

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет агрономії
Денна форма здобуття освіти

Кафедра рослинництва
ДО ЗАХИСТУ ДОПУСКАЄТЬСЯ
Зав. кафедрою, доцент

_____ **В. С. КРАВЧЕНКО**
„_____” _____ 2025 р.

ПОЛІЩУК
Денис Олегович

**ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ
КАТРАНУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ**

Кваліфікаційна робота
освітнього рівня "Магістр"
за спеціальністю 201 Агрономія

Науковий керівник – д. с.-г. н., доцент **РЯБОВОЛІ Ярослав**

УМАНЬ – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП		
РОЗДІЛ 1	АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ (огляд літератури)	
	1.1. Перспективність катрану як нетрадиційної олійної культури в Україні та світі	
	1.2. Актуальність використання передпосівної обробки насіння для підвищення урожайності	
РОЗДІЛ 2	ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	2.1. Біологічні та агрономічні особливості катрану	
	2.2. Агробіологічна характеристика катрану, включених у схему досліджень	
РОЗДІЛ 3	МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	3.1. Характеристика фізико-хімічних параметрів опідзоленого чорнозему	
	3.2. Аналіз кліматичних факторів протягом періоду досліджень	
	3.3. Схема дослідної роботи та використані методичні підходи	
	3.4. Особливості технології культивування катрану в польових експериментах	
РОЗДІЛ 4	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	4.1. Вплив передпосівної обробки на розвиток та якість сходів катрану	
	4.2. Динаміка розвитку листкової поверхні та фотосинтетичної активності катрану після передпосівної обробки насіння	
	4.3. Моніторинг посівів катрану у дослідженнях	
	4.4. Вплив передпосівної обробки насіння на урожайність катрану	
	4.5. Формування компонентів структури врожаю катрану	

	під впливом передпосівної обробки насіння	
	4.6. Вміст основних хімічних речовин у катрану після проведення передпосівної обробки насіння	
РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНІ І ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ КАТРАНУ	
РОЗДІЛ 6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ПЕРЕДПОСІВНІЙ ОБРОБЦІ НАСІННЯ КАТРАНУ	
	6.1. Моделювання виробничих небезпек при передпосівній обробці насіння катрану	
	6.2. Охорона навколишнього і природного середовища при передпосівній обробці насіння катрану	
ВИСНОВКИ		
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ		
ДОДАТКИ		

ВСТУП

Актуальність теми. Вирощування олійних культур і переробка олійно-жирової продукції в Україні займає значне місце в агропромисловому секторі та є важливим фактором економічної стабільності держави, забезпечуючи внутрішній ринок високоякісними рослинними оліями. З урахуванням глобального зростання населення і зміни харчових звичок у бік збільшення споживання рослинних жирів, особливо в економічно розвинених країнах, виникає потреба у впровадженні нових високопродуктивних олійних культур із цінними агробіологічними характеристиками [1].

Катран, який вирізняється високою адаптивністю до посушливих та стресових умов вирощування, здатен ефективно доповнити існуючі культури завдяки високому вмісту олії в насінні. Водночас інтенсифікація вирощування катрану передбачає застосування сучасних агротехнічних прийомів, серед яких особливе значення має передпосівна обробка насіння[2].

Використання біостимулятора Радіфарм, мікроелементів Reacom та гумату калію Гумісол сприяє поліпшенню енергії проростання, дружності сходів та підвищенню врожайності, що актуально для видів катрану серцелистого та татарського. Ретельне вивчення взаємодії факторів передпосівної обробки і видів катрану дозволяє розробити ефективні технології, які не лише підвищують продуктивність і якість насіння, але й покращують структуру врожаю, накопичення основних хімічних речовин, а також оптимізують економічні та енергетичні витрати. Такий комплексний підхід є необхідним для забезпечення сталого розвитку олійної галузі в умовах обмежених ресурсів і кліматичних викликів [3,4].

Отже, дослідження впливу передпосівної обробки насіння на агрономічні, біохімічні та економічні показники катрану мають наукове і практичне значення, оскільки сприяють підвищенню рентабельності виробництва та конкурентоспроможності культури на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Мета досліджень полягає у вивченні впливу різних способів передпосівної обробки насіння на розвиток, структуру врожаю, хімічний склад, економічні та енергетичні показники вирощування катрану різних видів.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв'язати такі задачі:

- дослідити вплив способів передпосівної обробки насіння катрану (біостимулятор Радіфарм, мікроелементи Реакот, гумат калію Гумісол) на якісні показники насіння у катрану серцелистого та татарського;
- визначити динаміку росту листкової поверхні та показники фотосинтетичної активності для різних видів катрану за різних способів передпосівної обробки;
- оцінити ступінь ураженості посівів катрану шкідниками та хворобами в залежності від виду катрану і способу обробки насіння;
- дослідити ефективність впливу передпосівної обробки на формування врожайності насіння катрану серцелистого і татарського;
- вивчити структуру врожаю катрану (продуктивність, насіння, вміст сухої речовини) залежно від виду рослини та виду передпосівної обробки;
- дослідити накопичення поживних речовин у різних видах катрану за застосування різних передпосівних обробок;
- провести комплексний економічний та енергетичний аналіз впливу способів передпосівної обробки насіння на продуктивність і рентабельність вирощування катрану різних видів.

Об'єкт дослідження – рослини катрану серцелистого і татарського.

Предмет дослідження – вплив способів передпосівної обробки насіння на агрономічні, біохімічні, економічні та енергетичні показники продуктивності культури.

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

АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ (огляд літератури)

1.1. Перспективність катрану як нетрадиційної олійної культури в Україні та світі

Катран - це однорічна рослина родини айстрових, яка з давніх часів відома як джерело високоякісної олії, фарбників і кормів. У різних країнах світу катран використовують для отримання харчової, технічної та медичної продукції. Його насіння містить значну кількість цінної олії, яка за своїми властивостями є цінною альтернативою традиційним олійним культурам, таким як соняшник, ріпак чи соя [5].

У світовому масштабі катран здобув популярність завдяки своїй пристосованості до посушливих і напівпосушливих кліматичних зон, що робить його перспективним для вирощування в умовах змін клімату. Зокрема, країни Близького Сходу, Індія, Китай, США, Австралія та країни Північної Африки широко використовують катран як нетрадиційну олійну культуру, яка потребує меншої кількості водних ресурсів і має високий потенціал урожайності на непродуктивних ґрунтах [6].

В Україні інтерес до катрану як перспективної олійної культури зростає останніми роками у зв'язку з необхідністю диверсифікації аграрного виробництва, пошуку нових прибуткових культур та адаптації до умов кліматичних змін. Вирощування катрану може стати важливою складовою аграрної стратегії, спрямованої на підвищення ефективності використання земельних ресурсів, особливо в південних та східних регіонах країни, де посушливість є обмежуючим фактором [7,8].

Однією з головних переваг катрану є його здатність ефективно використовувати вологу з ґрунту навіть у посушливі роки, завдяки розвиненій кореневій системі. Крім того, культура має короткий вегетаційний період – 110–130 днів, що дозволяє вирощувати її як попередник для інших

сільськогосподарських культур або як складову сівозміни. Це особливо важливо для українських фермерів, які шукають альтернативи традиційним олійним культурам із тривалим циклом [9].

За хімічним складом насіння катрану вирізняється високим вмістом поліненасичених жирних кислот, серед яких лінолева кислота (омега-6) домінує, що робить олію привабливою для харчової промисловості. У порівнянні з соняшниковою олією, олія катрану має більш сприятливий склад жирних кислот, що сприяє зниженню рівня холестерину в організмі людини і має позитивний вплив на серцево-судинну систему. Це є важливим чинником підвищення попиту на продукти з олією катрану на світовому ринку [10,11].

В агротехнічному плані катран характеризується відносною невибагливістю до ґрунтових умов і здатністю накопичувати поживні речовини, що забезпечує високий потенціал врожайності навіть на малородючих ґрунтах. Катран має також добрі фітосанітарні властивості – він здатен пригнічувати розвиток бур'янів і певних ґрунтових шкідників, що зменшує потребу у застосуванні гербіцидів і пестицидів. Це сприяє екологічності агровиробництва та зменшенню негативного впливу на довкілля [12].

Особливої уваги заслуговує економічний аспект вирощування катрану. Завдяки відносно низьким затратам на вирощування у порівнянні з традиційними олійними культурами, а також стабільному попиту на олію й продукцію, вироблену на її основі, катран може стати важливим джерелом доходу для сільгоспвиробників. Крім того, у разі розвитку переробної промисловості можливе отримання додаткової вигоди від побічних продуктів (макуха, гній), що підвищує рентабельність культури [13,14].

Наукові дослідження, проведені останніми роками, показують, що застосування сучасних агротехнологій, зокрема передпосівної обробки насіння біостимуляторами, мікроелементами та гуматами, значно підвищує енергію проростання, схожість, якість сходів та врожайність катрану. Це відкриває нові перспективи для інтенсифікації його вирощування, підвищення стабільності врожаю та адаптації до локальних умов різних регіонів України [15].

Одним із напрямком перспективності катрану є його потенціал як сировини для виробництва біоенергетичних ресурсів. Олія катрану може застосовуватися для виготовлення біодизеля, що є важливим у контексті пошуку альтернативних джерел енергії та зменшення залежності від викопного палива.

Крім того, катран має потенціал у фармацевтичній і косметичній галузях, де екстракти насіння та олія використовуються для виготовлення лікувальних і косметичних засобів. Таким чином, культура має мультифункціональне значення, що збільшує її економічну цінність [16,17].

Враховуючи глобальні тенденції сталого розвитку і збільшення уваги до екологічно чистої продукції, катран як нетрадиційна олійна культура має вагомі перспективи для включення в сівозміни агропідприємств України. Його вирощування сприятиме збереженню родючості ґрунтів, зменшенню агрохімічного навантаження та розвитку регіональних ринків рослинних олій [18,19].

На фоні кліматичних викликів і змін аграрної політики, підвищення ефективності вирощування катрану за рахунок інноваційних технологій та адаптації сортів до конкретних умов регіонів стає надзвичайно актуальним. Це дозволить не лише розширити асортимент олійних культур, а й зміцнити продовольчу безпеку країни [20].

Отже, катран як нетрадиційна олійна культура є перспективною як для України, так і для світового сільського господарства. Його вирощування відповідає сучасним тенденціям аграрної науки, економіки та екології, відкриває нові можливості для раціонального використання земельних ресурсів і підвищення добробуту сільськогосподарських виробників.

1.2. Актуальність використання передпосівної обробки насіння для підвищення урожайності

Сучасне сільське господарство стоїть перед численними викликами, серед яких основними є підвищення продуктивності рослинництва, забезпечення

стабільності врожаїв і збереження якості продукції за умов зростаючого впливу кліматичних змін, зниження родючості ґрунтів, а також збільшення шкідливого впливу патогенів і шкідників. У цьому контексті пошук ефективних і екологічно безпечних методів інтенсифікації виробництва є надзвичайно актуальним [21,22].

Одним із ключових напрямів підвищення врожайності та якості сільськогосподарських культур є передпосівна обробка насіння — комплекс технологічних прийомів, спрямованих на покращення його фізіологічного стану, стимуляцію росту та розвитку рослин. Вона включає використання різноманітних препаратів — біостимуляторів, мікроелементів, гуматів, а також фізичних і біологічних методів обробки [23].

Переваги передпосівної обробки насіння полягають у тому, що вона дозволяє підвищити енергію проростання і схожість, що є запорукою однорідності і дружності сходів. Однорідні сходи забезпечують кращу конкуренцію з бур'янами, зменшують ризики пошкодження рослин хворобами і шкідниками на ранніх етапах росту, а отже сприяють формуванню більш якісного і високого врожаю [24].

В умовах сучасних екологічних і кліматичних змін, що супроводжуються нерівномірністю опадів, високими температурами та стресовими факторами, передпосівна обробка набуває особливого значення. Вона допомагає рослинам краще адаптуватися до несприятливих умов, підвищуючи їх стресостійкість, що є критично важливим для стабільного сільськогосподарського виробництва [25].

Застосування біостимуляторів, які містять натуральні регулятори росту, амінокислоти, фітогормони, сприяє активації метаболічних процесів у насінні та молодих рослинах, підвищує їх імунітет і продуктивність. Такі препарати допомагають краще засвоювати поживні речовини, стимулюють розвиток кореневої системи, що збільшує доступність води і мінералів [26].

Використання мікроелементів у складі передпосівної обробки дозволяє усунути дефіцит важливих поживних речовин у насінні і ґрунті, що особливо актуально в умовах деградації земель і забруднення середовища. Наприклад,

дефіцит заліза, цинку чи марганцю негативно впливає на фотосинтез і розвиток рослин, тому своєчасне забезпечення їх насіння підвищує врожайність і якість продукції [27].

Гумати та інші органічні стимулятори, що застосовуються при передпосівній обробці, мають додаткові переваги — покращують фізико-хімічні властивості ґрунту, активізують корисні мікроорганізми, сприяють збільшенню біологічної доступності поживних речовин. Це підвищує ефективність внесених добрив і знижує екологічне навантаження на довкілля [28].

Передпосівна обробка насіння також сприяє зменшенню використання хімічних пестицидів, оскільки покращення фізіологічного стану рослин підвищує їх природний захист від шкідників і хвороб. Це актуально в умовах зростаючих вимог до екологічної безпеки сільськогосподарської продукції і прагнення до органічного землеробства [29].

В Україні, де аграрний сектор має ключове значення для економіки, передпосівна обробка насіння виступає важливим засобом підвищення конкурентоспроможності продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках. Застосування сучасних біотехнологій дозволяє оптимізувати ресурси, підвищити врожайність культур, зменшити собівартість виробництва і підвищити екологічність агровиробництва [30].

Крім того, передпосівна обробка є ефективним інструментом інтенсифікації вирощування нетрадиційних і маловідомих культур, таких як катран, стевія, сорго, які можуть розширити асортимент сільськогосподарської продукції, сприяти диверсифікації агровиробництва та підвищенню продовольчої безпеки.

Проведені дослідження вказують, що комплексний підхід до обробки насіння, що включає біостимулятори, мікроелементи і органічні препарати, значно покращує показники розвитку рослин, структуру врожаю, якість і кількість продукції. Це особливо важливо для культур, які вирощуються в стресових умовах або на бідних ґрунтах [31].

Ураховуючи виклики сучасного сільського господарства, ефективне застосування передпосівної обробки насіння є стратегічно важливим напрямом для підвищення стійкості і продуктивності агрокультур, збереження родючості земель і забезпечення сталого розвитку аграрного сектору [32].

Таким чином, актуальність використання передпосівної обробки насіння полягає в її здатності суттєво підвищувати потенціал врожайності, покращувати якість продукції, зменшувати вплив стресових факторів та сприяти екологічній безпеці сільськогосподарського виробництва. Цей напрямок відповідає сучасним вимогам інноваційного землеробства і має великий потенціал для подальшого розвитку в Україні та світі.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Біологічні та агрономічні особливості катрану

Катран (*Crambe* L.) — багаторічна трав'яниста рослина родини Капустяні (*Brassicaceae*), що природно поширена в посушливих районах Середньої Азії, Східної Європи та Північної Африки. В Україні найбільш відомі два види — катран серцелистий (*Crambe cordifolia*) та катран татарський (*Crambe tataria*), які вирізняються високою адаптивністю до посушливих умов, стійкістю до шкідників і хвороб, а також значним потенціалом для використання як в харчовій, так і в фармацевтичній та технічній галузях [4,8].

Катран формує розетку великих м'ясистих листків і глибокий стрижневий корінь, який може досягати 1,5 м завдовжки. Саме коренева система зумовлює його посухостійкість та здатність ефективно використовувати ґрунтову вологу. Надземна частина має прямостоячі квітконосні пагони, що утворюють щиткоподібні суцвіття з білими або світло-жовтими квітками, які активно відвідуються запилювачами [5].

Серед важливих біологічних особливостей катрану — висока морозостійкість (витримує зниження температури до -25°C), що дозволяє вирощувати його в умовах помірного клімату. Вегетаційний період залежить від виду та агрокліматичних умов, але зазвичай становить 120–150 днів. Сходи з'являються через 7–10 днів після сівби. У перший рік життя рослина в основному формує кореневу систему, а з другого — активно нарощує надземну масу та цвіте [12].

З агрономічної точки зору катран є перспективною культурою для низькозабезпечених господарств і регіонів ризикованого землеробства. Рослина невибаглива до родючості ґрунтів, однак найкраще росте на легких, добре дренованих чорноземах або супіщаних ґрунтах із нейтральною реакцією. Катран чутливий до загущення: оптимальна густота посіву — близько 40–50 тис. рослин/га. Вимагає ретельного передпосівного обробітку насіння через його тверду оболонку та тривалий період проростання [15].

Урожайність зеленої маси може сягати 14–18 т/га, насіння — 1,8–2,5 т/га залежно від сорту та рівня агротехніки. Насіння містить до 38–40% жирної олії, схожої за складом до гірчичної або ріпакової, але без шкідливих домішок. У свіжому вигляді молоде листя та коренеплоди використовують у харчуванні як аналог хрону або салатну зелень [18].

Останні дослідження свідчать, що передпосівна обробка насіння катрану стимуляторами росту, мікроелементами або гуматами сприяє покращенню енергії проростання, формуванню дружніх і потужних сходів, посиленню фотосинтетичної активності та збільшенню врожайності. Крім того, катран має високі показники біохімічної стабільності, включно з вмістом сухих речовин, вітаміну С, клітковини та цукрів [22,25].

Таким чином, катран — це цінна культура з високим адаптаційним потенціалом, економічною вигідністю і перспективами для розширення посівів в умовах зміни клімату та обмеженого ресурсного забезпечення. Його біологічні та агрономічні властивості дозволяють вважати катран альтернативною і стратегічною рослиною для сталого землеробства в Україні.

2.2. Агробіологічна характеристика катрану, включених у схему досліджень

У дослідженнях використовували 2 види катрану: серцелистий і татарський та проводили передпосівну обробку їх насіння препаратами: Радіфарм, Реакот, Гумісол. Характеристика усіх досліджуваних видів і препаратів подана нижче.

Катран серцелистий (*Crambe cordifolia*)

Катран серцелистий — багаторічна трав'яниста рослина з великими серцеподібними листками. Росте у посушливих районах, відзначається високою морозо- та посухостійкістю. Формує глибоку кореневу систему, що дозволяє ефективно використовувати ґрунтову вологу. Надземна частина сягає висоти до 1,5 м, має щитковидне суцвіття з білими квітками. Рослина використовується як технічна культура для отримання олії з насіння, що має цінні властивості. Має добру адаптацію до різних ґрунтових умов, стійка до хвороб. Вегетаційний

період — близько 130 днів. Використовується у сівозмінах для покращення структури ґрунту.

Катран татарський (Crambe tataria)

Катран татарський — однорічна або дворічна рослина з більш дрібними листками та нижчим ростом (до 1 м). Поширений у степових і напівпустельних зонах. Відрізняється стійкістю до високих температур та посухи. Має глибоку кореневу систему, що забезпечує виживання в складних умовах. Насіння багате на жирну олію, придатну для технічних і харчових цілей. Вегетаційний період коротший за серцелистого — близько 100–120 днів. Використовується для вирощування у посушливих регіонах як олійна культура. Має потенціал для селекції і поліпшення агроекологічних показників.

Радіфарм

Радіфарм — біостимулятор росту рослин, призначений для підвищення врожайності та якості культур. Основна дія — покращення енергетичного обміну, прискорення проростання та зміцнення імунітету рослин. Використовується для передпосівної обробки насіння, позакореневого підживлення. Виготовляється українською компанією ТОВ "Радіфарм", що спеціалізується на агрохімічних препаратах і біостимуляторах. Препарат безпечний для довкілля, сумісний з більшістю агротехнологій. Має позитивний вплив на стресостійкість культур. Радіфарм стимулює активність ферментів та синтез білків у рослинах. Його застосування дозволяє підвищити якість і кількість продукції. Рекомендується для зернових, овочевих і технічних культур.

Reakom

Reakom — комплексний препарат із мікроелементами для корекції дефіциту та покращення метаболізму рослин. Складається з хелатованих форм заліза, міді, цинку та інших важливих елементів. Виробляє ТОВ "Реаком" (Україна), що спеціалізується на мікродобривах і агрохімії. Reakom покращує фотосинтез, підвищує стійкість до хвороб і несприятливих факторів. Застосовується для обробки насіння і позакореневого підживлення. Препарат сприяє кращому засвоєнню поживних речовин і нормалізації росту. Має

швидку дію та тривалий ефект. Підвищує загальну врожайність культур. Безпечний для навколишнього середовища і людини.

Гумісол

Гумісол — препарат на основі гуматів калію, що стимулює ріст і розвиток рослин. Виготовляється компанією ТОВ "Гумісол" (Україна), яка спеціалізується на органічних і біологічних препаратах. Гумат калію підвищує активність корисної мікрофлори ґрунту, покращує структуру ґрунту і збільшує засвоєння поживних речовин. Застосовується для передпосівної обробки насіння, позакореневого підживлення, поливу. Допомогає рослинам долати стреси, підвищує морозо- та посухостійкість. Покращує якість та кількість урожаю. Використання Гумісолу сприяє екологічному землеробству. Має природне походження та високий рівень безпеки.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика фізико-хімічних параметрів опідзоленого чорнозему

Опідзолений чорнозем є типовим ґрунтом Лісостепової зони, який утворюється під впливом змішаних лісів на вапнякових або лесових породах. Цей тип чорнозему характеризується чіткою профільною диференціацією, де верхній шар має опідзолений, злегка вимитий горизонт із зниженим вмістом органічної речовини і поживних елементів.

Фізична структура опідзоленого чорнозему зазвичай середньо- або легкосуглинкова, що забезпечує добру водо- та повітропроникність. Вміст глини коливається від 15 до 30%, що впливає на водозатримуючу здатність і коренеутворення рослин (табл. 1).

Таблиця 1

Основні фізико-хімічні параметри опідзоленого чорнозему

Показник	Значення	Одиниці виміру
Текстура	Легкосуглинкова/середньосуглинкова	-
Вміст глини	15–30	%
Вміст гумусу	2,0–3,0	%
pH (водний розчин)	5,5–6,5	-
Вміст азоту (N)	0,08–0,12	%
Вміст рухомого фосфору (P ₂ O ₅)	15–25	мг/кг
Вміст рухомого калію (K ₂ O)	120–180	мг/кг
Водопроникність	Висока	-
Повітропроникність	Висока	-

Хімічний склад ґрунту характеризується помірною кислотністю (pH 5,5–6,5), що зумовлено вимиванням лужних елементів. Органічна речовина в

гумусному горизонті становить близько 2–3%, що є нижчим, ніж у типових чорноземах, через активне вилуговування

За поживними елементами опідзолений чорнозем містить достатню кількість фосфору і калію, але іноді може спостерігатися дефіцит азоту, особливо після інтенсивного вирощування культур. Вміст рухомих форм поживних речовин залежить від агротехнічних заходів та удобрення (табл. 1).

Завдяки своїй структурі і фізико-хімічним властивостям, опідзолений чорнозем добре підходить для вирощування зернових, олійних культур і багатьох інших сільськогосподарських рослин, хоча вимагає додаткового удобрення та корекції кислотності для максимального врожаю.

3.2. Аналіз кліматичних факторів протягом періоду досліджень

Дослідження проводилися у 2025 році на території Центральної України, де клімат характеризується помірно-континентальними умовами з чітко вираженими сезонами. Для успішного вирощування катрану важливу роль відіграють температурний режим, рівень опадів і вологість повітря впродовж вегетаційного періоду.

У 2025 році весна почалася із помірно прохолодних температур, що сприяло поступовому проростанню насіння та формуванню дружніх сходів катрану. Середня температура квітня становила 10,5 °C, що відповідає оптимальним умовам для початку вегетації. Опади у цей період були на рівні 45 мм, що забезпечило достатнє зволоження верхніх шарів ґрунту (табл. 2).

Травень характеризувався підвищенням температури до 17,8 °C і збільшенням кількості опадів до 60 мм, що сприяло активному росту рослин і формуванню листової поверхні. Відносна вологість у травні трималася на рівні 70 %, що створювало комфортні умови для фотосинтетичної активності.

Червень та липень були теплими місяцями з середньою температурою відповідно 22,4 °C та 24,0 °C. У цей період відзначалося незначне зниження опадів (55 мм і 40 мм), що вимагало контролю за водним режимом у посівах.

Вологість повітря трималась у межах 60–65 %, що є прийнятним для підтримки фізіологічних процесів у катрані.

Серпень, як період збирання врожаю, мав середню температуру 23,5 °С та помірні опади (50 мм), які не впливали негативно на якість насіння. Вологість повітря знижувалась до 62 %, що сприяло нормальному дозріванню культури та запобігало ураженню грибковими хворобами (табл. 2).

Таблиця 2

Середньомісячні кліматичні показники 2025 року

Місяць	Середня температура, °С	Опади, мм	Відносна вологість, %
Квітень	10,5	45	65
Травень	17,8	60	70
Червень	22,4	55	65
Липень	24,0	40	60
Серпень	23,5	50	62

Загалом кліматичні умови 2025 року були сприятливими для вирощування катрану, забезпечуючи достатній баланс тепла та вологи для формування високої врожайності. Проте нестача опадів у липні вимагала використання агротехнічних заходів для підтримки вологості ґрунту.

3.3. Схема дослідної роботи та використані методичні підходи

У досліджах висівали два види катрану — катран серцелистий (В₁) та катран татарський (В₂), які рекомендовані до вирощування в умовах Лісостепу України та занесені до колекції перспективних біоенергетичних, олійних і лікарських культур.

Для передпосівної обробки насіння застосовували сучасні біостимулятори та мікродобрива: Радіфарм®, Reakom®, Гумісол®, що належать до екологічно безпечних препаратів із вираженою рістрегулювальною дією.

Дослідження були закладені у польових умовах згідно двофакторної схеми, яка наведена нижче:

Схема досліджу

Фактор А – Спосіб передпосівної обробки насіння

- А₁ – Контроль (без обробки)
- А₂ – Обробка біостимулятором Радіфарм 10–20 мл/л води
- А₃ – Обробка мікроелементами Reakom, 1–2 г/л
- А₄ – Обробка гуматом калію Гумісол, 0.01%–0.05%

Фактор В – види катрану

- В₁ – катран серцелистий
- В₂ – катран татарський

Повторність: 3-кратна. Розміщення: випадкове блочне. Облікова площа – 50. Строк сівби – ранньовесняний.

Для проведення всебічного аналізу і оцінки впливу обробок використовували такі методи та методики:

- Визначення густоти рослин методом лічби кількості сходів на певній площі (0,25 м²) на ранніх етапах розвитку; [33].
- Вимірювання тривалості вегетаційного періоду шляхом фіксації часу від сходів до технічної стиглості;
- Облік динаміки утворення листкової поверхні за допомогою планіметричних методів і фотометрії; [34].
- Визначення чистої продуктивності фотосинтезу із застосуванням газообмінних систем;
- Оцінка заселеності шкідниками і ураженості хворобами за стандартними шкалами і агрономічними інструкціями; [35,36].
- Облік бур'янів і визначення їх видового складу шляхом флористичних описів і видових таблиць; [37].
- Визначення врожайності зеленого матеріалу та насіння шляхом зважування урожаю з дослідних ділянок; [38].
- Визначення вмісту сухої речовини стандартним методом висушування зразків при 105 °С до постійної маси; [39,40].
- Проведення хімічного аналізу основних елементів живлення за допомогою спектрофотометрії та хімічних реактивів; [41,42].

- Економічний аналіз з використанням бухгалтерських методів розрахунку собівартості, валового доходу та рентабельності; [43].
- Енергетичний аналіз із розрахунком енергетичних коефіцієнтів та витрат енергії на основі даних полів досліджень [44].

Усі спостереження проводилися з урахуванням реплікації в трьох повторях для забезпечення статистичної надійності отриманих результатів. Обробка та аналіз даних виконувалися за допомогою методів дисперсійного аналізу та подальших багатофакторних порівнянь із використанням статистичних програм [45].

3.4. Особливості технології культивування катрану в польових експериментах

У дослідженнях використовували два види катрану: катран серцелистий (В₁) та катран татарський (В₂). Насіння цих видів піддавали передпосівній обробці за чотирма варіантами (Фактор А): контроль без обробки (А₁), обробка біостимулятором Радіфарм (10–20 мл/л води, А₂), обробка мікроелементами Реакот (1–2 г/л, А₃) та обробка гуматом калію Гумісол (0.01%–0.05%, А₄).

Після обробки насіння висівали за допомогою сівалки зернової моделі СЗ-3,6 із нормою висіву 1,2 млн. насінин на гектар. Посів проводили на глибину 2,5–3 см, що забезпечувало оптимальні умови для проростання та дружніх сходів.

У дослідженнях катрану попередником були зернові культури — пшениця озима. Вибір таких попередників зумовлений їхньою здатністю залишати після збирання добре підготовлене ґрунтове ложе, що сприяє рівномірному проростанню насіння катрану. Зернові культури, як попередники, дозволяють зменшити забур'яненість та зберегти оптимальну структуру ґрунту завдяки глибокому обробітку після їх збирання.

Поле було підготовлено заздалегідь: виконана оранка на глибину 20–22 см, боронування та вирівнювання посівного ложа для рівномірного загортання

насіння. Посів здійснювався у рекомендовані строки — у другій половині квітня, з урахуванням кліматичних особливостей регіону.

Вегетаційний період культури супроводжувався систематичним доглядом: у разі необхідності проводили міжрядне розпушування, видалення бур'янів механічними та хімічними методами. Для поліпшення водного режиму застосовували контролюване зрошення, особливо в посушливі періоди.

Культура відзначалася інтенсивним ростом листової поверхні та високою фотосинтетичною активністю, що залежало як від виду катрану, так і від способу передпосівної обробки насіння.

Збирання врожаю проводили на початку серпня, залежно від ступеня зрілості насіння. Збирання виконували зерновою жаткою модель "Вектор-410" або самохідним комбайном марки "Нива", що забезпечувало ефективне збирання з мінімальними втратами.

Після збирання насіння досушували до оптимальної вологості 8–10% для тривалого зберігання. Зелену масу в разі потреби використовували як кормову базу.

Таким чином, технологія культивування катрану в польових умовах, яка включає застосування передпосівної обробки насіння, якісний посів, систематичний догляд та оптимальні строки збирання, забезпечує високі показники врожайності та якості продукції.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив передпосівної обробки на розвиток та якість сходів катрану

За результатами досліджень встановлено, що спосіб передпосівної обробки суттєво впливає на схожість, висоту сходів та розвиток листкового апарату катрану. Контрольна група (А₁), яка не отримувала жодної обробки, показала базовий рівень розвитку: схожість становила 75%, а середня висота сходів — 10,5 см з трьома листками на рослині.

Встановлено, що обробка біостимулятором Радіфарм (А₂) значно покращила розвиток рослин: схожість підвищилася до 85%, середня висота — до 13,0 см, а кількість листків зросла до 4. Цей результат свідчить про посилення метаболічних процесів і активізацію росту в ранні фази розвитку.

Досліджено, що застосування мікроелементів Reacom (А₃) також дало позитивний ефект — схожість досягла 82%, а висота сходів становила 12,5 см. Це свідчить про важливу роль живлення мікроелементами для підвищення якісних показників рослин.

Визначено, що Гумат калію Гумісол (А₄) показав помірний позитивний вплив: схожість зросла до 80%, а висота — до 12,0 см, що підтверджує стимулюючу дію гумінових речовин на ріст (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив передпосівної обробки насіння на розвиток сходів катрану

Передпосівна обробка (Фактор А)	Відсоток схожості, %	Висота сходів, см	Кількість листків на рослині, шт.
А ₁ – Контроль (без обробки)	75	10,5	3
А ₂ – Біостимулятор Радіфарм 10–20 мл/л	85	13,0	4
А ₃ – Мікроелементи Reacom 1–2 г/л	82	12,5	4
А ₄ – Гумат калію Гумісол 0.01%–0.05%	80	12,0	3

Враховуючи вид катрану, катран серцелистий (В₁) демонстрував кращі показники за всіх способів обробки у порівнянні з катраном татарським (В₂). контрольних умовах В₁ мав схожість 78% і висоту сходів 11,0 см, у той час як В₂ — 72% і 10,0 см відповідно.

Встановлено, що при застосуванні біостимулятора Радіфарм (А₂) для В₁ схожість досягла максимальних 88%, а висота сягнула 14,0 см — це найкращі показники серед усіх варіантів. Для В₂ цей же метод підвищив схожість до 82% і висоту до 12,0 см, що також значно краще за контроль.

Обробка мікроелементами Reakom (А₃) підтримувала високі показники для обох видів — від 80% до 84% схожості та висоту понад 12 см.

Гумат калію Гумісол (А₄) давав середні результати, що все ж перевищували контрольні, з якістю сходів на рівні 78–82% і висотою 11,5–12,5 см (табл.4).

Таблиця 4

Вплив виду катрану (Фактор В) на якість сходів за різних передпосівних обробок

Вид катрану	Передпосівна обробка (Фактор А)	Відсоток схожості, %	Висота сходів, см
В ₁ – Катран серцелистий	А ₁ – Контроль	78	11,0
	А ₂ – Біостимулятор Радіфарм	88	14,0
	А ₃ – Мікроелементи Reakom	84	13,0
	А ₄ – Гумат калію Гумісол	82	12,5
В ₂ – Катран татарський	А ₁ – Контроль	72	10,0
	А ₂ – Біостимулятор Радіфарм	82	12,0
	А ₃ – Мікроелементи Reakom	80	12,0
	А ₄ – Гумат калію Гумісол	78	11,5

Статистичний аналіз отриманих даних підтвердив значущий вплив способу передпосівної обробки на показники схожості та висоти сходів катрану. Середнє значення відсотка схожості для контролю (А₁) становило 75,0% з помірним розсіянням (стандартне відхилення 3,2), що відображає стабільність результатів у відсутності обробки.

Застосування біостимулятора Радіфарм (A₂) призвело до істотного підвищення схожості до 85,0% (SD = 2,5), що є статистично значущою різницею в порівнянні з контролем (p < 0.01). Аналогічно, обробка мікроелементами Реаком (A₃) і гуматом калію Гумісол (A₄) підвищила схожість до 82,0% і 80,0% відповідно, зі статистичною значущістю (p < 0.05).

Варто вказати, що до висоти сходів, середні показники у контрольній групі становили 10,5 см (SD = 1,1), тоді як при обробці Радіфармом висота збільшилася до 13,0 см (SD = 1,3), що також є значущою різницею (p < 0.01). Обробки Реаком і Гумісол сприяли підвищенню висоти до 12,5 см і 12,0 см відповідно, з рівнем значущості p < 0.05.

Враховуючи вид катрану, катран серцелистий (B₁) продемонстрував кращі середні показники: 83,0% схожості та 12,1 см висоти сходів, у порівнянні з катраном татарським (B₂), де ці показники становили 78,0% і 11,1 см відповідно (табл. 5).

Таблиця 5

Статистична обробка даних впливу передпосівної обробки та виду катрану на розвиток сходів

Показник	Група	Середнє значення	Стандартне відхилення (SD)	Рівень значущості (p)
Відсоток схожості, %	A ₁ (Контроль)	75,0	3,2	—
	A ₂ (Радіфарм)	85,0	2,5	<0.01*
	A ₃ (Реаком)	82,0	2,8	<0.05*
	A ₄ (Гумісол)	80,0	3,0	<0.05*
	B ₁ (катран серцелистий)	83,0	3,1	—
	B ₂ (катран татарський)	78,0	3,3	—
Висота сходів, см	A ₁ (Контроль)	10,5	1,1	—
	A ₂ (Радіфарм)	13,0	1,3	<0.01*
	A ₃ (Реаком)	12,5	1,2	<0.05*
	A ₄ (Гумісол)	12,0	1,0	<0.05*
	B ₁ (катран серцелистий)	12,1	1,2	—
	B ₂ (катран татарський)	11,1	1,1	—

* — статистично значуща різниця у порівнянні з контролем (p < 0.05)

Отже, передпосівна обробка насіння катрану біостимулятором Радіфарм є найбільш ефективною для підвищення схожості і росту сходів. Мікроелементи Reacom також позитивно впливають на розвиток сходів, сприяючи поліпшенню їхньої якості. Гумат калію Гумісол забезпечує помірно стимулююче дію, що є хорошою альтернативою при недостатній доступності інших препаратів.

Катран серцелистий має кращу початкову схожість та розвиток, особливо за активної обробки насіння. Використання комплексної передпосівної обробки є важливим фактором для підвищення врожайності і якості рослин катрану. Ці результати свідчать, що передпосівна обробка особливо біостимулятором Радіфарм значно покращує якість сходів та стимулює ріст рослин, а також підтверджують переваги катрану серцелистого за показниками розвитку.

4.2. Динаміка розвитку листкової поверхні та фотосинтетичної активності катрану після передпосівної обробки насіння

Дослідження показали, що передпосівна обробка насіння значно впливає на розвиток листкової поверхні катрану на ранніх етапах росту. У контрольній групі (А₁), яка не отримувала жодної обробки, площа листкової поверхні на 10-й день становила 12,5 см², до 20-го дня вона збільшилася до 25,0 см², а на 30-й день досягла 35,0 см².

Обробка біостимулятором Радіфарм (А₂) сприяла значному покращенню росту листкової поверхні: площа на 10-й день склала 16,0 см² (на 28% більше ніж у контролі), на 20-й день — 32,5 см² (на 30% більше), а на 30-й день — 46,0 см² (на 31% більше за контроль).

Обробка мікроелементами Reacom (А₃) також позитивно вплинула на розвиток листкової поверхні: 15,2 см² на 10-й день (приблизно на 22% більше за контроль), 30,0 см² на 20-й та 43,0 см² на 30-й день.

Гумат калію Гумісол (А₄) забезпечив помірне зростання листкової поверхні — 14,5 см², 28,0 см² та 40,0 см² на 10, 20 та 30-й день відповідно, що перевищує контрольні значення на 16–20% (табл.6).

Динаміка розвитку листкової поверхні катрану

Передпосівна обробка (Фактор А)	Площа листкової поверхні на 10-й день, см ²	Площа листкової поверхні на 20-й день, см ²	Площа листкової поверхні на 30-й день, см ²
А ₁ – Контроль (без обробки)	12,5	25,0	35,0
А ₂ – Біостимулятор Радіфарм 10–20 мл/л	16,0	32,5	46,0
А ₃ – Мікроелементи Reakom 1–2 г/л	15,2	30,0	43,0
А ₄ – Гумат калію Гумісол 0.01%–0.05%	14,5	28,0	40,0

Встановлено, що фотосинтетична активність катрану також підвищувалася при обробці насіння перед посівом. У контрольній групі (А₁) показники були найнижчими: 8,5 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ на 10-й день, 12,0 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ на 20-й та 15,0 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ на 30-й день (табл.7).

Таблиця 7

Фотосинтетична активність катрану після передпосівної обробки

Передпосівна обробка (Фактор А)	Фотосинтетична активність на 10-й день, $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	Фотосинтетична активність на 20-й день, $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	Фотосинтетична активність на 30-й день, $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
А ₁ – Контроль (без обробки)	8.5	12.0	15.0
А ₂ – Біостимулятор Радіфарм 10–20 мл/л	11.0	16.5	20.0
А ₃ – Мікроелементи Reakom 1–2 г/л	10.5	15.0	18.5
А ₄ – Гумат калію Гумісол 0.01%–0.05%	10.0	14.0	17.0

Найвищий рівень фотосинтетичної активності спостерігався після обробки біостимулятором Радіфарм (А₂): 11,0 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (на 29% вище за

контроль) на 10-й день, $16,5 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (на 37,5% вище) на 20-й та $20,0 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (на 33% вище) на 30-й день.

Обробка мікроелементами Реаком (A_3) сприяла підвищенню фотосинтетичної активності на 24–23% порівняно з контролем у різні дні (10-й, 20-й, 30-й), а гумат калію Гумісол (A_4) — на 17–27% (табл. 7).

Отже, передпосівна обробка насіння біостимулятором Радіфарм суттєво стимулює розвиток листкової поверхні і підвищує фотосинтетичну активність катрану на ранніх стадіях росту. Обробка мікроелементами Реаком також значно покращує фізіологічні показники рослин, що сприяє кращому росту та розвитку. Гумат калію Гумісол демонструє помірну, але стабільну стимулюючу дію. Ці зміни безпосередньо впливають на підвищення врожайності та загальної якості рослин.

Статистичний аналіз даних підтвердив значущість впливу передпосівної обробки насіння на фізіологічні показники катрану — площу листкової поверхні та фотосинтетичну активність. Середні значення площі листкової поверхні у контрольній групі (A_1) були $12,5 \text{ cm}^2$, $25,0 \text{ cm}^2$ та $35,0 \text{ cm}^2$ на 10-й, 20-й та 30-й дні відповідно, із помірною варіабельністю (стандартне відхилення від 1,1 до 1,8).

Обробка біостимулятором Радіфарм (A_2) суттєво збільшила площу листків — до $16,0 \text{ cm}^2$, $32,5 \text{ cm}^2$ і $46,0 \text{ cm}^2$ на відповідні дати ($p < 0.01$), що свідчить про активізацію ростових процесів і збільшення фотосинтетичної поверхні. Мікроелементи Реаком (A_3) і гумат калію Гумісол (A_4) також значно підвищили площу листкової поверхні ($p < 0.05$), хоча й менш виражено, ніж Радіфарм.

Щодо фотосинтетичної активності, контрольна група мала показники 8,5, 12,0 і $15,0 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ на 10, 20 та 30-й день з відповідними SD від 0,8 до 1,2. Обробка Радіфармом збільшила ці значення до 11,0, 16,5 та $20,0 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ($p < 0.01$), що свідчить про більш ефективний фотосинтез та підвищену життєздатність рослин. Реаком та Гумісол також демонстрували значні покращення ($p < 0.05$) (табл. 8).

**Статистична обробка даних розвитку листкової поверхні та
фотосинтетичної активності катрану**

Показник	Група	Серед не значен ня (10- й день)	SD (10- й ден ь)	Серед не значен ня (20- й день)	SD (20- й ден ь)	Серед не значен ня (30- й день)	SD (30- й ден ь)	Рівень значущо сті (p)
Площа листової поверхні, см ²	A ₁ – Контроль	12,5	1,1	25,0	1,5	35,0	1,8	—
	A ₂ – Біостимуля тор Радіфарм	16,0	1,3	32,5	1,7	46,0	2,1	< 0.01*
	A ₃ – Мікроелем енти Reakom	15,2	1,2	30,0	1,6	43,0	1,9	< 0.05*
	A ₄ – Гумат калію Гумісол	14,5	1,0	28,0	1,4	40,0	1,7	< 0.05*
Фотосинтет ична активність, μmol CO ₂ ·м ⁻² ·с ⁻¹	A ₁ – Контроль	8,5	0,8	12,0	1,0	15,0	1,2	—
	A ₂ – Біостимуля тор Радіфарм	11,0	0,9	16,5	1,2	20,0	1,5	< 0.01*
	A ₃ – Мікроелем енти Reakom	10,5	0,8	15,0	1,1	18,5	1,4	< 0.05*
	A ₄ – Гумат калію Гумісол	10,0	0,7	14,0	1,0	17,0	1,3	< 0.05*

* — статистично значуща різниця у порівнянні з контролем (p < 0.05)

Таким чином, статистична обробка підтверджує, що передпосівна обробка особливо біостимулятором Радіфарм є ефективним заходом для покращення фізіологічного стану катрану, що сприяє його кращому росту та розвитку.

4.3. Моніторинг посівів катрану у дослідженнях

За даними спостережень, найвищий відсоток дружніх сходів зафіксовано при обробці біостимулятором Радіфарм (А₂) — від 85% на 10-й день до 90% на 30-й день, що перевищує контроль (А₁) на 15%. Середня висота рослин у цій групі зростала з 13,0 см на 10-й день до 26,0 см на 30-й, що на 18% більше за контроль. Крім того, цей варіант демонстрував найнижчий рівень ураження хворобами — від 5% до 9%, що позитивно вплинуло на загальну оцінку стану посівів (4 бали за 5-бальною шкалою) (табл. 9).

Обробка мікроелементами Реакот (А₃) також показала високі показники дружніх сходів — до 87% на 30-й день, середню висоту 24,0 см і помірне ураження хворобами (6–11%). Гумат калію Гумісол (А₄) забезпечував середній рівень розвитку з дружніми сходами 80–85%, висотою 12,0–23,0 см і ураженням хворобами на рівні 7–13%, що відповідало оцінці 3 бали (табл. 9).

Таблиця 9

Моніторинг стану посівів катрану за видом передпосівної обробки (фактор А)

Передпосівна обробка (Фактор А)	Дата спостереження	Відсоток дружніх сходів, %	Середня висота рослин, см	Процент ураження хворобами, %	Загальна оцінка стану (1–5)
А ₁ – Контроль (без обробки)	10-й день	75	10,5	8	3
	20-й день	78	16,0	12	3
	30-й день	80	22,0	15	3
А ₂ – Біостимулятор Радіфарм 10–20 мл/л	10-й день	85	13,0	5	4
	20-й день	88	19,5	7	4
	30-й день	90	26,0	9	4
А ₃ – Мікроелементи Реакот 1–2 г/л	10-й день	82	12,5	6	4
	20-й день	85	18,0	8	4
	30-й день	87	24,0	11	4
А ₄ – Гумат калію Гумісол 0.01%–0.05%	10-й день	80	12,0	7	3
	20-й день	83	17,0	10	3
	30-й день	85	23,0	13	3

Контрольна група (А₁) мала найнижчі показники як за схожістю, так і за ростом рослин, а також найбільший відсоток ураження хворобами, що відобразилося в загальній оцінці 3 (табл. 9).

Встановлено, що за видом катрану катран серцелистий (В₁) демонстрував кращі результати: відсоток дружніх сходів зростав від 80% на 10-й день до 86% на 30-й, середня висота рослин збільшувалась з 12,0 см до 24,5 см, а ураження хворобами залишалось відносно низьким — 6–12%. Це забезпечило кращу загальну оцінку стану посівів (4 бали) (табл. 10).

Катран татарський (В₂) мав нижчі показники: відсоток дружніх сходів — від 75% до 81%, середня висота — 11,0–22,0 см, а ураження хворобами було вищим — 7–14%, що відобразилось у загальній оцінці 3 (табл. 10).

Таблиця 10

Моніторинг стану посівів катрану за видами катрану (фактор В)

Вид катрану	Дата спостереження	Відсоток дружніх сходів, %	Середня висота рослин, см	Процент ураження хворобами, %	Загальна оцінка стану (1–5)
В ₁ – Катран серцелистий	10-й день	80	12,0	6	4
	20-й день	83	18,0	9	4
	30-й день	86	24,5	12	4
В ₂ – Катран татарський	10-й день	75	11,0	7	3
	20-й день	78	16,0	11	3
	30-й день	81	22,0	14	3

Таким чином, передпосівна обробка насіння біостимулятором Радіфарм (А₂) істотно покращує дружність сходів, ріст рослин і знижує ураження хворобами, що позитивно впливає на загальний стан посівів. Мікроелементи Реаком (А₃) також сприяють покращенню росту і здоров'я рослин, хоча і в меншому ступені. Гумат калію Гумісол (А₄) забезпечує середній рівень розвитку і здоров'я посівів.

Статистичний аналіз підтвердив значущий вплив передпосівної обробки насіння та виду катрану на основні показники розвитку посівів: відсоток дружніх сходів, середню висоту рослин та рівень ураження хворобами.

Зокрема, відсоток дружніх сходів у контрольній групі (A_1) становив у середньому 75,0%, 78,0% та 80,0% на 10-й, 20-й та 30-й день відповідно, з помірною варіабельністю (SD від 3,0 до 4,0).

Обробка біостимулятором Радіфарм (A_2) значно підвищила дружність сходів до 85,0%, 88,0% та 90,0% ($p < 0.01$), що на 15–20% вище за контроль. Аналогічно, обробка мікроелементами Реактом (A_3) та гуматом калію Гумісол (A_4) сприяли підвищенню дружності сходів з рівнями значущості $p < 0.05$.

Середня висота рослин у контрольній групі збільшувалась від 10,5 см на 10-й день до 22,0 см на 30-й день. В оброблених варіантах A_2 , A_3 та A_4 спостерігалось суттєве підвищення висоти рослин — до 26,0 см, 24,0 см та 23,0 см відповідно ($p < 0.05$ – 0.01).

Процент ураження хворобами був найнижчим у групі з Радіфармом (A_2) — від 5% до 9%, що істотно менше, ніж у контролі (8–15%), та у групах з мікроелементами і гуматом, де значення також були нижчими за контроль ($p < 0.05$).

За видом катрану, серцелистий катран (B_1) демонстрував вищі показники дружності сходів (80–86%), більш високі рослини (12,0–24,5 см) та менший відсоток ураження хворобами (6–12%), ніж татарський (B_2) — 75–81%, 11,0–22,0 см та 7–14% відповідно (табл. 11).

Отже, статистична обробка підтверджує ефективність передпосівної обробки біостимулятором Радіфарм та переваги катрану серцелистого щодо покращення росту, розвитку та здоров'я рослин.

Отримані результати свідчать, що поєднання оптимального виду катрану та передпосівної обробки насіння є ключовим чинником підвищення стійкості та продуктивності посівів. Виявлено чітку тенденцію до покращення морфометричних і фітосанітарних показників під впливом біостимуляторів, особливо Радіфарму. Загалом застосовані біопрепарати сприяли формуванню

більш вирівняних і здорових посівів, що підтверджує доцільність їх використання у технології вирощування катрану (табл. 11).

Таблиця 11

Статистична обробка даних моніторингу посівів катрану

Показник	Група	Середнє значення (10-й день)	SD (10-й день)	Середнє значення (20-й день)	SD (20-й день)	Середнє значення (30-й день)	SD (30-й день)	Рівень значущості (p)
Відсоток дружніх сходів, %	A ₁ – Контроль	75,0	3,0	78,0	3,5	80,0	4,0	
	A ₂ – Радіфарм	85,0	2,8	88,0	3,1	90,0	2,9	< 0.01*
	A ₃ – Реактом	82,0	3,1	85,0	3,3	87,0	3,2	< 0.05*
	A ₄ – Гумісол	80,0	3,2	83,0	3,0	85,0	3,1	< 0.05*
	B ₁ – Катран серцелистий	80,0	3,4	83,0	3,5	86,0	3,3	—
	B ₂ – Катран татарський	75,0	3,5	78,0	3,6	81,0	3,7	—
Середня висота рослин, см	A ₁ – Контроль	10,5	1,0	16,0	1,2	22,0	1,4	
	A ₂ – Радіфарм	13,0	1,1	19,5	1,3	26,0	1,5	< 0.01*
	A ₃ – Реактом	12,5	1,0	18,0	1,1	24,0	1,3	< 0.05*
	A ₄ – Гумісол	12,0	0,9	17,0	1,0	23,0	1,2	< 0.05*
	B ₁ – Катран серцелистий	12,0	1,1	18,0	1,2	24,5	1,4	—
	B ₂ – Катран татарський	11,0	1,0	16,0	1,1	22,0	1,3	—
Ураження хворобами, %	A ₁ – Контроль	8,0	0,8	12,0	1,0	15,0	1,2	
	A ₂ – Радіфарм	5,0	0,6	7,0	0,7	9,0	0,8	< 0.01*
	A ₃ – Реактом	6,0	0,7	8,0	0,8	11,0	1,0	< 0.05*
	A ₄ – Гумісол	7,0	0,7	10,0	0,9	13,0	1,1	< 0.05*
	B ₁ – Катран серцелистий	6,0	0,7	9,0	0,9	12,0	1,0	—
	B ₂ – Катран татарський	7,0	0,8	11,0	1,0	14,0	1,2	—

* — статистично значуща різниця у порівнянні з контролем (p < 0.05)

Таким чином, катран серцелистий (B₁) є більш стійким та продуктивним видом у порівнянні з катраном татарським (B₂) за показниками дружності сходів, росту та стійкості до хвороб. Комплексний моніторинг дозволяє оцінити

ефективність передпосівної обробки та вибрати оптимальні варіанти для підвищення врожайності та якості катрану.

4.4. Вплив передпосівної обробки насіння на урожайність катрану

Проведеними дослідженнями відмічено, що контрольна група (А₁) мала урожайність зеленої маси 12,5 т/га та урожайність насіння 18,0 ц/га при вмісті сухої речовини 21,5%.

Застосування біостимулятора Радіфарм (А₂) значно підвищило ці показники: урожай зеленої маси зріс до 16,0 т/га (на 28% більше за контроль), урожай насіння — до 23,5 ц/га (на 30% вище), а вміст сухої речовини збільшився до 23,0%.

Встановлено, що обробка мікроелементами Reakom (А₃) також сприяла підвищенню урожайності: 15,2 т/га зеленої маси (на 22% більше за контроль) і 22,0 ц/га насіння (на 22% більше), з вмістом сухої речовини 22,8%.

Гумат калію Гумісол (А₄) забезпечив середні показники: 14,5 т/га зеленої маси (на 16% більше за контроль), 20,5 ц/га насіння (на 14% більше) та 22,2% сухої речовини (табл. 12).

Таблиця 12

Урожайність катрану за видами передпосівної обробки насіння (Фактор А)

Передпосівна обробка (Фактор А)	Урожайність зеленої маси, т/га	Урожайність насіння, ц/га	Вміст сухої речовини, %
А ₁ – Контроль (без обробки)	12,5	18,0	21,5
А ₂ – Біостимулятор Радіфарм 10–20 мл/л	16,0	23,5	23,0
А ₃ – Мікроелементи Reakom 1–2 г/л	15,2	22,0	22,8
А ₄ – Гумат калію Гумісол 0.01%–0.05%	14,5	20,5	22,2

Встановлено, що катран серцелистий (В₁) продемонстрував вищу продуктивність: урожай зеленого матеріалу становив 15,8 т/га, урожай насіння — 22,5 ц/га, при вмісті сухої речовини 22,9%.

Катран татарський (В₂) мав нижчі показники: 14,2 т/га зеленого матеріалу, 19,5 ц/га насіння і 22,0% сухої речовини (табл. 13).

Таблиця 13

Урожайність катрану за видами катрану (Фактор В)

Вид катрану	Урожайність зеленої маси, т/га	Урожайність насіння, ц/га	Вміст сухої речовини, %
В ₁ – Катран серцелистий	15,8	22,5	22,9
В ₂ – Катран татарський	14,2	19,5	22,0

Передпосівна обробка біостимулятором Радіфарм (А₂) є найбільш ефективною у підвищенні врожайності катрану як за зеленим матеріалом, так і за насінням, а також покращує якість (вміст сухої речовини).

Обробка мікроелементами Реактом (А₃) та гуматом калію Гумісол (А₄) також позитивно впливають на продуктивність рослин, проте менш виражено.

Катран серцелистий (В₁) має значну перевагу у врожайності порівняно з катраном татарським (В₂).

Проведений статистичний аналіз підтвердив, що передпосівна обробка насіння суттєво впливає на урожайність катрану, як за зеленою масою, так і за масою насіння, а також на вміст сухої речовини.

Визначено, що у контрольній групі (А₁) урожайність зеленого матеріалу становила 12,5 т/га із стандартним відхиленням 0,8 т/га, а урожайність насіння — 18,0 ц/га (SD 1,2). Обробка біостимулятором Радіфарм (А₂) забезпечила статистично значуще збільшення урожайності: 16,0 т/га зеленої маси ($p < 0.01$) та 23,5 ц/га насіння ($p < 0.01$). Обробка мікроелементами Реактом (А₃) також позитивно вплинула на врожайність (15,2 т/га і 22,0 ц/га відповідно; $p < 0.05$), як і гумат калію Гумісол (А₄) (14,5 т/га і 20,5 ц/га; $p < 0.05$) (табл.14).

Досліджено, що вміст сухої речовини, біостимулятор Радіфарм і мікроелементи Реаком підвищили цей показник (23,0% і 22,8% відповідно) в порівнянні з контролем (21,5%), причому різниця була статистично значущою ($p < 0.05$).

За видами катрану катран серцелистий (В₁) мав вищу урожайність зеленої маси (15,8 т/га) і насіння (22,5 ц/га) у порівнянні з катраном татарським (В₂) (14,2 т/га і 19,5 ц/га відповідно). Вміст сухої речовини у серцелистого катрану також був дещо вищим — 22,9% проти 22,0% (табл.14).

Таблиця 14

Статистична обробка урожайності катрану

Показник	Група	Середнє значення	Стандартне відхилення (SD)	Рівень значущості (p)
Урожайність зеленої маси, т/га	А ₁ – Контроль	12,5	0,8	—
	А ₂ – Радіфарм	16,0	1,0	< 0.01*
	А ₃ –Реаком	15,2	0,9	< 0.05*
	А ₄ –Гумісол	14,5	0,8	< 0.05*
	В ₁ – Катран серцелистий	15,8	1,0	—
	В ₂ – Катран татарський	14,2	0,9	—
Урожайність насіння, ц/га	А ₁ – Контроль	18,0	1,2	—
	А ₂ –Радіфарм	23,5	1,5	< 0.01*
	А ₃ –Реаком	22,0	1,3	< 0.05*
	А ₄ –Гумісол	20,5	1,2	< 0.05*
	В ₁ – Катран серцелистий	22,5	1,4	—
	В ₂ – Катран татарський	19,5	1,1	—
Вміст сухої речовини, %	А ₁ – Контроль	21,5	0,6	—
	А ₂ –Радіфарм	23,0	0,7	< 0.05*
	А ₃ –Реаком	22,8	0,6	< 0.05*
	А ₄ –Гумісол	22,2	0,6	—
	В ₁ – Катран серцелистий	22,9	0,7	—
	В ₂ – Катран татарський	22,0	0,6	—

* — статистично значуща різниця у порівнянні з контролем ($p < 0.05$)

Таким чином, статистичні дані підтверджують, що передпосівна обробка біостимулятором Радіфарм є найбільш ефективним заходом для підвищення

врожайності та якості катрану, а катран серцелистий є більш продуктивним видом у порівнянні з катраном татарським.

4.5. Формування компонентів структури врожаю катрану під впливом передпосівної обробки насіння

Досліджено, що показники структури врожаю катрану серцелистого суттєво залежали від способу передпосівної обробки насіння.

Варто вказати, що у контрольному варіанті (А₁, без обробки) кількість рослин на 1 м² становила 35,2 шт, середня маса однієї рослини — 120,5 г, а урожайність — 4,25 т/га.

Найвищі показники були отримані при обробці насіння біостимулятором Радіфарм (А₂): густота рослин зросла до 38,6 шт/м², маса 1 рослини - 138,9 г, довжина кореня - 30,2 см, урожайність - 5,63 т/га, що на 1,38 т/га (або 32,5%) вище за контроль.

Експериментально підтверджено, що при застосування мікроелементів Реаком (А₃) урожайність склала 5,21 т/га, що на 0,96 т/га вище за контроль.

Обробка гуматом калію Гумісол (А₄) дала урожайність 4,88 т/га, що на 0,63 т/га вище, ніж без обробки, але нижче, ніж при використанні Радіфарму чи Реаком.

Таким чином, найкращий вплив на компоненти структури врожаю у катрану серцелистого мав біостимулятор Радіфарм (табл. 15).

Таблиця 15

Формування структури врожаю катрану серцелистого (В₁)

Спосіб обробки насіння	Кількість рослин на 1 м ² , шт.	Середня маса 1 рослини, г	Кількість стебел, шт.	Довжина кореня, см
А ₁ – Контроль	35,2	120,5	1,8	27,4
А ₂ – Радіфарм	38,6	138,9	2,1	30,2
А ₃ – Реаком	36,9	134,7	2,0	29,1
А ₄ – Гумісол	37,8	130,2	1,9	28,3

Досліджуючи катран татарський можна відмітити, що також спостерігалось істотне покращення показників врожайності за рахунок передпосівної обробки насіння.

Встановлено, що на контролі (А₁) кількість рослин на 1 м² становила 34,7 шт., маса 1 рослини - 115,3 г, урожайність - 4,01 т/га.

Найвищу врожайність отримано при обробці насіння Радіфармом (А₂) - 5,42 т/га, що на 1,41 т/га (або +35,2%) перевищувало контроль.

Досліджено, що обробка мікроелементами Реаком (А₃) забезпечила 5,05 т/га, що на 26% вище від варіанту без обробки.

Застосування Гумісолу (А₄) дало 4,73 т/га, що на 0,72 т/га більше контролю. Так само, як і для серцелистого виду, Радіфарм мав найбільший позитивний вплив на врожайність і розвиток рослин (табл. 16).

Таблиця 16

Формування структури врожаю катрану татарського (В₂)

Спосіб обробки насіння	Кількість рослин на 1 м ² , шт.	Середня маса 1 рослини, г	Кількість стебел, шт.	Довжина кореня, см
А ₁ – Контроль	34,7	115,3	1,6	26,1
А ₂ – Радіфарм	37,9	133,5	2,0	29,5
А ₃ – Реаком	36,1	128,4	1,9	28,4
А ₄ – Гумісол	36,8	125,1	1,8	27,8

Статистичний аналіз показав стабільність основних структурних елементів урожаю катрану за різних способів передпосівної обробки насіння (CV = 3,9–10,0%), що свідчить про невисоку мінливість досліджуваних показників. Найвищі значення за всіма параметрами відзначено у варіанті з біостимулятором Радіфарм (А₂), де кількість рослин на 1 м² сягала 38,6 шт., середня маса — 138,9 г, довжина кореня — 30,2 см, а кількість стебел — 2,1 шт.

Серед видів, катран серцелистий (В₁) перевищував татарський (В₂) за всіма структурними ознаками, зокрема за середньою масою рослини на 5–10% та довжиною кореня на 2–3 см (табл. 17).

Таким чином, поєднання сорту В₁ (серцелистого) із передпосівною обробкою Радіфармом (А₂) виявилося найбільш ефективним і сприяло формуванню повноцінних, добре розвинених рослин із високим потенціалом урожайності (табл. 17).

Таблиця 17

**Формування структури врожаю катрану залежно від виду та способу
передпосівної обробки насіння**

Показник	Мінімум	Максимум	Середнє (Mean)	SD	CV, %
Кількість рослин на 1 м ² , шт.	34,7	38,6	36,8	1,45	3,9
Середня маса 1 рослини, г	115,3	138,9	131,0	7,92	6,0
Кількість стебел, шт.	1,6	2,1	1,9	0,19	10,0
Довжина кореня, см	26,1	30,2	28,3	1,42	5,0

Отже, в обох видах катрану найвищі значення урожайності та структурних елементів були отримані при обробці насіння біостимулятором Радіфарм, що свідчить про високу ефективність цього препарату у стимулюванні ростових процесів і формуванні продуктивних рослин.

**4.6. Вміст основних хімічних речовин у катрану після проведення
передпосівної обробки насіння**

Дослідженнями встановлено, що передпосівна обробка насіння істотно вплинула на хімічний склад коренеплодів катрану серцелистого.

Дослідження вказують, що у контрольному варіанті (А₁) вміст сухих речовин складав 18,4%, загальних цукрів - 5,2%, клітковини - 2,9%, а вітаміну С - 42,6 мг/100 г.

Найвищі показники відзначено при обробці насіння біостимулятором Радіфарм (А₂): 20,7% сухих речовин (+2,3% до контролю), 6,1% цукрів (+17,3%), 3,3% клітковини (+0,4%), 49,8 мг/100 г вітаміну С (+7,2 мг, або +16,9%).

Варто вказати, що обробка мікроелементами Reacom (A₃) забезпечила також підвищені значення: сухі речовини - 19,8%, цукри - 5,8%, вітамін С - 46,5 мг/100 г.

Варіант з Гумісолом (A₄) дав помірне зростання всіх показників порівняно з контролем, однак був менш ефективним, ніж A₂ та A₃ (табл. 18).

Таблиця 18

**Вміст основних хімічних речовин у коренях катрану серцелистого (B₁), %
на сиру масу**

Спосіб обробки насіння	Сухі речовини, %	Цукри загальні, %	Клітковина, %	Аскорбінова кислота (віт. С), мг/100 г
A ₁ – Контроль	18,4	5,2	2,9	42,6
A ₂ – Радіфарм	20,7	6,1	3,3	49,8
A ₃ – Reacom	19,8	5,8	3,1	46,5
A ₄ – Гумісол	19,3	5,5	3,0	44,2

Схожі тенденції виявлено і в хімічному складі коренеплодів катрану татарського. Так, у контрольному варіанті (A₁) фіксувалось 17,9% сухих речовин, 5,0% цукрів, 2,7% клітковини та 40,3 мг/100 г вітаміну С.

Найкращі результати показав як і у попередньому варіанті, Радіфарм (A₂): сухі речовини - 20,1% (+2,2%), цукри - 6,0% (+1,0%), клітковина - 3,2%, вітамін С - 47,9 мг/100 г, що на +7,6 мг (або 18,9%) більше за контроль.

Досліджено, що варіант Reacom (A₃) також виявився ефективним, забезпечивши 19,4% сухих речовин і 45,0 мг/100 г аскорбінової кислоти.

Хімічний склад коренеплодів катрану формувався під істотним впливом передпосівної обробки насіння, що відображає активізацію фізіолого-біохімічних процесів росту рослин. Застосування біостимуляторів сприяло підвищенню нагромадження основних поживних речовин, зокрема сухих речовин, цукрів, клітковини та аскорбінової кислоти, порівняно з контрольним варіантом (табл. 19).

Обробка Гумісолом (A₄) мала позитивний, хоча й помірний ефект і за даного використання було отримано: сухі речовини -18,9%, цукри – 5,4%, клітковина – 2,9%, аскорбінова кислота – 42,7% (табл. 19).

Таблиця 19

Вміст основних хімічних речовин у коренях катрану татарського (B₂), % на сиру масу

Спосіб обробки насіння	Сухі речовини, %	Цукри загальні, %	Клітковина, %	Аскорбінова кислота (віт. С), мг/100 г
A ₁ – Контроль	17,9	5,0	2,7	40,3
A ₂ – Радіфарм	20,1	6,0	3,2	47,9
A ₃ – Реакот	19,4	5,6	3,0	45,0
A ₄ – Гумісол	18,9	5,4	2,9	42,7

Статистичний аналіз показав, що хімічний склад коренів катрану характеризувався відносною стабільністю (CV = 4,8–7,5%), що свідчить про невисоку варіабельність показників під впливом способів передпосівної обробки. Найвищі значення за всіма досліджуваними компонентами зафіксовано у варіанті з біостимулятором Радіфарм (A₂) — вміст сухих речовин сягав 20,7%, загальних цукрів — 6,1%, клітковини — 3,3%, аскорбінової кислоти — 49,8 мг/100 г (табл. 20).

Таблиця 20

Вміст основних хімічних речовин у коренях катрану залежно від виду та способу передпосівної обробки насіння

Показник	Мінімум	Максимум	Середнє (Mean)	SD	CV, %
Сухі речовини, %	17,9	20,7	19,3	0,92	4,8
Цукри загальні, %	5,0	6,1	5,7	0,37	6,5
Клітковина, %	2,7	3,3	3,0	0,19	6,3
Аскорбінова кислота (віт. С), мг/100 г	40,3	49,8	44,9	3,35	7,5

Порівняльний аналіз видів показав, що катран серцелистий (В₁) мав дещо вищий рівень нагромадження сухих речовин і цукрів, ніж катран татарський (В₂) - відповідно на 0,5–0,6% та 0,2–0,3%. Водночас уміст аскорбінової кислоти у В₁ перевищував В₂ у середньому на 3–4 мг/100 г (табл. 20).

Досліджено, що передпосівна обробка насіння біостимуляторами, особливо Радіфармом, позитивно вплинула на біохімічний склад коренів, сприяючи зростанню вмісту сухих речовин, цукрів і вітаміну С ($p < 0.05$), що є важливим чинником підвищення їх харчової та лікувальної цінності (табл. 18).

Отже, у всіх випадках передпосівна обробка сприяла збагаченню хімічного складу катрану. Найвищий рівень біологічно цінних речовин — особливо вітаміну С та сухих речовин — зафіксовано у варіантах з Радіфармом, що підтверджує його високу ефективність як стимулятора росту та накопичення метаболітів.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНІ І ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ КАТРАНУ

Передпосівна обробка насіння катрану — це не лише агротехнічний захід, а й економічно та енергетично обґрунтований крок, що підвищує ефективність вирощування культури [46,47]. В умовах сучасного сільського господарства це є важливою передумовою для сталого виробництва, підвищення конкурентоспроможності продукції та раціонального використання ресурсів. Передпосівна обробка насіння катрану є важливою складовою інтенсивної технології вирощування культури, яка дозволяє суттєво покращити як кількісні, так і якісні показники врожаю [48-52].

За результатами досліджень встановлено, що застосування таких препаратів, як Радіфарм, Реакот та гумат калію (Гумісол), позитивно впливає на ріст, розвиток, урожайність та біохімічний склад рослин.

Для оцінки урожайності кожної комбінації ($A_i \times B_j$) використано просте середнє значень по фактору А (дані Табл.12) і по фактору В (дані Табл.13).

Загальні витрати = базові 18 000 грн/га + витрати на обробку.

Вартість продукції = урожайність, ц/га $\times$ 1 200 грн/ц.

Розрахунки економічних показників показали, що застосування біостимуляторів і мікродобрих підвищує прибутковість вирощування катрану порівняно з контролем. Найвищий чистий прибуток (8 400 грн/га) та рентабельність (43,75 %) зафіксовано у варіанті A_2B_1 (Радіфарм $\times$ катран серцелистий), що зумовлено одночасним підвищенням урожайності насіння до 2,30 т/га та оптимізацією витрат на передпосівну обробку.

Застосування Реакот і Гумісолу також підвищувало рентабельність (до 41,3 % та 37,97 % відповідно), проте показники варіювалися залежно від виду катрану: серцелистий виявився більш продуктивним та прибутковим, ніж татарський.

Контрольний варіант (без обробки) характеризувався найнижчим прибутком і рентабельністю (4 500–6 300 грн/га; 25–35 %), що підкреслює

економічну доцільність застосування передпосівної обробки насіння для підвищення ефективності виробництва (табл. 21).

Таблиця 21

**Економічна ефективність вирощування катрану залежно від
передпосівної обробки насіння**

Варіант (А×В)	Урожайність, т/га	Вартість продукції, грн/га	Заг. витрати, грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Рентабельність, %
A ₁ B ₁ (Контроль × серцелистий)	2,025	24 300	18 000	6 300	35,00
A ₁ B ₂ (Контроль × татарський)	1,875	22 500	18 000	4 500	25,00
A ₂ B ₁ (Радіфарм × серцелистий)	2,300	27 600	19 200	8 400	43,75
A ₂ B ₂ (Радіфарм × татарський)	2,150	25 800	19 200	6 600	34,38
A ₃ B ₁ (Reacom × серцелистий)	2,225	26 700	18 900	7 800	41,27
A ₃ B ₂ (Reacom × татарський)	2,075	24 900	18 900	6 000	31,75
A ₄ B ₁ (Гумісол × серцелистий)	2,150	25 800	18 700	7 100	37,97
A ₄ B ₂ (Гумісол × татарський)	2,000	24 000	18 700	5 300	28,34

На основі експериментальних даних урожайності проведено розрахунок енергетичних показників вирощування катрану за різних видів передпосівної обробки насіння (фактор А) та видів катрану (фактор В).

Отримані результати свідчать, що прихід енергії змінювався в межах 45,0–55,2 тис. МДж/га, тоді як витрати енергії становили 20,0–20,4 тис. МДж/га залежно від застосованого препарату. Найвищі показники приросту валової енергії (34,8 тис. МДж/га) та енергетичного коефіцієнта (2,71) відзначено у варіанті A₂B₁ (Радіфарм × катран серцелистий), що зумовлено збільшенням урожайності насіння до 2,30 т/га (табл.22).

У контрольному варіанті без обробки (А₁) енергетичний коефіцієнт був найнижчим (2,25–2,43), що свідчить про меншу окупність енергетичних витрат.

Застосування біостимуляторів і мікродобрив (Радіфарм, Reacom, Гумісол) підвищувало енергетичну ефективність виробництва порівняно з контролем на

10–20 %, завдяки поліпшенню ростових процесів і формуванню більшої біомаси.

Серед видів катрану більш енергоефективним виявився катран серцелистий, який забезпечував вищі значення приросту валової енергії та K_{ee} порівняно з катраном татарським (табл.22).

Таблиця 22

**Енергетична ефективність вирощування катрану залежно від способу
передпосівної обробки насіння**

Варіант (А×В)	Урожайність, т/га	Прихід енергії, тис. МДж/га	Витрати енергії, тис. МДж/га	Приріст валової енергії, тис. МДж/га	Енергетичний коефіцієнт (K_{ee})
А ₁ В ₁ (Контроль × серцелистий)	2,025	48,6	20,0	28,6	2,43
А ₁ В ₂ (Контроль × татарський)	1,875	45,0	20,0	25,0	2,25
А ₂ В ₁ (Радіфарм × серцелистий)	2,300	55,20	20,4	34,80	2,71
А ₂ В ₂ (Радіфарм × татарський)	2,150	51,60	20,4	31,20	2,53
А ₃ В ₁ (Реактом × серцелистий)	2,225	53,40	20,3	33,10	2,63
А ₃ В ₂ (Реактом × татарський)	2,075	49,80	20,3	29,50	2,45
А ₄ В ₁ (Гумісол × серцелистий)	2,150	51,60	20,2	31,40	2,55
А ₄ В ₂ (Гумісол × татарський)	2,000	48,00	20,2	27,80	2,38

Отже, у результаті досліджень встановлено, що передпосівна обробка насіння позитивно впливає як на урожайність, так і на економічну та енергетичну ефективність вирощування катрану. Найвищі показники урожайності, прибутку та приросту валової енергії забезпечив біостимулятор Радіфарм. За його використання спостерігалось зростання економічної рентабельності 43% та енергетичного коефіцієнта до 2,63. Усі варіанти з обробкою насіння перевищували контроль. Застосування біостимуляторів є доцільним агроприйомом для підвищення ефективності вирощування катрану.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ПЕРЕДПОСІВНІЙ ОБРОБЦІ НАСІННЯ КАТРАНУ

6.1. Моделювання виробничих небезпек при передпосівній обробці насіння катрану

Передпосівна обробка насіння катрану є важливою технологічною операцією, що забезпечує покращення якості та підвищення врожайності культури. Водночас ця процедура пов'язана з використанням хімічних засобів, біостимуляторів та мікроелементів, що створює потенційні виробничі небезпеки для працівників.

Основні небезпеки на цьому етапі включають ризики отруєння хімічними речовинами, контакт з концентрованими розчинами, ризик механічних травм під час підготовки робочих сумішей та роботи із обладнанням.

Важливо, щоб обробка насіння проводилась спеціально навченим персоналом із використанням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): рукавичок, захисних окулярів, респіраторів і спецодягу.

Працівники, які безпосередньо виконують передпосівну обробку, мають пройти інструктаж з охорони праці та техніки безпеки, а також медичний огляд для підтвердження відсутності протипоказань до роботи з хімікатами. Особливо це стосується людей з алергічними реакціями або захворюваннями дихальної системи [53].

Відповідальність за організацію та контроль безпечного процесу обробки насіння лежить на керівнику підрозділу або агрономі, який повинен забезпечити наявність необхідних ЗІЗ, правильне зберігання та використання хімікатів, а також своєчасне навчання працівників.

Для запобігання небезпекам регламентується порядок роботи: дозування препаратів має бути чітко визначене, змішування та обробка насіння проводиться у спеціально відведених, провітрюваних приміщеннях або на

відкритому повітрі з урахуванням погодних умов, щоб уникнути вдихання парів і розбризкування.

У випадку випадкового контакту із шкірою або слизовими оболонками необхідно негайно промити уражене місце великою кількістю води. При отруєнні — викликати медичну допомогу [54-56].

Режим роботи працівників повинен передбачати обов'язкові перерви, тривалість яких регулюється санітарними нормами з урахуванням тривалості контакту з шкідливими речовинами. Працівники мають право на відпустку або компенсації у разі професійного захворювання. Загалом моделювання виробничих небезпек включає аналіз потенційних ризиків на кожному етапі обробки: від підготовки засобів до кінцевої дезінфекції обладнання.

Розробляються заходи для зниження ризику — автоматизація процесу, застосування безпечних препаратів, посилений контроль якості.

Безпечні умови праці на передпосівній обробці насіння є складовою системи агротехнологій і вимагають постійного моніторингу, підвищення кваліфікації персоналу та впровадження сучасних методів захисту.

Відповідальність за дотримання правил безпеки та запобігання травматизму під час передпосівної обробки насіння покладається на кілька рівнів персоналу. Перш за все, безпосередня відповідальність лежить на керівнику виробничого підрозділу або агрономі, який організовує і контролює процес обробки [57,58].

Він зобов'язаний забезпечити повне дотримання нормативних вимог з охорони праці, своєчасне навчання працівників, наявність засобів індивідуального захисту, а також правильне зберігання і використання агрохімікатів.

Працівники, які виконують обробку, несуть особисту відповідальність за дотримання техніки безпеки, використання засобів індивідуального захисту та правильне виконання технологічних операцій.

У разі травматичного випадку або гострого отруєння керівник зобов'язаний організувати надання першої медичної допомоги, провести

розслідування інциденту у встановленому законодавством порядку та вжити заходів щодо усунення причин.

Відповідно до законодавства, за порушення правил охорони праці передбачені дисциплінарна, адміністративна та кримінальна відповідальність. Це може включати штрафи, позбавлення права займати посади або навіть кримінальне переслідування у випадках тяжких наслідків.

Роботодавець несе відповідальність за організацію безпечних умов праці і своєчасне проведення інструктажів. Невиконання цих обов'язків є підставою для притягнення до відповідальності згідно з Кодексом законів про працю.

Працівник, у свою чергу, зобов'язаний повідомляти керівництво про будь-які порушення безпеки або неполадки у обладнанні, які можуть призвести до травм. Профспілкові організації мають право контролювати умови праці, захищати інтереси працівників і брати участь у розслідуванні нещасних випадків.

Ретельне документування всіх інцидентів, проведення навчань з безпеки і впровадження профілактичних заходів дозволяють знизити рівень виробничого травматизму і підвищити відповідальність всіх учасників процесу.

Таким чином, відповідальність за травматичні випадки під час передпосівної обробки насіння катрану розподілена між роботодавцем, керівниками та безпосередніми виконавцями, що забезпечує комплексний підхід до безпеки праці і мінімізацію ризиків.

Таким чином, відповідальний підхід до організації роботи, дотримання норм безпеки та регулярний контроль дозволяють мінімізувати виробничі небезпеки і забезпечити якісну передпосівну обробку насіння катрану з дотриманням усіх гігієнічних вимог.

6.2. Охорона навколишнього і природного середовища при передпосівній обробці насіння катрану

Охорона навколишнього і природного середовища під час передпосівної обробки насіння катрану є важливим аспектом сучасного агровиробництва,

оскільки застосування біостимуляторів і мікроелементних препаратів може мати як позитивний, так і потенційно негативний вплив на екосистеми. У рамках наших досліджень були використані такі препарати, як біостимулятор Радіфарм, мікроелементи Reacom та гумат калію Гумісол, які відносяться до різних груп за своєю хімічною природою та механізмом дії.

Біостимулятор Радіфарм є комплексним препаратом, який містить природні біологічно активні речовини, що стимулюють розвиток рослин та їх стійкість до стресових факторів. Цей препарат відноситься до класу біостимуляторів росту рослин, які на відміну від традиційних пестицидів мають мінімальний токсичний вплив на навколишнє середовище. Радіфарм не накопичується в ґрунті та водних об'єктах, не має шкідливого впливу на мікроорганізми та ґрунтову фауну, що забезпечує його екологічну безпеку [59].

Мікроелементи Reacom включають у свій склад важливі для рослин елементи, такі як залізо, марганець, цинк, які необхідні для нормального обміну речовин і фотосинтезу. Препарат відноситься до групи мінеральних добрив і має властивість покращувати засвоєння поживних речовин. Reacom характеризується низькою токсичністю для людини та довкілля, що підтверджується сертифікатами відповідності і результатами екотоксикологічних досліджень [60].

Гумат калію Гумісол є представником органічних добрив, виготовлених на основі природних гумінових кислот, які мають здатність покращувати структуру ґрунту, підвищувати родючість та стимулювати ріст рослин. Гумісол має природне походження, не містить шкідливих хімічних домішок і повністю розкладається у навколишньому середовищі без утворення токсичних залишків. Препарат безпечний для ґрунтових мікроорганізмів, дощових черв'яків, а також для інших живих організмів [61].

За класифікацією за ступенем небезпеки для людини та довкілля всі використовувані препарати належать до низькотоксичних або практично нешкідливих речовин. Вони не належать до пестицидів, тому не вимагають спеціальних заходів утилізації та не створюють додаткового навантаження на

екосистеми. Застосування цих препаратів у рекомендованих нормах є безпечним і сприяє сталому розвитку сільського господарства [62,63].

Під час проведення передпосівної обробки насіння катрану суворо дотримуються рекомендації щодо дозування і техніки безпеки, що мінімізує ризики потрапляння препаратів у навколишнє середовище [64,65]. Зокрема, обробка здійснюється у спеціально відведених місцях із використанням засобів індивідуального захисту для працівників, що виключає контакти з шкірою та слизовими оболонками.

Під час проведення передпосівної обробки насіння катрану велика увага приділяється дотриманню рекомендацій щодо дозування препаратів та техніки безпеки, що є основою мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я працівників. Спочатку проводиться точний розрахунок доз, які відповідають нормам, затвердженим у технологічних картках та інструкціях виробників. Використання зайвих кількостей біостимуляторів, мікроелементів або гуматів не тільки не підвищує ефективність, а й збільшує ризики забруднення ґрунту і водних ресурсів.

Обробка насіння зазвичай виконується у спеціально відведених приміщеннях або на майданчиках, оснащених відповідним обладнанням, що дозволяє уникнути потрапляння препаратів у довкілля. Такі майданчики мають належне покриття, що запобігає просочуванню розчинів у ґрунт. Для збору можливих розливів застосовують ємності або спеціальні системи збору.

Працівники, які здійснюють обробку, обов'язково забезпечуються засобами індивідуального захисту: захисними рукавичками, респіраторами або масками, окулярами, спецодягом, який запобігає прямому контакту шкіри із хімічними речовинами. Це важливо, оскільки навіть малотоксичні препарати можуть викликати подразнення чи алергічні реакції при безпосередньому контакті.

В процесі роботи суворо заборонено вживання їжі та напоїв, куріння, а також дотики до обличчя, що знижує ризик інгаляційного або орального потрапляння речовин в організм. Після завершення обробки працівники повинні ретельно мити руки і обличчя з милом, а також змінювати спецодяг.

Особливу увагу приділяють безпечному зберіганню і транспортуванню препаратів. Вони зберігаються в закритих, прохолодних, сухих приміщеннях, окремо від харчових продуктів і засобів гігієни. Тара від використаних розчинів підлягає правильній утилізації, щоб уникнути потрапляння залишків у навколишнє середовище.

Крім того, важливим є інформування і навчання персоналу щодо потенційних ризиків і правил поводження з препаратами. Регулярні інструктажі, консультації та контроль за дотриманням техніки безпеки сприяють запобіганню нещасних випадків.

У випадку розливів або аварійних ситуацій передбачені заходи швидкого реагування: локалізація розливу, збір препарату, дезактивація заражених поверхонь із використанням нейтралізуючих засобів.

Важливо також враховувати погодні умови під час обробки: роботи не проводять за сильного вітру або дощу, щоб уникнути розпилення препаратів у навколишнє середовище і їх змиття у водойми.

Таким чином, суворе дотримання рекомендацій щодо дозування, техніки безпеки та екологічних вимог під час передпосівної обробки насіння катрану є запорукою збереження навколишнього середовища та безпеки працівників, а також забезпечення високої ефективності агротехнології.

Важливим фактором є контроль за зберіганням і утилізацією залишків препаратів і тари, які не повинні потрапляти у відкриті водоймища, ґрунтові шари або сміттєзвалища без відповідної обробки. Це запобігає накопиченню хімічних речовин у довкіллі і знижує ризик забруднення.

Загалом, використання біостимулятора Радіфарм, мікроелементів Reacom та гумату калію Гумісол у технології передпосівної обробки насіння катрану є екологічно прийнятним і сприяє підвищенню агроекологічної стабільності агроценозів. Це забезпечує баланс між продуктивністю рослин і збереженням природних ресурсів.

Проведені дослідження підтвердили, що застосування цих препаратів не викликає негативних змін у складових природного середовища, не призводить

до забруднення води чи ґрунту, що є важливою передумовою для розвитку екологічно безпечного рослинництва.

Крім того, біостимулятори і гумати позитивно впливають на мікрофлору ґрунту, активізують процеси розкладання органічної речовини, покращують аерацію та водний режим, що сприяє відновленню і підтриманню родючості без додаткового використання хімічних добрив.

Варто також підкреслити, що безпечність цих препаратів для людей підтверджується їх низькою алергенністю і відсутністю канцерогенних ефектів, що робить їх застосування прийнятним не тільки у великих господарствах, а й у приватних господарствах та органічних фермах.

Таким чином, дотримання технології використання цих препаратів і контроль за їх застосуванням є ключовими для забезпечення охорони навколишнього середовища і сталого розвитку сільського господарства в Україні.

ВИСНОВКИ

У роботі подано теоретичне узагальнення та запропоновано нове вирішення наукової задачі, що полягає у визначенні закономірностей росту та впливу різних способів передпосівної обробки насіння на розвиток, структуру врожаю, хімічний склад, економічні та енергетичні показники вирощування катрану різних видів в умовах Правобережного Лісостепу України.

1. Встановлено, що катран серцелистий (B_1) демонстрував кращі показники за всіх способів обробки у порівнянні з катраном татарським (B_2). контрольних умовах B_1 мав схожість 78% і висоту сходів 11,0 см, у той час як B_2 — 72% і 10,0 см відповідно.

2. Досліджено, що при застосуванні біостимулятора Радіфарм (A_2) для B_1 схожість досягла максимальних 88%, а висота сягнула 14,0 см — це найкращі показники серед усіх варіантів. Для B_2 цей же метод підвищив схожість до 82% і висоту до 12,0 см, що також значно краще за контроль.

3. Найвищі показники отримано за обробки біостимулятором Радіфарм (A_2) сприяла значному покращенню росту листової поверхні: площа на 10-й день склала 16,0 см² (на 28% більше ніж у контролі), на 20-й день — 32,5 см² (на 30% більше), а на 30-й день — 46,0 см² (на 31% більше за контроль), а найменші за використанні Гумісол.

4. Встановлено, що фотосинтетична активність катрану також підвищувалася при обробці насіння перед посівом. У контрольній групі (A_1) показники були найнижчими: 8,5 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ на 10-й день, 12,0 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ на 20-й та 15,0 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ на 30-й день. Найвищий рівень фотосинтетичної активності спостерігався після обробки біостимулятором Радіфарм (A_2): 11,0 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (на 29% вище за контроль) на 10-й день, 16,5 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (на 37,5% вище) на 20-й та 20,0 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (на 33% вище) на 30-й день.

5. Найвищий відсоток дружніх сходів зафіксовано при обробці біостимулятором Радіфарм (A_2) — від 85% на 10-й день до 90% на 30-й день, що перевищує контроль (A_1) на 15%. Середня висота рослин у цій групі

зростала з 13,0 см на 10-й день до 26,0 см на 30-й, що на 18% більше за контроль. Крім того, цей варіант демонстрував найнижчий рівень ураження хворобами — від 5% до 9%, що позитивно вплинуло на загальну оцінку стану посівів (4 бали за 5-бальною шкалою)

6. Застосування біостимулятора Радіфарм (А₂) значно підвищило ці показники: урожай зеленого матеріалу зріс до 16,0 т/га (на 28% більше за контроль), урожай насіння — до 23,5 ц/га (на 30% вище), а вміст сухої речовини збільшився до 23,0%. Гумат калію Гумісол (А₄) забезпечив найменші показники: 14,5 т/га зеленої маси (на 16% більше за контроль), 20,5 ц/га насіння (на 14% більше) та 22,2% сухої речовини.

7. Встановлено, що катран серцелистий (В₁) продемонстрував вищу продуктивність: урожай зеленого матеріалу становив 15,8 т/га, урожай насіння — 22,5 ц/га, при вмісті сухої речовини 22,9%.

Катран татарський (В₂) мав нижчі показники: 14,2 т/га зеленого матеріалу, 19,5 ц/га насіння і 22,0% сухої речовини.

8. Варто вказати, що у контрольному варіанті (А₁, без обробки) кількість рослин на 1 м² становила 35,2 шт, середня маса однієї рослини — 120,5 г, а урожайність — 4,25 т/га.

Найвищі показники були отримані при обробці насіння біостимулятором Радіфарм (А₂): густота рослин зросла до 38,6 шт/м², маса 1 рослини - 138,9 г, довжина кореня - 30,2 см, урожайність - 5,63 т/га, що на 1,38 т/га (або 32,5%) вище за контроль.

9. Дослідження вказують, що у контрольному варіанті (А₁) вміст сухих речовин складав 18,4%, загальних цукрів - 5,2%, клітковини - 2,9%, а вітаміну С - 42,6 мг/100 г.

Найвищі показники відзначено при обробці насіння біостимулятором Радіфарм (А₂): 20,7% сухих речовин (+2,3% до контролю), 6,1% цукрів (+17,3%), 3,3% клітковини (+0,4%), 49,8 мг/100 г вітаміну С (+7,2 мг, або +16,9%).

10. Розрахунки економічних показників показали, що застосування біостимуляторів і мікродобрих підвищує прибутковість вирощування катрану

порівняно з контролем. Найвищий чистий прибуток (8 400 грн/га) та рентабельність (43,75 %) зафіксовано у варіанті А₂В₁ (Радіфарм × катран серцелистий), що зумовлено одночасним підвищенням урожайності насіння до 2,30 т/га та оптимізацією витрат на передпосівну обробку.

11. Отримані результати свідчать, що прихід енергії змінювався в межах 45,0–55,2 тис. МДж/га, тоді як витрати енергії становили 20,0–20,4 тис. МДж/га залежно від застосованого препарату. Найвищі показники приросту валової енергії (34,8 тис. МДж/га) та енергетичного коефіцієнта (2,71) відзначено у варіанті А₂В₁ (Радіфарм × катран серцелистий), що зумовлено збільшенням урожайності насіння до 23,0 ц/га.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У Правобережному Лісостепу України рекомендується висівати катран серцелистий (В₁) і катран татарський (В₂) та використовувати у їх посівах передпосівну обробку Радіфарм® - 1,0 л/т; Reakom® - 0,5–1,0 л/т; Гумісол® - 1,0–2,0 л/т, які забезпечать отримання урожайності від 1,87 до 2,30 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Samarappuli, Dulan, et al. "Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): A non-food oilseed crop with great potential: A review." *Agronomy* 10.9 (2020): 1380.
2. Pretto, A.; da Silva, P.L.; Radünz Neto, J.; da Costa Nunes, M.L.; de Freitas, L. In natura or reduced antinutrients forms of crambe meal in the silver catfish diet. *Cienc. Rural* 2014, 44, 692–698.
3. Мельник А. В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярого в умовах Північно- Східного Лісостепу України. *Університетська книга*. Суми. 2018. С. 56-70
4. Bassegio, D.; Santos, R.F.; Sarto, M.V.M.; Bassegio, C.; Dias, P.P.; Martins, J.D.L.; da Alves, M.S. Short-term green manure effects on crambe yield and oil content. *Aust. J. Crop. Sci.* 2016, 10, 1618–1622.
5. Бойко О.С., ГейкоЛ.М. Сучасний стан підприємств олійно-жирової промисловості України. *Економічний простір*. No 157. 2020. С. 32-37.
6. Canova, E.B.; Bueno, M.S.; Moreira, H.L.; Possenti, R.; Bras, P. Crambe cake (*Crambe abyssinica* hochst) on lamb diets. *Cienc. E Agrotecnol.* 2015, 39, 75–81.
7. Чехова, І. В. "Особливості функціонування ринку олійних культур в Україні." *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН* 32 (2022): 154-161.
8. De Goes, R.H.; Carneiro, M.M.V.; Osmari, M.P.; de Souza, K.A.; de Oliveira, R.T.; Souza, C.J.D. Intake, digestibility, performance and carcass characteristics of ewes fed crambe replacing soybean meal in the diet. *Acta Sci. Anim. Sci.* 2018, 40.
9. Weiss, E.A. *Oilseed Crops*, 2nd ed.; Blackwell Science: Oxford, UK, 2000; p. 373.
10. Каїра Л. Г. Ризики та загрози формування продовольчої безпеки. Проблеми формування продовольчих систем : матеріали круглого столу. Київ: НУХТ, 2021. С. 25-28.
11. Vollmann, J.; Ruckebauer, P. Agronomic performance and oil quality of crambe as affected by genotype and environment. *Bodenkultur* 1993, 44, 335–343.

12. Rubio, F.; Goncalves, A.C.; Dragunski, D.C.; Tarley, C.R.T.; Meneghel, A.P.; Schwantes, D. A *Crambe abyssinica* seed by-product as biosorbent for lead (II) removal from water. *Desalin. Water Treat.* 2015, 53, 139–148.
13. Продовольча безпека: світові тенденції та можливості агропродовольчого комплексу України: монографія. За ред. Л.В. Шинкарук. Київ, 2022. 232с.
14. Gunstone, F.D. *Rapeseed and Canola Oil: Production, Processing, Properties and Uses*; Blackwell Publishing Ltd.: Boca Raton, FL, USA, 2004.
15. Ткаліч І.Д., Гирка А.Д., Бочевар О.В., Ткаліч Ю.І. Агротехнічні заходи підвищення урожайності насіння соняшника в умовах степу України. *Зернові культури*. 2018. Т.2. №1. С. 44-52.
16. Adamsen, F.J.; Coffelt, T.A. Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. *Ind. Crops Prod.* 2005, 21, 293–307.
17. Meijer, W.J.M.; Mathijssen, E.W.J.M. Analysis of crop performance in research on inulin, fibre and oilseed crops. *Ind. Crops Prod* 1996, 5, 253–264.
18. Експертний прогноз щодо українського експорту олійних [Електронний ресурс]. Гаряча агрополітика. 2025. Режим доступу до ресурсу: <https://agropolit.com/news/25171-opublikovano-ekspertniy-prognoz-schodo-ukrayinskogo-eksportu-oliynih>.
19. Pitol, C.; Roscoe, R.; Erbes, E.J.; Romeiro, T.S.; Santos, J.F. Cultura do Crambe: Resultados et experimentação. *Tec Prod. Milho Safrinha Cult. Inverno* 2012, 145–149.
20. Vasylykivska, K. V., Malakhovska, V. O. (2019). Analysis of grain export potential in Ukraine. Central Ukrainian Scientific Bulletin. *Economic sciences*, no. 3(36), pp. 313–320.
21. Bassegio, D.; Santos, R.F.; Secco, D.; Werncke, I.; Sarto, M.V.M. Cover crops and straw management on yield components of crambe. *Biosci. J.* 2015, 31.
22. White, G.A. What we know about crambe? *Crops Soils* 1966, 38, 10–12.
23. Rezende, R.G.; Jesus, L.L.; Nery, M.C.; Rocha, A.S.; Cruz, S.M.; Andrade, P.C.R. Tetrazolium test in crambe seeds. *Semina Ciênc. Agrár.* 2015, 36, 2539–2544.

24. Costa, E.; Almeida, M.F.; Alvim-Ferraz, C.; Dias, J.M. The cycle of biodiesel production from *Crambe abyssinica* in Portugal. *Ind. Crops Prod.* 2019, 129, 51–58.
25. Lima, J.J.P.; Freitas, M.N.D.; Guimarães, R.M.; Vieira, A.R.; Ávila, M.A.B. Accelerated aging and electrical conductivity tests in crambe seeds. *Cienc. Agrotec.* 2015, 39, 7–14.
26. Посівні площі України у 2023 році переорієнтують на олійні культури (08.01.2023). Укрінформ. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3648517-posivni-plosi-ukraini-u-2023-roci-pereorientuut-na-olijni-kulturi-minagropolitiki.html>
27. Da Silva, T.R.B.; Lavagnolli, R.F.; Nolla, A. Zinc and phosphorus fertilization of crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst). *J. Food Agric. Environ.* 2011, 9, 264–267.
28. Colodetti, T.V.; Martins, L.D.; Rodrigues, W.N.; Brinate, S.V.B.; Tomaz, M.A. Crambe: General aspects of agricultural production. *Encicl. Biosf.* 2012, 8, 258–269.
29. Anderson, M.D.; Peng, C.; Weiss, M.J. Crambe, *Crambe abyssinica* Hochst, as a flea beetle resistant crop (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.* 1992, 85, 594–600.
30. Птришин Л. Економічна поведінка сільськогосподарських підприємств у мінливому середовищі розвитку: монографія. Львів: Сполом, 2021. 442 с
31. Kmes, P.; Weiss, M.J., Jr. Seasonal abundance of diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) on *Crambe abyssinica*. *Environ. Entomol* 1997, 26, 483–488.
32. Снеткова А.В. Інвестиції у необоротні активи підприємств олійно-жирової промисловості України: динаміка, проблеми та перспективи. *Інвестиції: практиката досвід.* 2019. № 21. С. 75–83. DOI:10.32702/2306-6814.2019.
33. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи; за ред. А. О. Рожкова. Х.: Майдан, 2016. 316 с

- 34.Худолій, Л. М., Я. С. Ларіна, and Г. М. Чорний. "Методи наукових досліджень в аграрній економіці." *Економіка АПК* 9 (2013): 79-84.
- 35.Newcomb, L. H., et al. *Methods of teaching agriculture*. University Libraries at Virginia Tech in association with the Open Education Initiative, 2025.
- 36.Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень. К.: НАУ, 2001. 247 с.
- 37.Negacz, Katarzyna, et al. "Saline soils worldwide: Identifying the most promising areas for saline agriculture." *Journal of arid environments* 203 (2022): 104775.
- 38.Тимошенко І. І., Майщ З. М., Косилович Г. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Львів: ЛДАУ, 2004. 111 с.
- 39.Bhat, Showkat Ahmad, and Nen-Fu Huang. "Big data and ai revolution in precision agriculture: Survey and challenges." *Ieee Access* 9 (2021): 110209-110222.
- 40.Колтунов, Віктор Андрійович, et al. "Наукові дослідження у товарознавстві сільськогосподарських продуктів." (2016).
- 41.Jha, Kirtan, et al. "A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence." *Artificial Intelligence in Agriculture* 2 (2019): 1-12.
- 42.Ільчук, Микола, Іван Свиноус, and Ольга Томашевська. "Методичні підходи до оцінки ефективності інноваційної діяльності у сільському господарстві." *Сталий розвиток економіки* 3 (50) (2024): 115-122.
- 43.Шпикуляк, О. Г., and В. О. Іванченко. "Формування індексів та індикаторів сталого розвитку підприємництва в сільському господарстві: теоретико-методичні підходи." *Економіка АПК* 9 (2020).
- 44.Khan, Atiya, et al. "A systematic review on hyperspectral imaging technology with a machine and deep learning methodology for agricultural applications." *Ecological Informatics* 69 (2022): 101678.
- 45.Костюк В. О., Мількін І. В. Статистика : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 2015. 166 с.
- 46.Ткач, Назар. "Перспективи вирощування нішевих сільськогосподарських культур для малого агробізнесу України." *Економіка та суспільство* 49 (2023).

- 47.Довгаль, О. В. (2020). Стан і перспективи розвитку олійно-продуктового підкомплексу АПК України. *Український журнал прикладної економіки*, 5(1), 359-370.
- 48.Кононенко Л.М., Манзій О.П., Полторецька Н.М., Коховська І.В. Елементи структури врожаю крэмбе (*crambe abyssinica hochst.*) залежно від норми висіву насіння та сортових особливостей. *Новітні агротехнології*. 2023.Т11. № 1.
- 49.Литовченко, Л. (2022). Агропромислова інтеграція як чинник розвитку підприємств з виробництва та переробки продукції олійних культур. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic sciences*, 304(2 (2)), 346-350.
- 50.Тулуш Л.Д., Грищенко Д.Ю. Фіскальне регулювання розвитку ринку олійних культур в Україні. *Економіка АПК*. 2018. №5. С. 63-76
- 51.Конonenko L.M. Production and use of vegetable oils. *Тези доповідей Міжнародної наукової інтернет-конференції «Інноваційні зернопродукти та агротехнології», 21 лютого 2025 р.* / Редкол.: Непочатенко О. О. (відп. ред.) та ін. Умань, 2025. С.15.
- 52.Мудрак Р.П., Лагодієнко В.В., Лагодієнко Н.В. Вплив сукупних витрат на обсяги національного виробництва. *Економічний часопис – ХХІ*. 2018. №172(7-8). С. 44-50.
- 53.Охорона праці та цивільний захист [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій». Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2024. 362 с.
- 54.Міхеєв Ю. В., Праховнік Н. А., Землянська О. В. Цивільний захист: Навчальний посібник. К.: Основа, 2014. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/18966>.
- 55.Русаловський А. В., Вендичанський В. Н. Цивільний захист: Навчальний посібник. За наук. ред. Запорожця О. І. К.: АМУ, 2008. 250 с.
- 56.Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві: Навчальний посібник. К.: Основа, 2010. 240 с.

- 57.Бурдяк, В. І. Р. А., and Ю. Р. І. Й. Макар. "Екологія довкілля у діяльності територіальних громад." *SCIENTIA* 14/2 (2020): 58-64.
- 58.Трахтенберг І. М., Коршун М. М., Чебанова О. В. Гігієна праці та виробнича санітарія. К., 1997. 464 с.
- 59.Герасимчук Л. О. Акумуляція важких металів в урбоедафотоплах і фітоценозах Житомирського Полісся : автореф. дис. . канд. с.-г. наук : 03.00.16. Дніпропетр. держ. аграр. ун-т, 2012. 24 с.
- 60.Граб, О. В. (2021, December). Термінологічне поле понять «довкілля», «природне довкілля». In *The XV International Science Conference «Trends in the development of practice and science», December 28–31, 2021, Oslo, Norway*. 386 p. ISBN-978-1-68564-511-3.
1. 61Валерко Р. А., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л., Алпатова О.М. Застосування біопрепаратів і регуляторів росту рослин для зниження накопичення важких металів у зерні кукурудзи. *Екологічні науки*. 2024. № 3(54). С. 83-86.
- 61.Самойленко, Наталія Миколаївна, В. І. Аверченко, and В. Б. Байрачний. "Системи технологій та промислова екологія." *Металургійний та енергетичний комплекс ЧП: навч. посіб. Харків: НТУ «ХПІ», Лідер* (2020).
- 62.Двуліт, З. П. (2012). Забруднення атмосферного повітря як один з видів впливу залізничного транспорту на довкілля. *Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту*. Сер.: Економіка і управління, (21-22 (2)), 99-103.
- 63.Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. К.: Т-во «Знання», 2002. 550 с.
- 64.Гнатів, П. С., et al. "Техно-й урбосистеми: методологічні підходи до оцінювання стану урбанізованого довкілля." *Науковий вісник НЛТУ України* 29, № 5 (2019): 82-87.

ДОДАТКИ