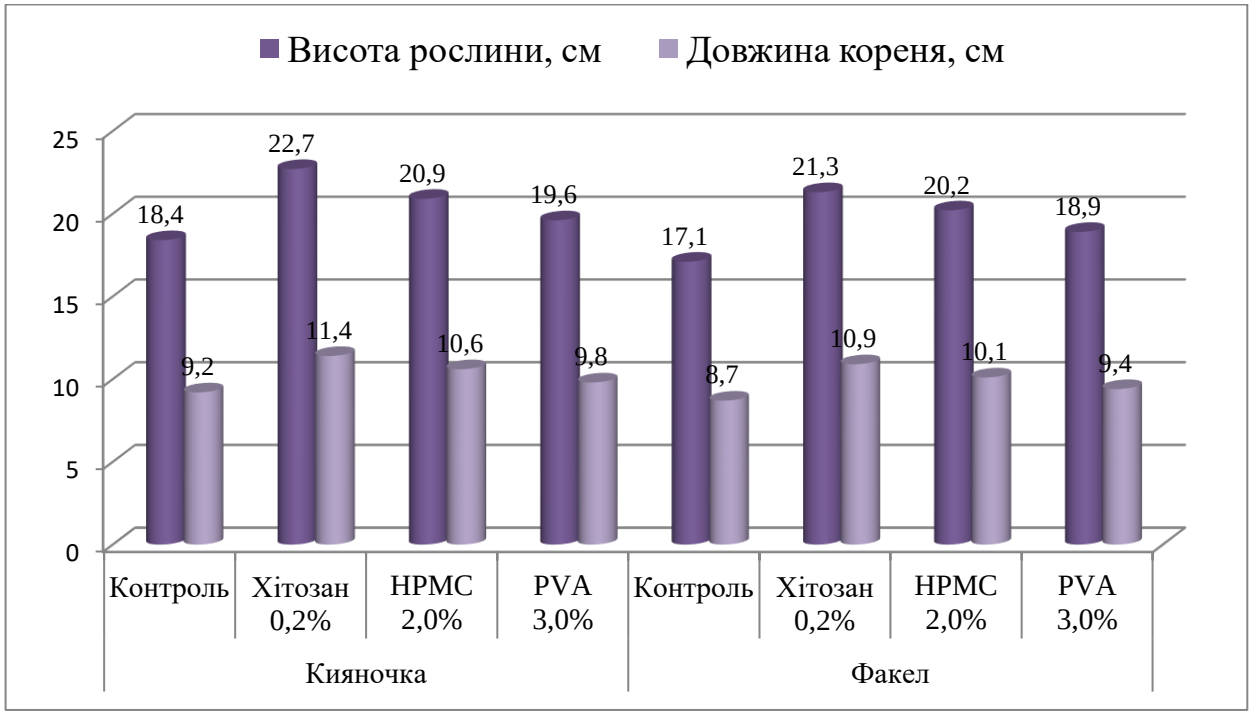


Рис. 3. Вплив полімерних плівкоутворювачів на висоту і довжину корення сортів редьки олійної, см

Дослідження вказують, що аналогічні тенденції характерні і для сорту Факел. У контрольному варіанті відмічено найнижчі значення висоти (17,1 см), довжини кореня (8,7 см) та площі листкової поверхні (39 см²).

Найвищі параметри рослин отримано з використанням хітозану: висота рослин досягала 21,3 см, довжина кореня - 10,9 см, листкова поверхня - 54 см². Препарат НРМС забезпечив середній рівень стимуляції ростових процесів, порівняно з контролем.

Встановлено, що на контрольному варіанті було отримано кількість листків 6 см у обох сортів та площа листової поверхні становила 42 і 39 см3, що було найменшим показником.

Варто вказати, що обробка насіння сортів редьки олійної препаратом PVA сприяла лише незначному підвищенню показників. Так, кількість листків

становила 7 шт., а площа листової поверхні 47 і 44 см3 із перевагою сорту Кияночка (рис.4).

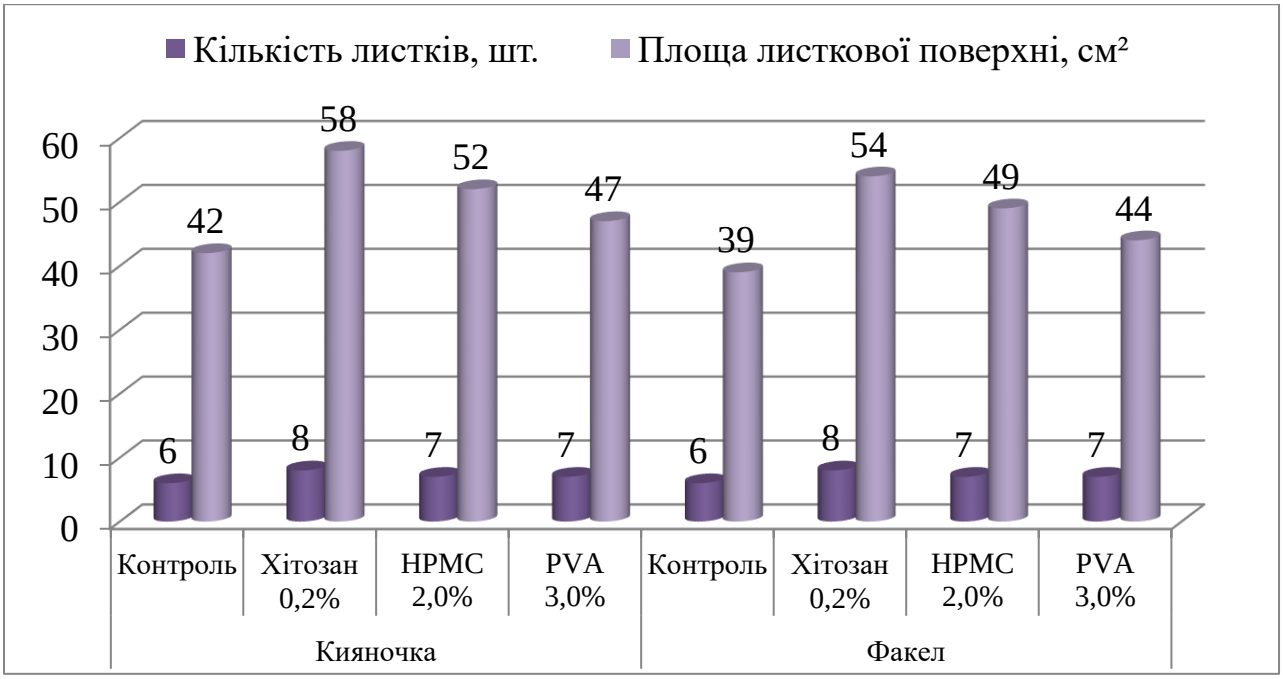


Рис. 4. Вплив полімерних плівкоутворювачів на вегетаційний розвиток рослин, см3

Таким чином, хітозан 0,2% проявив найбільш виражений ростостимулювальний ефект, забезпечивши покращення всіх основних морфометричних ознак, тоді як НРМС проявив помірну ефективність, а PVA - слабку або несталу стимулюючу дію.

Аналіз отриманих мінімальних, максимальних значень та коефіцієнтів варіації морфометричних параметрів рослин свідчить про різну ступінь чутливості досліджуваних показників до застосування полімерних плівкоутворювачів.

Досліджено, що інтенсивність росту мала коливання від 0,57 до 0,78 см/добу, при цьому коефіцієнт варіації становив V = 12–15%, що вказує на помірну мінливість параметра та стабільну реакцію рослин на обробку насіння. Найвищі значення спостерігалися при використанні хітозану 0,2%, що підтверджує його стимулюючий вплив (табл.3).

Встановлено, що надземна біомаса варіювала у межах 3,5–5,1 г, з коефіцієнтом варіації V = 13–17%. Підвищення максимального значення більш ніж на 34% порівняно з контролем демонструє виражений позитивний вплив

хітозану та HPMC на накопичення фітомаси. Подібна тенденція простежувалася і для кореневої біомаси, діапазон якої становив 1,3–2,0 г, а варіація - V = 12–16% (табл.3).

Таблиця 3

Мінімум, максимум та коефіцієнт варіації (V) морфометричних показників рослин

Варіант	Показник	Min	Max	V, %
Кияночка, контроль	Висота, см	16,2	20,7	10,3
	Довжина кореня, см	8,1	10,2	8,7
	Кількість листків, шт.	5	7	12,5
	Площа листків, см²	37	47	10,7
Кияночка, хітозан 0,2%	Висота, см	20,3	25,2	9,3
	Довжина кореня, см	10,1	12,7	8,8
	Кількість листків, шт.	7	9	12,0
	Площа листків, см²	52	64	9,1
Кияночка, HPMC 2,0%	Висота, см	18,9	22,8	9,6
	Довжина кореня, см	9,5	11,7	8,5
	Кількість листків, шт.	6	8	12,0
	Площа листків, см²	47	58	9,2
Кияночка, PVA 3,0%	Висота, см	17,8	21,3	9,2
	Довжина кореня, см	8,8	10,8	9,2
	Кількість листків, шт.	6	8	12,0
	Площа листків, см²	42	52	9,0
Факел, контроль	Висота, см	15,4	18,8	9,9
	Довжина кореня, см	7,7	9,7	9,2
	Кількість листків, шт.	5	7	12,5
	Площа листків, см²	35	44	10,5
Факел, хітозан 0,2%	Висота, см	19,3	23,5	9,4
	Довжина кореня, см	9,8	12,0	9,2
	Кількість листків, шт.	7	9	12,0
	Площа листків, см²	49	59	9,3
Факел, HPMC 2,0%	Висота, см	18,3	22,0	9,4
	Довжина кореня, см	9,1	11,1	8,9
	Кількість листків, шт.	6	8	12,0
	Площа листків, см²	44	54	9,4
Факел, PVA 3,0%	Висота, см	17,1	20,7	9,5
	Довжина кореня, см	8,4	10,4	8,9
	Кількість листків, шт.	6	8	12,0
	Площа листків, см²	40	48	9,8

Співвідношення корінь/надземна частина характеризувалося низькою мінливістю (V не перевищував 3–5%), що свідчить про збереження структурної

пропорційності у розвитку рослин, незважаючи на вплив різних полімерних препаратів.

Комплексний показник загального розвитку варіював у межах 5–8 балів, при V = 18–22%, тобто він є найбільш чутливим до дії плівкоутворювачів. Максимальні значення характерні для варіантів із хітозаном, що підтверджує його стимулювальний ефект на формування морфометричних ознак та загальний життєвий тонус рослин (табл.3).

Таким чином, отримані статистичні дані свідчать, що полімерні плівкоутворювачі, особливо хітозан 0,2%, сприяють збільшенню морфометричних показників з одночасним збереженням стабільності їх варіювання, що робить їх ефективними компонентами технології передпосівної обробки насіння.

4.3. Рівень ураження фітопатогенами та заселеності шкідниками залежно від варіантів обробки

Дослідження вказують, що залежно від застосованого варіанту обробки: Контроль, Хітозан 0,2%, HPMC 2,0% та PVA 3,0% було отримано різний відсоток ураження хворобами. Так, на обох сортах Контрольний варіант демонструє найбільший відсоток ураження як грибними (18% для Княночки, 20% для Факелу), так і бактеріальними (9% і 10% відповідно) хворобами, що підтверджує значну ефективність використання покривних композицій.

Встановлено, що серед обробок, Хітозан 0,2% виявився найбільш ефективним, знизивши ураження грибними хворобами до 7-8% та бактеріальними до 3% на обох сортах.

Досліджено, що препарати HPMC та PVA також показали значне зниження ураженості порівняно з Контролем, при цьому HPMC 2,0% на сорті Княночка зменшив ураження грибними хворобами до 10%, а на сорті Факел до 11% (рис.5).

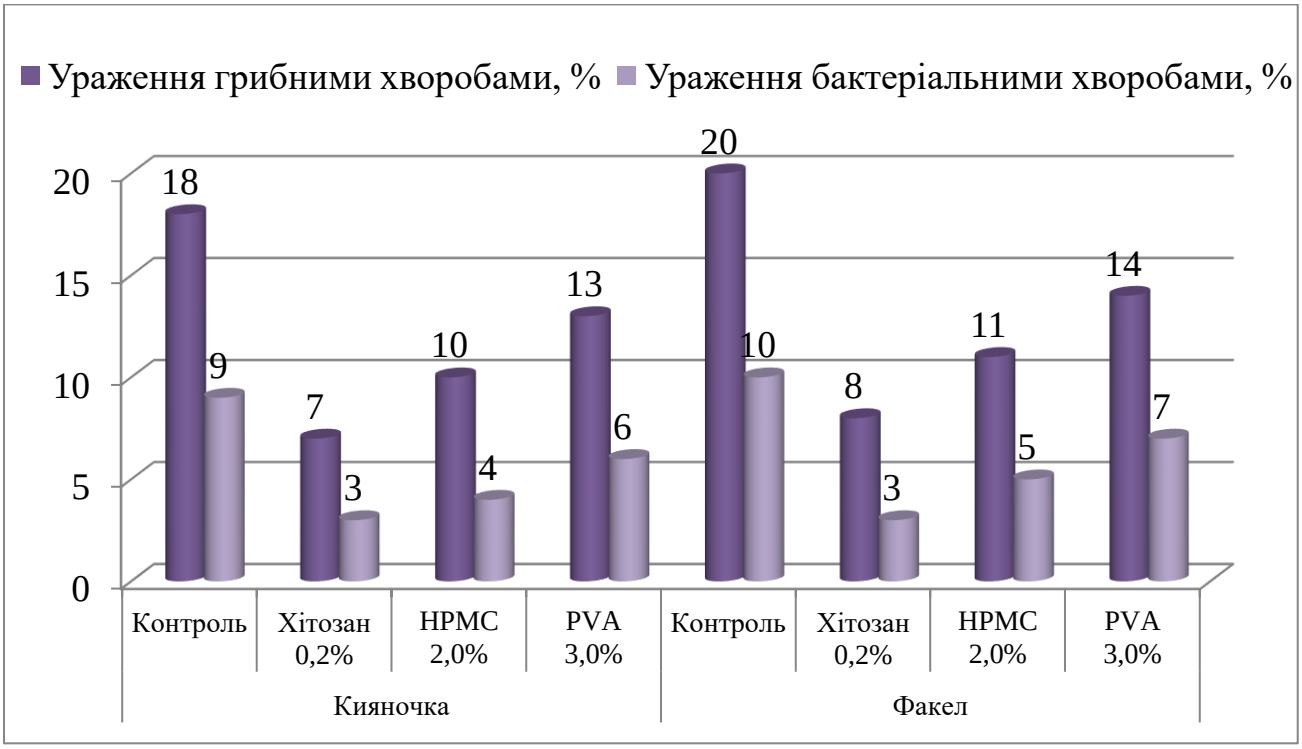


Рис.5. Рівень ураження фітопатогенами залежно від варіанта обробки насіння, %

Таким чином, застосування полімерних композицій, особливо на основі Хітозану, суттєво зменшує інфікування насіння фітопатогенами, що є цінним вихідним даним для подальших досліджень у насінництві та захисті рослин.

Встановлено, що обробка насіння різними полімерними композиціями суттєво впливає на рівень заселеності рослин шкідниками та відсоток пошкоджених листків на посівах двох сортів рельки олійної - Кияночка та Факел.

Досліджено, що на Контрольних варіантах (без обробки) спостерігається найбільший рівень заселеності: 2,8 личинок/рослину та 17% пошкоджених листків для сорту Кияночка, і 3,0 личинки/рослину та 19% пошкоджених листків для сорту Факел.

Визначено, що застосування Хітозану 0,2% забезпечило найкращий захисний ефект, знизивши кількість личинок до 1,1-1,2 шт./рослину та мінімізувавши пошкодження листків до 6-7% на обох сортах.

Встановлено, що композиції HPMC 2,0% та PVA 3,0% також продемонстрували значний захисний вплив, оскільки на варіанті з HPMC кількість пошкоджених листків знизилася до 9% і 10% відповідно.

Експериментально підтвержено, що загалом, усі варіанти обробки насіння полімерними плівкоутворюючими речовинами сприяли зменшенню інсектицидного навантаження на рослини соняшника порівняно з Контролем.

Варто вказати, що сорт Факел у контролі виявився дещо більш схильним до пошкодження (19% пошкоджених листків) порівняно з сортом Кияночка (17% пошкоджених листків), що може вказувати на сортові особливості у реакції на шкідників (рис.6).

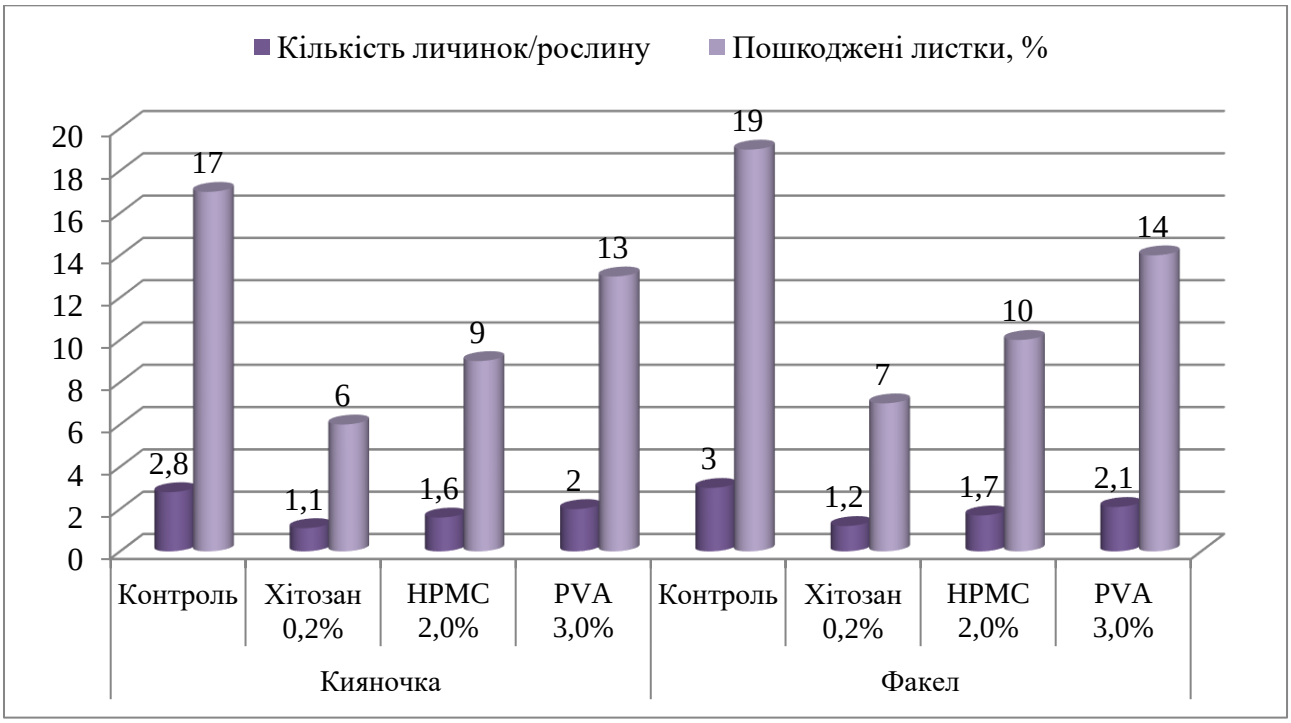


Рис. 6. Рівень заселеності шкідниками залежно від варіанта обробки насіння, %

Проведені розрахунки вказують, що рівень ураження грибними хворобами коливався від 7% (Кияночка, хітозан 0,2%) до 20% (Факел, контроль), а коефіцієнт варіації досягав 28%, що відображає помірну мінливість і чутливість рослин до застосованих препаратів. Ураження бактеріальними хворобами було нижчим: від 3% до 10%, при V = 32%, тобто бактеріальні інфекції також підпорядковуються впливу полімерних обробок, але дещо більш варіабельні (табл. 4).

Варто відзначити, щодо шкідників, кількість личинок на рослину коливалася від 1,1 до 3,0 особин, V = 27%, а частка пошкоджених листків - від 6% до 19%, V = 30%. Найнижчі значення спостерігалися у варіантах із

хітозаном 0,2%, що свідчить про його ефективність у зниженні активності шкідників і пошкодження листків. Максимальні показники характерні для контрольних варіантів, що підтверджує значний стимулюючий ефект полімерних плівкоутворювачів на стійкість рослин до патогенів і шкідників (табл.4).

Таблиця 4

Мінімум, максимум та коефіцієнт варіації (V) показників ураження фітопатогенами та заселеності шкідниками

Показник	Мінімум	Максимум	V, %
Ураження грибними хворобами, %	7	20	28
Ураження бактеріальними хворобами, %	3	10	32
Кількість личинок на рослину, шт.	1,1	3,0	27
Пошкоджені листки, %	6	19	30

Таким чином, статистичний аналіз демонструє, що обробка насіння полімерними препаратами, особливо хітозаном 0,2%, сприяє зниженню рівня ураження фітопатогенами і заселеності шкідниками, одночасно забезпечуючи помірну стабільність цих показників (V = 27–32%).

4.4. Динаміка забур’яненості посівів у фазі активного росту і початку цвітіння редьки олійної

Аналіз забур’яненості посівів у різних фазах цвітіння і фазі активного росту показав, що обробка насіння полімерними плівкоутворювачами дозволяє отримати дружні сходи на початку ввегетації та вподальшому зменшити кількість бур’янів та їхнє проективне покриття.

Досліджено, що у сорту Кияночка кількість бур’янів у контролі становила 138 шт./м², а проективне покриття - 36%. Обробка хітозаном 0,2% знизила ці показники до 105 шт./м² та 27%**,** відповідно, тобто зменшення становило близько 24% для кількості бур’янів і 25% для проективного покриття**.** Препарат HPMC 2,0% показав середню ефективність: 112 шт./м² і 29%**,** тоді як PVA 3,0% проявив слабший ефект (120 шт./м²**,** 32%**).**

Встановлено, що для сорту Факел у контрольному варіанті кількість бур'янів була найвищою - 142 шт./м², проективне покриття - 38%. Хітозан зменшив їх до 108 шт./м² і 28%, НРМС - до 115 шт./м², 30%, а PVA - до 123 шт./м², 33% (рис.7).

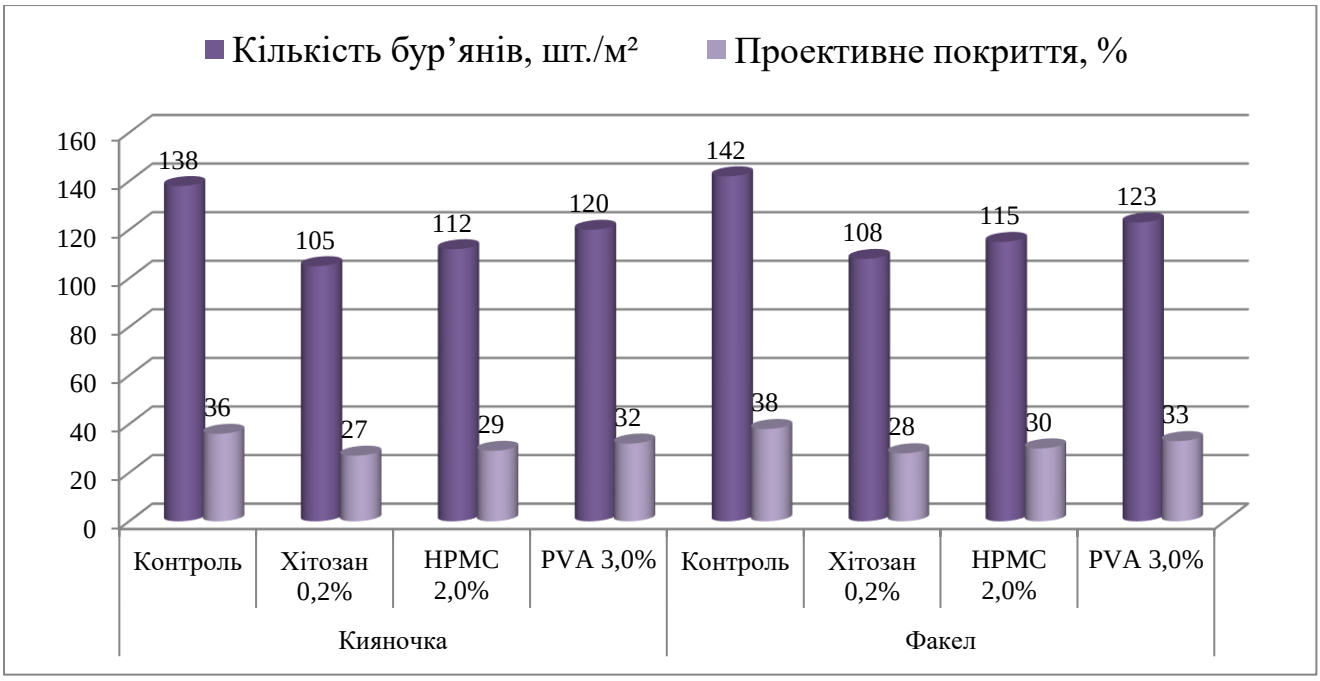


Рис. 7. Забур'яненість посівів у фазі початку цвітіння редьки олійної, шт./м2

Таким чином, хітозан 0,2% виявився найбільш ефективним препаратом для зниження забур'яненості на ранніх етапах росту, забезпечуючи значне зменшення як чисельності бур'янів, так і їхнього проективного покриття.

Результати досліджень вказують, що у фазі початку цвітіння контрольні варіанти мали зменшення забур'яненості порівняно з фазою активного росту, проте тенденція впливу препаратів залишалася незмінною.

У сорту Кияночка контрольні показники складали 122 шт./м² бур'янів і 32% проективного покриття. Хітозан 0,2% знизив їх до 90 шт./м² та 21%, що відповідає зменшенню на 26% і 34% відповідно. НРМС 2,0% забезпечив 95 шт./м² і 23%, PVA 3,0% - 102 шт./м² і 26%.

Для сорту Факел контроль мав 125 шт./м² та 34%, а хітозан - 92 шт./м² та 22%. НРМС показав проміжні значення (97 шт./м², 24%), а PVA слабкий ефект (105 шт./м², 27%) (рис.8).

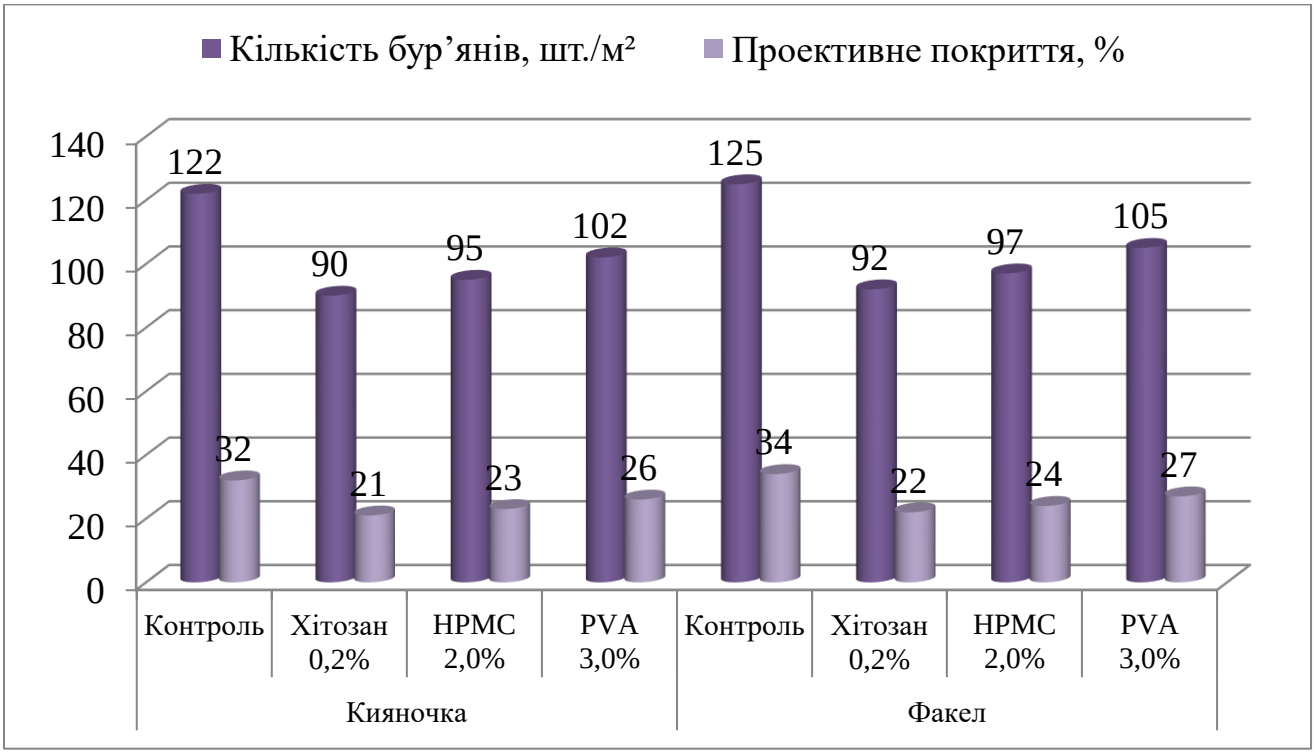


Рис.8. Забур’яненість посівів у фазі початку цвітіння, шт./м2

Отже, обробка насіння полімерними препаратами, особливо хітозаном 0,2%, забезпечує стабільне зниження забур’яненості у різні фази вегетації, підвищуючи конкурентоспроможність редьки олійної та потенційний урожай.

4.5. Структурно-якісні показники врожаю та вміст олії в насінні

Проведені дослідження структурно-якісних показників врожаю редьки олійної показав, що обробка насіння полімерними препаратами позитивно впливає на чисельність рослин, кількість стручків на рослину та масу 1000 насінин.

Встановлено, що у сорту Кияночка контрольні рослини налічували 35 шт./м², із 18 стручками на рослину та масою 1000 насінин 4,2 г (коефіцієнт варіації V = 6–9%).

Обробка насіння хітозаном 0,2% збільшила ці показники до 38 шт./м², 22 стручки на рослину та 4,8 г, що відповідає приросту 8–22% порівняно з контролем (табл. 5).

Препарат HPMC 2,0% також стимулював розвиток рослин (37 шт./м², 20 стручків, 4,5 г), а PVA 3,0% показав помірний ефект (36 шт./м², 19 стручків, 4,3 г).

Дослідження вказують, що сорту Факел контрольні значення були нижчими: 34 рослини/м², 17 стручків, 4,0 г маси 1000 насінин (V = 6–10%). Хітозан 0,2% збільшив показники до 37 рослин/м², 21 стручок, 4,6 г, HPMC 2,0% до 36 рослин/м², 19 стручків, 4,4 г, а PVA 3,0% до 35 рослин/м², 18 стручків, 4,2 г.

Коефіцієнти варіації (V) для всіх показників залишалися відносно низькими (5–10%), що свідчить про стабільність отриманих результатів та однорідність рослин у досліді (табл.5).

Таблиця 5

Структурно-якісні показники врожаю редьки олійної

Сорт	Препарат	Кількість рослин, шт./м²	V, %	Кількість стручків на рослину	V, %	Маса 1000 насінин, г	V, %
Кияночка	Контроль	35	8	18	9	4,2	6
	Хітозан 0,2%	38	7	22	8	4,8	5
	HPMC 2,0%	37	7	20	8	4,5	5
	PVA 3,0%	36	8	19	9	4,3	6
Факел	Контроль	34	8	17	10	4,0	6
	Хітозан 0,2%	37	7	21	8	4,6	5
	HPMC 2,0%	36	7	19	9	4,4	5
	PVA 3,0%	35	8	18	9	4,2	6

Таким чином, хітозан 0,2% проявив найвищу ефективність у підвищенні структурно-якісних показників врожаю, підвищуючи потенціал продуктивності обох сортів редьки олійної та забезпечуючи стабільний розвиток рослин.

Результати досліджень вказують, що у сорту Кияночка контрольні рослини мали вміст олії 38,5%.

Обробка хітозаном 0,2% збільшила цей показник до 41,2%, що відповідає приросту 2,7 процентних пунктів або приблизно 7% порівняно з контролем.

Варто вказати, що НРМС 2,0% забезпечив середнє підвищення до 39,8%, а PVA 3,0% — до 39,0%, тобто ефект був помірним.

Для сорту Факел контрольний вміст олії становив 37,8%. Хітозан 0,2% збільшив його до 40,5%, НРМС 2,0% до 39,3%, а PVA 3,0% — до 38,7%, демонструючи аналогічну тенденцію: найвищу ефективність показав хітозан 0,2% (рис.9).

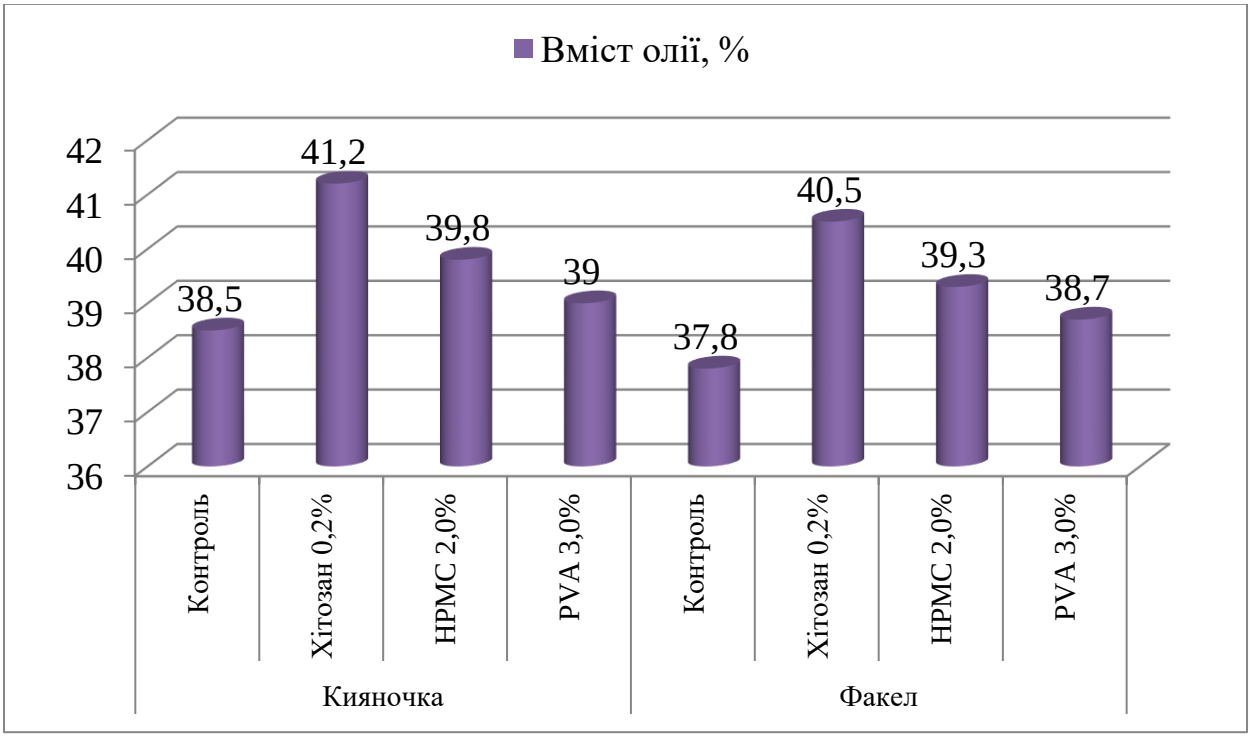


Рис.9. Вміст олії в насінні редьки олійної залежно від обробки насіння, %

Таким чином, підтверджено, що обробка насіння полімерними препаратами, особливо хітозаном, підвищує вміст олії в насінні, одночасно зберігаючи низький рівень варіації між рослинами, що підвищує однорідність та якість врожаю.

4.6. Урожайність насіння редьки олійної після застосування полімерних плівкоутворювачів

Експериментально підтверджено, що обробка насіння полімерними препаратами позитивно впливає на урожайність насіння обох сортів редьки олійної, при цьому найбільш ефективним виявився хітозан 0,2% (рис.10).

Визначено, що Кияночка мала контрольну урожайність 1,85 т/га. Обробка хітозаном 0,2% підвищила урожайність до 2,40 т/га, що відповідає приросту 30% порівняно з контролем. HPMC 2,0% забезпечив урожайність 2,15 т/га (+16,2%), а PVA 3,0% - 2,00 т/га (+8,1%).

Факел мав урожайність 1,75 т/га на контрольному варіанті. Хітозан 0,2% збільшив її до 2,25 т/га, що становить приріст 28,6%, HPMC 2,0% — до 2,05 т/га (+17,1%), а PVA 3,0% - до 1,95 т/га (+11,4%) (рис.10).

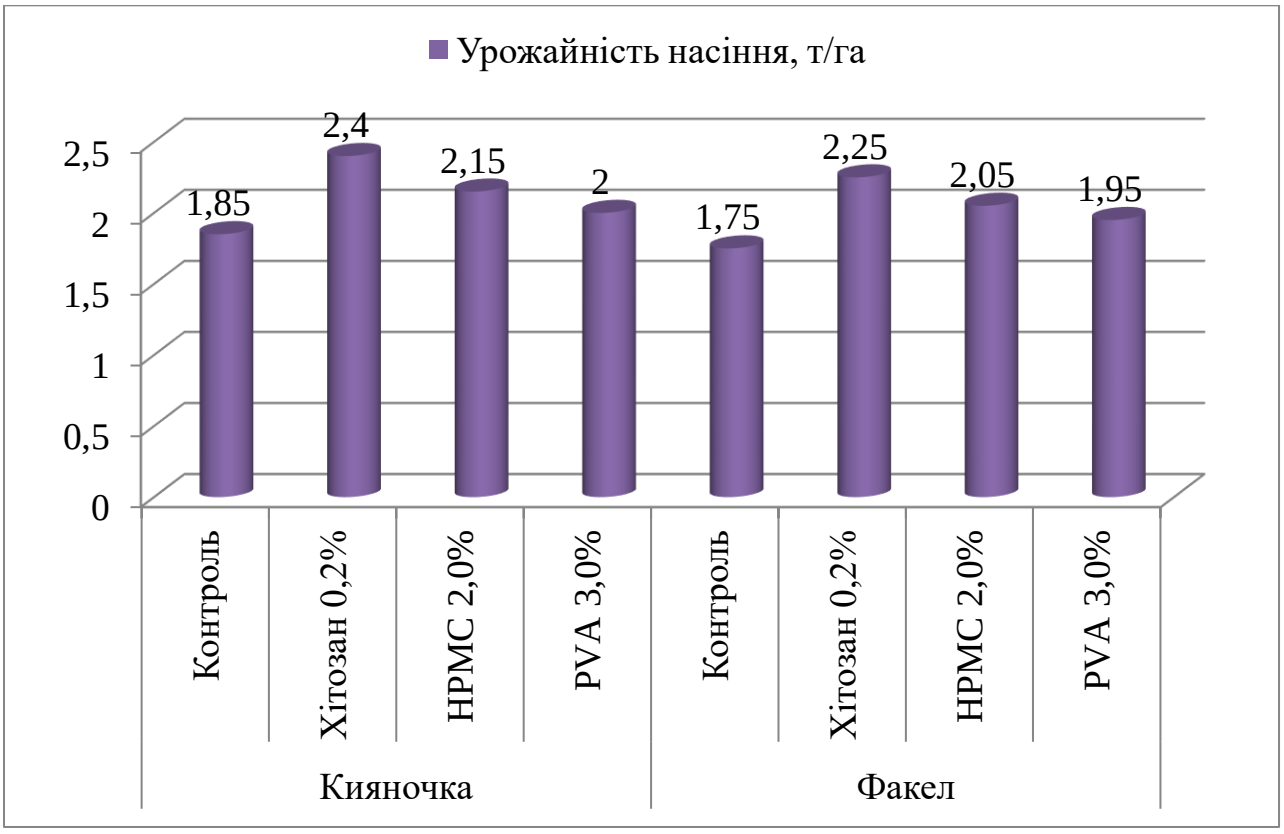


Рис. 10. Урожайність насіння редьки олійної, т/га (сорт Кияночка і Факел)

Таким чином, обробка насіння полімерними плівкоутворювачами підвищує продуктивність редьки олійної, причому хітозан 0,2% проявив найбільший стимулюючий ефект, забезпечуючи стійке підвищення врожайності обох сортів на 28–30% порівняно з контролем. Менший, але помітний ефект мали HPMC та PVA, що свідчить про потенціал використання різних полімерів для підвищення продуктивності культури.

Найвищий приріст урожайності для обох сортів зафіксовано при використанні Хітозану 0,2%, що підтверджує його високу стимулюючу активність (рис.11).

Дослідження вказують, що у Кияночка максимальний показник приросту становив 30,0% (Хітозан), тоді як для сорту "Факел" він був дещо нижчим – 28,6% (Хітозан).

Препарат ГПМЦ (2,0%) забезпечила помірний приріст: 16,2% для Кияночки та 17,1% для Факела, вказуючи на більшу чутливість сорту Факел до цього полімеру.

Найменш ефективним виявився ПВА (3,0%), давши приріст 8,1% для Кияночки і 11,4% для Факела, причому різниця в реакції сортів тут найбільш помітна.

Сорт Факел демонструє вищу пластичність, оскільки його приріст виявився більшим при обробці як ГПМЦ (17,1% проти 16,2%), так і ПВА (11,4% проти 8,1%), порівняно з Кияночкою (рис.11).

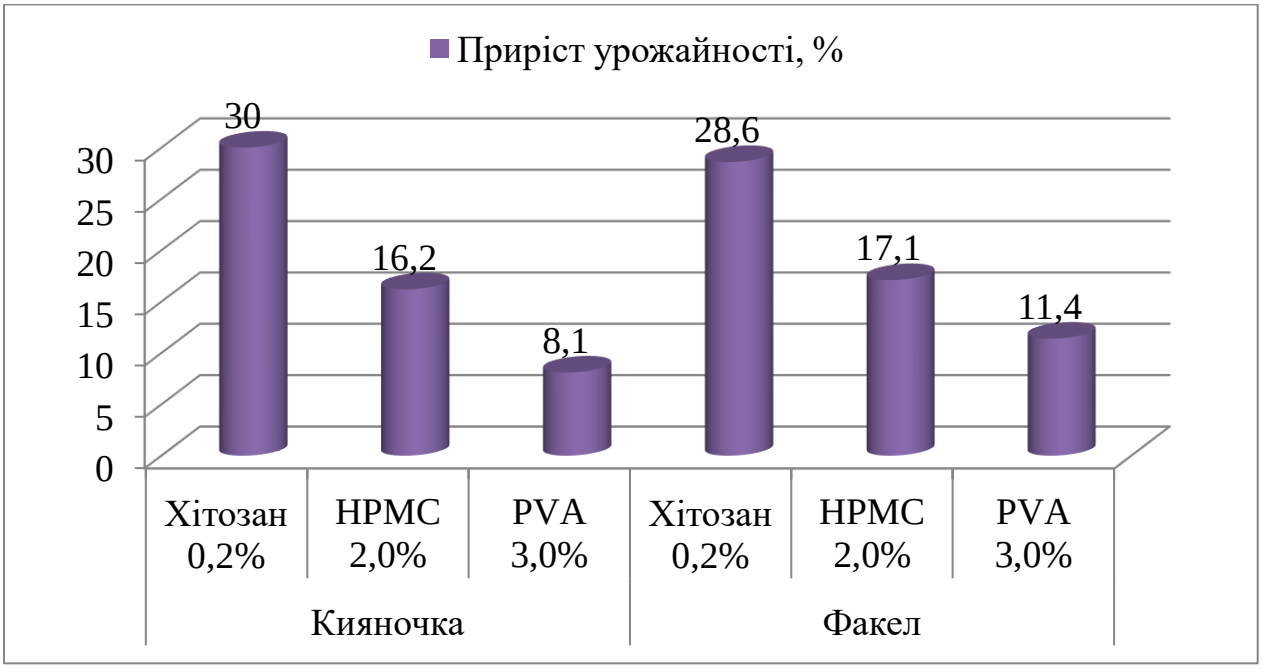


Рис.11. Відхилення урожайності від контролю, %

Розрахунки даних і їх статистичних показників урожайності насіння показав високу однорідність результатів експерименту. Для сорту Кияночка контрольні варіанти мали середню урожайність 1,85 т/га при мінімальному та максимальному значенні 1,80–1,90 т/га та коефіцієнті варіації V = 3,0%, що свідчить про стабільність отриманих даних (табл. 6)

Обробка насіння хітозаном 0,2% підвищила середню урожайність до 2,40 т/га (мінімум–максимум 2,35–2,45 т/га, V = 2,1%), демонструючи найменший

розкид та найвищий приріст урожайності серед усіх препаратів. HPMC 2,0% та PVA 3,0% підвищили середню урожайність до 2,15 т/га (V = 2,3%) та 2,00 т/га (V = 2,5%) відповідно, що свідчить про помірний стимулюючий ефект.

Варто вказати, що Факел мав контрольну середня урожайність становила 1,75 т/га (мін–макс 1,70–1,80 т/га, V = 2,9%). Хітозан 0,2% забезпечив середню урожайність 2,25 т/га (V = 2,2%), HPMC 2,0% - 2,05 т/га (V = 2,4%), а PVA 3,0% - 1,95 т/га (V = 2,6%) (табл.6).

Таблиця 6

Статистика урожайності насіння редьки олійної після обробки полімерними плівкоутворювачами

Сорт	Препарат	Мін., т/га	Макс., т/га	Середнє, т/га	V, %
Кияночка	Контроль	1,80	1,90	1,85	3,0
	Хітозан 0,2%	2,35	2,45	2,40	2,1
	HPMC 2,0%	2,10	2,20	2,15	2,3
	PVA 3,0%	1,95	2,05	2,00	2,5
Факел	Контроль	1,70	1,80	1,75	2,9
	Хітозан 0,2%	2,20	2,30	2,25	2,2
	HPMC 2,0%	2,00	2,10	2,05	2,4
	PVA 3,0%	1,90	2,00	1,95	2,6

Таким чином, статистичні показники підтверджують ефективність обробки насіння полімерними плівкоутворювачами, особливо хітозаном 0,2%, який забезпечує найвищу середню урожайність та мінімальну варіацію результатів у обох сортів редьки олійної.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ

Передпосівна обробка насіння редьки олійної є важливим агротехнічним заходом, який підвищує схожість та енергію проростання насіння. Вона сприяє підвищенню урожайності та покращенню якості продукції, що робить виробництво більш прибутковим [51,52]. Обробка насіння дозволяє раціональніше використовувати ресурси та енергію, підвищуючи енергетичну ефективність вирощування. Використання сучасних препаратів забезпечує зменшення ризиків стресових факторів на початкових етапах розвитку рослин. Таким чином, передпосівна обробка насіння є доцільною та економічно вигідною складовою технології вирощування редьки олійної [53,54].

У досліді оцінювалася вплив обробки полімерними препаратами на урожайність насіння та економічні показники сортів Кияночка і Факел та ураховано була ціна насіння - 42 000 грн./т і витрати -23 000 грн./га.

Для сорту Кияночка контрольний варіант показав урожайність 1,85 т/га, що відповідало вартості продукції 77 700 грн./га, чистому прибутку 54 700 грн/га та рентабельності 238 %. Обробка Хітозаном (0,2 %) підвищила урожайність до 2,4 т/га, що забезпечило найвищі економічні показники — вартість продукції 100 800 грн/га, чистий прибуток 77 800 грн/га та рентабельність 338 %. Обробка HPMC (2,0 %) та PVA (3,0 %) забезпечила урожайність 2,15 та 2,0 т/га відповідно, з чистим прибутком 67 300 та 61 000 грн/га та рентабельністю 293 % і 265 %.

Досліджено, що схожа тенденція спостерігалася для сорту Факел. Контрольна рослина забезпечила урожайність 1,75 т/га (чистий прибуток 50 500 грн/га, рентабельність 220 %). Обробка Хітозаном (0,2 %) підвищила урожайність до 2,25 т/га, з чистим прибутком 71 500 грн/га та рентабельністю 311 %. HPMC (2,0 %) і PVA (3,0 %) забезпечили урожайність 2,05 та 1,95 т/га відповідно, чистий прибуток 63 100 і 58 900 грн/га та рентабельність 274 % і 256 % (табл.7).

Таблиця 7

Економічні показники сортів редьки олійної залежно від застосування полімерних препаратів, грн./га

Сорт	Препарат	Урожайність (т/га)	Вартість продукції (грн/га)	Витрати (тис. грн/га)	Чистий прибуток (грн/га)	Рентабельність (%)
Кияночка	Контроль	1,85	77 700	23	54 700	238
	Хітозан 0,2%	2,4	100 800	23	77 800	338
	HPMC 2,0%	2,15	90 300	23	67 300	293
	PVA 3,0%	2,0	84 000	23	61 000	265
Факел	Контроль	1,75	73 500	23	50 500	220
	Хітозан 0,2%	2,25	94 500	23	71 500	311
	HPMC 2,0%	2,05	86 100	23	63 100	274
	PVA 3,0%	1,95	81 900	23	58 900	256

Таким чином, обробка насіння полімерними препаратами призводила до підвищення урожайності та економічної ефективності виробництва насіння обох сортів. Найбільш ефективним у досліді був Хітозан (0,2 %), який забезпечував максимальний чистий прибуток та рентабельність у сортах Кияночка та Факел.

Прихід енергії насіння варіювався від 73 500 до 100 800 тис. МДж/га, а витрати енергії на вирощування були однаковими для всіх варіантів і становили 23 000 тис. МДж/га.

Для сорту Кияночка контрольний варіант характеризувався приходом енергії 77 700 тис. МДж/га, приріст валової енергії становив 54 700 тис. МДж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее) дорівнював 3,38. Обробка Хітозаном (0,2 %) підвищила показники до 100 800 тис. МДж/га приросту валової енергії 77 800 тис. МДж/га і Кее = 4,38. Обробка HPMC (2,0 %) і PVA (3,0 %) забезпечила приріст валової енергії 67 300 та 61 000 тис. МДж/га відповідно, з Кее 3,93 і 3,65.

Для сорту Факел контрольний варіант показав прихід енергії 73 500 тис. МДж/га, приріст валової енергії 50 500 тис. МДж/га та Кее 3,20. Обробка Хітозаном (0,2 %) підвищила ці показники до 94 500 тис. МДж/га, 71 500 тис. МДж/га та Кее 4,11 відповідно. Обробки HPMC (2,0 %) і PVA (3,0 %) забезпечили приріст валової енергії 63 100 і 58 900 тис. МДж/га, з Кее 3,74 і 3,56 (табл. 8).

Таблиця 8

Енергетичні показники сортів редьки олійної залежно від застосування полімерних препаратів, тис. МДж/га

Сорт	Препарат	Прихід енергії, тис. МДж/га	Витрати енергії, тис. МДж/га	Приріст валової енергії, тис. МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее)
Кияночка	Контроль	77 700	23 000	54 700	3,38
	Хітозан 0,2%	100 800	23 000	77 800	4,38
	HPMC 2,0%	90 300	23 000	67 300	3,93
	PVA 3,0%	84 000	23 000	61 000	3,65
Факел	Контроль	73 500	23 000	50 500	3,20
	Хітозан 0,2%	94 500	23 000	71 500	4,11
	HPMC 2,0%	86 100	23 000	63 100	3,74
	PVA 3,0%	81 900	23 000	58 900	3,56

Таким чином, застосування полімерних препаратів сприяло підвищенню енергетичної ефективності виробництва насіння обох сортів. Найвищий Кее спостерігався при обробці Хітозаном (0,2 %), що свідчить про найбільшу ефективність використання енергії у процесі вирощування.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ

6.1. Моделювання виробничих небезпек залежно від передпосівної обробки полімерними плівкоутворювачами насіння редьки олійної

Моделювання виробничих небезпек при вирощуванні редьки олійної з урахуванням передпосівної обробки насіння полімерними плівкоутворювачами є актуальним для забезпечення безпечного ведення аграрного виробництва. Основними небезпеками у процесі є механічні, хімічні, біологічні та екологічні фактори, які впливають на продуктивність, якість врожаю та здоров'я персоналу.

Механічні небезпеки пов'язані з використанням агротехнічних агрегатів: плугів, культиваторів, сівалок. Факторами ризику є несправність техніки, порушення правил експлуатації та недостатній контроль персоналу. Відповідальність за дотримання техніки безпеки несуть керівники виробничих підрозділів та інженери з охорони праці згідно з ДСТУ 2272:2008 "Охорона праці. Загальні вимоги безпеки у сільському господарстві" [55-57].

Хімічні небезпеки виникають під час обробки насіння полімерними розчинами (хітозан, HPMC, PVA). Потрапляння речовин на шкіру, слизові або вдихання пилу можуть спричиняти подразнення. Фактори ризику – концентрація розчинів, тривалість контакту, відсутність засобів індивідуального захисту. Відповідальні особи – лаборанти та агрономи, які проводять обробку, відповідно до Державних санітарних правил (ДСП 8.8.1.002-98) [58,59].

Під час роботи з насінням редьки олійної та полімерними плівкоутворювачами слід суворо дотримуватися правил безпеки. Робітники повинні проходити інструктаж з охорони праці перед початком робіт. Використовуються ДСТУ 2272:2008 та внутрішні правила господарства для забезпечення безпеки. Забороняється працювати на техніці без попередньої

перевірки її справності. Перед обробкою насіння необхідно одягати засоби індивідуального захисту: рукавиці, захисні окуляри та спецодяг. Респіратори застосовують при роботі з порошковими або аерозольними сумішами. Після завершення обробки слід ретельно вимити руки та обличчя водою з милом.

Працювати дозволяється лише у добре вентильованих приміщеннях або на відкритому повітрі. Заборонено вживати їжу, воду або курити під час обробки. У разі контакту розчину з шкірою або очима слід промити великою кількістю води та звернутися за медичною допомогою.

Потрібно регулярно перевіряти стан техніки та інструментів для уникнення аварій. На полі забороняється перебувати особам без дозволу або без засобів захисту.

Використання полімерів вимагає дотримання дозування та термінів витримки, зазначених у методиках. При роботі з сівалками і культиваторами важливо дотримуватися відстані до рухомих частин. Всі роботи повинні проводитися під контролем інженера з охорони праці або агронома, відповідального за безпеку.

Під час роботи з насінням редьки олійної та полімерними плівкоутворювачами слід суворо дотримуватися правил безпеки. Робітники повинні проходити інструктаж з охорони праці перед початком робіт.

Використовуються ДСТУ 2272:2008 та внутрішні правила господарства для забезпечення безпеки. Забороняється працювати на техніці без попередньої перевірки її справності. Перед обробкою насіння необхідно одягати засоби індивідуального захисту: рукавиці, захисні окуляри та спецодяг. Респіратори застосовують при роботі з порошковими або аерозольними сумішами. Після завершення обробки слід ретельно вимити руки та обличчя водою з милом. Працювати дозволяється лише у добре вентильованих приміщеннях або на відкритому повітрі. Заборонено вживати їжу, воду або курити під час обробки. У разі контакту розчину з шкірою або очима слід промити великою кількістю води та звернутися за медичною допомогою. Потрібно регулярно перевіряти стан техніки та інструментів для уникнення аварій. На полі забороняється перебувати особам без дозволу або без засобів захисту. Використання полімерів

вимагає дотримання дозування та термінів витримки, зазначених у методиках. При роботі з сівалками і культиваторами важливо дотримуватися відстані до рухомих частин. Всі роботи повинні проводитися під контролем інженера з охорони праці або агронома, відповідального за безпеку.

Біологічні небезпеки пов’язані з ураженням насіння та рослин шкідниками й хворобами. Використання плівкоутворювачів може зменшувати ризик, але підвищена вологість сприяє розвитку грибкових захворювань. Контроль за біологічними факторами здійснюють агрономи та фітосанітарні служби, відповідно до ДСТУ 4136:2002 та методик сортовивчення.

Екологічні небезпеки виникають через потенційне забруднення ґрунту залишками полімерів та добрив. Фактори ризику – надмірне внесення розчинів та їх вимивання. Відповідальні – керівники господарств та спеціалісти з охорони навколишнього середовища, згідно з Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” № 1264-XII.

Для кількісної оцінки ризику застосовували формулу:

$$R=P\times C$$

де R – рівень ризику, P – ймовірність виникнення небезпечної події, C – наслідки у балах [60-62].

Моделювання враховувало взаємодію технічних, хімічних, біологічних та екологічних факторів, тривалість робіт та умови обробки насіння. Ідентифіковано критичні точки, де ризик найбільший, і запропоновано заходи з його мінімізації: автоматизація процесів, використання засобів індивідуального захисту, контроль вологості та температури.

Результати показали, що комбінований вплив факторів може призводити до синергетичного збільшення ризику, тому важливо застосовувати комплексний підхід: технічний контроль, організаційні заходи, безпечне поводження з хімікатами та моніторинг стану рослин. Такий підхід дозволяє підвищити безпеку технологічного процесу, зменшити економічні втрати та забезпечити екологічну безпеку.

6.2. Охорона навколишнього і природного середовища залежно від передпосівної обробки полімерними плівкоутворювачами насіння редьки олійної

Зростання екологічної свідомості та необхідність мінімізації антропогенного навантаження на агроекосистеми вимагають розробки та впровадження інноваційних, екологічно безпечних технологій у сільському господарстві. Одним із таких напрямів є передпосівна обробка насіння сільськогосподарських культур, зокрема редьки олійної (*Raphanus sativus var. oleiformis*), з використанням полімерних плівкоутворювачів. Традиційні методи обробки, які часто включають хімічні протруйники, можуть мати негативний вплив на біорізноманіття ґрунту, водні ресурси та здоров'я людини, що створює актуальну науково-практичну проблему [63-67].

Обґрунтованим є пошук таких оброблювальних композицій, які б оптимізували ріст і розвиток рослин при одночасному забезпеченні високого рівня охорони навколишнього середовища. Саме полімерні плівкоутворювачі (ППО) на водній основі, що є біодеградабельними та малотоксичними, виступають перспективною альтернативою. Вони здатні фіксувати на поверхні насіння біологічно активні речовини (мікроелементи, регулятори росту, біофунгіциди), зменшуючи їхню міграцію у навколишнє середовище, що є ключовим охоронним моментом. Дослідження у цій сфері мають велике значення для сталого розвитку агровиробництва [68-71].

Передпосівна обробка насіння редьки олійної полімерними плівкоутворювачами може впливати на стан ґрунту та навколишнє середовище. Основна мета заходів з охорони природи – мінімізація забруднення ґрунту, водних об’єктів та повітря. Використання полімерів вимагає дотримання рекомендованих концентрацій, щоб запобігти накопиченню залишків у ґрунті. Контроль за дозуванням розчинів дозволяє зменшити ризик вимивання хімічних речовин у підґрунтові води.

Після обробки насіння залишки полімерів утилізуються згідно з нормативами, що передбачені Законом України “Про охорону навколишнього

природного середовища”**.** Для зниження впливу на ґрунтову мікрофлору проводять моніторинг органічної речовини та pH ґрунту. Висів обробленого насіння рекомендується здійснювати на ділянках із відповідним дренажем, щоб уникнути застою води. Використання біорозкладних полімерів зменшує негативний вплив на ґрунтові екосистеми. Контроль за залишками препаратів здійснюють агрономи та спеціалісти з охорони навколишнього середовища.

Регулярне обстеження стану ґрунту дозволяє своєчасно виявляти можливі забруднення. Необхідно дотримуватися правил поводження з відходами, що виникають під час обробки насіння. Після збору врожаю проводять аналіз залишків полімерів у насінні та ґрунті. Використання точного обладнання для обробки зменшує розпилення та втрати препарату.

Екологічний контроль включає спостереження за біорізноманіттям на ділянках. Навчання персоналу забезпечує правильне поводження з хімічними речовинами. Забороняється зливати залишки розчинів у відкриті водойми та каналізацію. Використання нормативів та методик контролю забруднення ґрунту зменшує екологічний ризик.

Важливо вести облік усіх обробок та препаратів для аналізу впливу на довкілля. Створення зон з покриттям рослинності допомагає зменшити ерозію та втрати речовин у повітря. Комплексний підхід до охорони навколишнього середовища забезпечує безпечне вирощування редьки олійної та збереження природних ресурсів.

Для забезпечення охорони навколишнього і природного середовища при застосуванні передпосівної обробки насіння редьки олійної необхідно дотримуватись низки охоронних моментів. По-перше, обов'язковим є використання біодеградабельних полімерних плівкоутворювачів, які не накопичуються в ґрунті та не утворюють стійких, токсичних метаболітів. По-друге, слід мінімізувати або повністю виключити використання хімічних протруйників, замінюючи їх на біофунгіциди та біостимулятори, які інкорпоруються у полімерну оболонку. По-третє, необхідно проводити строгий моніторинг кількісного та якісного складу ґрунтової мікрофлори після висіву, щоб вчасно виявити будь-які негативні зміни та оцінити біоремедіаційний

потенціал обробки. По-четверте, важливо регулювати норми витрати плівкоутворювачів та активних компонентів, використовуючи мінімально необхідні концентрації для досягнення бажаного агрономічного ефекту. По-п'яте, наукові звіти та публікації мають обов'язково містити розділ екологічної оцінки, де детально описуються методики та результати щодо впливу на нецільові організми та абіотичне середовище. По-шосте, необхідно проводити навчання аграріїв щодо безпечного поводження з обробленим насінням та утилізації залишків. По-сьоме, регулярне порівняння даних із паралелями в інших наукових дослідженнях дозволить удосконалити технологічні регламенти.

Таким чином, передпосівна обробка насіння редьки олійної за допомогою полімерних плівкоутворювачів є перспективною та екологічно виправданою агротехнологією. Вона забезпечує надійний захист посівного матеріалу та стимуляцію росту рослин при одночасному суттєвому зниженні екологічних ризиків. Систематичне впровадження цієї методики, з урахуванням вищезазначених охоронних заходів, сприятиме збереженню біорізноманіття, поліпшенню якості ґрунтів та забезпеченню екологічної стійкості агроландшафтів.

ВИСНОВКИ

У роботі здійснено теоретичне узагальнення та запропоновано наукове рішення, що полягає у дослідженні впливу різних полімерних плівкоутворювачів для передпосівної обробки насіння редьки олійної.

1. Передпосівна обробка насіння редьки олійної полімерними плівкоутворювачами підвищувала польову схожість обох сортів: хітозан 0,2% забезпечив 90 % (Кияночка) та 92 % (Факел), НРМС 2,0% – 88 % і 86 %, PVA 3,0% – 85 % і 83 %, тоді як контроль складав 78–80 %, що свідчить про стимулюючий ефект препаратів.

2. Встановлено, що висота рослин збільшувалася пропорційно ефективності препаратів: хітозан 0,2% підвищував її до 22,7 см (Кияночка) і 21,3 см (Факел), НРМС 2,0% – до 20,9 см і 19,8 см, PVA 3,0% – до 20,0 см і 19,2 см, порівняно з контролем 18,4 см і 17,1 см відповідно.

3. Досліджено, що довжина кореня при обробці хітозаном 0,2% зросла до 11,4 см (Кияночка) та 10,9 см (Факел), НРМС 2,0% – до 10,6 см і 10,1 см, PVA 3,0% – до 10,0 см і 9,8 см, порівняно з контролем 9,2 см та 8,7 см.

4. Визначено, що листкова площа збільшувалась: хітозан 0,2% – 58 см² і 54 см², НРМС 2,0% – 50 см² і 48 см², PVA 3,0% – 46 см² і 44 см², тоді як контроль мав 42 см² і 39 см².

5. Інтенсивність росту рослин варіювала від 0,57 до 0,78 см/добу, з найвищими показниками за хітозаном; коефіцієнт варіації V = 12–15 %.

6. Визначено, що надземна біомаса зросла при хітозані 0,2% до 5,1 г (Кияночка) та 4,9 г (Факел), НРМС 2,0% – 4,6 г і 4,4 г, PVA 3,0% – 4,3 г і 4,1 г, що на 20–34 % перевищувало контроль.

7. Досліджено, що інтенсивність ураження грибними хворобами зменшувалась: хітозан 0,2% – 7 % (Кияночка) і 8 % (Факел), НРМС 2,0% – 10 % і 11 %, PVA 3,0% – 12 % і 13 %, контроль – 18–20 %.

8. Кількість бур’янів зменшувалась: хітозан – 105 шт./м², НРМС – 115 шт./м², PVA – 122 шт./м², контроль – 138 шт./м²; проективне покриття відповідно 27–36 %.

9. Встановлено, що кількість рослин на 1 м² збільшилась: хітозан – 38 і 37 шт., НРМС – 37 і 36 шт., PVA – 36 і 35 шт., контроль – 35 і 34 шт.; кількість стручків на рослину відповідно 22–21, 20–19, 19–18, 18–17.

10. Вміст олії в насінні підвищувався: хітозан – 41,2 % і 40,5 %, НРМС – 39,8 % і 39,3 %, PVA – 39,0 % і 38,7 %, контроль – 38,5 % і 37,8 %.

11. Урожайність насіння зросла: хітозан 0,2% – 2,40 т/га (Кияночка) та 2,25 т/га (Факел), НРМС 2,0% – 2,15 т/га і 2,05 т/га, PVA 3,0% – 2,00 т/га і 1,95 т/га, контроль – 1,85 т/га і 1,75 т/га; коефіцієнт варіації V = 2,1–2,2 %.

12. Найвищі показники спостерігалися при застосуванні хітозану 0,2 %, який збільшував урожайність до 2,4 т/га (Кияночка) та 2,25 т/га (Факел), чистий прибуток до 77,8 тис. грн/га і 71,5 тис. грн/га та рентабельність до 338 % і 311 %. НРМС 2,0 % і PVA 3,0 % забезпечували помірне підвищення продуктивності та прибутковості, а контроль без обробки мав найнижчі показники.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення врожайності та якості насіння редьки олійної рекомендується обробляти насіння хітозаном 0,2%, що забезпечує приріст урожайності до 2,40 т/га у сорту Кияночка та до 2,25 т/га у сорту Факел, одночасно підвищуючи масу 1000 насінин та вміст олії до 41,2**%** і 40,5**%.**

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Рахметов, Д. Б., Козленко, О. М. (2010). Продуктивність ярих олійних культур в право бережному Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП 2010–3 (19). Електронний ресурс. Режим доступу: http://www. nbuv. gov. ua/e–journals/Nd/2010–3/10komfsu. pdf.*

2. Любич, В. В., Войтовська, В. І. (2023). Вміст жирних кислот в олії різних культур і її харчова цінність. *Уманський збірник*. 2023. Вип. 102. Ч.1.С. 233-240.

3. Tsytsiura, Yaroslav. "Evaluation of oilseed radish (Raphanus sativus l. var. oleiformis Pers.) oil as a potential component of biofuels." *Engenharia Agrícola* 43.spe (2023): e20220137.

4. Kononenko L. M., Voitovska V. I., Tretiakova S. O. Prospects for growing uncommon oilseeds in the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Innovative development of science and education. Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference. ISGT Publishing House*. Athens, Greece. 2020. Pp. 12-20. URL:http://sci-conf.com.ua.

5. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив. Я. Б. Блюм та ін. К. : Аграр Медіа Груп, 2014. 359 с.

6. Любич, В. В., Войтовська, В. І., Приходько, В. О. (2022). Характеристика жирно-кислотного складу олії сорго залежно від сортових особливостей. *Новітні агротехнології,* 10(3). https://doi.org/10.47414/na.10.3.2022.270522

7. Szatkowski, A., Antoszkiewicz, Z., Purwin, C., & Jankowski, K. J. (2024). Oilseed Radish: Nitrogen and Sulfur Management Strategies for Seed Yield and Quality—A Case Study in Poland. *Agriculture*, *14*(5), 755.

8. Рахметов Д.Б., Андрущенко О.Л., Рахметова С.О. та ін. Редька олійна і тифон - цінні олійні рослини для біопалива. Біологічні ресурси і новітні технології виробництва біопалив : *Ма-тер. наук. конф. (Київ, вересень, 2014). К.: Фітo.соціоцентр, 2*014. С. 73-82.

9. Tsytsiura, Y. "Potential of oilseed radish (Raphanus sativus l. var. oleiformis Pers.) as a multi-service cover crop (MSCC)." *Agronomy Research* 22.2 (2024).

10. Любич В. В., Войтовська В. І. (2024). Вміст жирних кислот і біологічна цінність олії, отриманої з пророслого зерна пшениці м'якої. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»*, (1), 11-14. https://doi.org/10.37734/2518-7171-2024-1-2

11. Polaczek, K., Kurańska, M. (2022). Hemp seed oil and oilseed radish oil as new sources of raw materials for the synthesis of bio-polyols for open-cell polyurethane foams. *Materials*, *15*(24), 8891.

12. Hemayati, S. S., Akbar, M. R. J. E., Ghaemi, A. R., & Fasahat, P. (2017). Efficiency of white mustard and oilseed radish trap plants against sugar beet cyst nematode. *Applied Soil Ecology*, *119*, 192-196.

13. Voitovska V., Tretiakova S., Kononenko L. Origin, introduction and phases of crambe abyssinica hochst. Under the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Innovative development of science and education. Abstracts of the 4th International scientific and practical conference*. ISGT Publishing House. Athens, Greece. 2020. Pp. 10-16. URL: https://sci-conf.com.ua.

14. Hemayati, S. S., Akbar, M. R. J. E., Ghaemi, A. R., & Fasahat, P. (2017). Efficiency of white mustard and oilseed radish trap plants against sugar beet cyst nematode. *Applied Soil Ecology*, *119*, 192-196.

15. Tsytsiura, Y., Sampietro, D. (2024). Allelopathic effects of annual weeds on germination and seedling growth of oilseed radish (Raphanus sativus L. var. oleiformis Pers.). *Acta fytotechnica et zootechnica:: ISSN 1336-9245*, *27*(1).

16. Prakhova, T. Y., Prakhov, V. A., Brazhnikov, V. N., & Brazhnikova, O. F. (2019). Oil seed crops-biodiversity, value and productivity. *Volga Region Farmland*, (3), 3.

17. Cholette, T. B., Soltani, N., Hooker, D. C., Robinson, D. E., & Sikkema, P. H. (2017). Effect of soybean and winter wheat herbicides on oilseed radish establishment and growth. *Canadian Journal of Plant Science*, *97*(6), 1175-1184.

18. Schmidt, Jan H., Maria R. Finckh, and Johannes Hallmann. "Oilseed radish/black oat subsidiary crops can help regulate plant-parasitic nematodes under non-inversion tillage in an organic wheat-potato rotation." *Nematology* 19.10 (2017): 1135-1146.

19. Gueritaine, Gaëlle, et al. "Fitness of backcross six of hybrids between transgenic oilseed rape (Brassica napus) and wild radish (Raphanus raphanistrum)." *Molecular Ecology* 11.8 (2002): 1419-1426.

20. Курта С. А., Струмінська О. О., Курта М. С. Природні полімерні плівкоутворювачі для передпосівної обробки насіння. *Вісник Прикарпатського національного університету.* Серія: Хімія. 2011. Вип. 13. С.123 – 130.

21. Баликіна О. Б., Трикоз Н. М. Інтегровані системи захисту рослин. *Контроль і захист рослин*. № 7, 2007. С. 19.

22. Панчук, М. В., Шлапак, Л. С., Курта, С. А., & Струмінська, О. О. (2011). Виробництво та використання біополімерів–шлях до покращення екології довкілля. *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*, (4), 92-101.

23. Краєвська, Л. С. (2017). Вплив передпосівної обробки насіння на врожайність квасолі звичайної (Phaseolus vulgarisss L.). *Агроекологічний журнал*, (2), 211-215.

24. Циганська, О. І. (2018). Вплив мінеральних добрив, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мікроелементами на якісні показники зерна сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво.*2018. № 8. С. 82-90.

25. Струмінська, О. О., Курта, С. А., & Куцела, О. Я. (2013). Використання біополімерних композицій для агрохімічної технології передпосівної обробки насіння. *Агроекологічний журнал*, (4), 74-78.

26. Гангур, В. В., Л. С. Єремко, and А. А. Кочерга. "Ефективність біостимуляторів за умови передпосівної обробки насіння соняшнику." *Вісник Полтавської державної аграрної академії* 3 (2020): 70-78.

27. Конончук, О. Б., Пида, С. В., & Пономаренко, С. П. (2012). Ростові процеси та бобово-ризобіальний симбіоз сої культурної за передпосівної

обробки насіння рістрегуляторами Регоплант і Стімпо. *Агробіологія*, (9), 103-106.

28. Волощук, О. П., et al. "Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин рістрегуляторами на перезимівлю ріпаку озимого." *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво* 54 (1) (2012): 15-24.

29. Камінський, В. Ф., Дворецька, С. П., & Костина, Т. П. (2012). Вплив передпосівної обробки насіння мікроелементами та біологічними препаратами на урожайність гороху. *Землеробство*, (84), 82-87.

30. Smith, S. E. Mycorrhizal symbiosis. Read. 3nd ens.London: academic Press, 2008. 845 p.

31. Телекало Н. В. Вливив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. *Сільське господарство* (2016). Фотосинтетична продуктивність гороху посівного залежно від в та лісівництво, (3), 65-75.

32. Маренич, М. М., Гангур, В. В., Попова, К. М., Ляшенко, В. В., Кабак, Ю. І. (2020). Ефективність гумінових стимуляторів за умови передпосівної обробки насіння зернових культур. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Сільське господарство. Рослинництво*, (3), 70-78.

33. Жеребко В. М. Оптимізація використання гербіцидів. *Контроль і захист рослин*. № 11, 2004. С. 12 –13.

34. Червінський, Л. С., Романенко, О. І. (2013). Електрофізичні методи передпосівної обробки насіння. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК, (184 (1)), 137-144.*

35. Цицюра, Я. Г. (2015). Редька олійна. Стратегія використання та вирощування. *монографія. Вінниця: Нілан ЛТД,* 2015.-624 с.

36. Цицюра, Я. Г., & Цицюра, Т. В. (2013). Динаміка росту сортів редьки олійної за різних норм висіву, способу сівби і удобрення. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, (3), 128-132.

37. Сайко В.Ф. Проблема забезпечення ґрунтів органічною речовиною. *Вісник аграрної науки*. № 5. 2003. С. 5-8.

38. БІЛОНІЖКА, Х. (2024). Насіннєва продуктивність сортів редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив. *Агронаука і практика*, *3*(2), 4-10.

39. Роїк М. В., Чернуський В. В., Войтовська В. І., Зінченко О. А., Мандровська С. М., Свідельська Н. М. Методологія принципів формування параметричних баз метаданих (big dātā) онтогенетичних станів рослин для порівняння ї х в цифровому форматі в селекційних розсадниках з метою оптимізації добору в технології селекції : науковометодичні рекомендації . Київ : Аграрна наука, 2024. 96 с.

40. Присяжнюк О.І., Климович Н.М., Войтовська В.І., Михайловин Ю.М. Методологія і організація наукових досліджень в сільському господарстві та харчових технологіях. Монографія. Вінниця, ТОВ «Нітлан-ЛТД», 2021. 300с.

41. Методи аналізу в агрономії та агроекології. Навчальний посібник. За редакцією Овчарука В.І., Харків, 2019. 369с.

42. Мостіпан М.І. Рослинництво. Лабораторний практикум. Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2015. 317с

43. Зозуля О.Л., Мамалига А.С. Селекція і насінництво польових культур. К.: Урожай, 1993. 416 с

44. Макро- та мікроелементи (обмін, патологія та методи визначення): монографія / М. В. Погорєлов та ін. Суми : Вид-во СумДУ, 2010. 147 с.

45. Косолап М. П. Гербологія: Навчальний посібник. К.: Арістей, 2004. 362 с.

46. ДСТУ 4136:2002 Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення схожості та енергії проростання. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 15 с.

47. ДСТУ ISO 659:2019 Насіння олійних культур. Визначення вмісту олії методом віджимання. Київ: Держспоживстандарт України, 2019. 12 с.

48. ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 35 с.

49. Методики сортовивчення та оцінки польових культур: Морфометрія, фітосанітарний контроль, оцінка урожайності. Київ: НААН України, 2018. 48 с.

50. Статистична обробка даних у сільському господарстві: дисперсійний аналіз, розрахунок середніх та коефіцієнтів варіації. Київ: Лабораторія статистики, 2020. 60 с.

51. Кислинська, А. С., Халеп, Ю. М. (2019). Економічна та біоенергетична ефективність комплексної передпосівної обробки насіння гречки Хетоміком та Діазобактерином. *Вісник аграрної науки*, (8), 73-79.

52. Маренич, М. М. "Передпосівна обробка насіння як елемент управління продуктивним потенціалом пшениці озимої." *Вісник Полтавської державної аграрної академії* 4 (2017): 42-46.

53. Єременко В. Г. Соціальна економіка. К.: Інформаційно-видавничий центр Держкомстату, 2013. 351 с.

54. Сендецький, В. М. (2017). Економічна ефективність вирощування соняшнику за передпосівного оброблення насіння регуляторами росту. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, (27), 316-320.

55. ДСТУ 4136:2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи сортовивчення. Київ: Держстандарт України, 2002. 45 с.

56. ДСТУ 2272:2008. Охорона праці. Загальні вимоги безпеки у сільському господарстві. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 32 с.

57. ДСП 8.8.1.002-98. Санітарні правила при роботі з пестицидами і агрохімікатами. Київ, 1998. 28 с.

58. ISO 11260:2017. Soil quality – Determination of effective cation exchange capacity. Geneva: International Organization for Standardization, 2017. 16 p.

59. Методика сортовивчення сільськогосподарських культур: посібник / За ред. І.П. Коваля. Київ: Урожай, 2015. 120 с.

60. ДСТУ 4136:2002. Фітопатологічний контроль та методики визначення ураження насіння. Київ: Держстандарт України, 2002. 50 с.

61. ДСТУ ISO 5725-1:2002. Методи визначення точності вимірювань. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 25 с.

62. Горностай, О. Б. (2014). Діяльність міжнародних організацій з охорони праці. *Науковий вісник НЛТУ України*, *24*(9), 368-375.

63. Вітовська, І. В. (2023). Управлінська діяльність в галузі охорони довкілля. *Науково-інформаційний вісник Івано-Франківського університету права імені Короля Данила Галицького: Журнал. Серія Право. Вип*, *15*(27), 135-139.

64. Бабіченко, В., Глухова, В., & Кравченко, Х. (2021). Бюджетне фінансування сфери охорони навколишнього природного середовища в Україні. *Облік і фінанси*, (3), 39-47.

65. Коніщук, В. В. (2017). Онтологія становлення екосозологічного та інвайронментологічного напрямів. *Агроекологічний журнал*, (2), 49-58.

66. Тарасенко, О. С., & Татаренко, С. В. Я. (2023). Огляд місця події у ході розслідування кримінальних правопорушень проти довкілля. *Київський юридичний журнал*, (4), 88-98.

67. Машков, О. А., Жукаускас, С. В., Нігородова, С. А., & Міхеєв, В. С. (2019). Розвиток теорії функціональної стійкості екологічних систем, як стійкості функціонала екологічної безпеки. *Екологічні науки: науково-практичний журнал. К. ДЕА*, 62-76.

68. Бут, Ю. (2011). Стратегічні пріоритети Європейського Союзу в сфері охорони навколишнього середовища та раціонального природокористування. *Актуальні проблеми міжнародних відносин*, (98 (2)), 6-8.

69. Вишневська О. М. Наближення до міжнародного законодавства у збереженні і відновленні навколишнього середовища України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2015. Вип. 4(87). С. 20-29.

70. Олефіренко, О. (2013). Правове регулювання співпраці України та Європейського союзу у сфері охорони навколишнього природного середовища. *Актуальні проблеми державного управління*, (3), 113-116.

71. Сливка, М. М. (2018). *Взаємодія суб'єктів охорони навколишнього природного середовища (адміністративно-правовий аспект)* (Doctoral dissertation, Львів, 2019).

ДОДАТОК

Порівняльна характеристика полімерних плівкоутворювачів для передпосівної обробки насіння редьки олійної

Показник	Хітозан 0,2 %	HPMC 2,0 %	PVA 3,0 %
Хімічна природа	Біополімер природного походження (дегацетильований хітин)	Гідроксипропілметилцелюлоза (напівсинтетичний полімер)	Полівінілацетат (синтетичний полімер)
Тип плівки	Біодеградована, дихаюча, антимікробна	Прозора, еластична, рівномірна	Міцна, водостійка, менш еластична
Основний механізм дії	Стимулює імунітет насіння, покращує водопоглинання, пригнічує патогени	Покращує регуляцію вологості, забезпечує рівномірне набухання	Захищає насіння від пересихання, повільне водопоглинання
Вплив на забур'яненість	зменшення на 20–25 %	зменшення на 10–15 %	незначне
Загальна ефективність	Висока (біостимулятор + захист)	Середня (вологоутримання + вирівнювання сходів)	Нижча (захисна, але без стимулюючого ефекту)
Переваги	Стимулює розвиток, підвищує стійкість, покращує урожайність	Забезпечує рівномірне проростання, безпечний	Дешевий, створює міцну захисну плівку
Недоліки	Дорожчий за синтетичні аналоги	Потребує точного дозування	Може зменшувати швидкість проростання
Оптимальна сфера застосування	Для підвищення врожайності та імунітету	Для вирівнювання сходів та покращення зволоження	Для захисту насіння за стресових умов