

**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.

САВЧЕНКО
Артур Юрійович

**ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ВИДІВ КАТРАНУ ЗА ПРОДУКТИВНІСТЮ
ЗАЛЕЖНО ВІД ГЛИБИНИ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ У
ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ**

Кваліфікаційна робота
освітнього рівня "Магістр"
за спеціальністю 201 Агрономія

Науковий керівник – к. с.-г. н., доцент **КОНОНЕНКО Лідія**

УМАНЬ – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	
РОЗДІЛ 1	ОСНОВНІ ДЕТЕРМІНАНТИ ПРОДУКТИВНОСТІ КАТРАНУ (огляд літератури)
	1.1. Харчова та біологічна цінність олій
	1.2. Особливості вирощування катрану та продуктивність його агрофітоценозів
РОЗДІЛ 2	ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ
	2.1. Ботанічна і агробіологічна характеристика різних видів катрану
	2.2. Агрономічна оцінка видового складу у дослідках
РОЗДІЛ 3	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ
	3.1. Агроекологічні аспекти опідзолених чорноземів
	3.2. Погодні умови як чинник продуктивності рослин
	3.3. Схема та методи обліку продуктивності і обробки результатів
	3.4. Агротехнологія вирощування катрану в польових експериментах
РОЗДІЛ 4	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ
	4.1. Оцінка схожості та енергії проростання насіння різних видів катрану за досліджуваних чинників
	4.2. Вплив видів катрану та глибини загортання насіння на початковий ріст і тривалість вегетаційного періоду
	4.3. Особливості росту, розвитку фаз і формування листового апарату у дослідженнях
	4.4. Фітосанітарний моніторинг посівів катрану у дослідках
	4.5. Вплив агротехнічних факторів на урожайність катрану
	4.6. Структурні показники урожаю катрану в залежності від біологічних та агротехнічних факторів
	4.7. Аналіз основних хімічних компонентів катрану за умов різних видів і глибини сівби

РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЧИННИКИ ПРИ ПОРІВНЯЛЬНІЙ ОЦІНЦІ ВИДІВ КАТРАНУ ЗА ПРОДУКТИВНІСТЮ	
РОЗДІЛ 6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ПОРІВНЯЛЬНІЙ ОЦІНЦІ ВИДІВ КАТРАНУ ЗА ПРОДУКТИВНІСТЮ	
	6.1. Моделювання виробничих небезпек при порівняльній оцінці видів катрану за продуктивністю	
	6.2. Охорона навколишнього і природного середовища при порівняльній оцінці видів катрану за продуктивністю	
ВИСНОВКИ		
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ		
ДОДАТКИ		

ВСТУП

Актуальність теми. Катран є перспективною технічною культурою, що має важливе значення для агропромислового комплексу, особливо в контексті розвитку олійно-жирової промисловості та кормової бази. Зростання попиту на рослинні олії і екологічно чисті продукти харчування стимулює пошук ефективних способів вирощування і підвищення продуктивності нових культур, зокрема різних видів катрану [1].

В умовах сучасного землеробства все більше уваги приділяється біологізації агротехнологій, впровадженню агротехнічних прийомів, які підвищують екологічність виробництва, покращують якість ґрунту та забезпечують стабільний урожай. Особливо актуальним є вивчення впливу таких факторів, як види катрану, глибина загортання насіння, тривалість вегетаційного періоду та агротехнічні заходи на формування врожаю [2,3].

За останні роки у дослідженнях визначено, що ефективність вирощування катрану суттєво залежить від ботанічних особливостей конкретного виду, зокрема від структури листкового апарату, розвитку кореневої системи, а також адаптації до умов загортання насіння та інтенсивності росту. При цьому значну роль відіграє агротехніка - правильний вибір глибини сівби, строки посіву, а також моніторинг фітосанітарного стану посівів [4].

Додатково, врахування кліматичних особливостей регіону вирощування є важливим для максимального розкриття потенціалу рослин. Різні види катрану демонструють різну адаптацію до посухи, температурних коливань та родючості ґрунту, що вимагає диференційованого підходу до агротехнічних заходів. Впровадження новітніх методів агромоніторингу і застосування плівкоутворювачів можуть суттєво покращити стан посівів, підвищити їх стійкість до несприятливих умов і збільшити врожайність. Також важливою є економічна доцільність впровадження цих технологій, що визначається не лише валовим збором, а й якістю продукції і ефективністю використання ресурсів.

Метою досліджень було визначити вплив видів катрану та глибини загортання насіння на початковий ріст, розвиток, урожайність та якість

продукції, а також провести агрономічну оцінку видового складу і агротехнічних факторів для підвищення ефективності вирощування.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв'язати такі задачі:

- дослідити сходи, енергію проростання та початковий ріст насіння різних видів катрану за досліджуваних чинників;
- визначити вплив видів катрану та глибини загортання насіння на початковий ріст і тривалість вегетаційного періоду;
- оцінити особливості росту, розвитку фаз і формування листкового апарату;
- провести фітосанітарний моніторинг посівів, визначити ураженість хворобами і шкочинними організмами;
- дослідити вплив агротехнічних факторів, зокрема глибини загортання насіння, на урожайність катрану і оцінити структурні показники врожаю залежно від біологічних та агротехнічних факторів;
- проаналізувати основні хімічні компоненти у різних видів катрану залежно від досліджуваних чинників;
- провести економічні та енергетичні розрахунки для визначення ефективності технологій вирощування.

Об'єкт дослідження – катран татарський (*Crambe tataria*), катран морський (*Crambe maritima*) та катран східний (*Crambe orientalis*), а також вплив глибини загортання насіння на їх розвиток та продуктивність.

Предмет дослідження – сходи та енергія проростання насіння, початковий ріст, розвиток листкового апарату, фітосанітарний стан посівів, агротехнічні чинники, урожайність, структуру врожаю, хімічний склад продукції, економічні та енергетичні показники.

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

ОСНОВНІ ДЕТЕРМІНАНТИ ПРОДУКТИВНОСТІ КАТРАНУ (огляд літератури)

1.1. Харчова та біологічна цінність олій

Олії - це важлива група харчових продуктів, які мають значне значення у збалансованому раціоні людини. Вони є концентрованим джерелом енергії, незамінних жирних кислот, вітамінів та біологічно активних сполук. Рослинні олії займають вагоме місце у харчовій промисловості та культурі харчування, забезпечуючи організм необхідними поживними речовинами та сприяючи збереженню здоров'я [5].

Склад олій та їх харчова цінність

Основним компонентом олій є жири, представлені тригліцеридами — сполуками гліцерину з жирними кислотами. Жирні кислоти в оліях можуть бути насиченими, мононенасиченими або поліненасиченими. Поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) є надзвичайно важливими для організму людини, оскільки вони не синтезуються і повинні надходити з їжею. До них належать лінолева кислота (Омега-6) та альфа-ліноленова кислота (Омега-3).

Крім жирних кислот, до складу олій входять вітаміни А, Е, D, К, які виконують важливі біологічні функції. Особливо важливим є вітамін Е (токоферолі), що має потужні антиоксидантні властивості, захищає клітинні мембрани від окислення та сприяє зміцненню імунної системи [6,7].

Енергетична цінність олій

Олії є найбільш концентрованим джерелом енергії серед харчових продуктів. 1 грам жиру забезпечує близько 9 ккал, що у два з половиною рази більше, ніж білки або вуглеводи (по 4 ккал на грам). Енергетична цінність рослинних олій є важливою для підтримки фізичної активності, теплообміну та регуляції обміну речовин [8].

Біологічна роль жирних кислот

Поліненасичені жирні кислоти виконують численні життєво важливі функції. Вони є структурними компонентами клітинних мембран, регулюють

кровообіг, знижують рівень холестерину в крові та запобігають розвитку атеросклерозу. Омега-3 кислоти, зокрема, позитивно впливають на роботу серця, мозку та знижують ризик хронічних запальних захворювань [9].

Насичені жири, які переважають у тваринних жирах, у великій кількості можуть сприяти розвитку серцево-судинних захворювань, тому акцент у харчуванні сучасної людини робиться на збалансованому споживанні ненасичених жирів, які переважають у рослинних оліях [10].

Олії як джерело вітамінів та мікроелементів

Рослинні олії містять важливі вітаміни, зокрема вітамін Е — потужний антиоксидант, який захищає організм від вільних радикалів, уповільнює процеси старіння та підтримує репродуктивну систему. Вітаміни А і D у складі олій сприяють здоров'ю шкіри, зору, кісток та імунної системи. Вітамін К, який також присутній, бере участь у процесах кровообігу [11].

Олії можуть містити й інші біологічно активні сполуки — стероли, фітоестрогени, каротиноїди, які мають позитивний вплив на обмін речовин, імунітет та репродуктивне здоров'я.

Різноманітність рослинних олій та їх харчові властивості

Рослинні олії походять із різних культур — соняшнику, ріпаку, сої, оливок, льону, кунжуту, катрану тощо. Кожна з них має унікальний хімічний склад, що визначає їх харчову та біологічну цінність [12].

- **Олія соняшникова** — багата на лінолеву кислоту (Омега-6), має високий вміст вітаміну Е. Вона добре засвоюється організмом і використовується як у кулінарії, так і в промисловості.
- **Ріпакова олія** — містить значну кількість мононенасичених жирних кислот (Омега-9) і омега-3, що робить її корисною для серцево-судинної системи.
- **Оливкова олія** — цінується за високий вміст мононенасичених жирів і антиоксидантів, має протизапальні властивості і сприяє зниженню рівня «поганого» холестерину.
- **Льняна олія** — одне з найкращих джерел Омега-3 жирних кислот, важлива для нормального розвитку мозку і підтримки імунітету [13,14].

- **Катранова олія** — менш відома, але перспективна олія, що містить унікальні жирні кислоти і володіє значним біологічним потенціалом, зокрема в харчовій та фармацевтичній промисловості.

Вплив олій на здоров'я людини

Регулярне вживання рослинних олій у помірних кількостях позитивно впливає на загальний стан здоров'я. Вони сприяють нормалізації ліпідного обміну, підвищують стійкість організму до стресів, зміцнюють імунітет. Особливо важливою є роль олій у профілактиці серцево-судинних захворювань, діабету, ожиріння та деяких видів раку [15,16].

Збалансоване співвідношення Омега-6 та Омега-3 у раціоні забезпечує оптимальну функцію клітин та систем організму, тому сучасні дієтологи рекомендують включати у харчування різні види олій з урахуванням їх жирнокислотного складу.

Технологічні аспекти та якість олій

Якість олій залежить від способу їх отримання та обробки. Холодний віджим зберігає максимум корисних речовин, тоді як рафіновані олії мають більш стабільні органолептичні властивості і довший термін зберігання, але з меншим вмістом вітамінів [17].

При нагріванні деякі олії втрачають корисні властивості та можуть утворювати шкідливі сполуки, тому вибір олії для смаження чи заправки салатів має велике значення.

Перспективи використання олій у харчовій промисловості

Зростання світового населення і тенденції до здорового харчування стимулюють розвиток виробництва високоякісних рослинних олій. Вчені та аграрії працюють над створенням нових сортів олійних культур із покращеним складом жирних кислот і підвищеною стійкістю до кліматичних умов [18].

Особливу увагу приділяють біотехнологічним методам та екологічно чистим технологіям отримання олій, що сприяє збереженню корисних властивостей і підвищенню харчової цінності [19].

Олії є незамінною складовою здорового харчування завдяки високій енергетичній цінності, наявності незамінних жирних кислот, вітамінів та

біологічно активних речовин. Їх правильне використання в раціоні сприяє профілактиці багатьох захворювань, підтримці нормального обміну речовин та загальному зміцненню здоров'я [20].

Враховуючи значну різноманітність рослинних олій, важливо обирати продукти, які найбільше відповідають індивідуальним потребам організму та умовам приготування страв. Подальші дослідження у галузі харчової цінності олій і розробка нових технологій їх виробництва залишаються актуальними завданнями сучасної науки та промисловості.

1.2. Особливості вирощування катрану та продуктивність його агрофітоценозів

Катран (рід *Crambe*) — це технічна олійна культура, яка набуває все більшої популярності в аграрному виробництві завдяки високій цінності олії насіння, стійкості до несприятливих умов та багатофункціональному використанню у різних галузях промисловості. Вирощування катрану має свої специфічні особливості, що визначають успіх формування врожаю та продуктивність агрофітоценозів [21,22].

Катран — дворічна або багаторічна культура, що добре пристосовується до різних типів ґрунтів, включаючи слабокислі та помірно засолені. Він має глибоку стрижневу кореневу систему, що забезпечує хорошу адаптацію до посушливих умов та здатність використовувати ґрунтові ресурси з глибоких шарів [23].

Листковий апарат катрану складається із розлогу розетки великих листків, що сприяє ефективному фотосинтезу та утворенню достатньої вегетативної маси. Різні види катрану мають свої особливості розвитку листя та тривалість вегетаційного періоду, що слід враховувати при виборі сортів для конкретних кліматичних зон [24,25].

Вирощування катрану потребує дотримання певних агротехнічних прийомів, які значною мірою впливають на якість насіння та врожайність. Одним із важливих факторів є правильний вибір глибини загортання насіння.

Оптимальна глибина загортання забезпечує якісні сходи, рівномірний розвиток рослин і максимальну енергію проростання [26].

Посів рекомендується проводити в строки, які відповідають початку сприятливих температурних умов, що сприяють швидкому і дружньому проростанню. Враховуючи тривалість вегетаційного періоду різних видів катрану, підбір часу посіву дозволяє уникнути негативного впливу посухи або заморозків на ключових фазах розвитку [27-29].

Важливим є також вибір попередників у сівозміні. Катран добре реагує на зяблеву оранку та внесення органічних і мінеральних добрив, що підвищує родючість ґрунту та сприяє формуванню високих урожаїв.

Продуктивність катрану багато в чому залежить від стану агрофітоценозів — комплексу рослин, мікроорганізмів, шкідників і хвороб, що взаємодіють у посіві. Регулярний фітосанітарний моніторинг дозволяє вчасно виявити шкідників і хвороби, що можуть суттєво знизити врожайність [30].

Для боротьби із шкідниками застосовують як агротехнічні, так і хімічні методи захисту. Вибір засобів і строків їх застосування має бути максимально екологічно безпечним і ефективним [31].

Важливою складовою успішного вирощування катрану є забезпечення оптимальної густоти стояння рослин і контролю над бур'янами, які конкурують за поживні речовини, воду та світло. Бур'яни можуть значно погіршувати умови росту катрану і знижувати врожайність [32].

Для зниження конкуренції застосовують механічні методи прополювання, використання гербіцидів у безпечних нормах, а також підбір строків сівби і агротехнічних заходів, що сприяють кращому розвитку культури.

Успішність формування врожаю залежить від інтеграції біологічних особливостей культури, умов навколишнього середовища та агротехнічних заходів. Урожайність катрану варіюється залежно від виду, ґрунтово-кліматичних умов, строків сівби і глибини загортання насіння [33].

У дослідженнях встановлено, що оптимальна глибина сівби для більшості видів коливається від 1,5 до 2,5 см, що забезпечує максимальний вихід насіння

та коренеплодів. Катран морський демонструє вищу врожайність у порівнянні з татарським та східним, особливо при оптимальних агротехнічних умовах [34].

Структура врожаю включає насіння, коренеплоди, надземну біомасу, які мають різне значення для харчової, олійної та кормової промисловості. Баланс між цими компонентами визначає економічну ефективність вирощування [35].

Застосування плівкоутворювачів, регуляторів росту, мінеральних добрив і сучасних агротехнічних прийомів покращує фізіологічний стан рослин, сприяє підвищенню якості насіння та олії. Це важливо для забезпечення конкурентоспроможності продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Важливим напрямком є також оптимізація сівозмін і впровадження систем точного землеробства для максимального використання ресурсів і мінімізації втрат [36].

Незважаючи на значні перспективи, вирощування катрану має свої виклики, пов'язані з кліматичними змінами, ризиками посухи, загрозами шкідників і хвороб. Подальші дослідження спрямовані на селекцію нових стійких сортів, вдосконалення технологій вирощування та екологічної безпеки.

Системний підхід до формування агрофітоценозів катрану дає змогу підвищити стійкість посівів, забезпечити стабільність і якість продукції, що має важливе значення для агропромислового комплексу.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ботанічна і агробіологічна характеристика різних видів катрану

Катран (рід *Crambe*) - це багаторічна або дворічна рослина родини капустяних (*Brassicaceae*), яка вирізняється високою пристосованістю до різних ґрунтово-кліматичних умов і має значний агрономічний потенціал завдяки цінним кормовим і технічним властивостям [37].

Катран татарський (*Crambe tataria*)

Катран татарський - дворічна трав'яниста рослина, висотою 80–120 см, із прямостоячим гіллястим стеблом. Листя великі, чергові, глибоко розсічені, з восковим нальотом, що забезпечує підвищену посухостійкість. Квітки дрібні, білого або світло-жовтого кольору, зібрані у густі китицеві суцвіття. Плоди - стручки довгасті, що містять численні дрібні насінини.

Агротехнічно цей вид відзначається середньою стійкістю до посухи та несприятливих умов, проте є чутливим до ущільнення ґрунту. Катран татарський має порівняно тривалий вегетаційний період - до 120–130 днів, що зумовлено повільним початковим ростом.

Катран морський (*Crambe maritima*)

Катран морський - багаторічна рослина, що росте на прибережних піщаних і глинистих ґрунтах, висотою 60–100 см. Листя товсті, шкірясті, з глянцевою поверхнею і солонуватим смаком, що є адаптацією до солонуватих умов середовища. Квітки білого або зеленкуватого відтінку, дрібні, розташовані у розлогих китицях.

Агробіологічні особливості включають високу посухо- і солестійкість, а також швидкий початковий розвиток рослин. Вегетаційний період трохи коротший - близько 110–120 днів. Цей вид відзначається високою врожайністю і цінністю насіння, багатого на жирні кислоти.

Катран східний (*Crambe orientalis*)

Катран східний - дворічна рослина висотою 70–110 см, з тонким, але міцним стеблом. Листя довгасті, злегка зубчасті, з меншим восковим нальотом,

ніж у татарського виду. Квітки зазвичай світло-жовтого відтінку, зібрані у компактні суцвіття.

Цей вид характеризується високою холодостійкістю і здатністю до росту на менш родючих ґрунтах. Вегетаційний період становить 115–125 днів. Має середню стійкість до хвороб і шкідників, однак нижчу врожайність у порівнянні з катраном морським [38].

Усі види катрану мають розвинену кореневу систему, що сприяє поглибленому живленню і водозабезпеченню рослин, що особливо важливо в посушливих регіонах. Стебло пряме, гіллясте, з восковим нальотом, що захищає рослини від втрати вологи. Листя чергові, часто сильно розсічені або зубчасті, виконують функції фотосинтезу та транспірації.

Квітки катрану дрібні, з чотирма пелюстками, типові для капустяних. Запилення відбувається переважно вітром, хоча можливе і комахозапилення. Плоди - стручки, які містять численні насінини із високим вмістом олії[39].

Катран відноситься до холодостійких культур, здатних переносити ранні весняні заморозки та осінні похолодання. Його висока стійкість до посухи зумовлена особливостями листового апарату і кореневої системи. Водночас надмірна вологість ґрунту може негативно впливати на розвиток і підвищувати ризик хвороб.

Рослини катрану чутливі до глибини загортання насіння: оптимальна глибина становить 1,0–2,0 см. Загортання насіння на більшу глибину призводить до зниження схожості та уповільнення розвитку.

Вегетаційний період становить близько 110–130 днів, що дозволяє культивувати катран у регіонах із помірним кліматом із коротким літом. Катран дає два основні види продукції: насіння з високим вмістом олії (до 30%) та коренеплоди, які використовуються в кормовій промисловості [40].

Катран - перспективна технічна культура, особливо в якості джерела цінної рослинної олії та кормової бази. Морський катран найбільш цінний через високу врожайність і кращий хімічний склад насіння. Татарський та східний види використовуються здебільшого в місцевих умовах із обмеженими ресурсами.

Вирощування катрану рекомендоване на легких та середніх за механічним складом ґрунтах, що добре дреноються. Забезпечення оптимальної глибини загортання насіння та дотримання сівозміни підвищують продуктивність і стійкість посівів [41].

Отже, різні види катрану мають свої ботанічні та агробіологічні особливості, які слід враховувати при плануванні вирощування. Катран морський є найперспективнішим для промислового культивування завдяки високій врожайності та енергетичній цінності. Оптимізація агротехнічних прийомів, зокрема глибини сівби, дає змогу ефективно використовувати потенціал кожного виду.

2.2. Агрономічна оцінка видового складу у дослідях

Катран татарський (*Crambe tataria*)

Катран татарський - дворічна рослина з розлогою, добре розвиненою листовою розеткою, що складається з великих, глибоко розсічених листків з восковим нальотом. Листя має сіро-зелене забарвлення, завдяки чому рослина проявляє підвищену посухостійкість. Розетка досить щільна, що сприяє захисту від вітрової ерозії ґрунту.

Стебло прямостояче, висотою 80–120 см, розгалужене. Коренева система - стрижнева, добре розвинена, з глибоким проникненням у ґрунт, що забезпечує надійне водопостачання рослини у посушливі періоди. Така будова коренів дозволяє використовувати глибинні резерви вологи й поживних речовин.

Тривалість вегетаційного періоду - 120–130 днів, що є найтривалішим серед досліджуваних видів. Пізній початок росту компенсується тривалим розвитком, що дає змогу накопичити значну вегетативну масу.

Катран морський (*Crambe maritima*)

Катран морський - багаторічна рослина з компактною, але потужною розеткою листя. Листки товсті, шкірясті, з глянцевою поверхнею, що має характерний солонуватий присмак. Вони менш розсічені, ніж у татарського

катрану, але мають більшу площу для фотосинтезу, що сприяє інтенсивному росту.

Стебло міцне, прямостояче, висотою 60–100 см. Коренева система у цього виду також стрижнева, але з більш розгалуженими боковими коренями, що забезпечує кращу фіксацію рослини та ефективне використання поживних речовин у верхньому шарі ґрунту.

Тривалість вегетації становить 110–120 днів - це найкоротший вегетаційний період серед трьох видів. Однак завдяки інтенсивному росту і швидкому формуванню листкового апарату катран морський дає найбільшу врожайність за менший час.

Катран східний (*Crambe orientalis*)

Катран східний - дворічна рослина з меншою, ніж у татарського, розеткою листя. Листки більш вузькі, довгасті, з зубчастим краєм і світло-зеленим забарвленням. Восковий наліт на листі помірний, що обумовлює меншу посухостійкість у порівнянні з татарським катраном.

Стебло висотою 70–110 см, тонке, гіллясте. Коренева система середня за розвитком, з помірною глибиною проникнення і меншою розгалуженістю в порівнянні з іншими видами. Така структура обмежує доступ до глибоких запасів вологи, що зумовлює потребу у кращому зволоженні під час вирощування.

Вегетаційний період - 115–125 днів. Цей вид характеризується середньою тривалістю росту та помірною швидкістю розвитку, що робить його придатним для вирощування в умовах помірного клімату з помірною кількістю опадів.

Порівняльні характеристики

- **Листя:** Найкраще листя з точки зору площі фотосинтезу має катран морський (товсте, шкірясте, велике), що забезпечує високу продуктивність. Катран татарський має більш розсічене та воскове листя, що краще захищає від втрати вологи. Катран східний - з вузьким і тоншим листям, менш пристосованим до посухи.

- **Розетка і листя:** Найщільніша і розлога - у катрану татарського, що створює захист ґрунту від ерозії. Морський катран має компактну, але

фотосинтетично ефективну розетку. Східний — з меншою розеткою, що може обмежувати ранній розвиток.

- **Коренева система:** Найглибша і розвинена у катрану татарського, з глибоким проникненням у ґрунт. Морський катран має широку розгалужену кореневу систему, ефективну у верхньому шарі. Східний має середній розвиток коренів, потребує кращого поливу.

- **Вегетаційний період:** Найдовший у татарського (120–130 днів), середній у східного (115–125 днів) і найкоротший у морського (110–120 днів), що дозволяє останньому швидше накопичувати врожай.

- **Стійкість:** Татарський катран стійкий до посухи і несприятливих умов. Морський — до солонцю і посухи, але менш морозостійкий. Східний — холодостійкий, але потребує оптимальних умов зволоження.

Таким чином, з агрономічної точки зору, катран морський є найбільш перспективним для інтенсивного виробництва завдяки швидкому росту, великій площі листя та потужній розвиненій кореневій системі. Катран татарський цінний для посушливих районів через глибоку кореневу систему і посухостійкість. Катран східний рекомендований для регіонів із холодним кліматом і середньою вологістю.

Правильний вибір виду катрану і адаптація агротехнічних прийомів до його біологічних особливостей є запорукою високої врожайності і стабільного виробництва.

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Агроекологічні аспекти опідзолених чорноземів

Опідзолені чорноземи — це тип ґрунтів, які утворилися в помірно континентальному кліматі переважно на лесовидних суглинках і супісках. Вони характеризуються розвитком опідзолення — процесу вимивання лужних речовин, що призводить до накопичення глинистих частинок, органічних речовин та заліза у нижньому горизонті. Ці ґрунти поширені на значних площах України, особливо у північних і центральних регіонах, і є важливими для сільськогосподарського виробництва.

Опідзолені чорноземи мають ряд специфічних агроекологічних властивостей, які визначають їх родючість та ефективність використання у землеробстві. До них належать середній вміст гумусу (1,5–3,5 %), кислотність, яка зазвичай є підвищеною, а також фізичні властивості, що впливають на водно-повітряний режим.

Внаслідок опідзолення ґрунтова профільна структура відрізняється нерівномірним розподілом поживних речовин, що ускладнює їх доступність для рослин. Особливо це стосується рухомих форм фосфору, калію та кальцію, які вимиваються з верхнього горизонту.

У агротехнічній практиці опідзолені чорноземи потребують особливої уваги щодо підвищення їх родючості. Для цього використовують вапнування — внесення кальцієвмісних матеріалів для зниження кислотності, а також систематичне внесення органічних добрив, які покращують структуру і біологічну активність ґрунту.

Окрім того, важливим є застосування сівозмін із включенням бобових і зернових культур, що сприяють відновленню азоту в ґрунті і підвищенню врожайності. Покривні культури допомагають зменшити ерозію і втрати поживних речовин.

Водний режим опідзолених чорноземів є критично важливим фактором. Ці ґрунти мають середню водопроникність, але часто схильні до застою вологи

у холодний період, що може викликати загнивання кореневої системи. Тому дренажні системи і правильне планування зрошення — необхідні елементи агротехніки.

Збереження біологічного різноманіття в агрофітоценозах на опідзолених чорноземах сприяє підвищенню їх стійкості до стресових умов та хвороб. Використання мікробіологічних препаратів для стимуляції корисної ґрунтової мікрофлори є перспективним напрямком.

Таким чином, агроекологічний підхід до обробітку і удобрення опідзолених чорноземів спрямований на збереження і підвищення родючості, покращення фізико-хімічних властивостей і забезпечення збалансованого водно-повітряного режиму. Це дозволяє отримувати стабільні врожаї сільськогосподарських культур навіть за умов мінливості клімату.

Таблиця 1 відображає ключові агроекологічні характеристики опідзолених чорноземів, які визначають їх придатність для вирощування сільськогосподарських культур. Так, вміст гумусу в межах 1,5–3,5 % свідчить про достатній запас органічної речовини, але потребує підтримки за рахунок внесення органічних добрив. Кислотність ґрунту є відносно високою (рН 4,5–5,5), що обмежує засвоєння поживних речовин, зокрема фосфору та калію, показники рухомих форм яких також нижчі за оптимальні. Водопроникність середня, однак часто виникають проблеми із застою вологи, що підкреслює важливість систем дренажу (табл.1).

Таблиця 1

Основні агроекологічні показники опідзолених чорноземів

Показник	Значення	Характеристика
Вміст гумусу, %	1,5–3,5	Визначає органічний запас поживних речовин, впливає на структуру ґрунту
Кислотність (рН)	4,5–5,5	Підвищена кислотність обмежує доступність поживних речовин
Вміст рухомого фосфору	5–15 мг/кг	Обмежує розвиток рослин, потребує підживлення
Вміст рухомого калію	15–30 мг/кг	Потребує контролю і корекції для нормального росту
Водопроникність	Середня	Впливає на водний режим, потребує контролю дренажу

Ці показники є основою для розробки ефективних агротехнологічних заходів, спрямованих на підвищення продуктивності опідзолених чорноземів із врахуванням їх агроекологічних особливостей.

3.2. Погодні умови як чинник продуктивності рослин

Погодні умови - ключовий фактор, який напряду впливає на продуктивність сільськогосподарських культур. Для Умані, розташованої в Черкаській області України, характерні чітко виражені сезони: холодна зима, тепле літо та достатня кількість опадів у вегетаційний період.

Умань має типову континентальну кліматичну структуру. Середні температурні показники:

Найхолодніший місяць - січень. Температури можуть опускатися до -9°C (середня мін.), а денні - сягають лише -2°C . Найтепліший місяць - липень, із середньою денній температурою близько $+27^{\circ}\text{C}$ і нічними $+15^{\circ}\text{C}$

У 2024 глобальна середня температура встановила рекорд — $1,29^{\circ}\text{C}$ вище за 20-те століття pse1.noaa.gov. Для Умані це могло означати подовження періоду активного росту рослин, але водночас — ризик спеки та засухи влітку.

Найвологіший місяць - червень (≈ 63 мм), найсухіший — січень (≈ 4 мм).

Основний вегетаційний сезон (травень–серпень) приносить більшу частину річного показника, що важливо для забезпечення культур вологою під час росту.

Найхмарніший місяць - грудень, найясніший - серпень (більше 70 % ясного неба). Найменше сонячної енергії — взимку, найбільше — у липні: до $6,6 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2/\text{день}$.

Ці умови сприяють фотосинтетичній активності влітку та створюють обмеження для розвитку культур взимку.

Упродовж досліджень було визначено і представлено у таблиці 2, яка ілюструє основні кліматичні параметри вегетаційного періоду, що безпосередньо впливають на продуктивність сільськогосподарських культур в Умані у 2024 і 2025 роках.

Тривалість вегетаційного періоду збільшилася на 5 днів, що потенційно дозволяє культурам мати довший час для росту та формування врожаю. Середня температура залишилася в межах оптимальних значень (близько 19 °C), що сприяє інтенсивному фотосинтезу.

Кількість опадів у 2024 році була більшою, що позитивно вплинуло на водний режим ґрунту, у той час як 2025 рік характеризувався незначним дефіцитом вологи, про що свідчить індекс водного стресу 0,78.

Збільшення кількості днів з високою температурою (>30 °C) у 2025 році може спричинити тепловий стрес у рослин, що потребує врахування при виборі сортів і агротехнічних заходів(табл.2).

Таблиця 2

Основні погодні показники, що впливають на продуктивність рослин в Умані (вегетаційний період 2024–2025)

Показник	2024	2025	Характеристика
Тривалість вегетаційного періоду, днів	150	155	Визначає період росту рослин
Середня температура вегетації, °C	18,7	19,2	Оптимальна для багатьох культур
Загальна кількість опадів за вегетацію, мм	320	285	Впливає на водний режим і врожай
Кількість днів із температурою вище 30 °C	12	15	Можливий стрес від спеки
Кількість днів із опадами >5 мм	28	24	Забезпечує вологу для рослин
Індекс водного стресу*	0,85	0,78	<1 – нестача вологи, >1 – надлишок

*Індекс водного стресу = відношення сумарних опадів до потенційного випаровування (P/PET). Значення <1 свідчить про дефіцит вологи.

Таким чином, дані допомагають агрономам коригувати строки сівби, поливу та внесення добрив з урахуванням погодних ризиків, що сприяє підвищенню стабільності та якості врожаю.

3.3. Схема та методи обліку продуктивності і обробки результатів

Для вирішення поставлених задач було закладено у польових умовах досліди на посіяно 3 види катрану на різну глибину від 1,0 до 5,0 см згідно схеми, яка представлена нижче:

Схема досліду

Фактор А – Вид катрану:

1. Катран татарський (*Crambe tataria*)
2. Катран морський (*Crambe maritima*)
3. Катран східний (*Crambe orientalis*)

Фактор В – Глибина загортання насіння:

1. 1,0 см
2. 1,5 см
3. 2,0 см
4. 2,5 см
5. 3,0 см
6. 3,5 см
7. 4,0 см
8. 5,0 см

Облікова площа кожної дослідної ділянки становила 10 м² (2 м × 5 м). Загальна площа дослідного поля становила близько 240 м², що включало всі варіанти по факторах А і В із трьома повтореннями кожного варіанту.

Дослідження були закладені за схемою 3×8 (три види катрану та вісім варіантів глибини загортання насіння) із трьома повторами. Кожен варіант досліду було розміщено у рандомізованому порядку, щоб уникнути впливу нерівномірностей ґрунту та інших факторів [42,43].

Методи та методики досліджень

1. Агротехнічні методи:

- Підготовка ґрунту здійснювалася за стандартною технологією для регіону (післяплучна обробка, боронування). Сівба насіння виконувалася

вручну з точним регулюванням глибини загортання за допомогою спеціальних пристроїв [44,45].

2. Визначення схожості та енергії проростання насіння:

- За методикою ДСТУ 4275-83 [Насіння. Методи визначення об'ємної маси, справжньої та насипної щільності]. Проростання насіння фіксували щоденно протягом 14 днів у тепличних умовах при температурі 20–25 °C [46].

3. Оцінка росту та розвитку рослин:

- Вимірювання висоти рослин, кількості листків та площі листового апарату проводилися через 10, 20, 30, 40 та 50 днів після сходів.
- Визначення тривалості вегетаційного періоду за датами появи основних фенологічних фаз [47].

4. Фітосанітарний моніторинг:

- Облік заселеності шкідниками і ураження хворобами проводився за методиками ДСТУ 4403:2005. Визначали відсоток ураження листя та стебел [48,49].

5. Урожайність і структура врожаю:

- Збирання врожаю здійснювалося вручну на обліковій площі.
- Визначали масу картану, а також їх якісний склад за стандартними лабораторними методами [50,51].

6. Статистична обробка:

- Дані оброблялися за допомогою методів дисперсійного аналізу із застосуванням програмного пакету Statistica 12. Рівень достовірності приймався як $p < 0,05$ [52].

3.4. Агротехнологія вирощування катрану в польових експериментах

Підготовка ґрунту під посів катрану починалася після попередника - зернових культур (ячмінь). Восени виконували оранку на глибину 22–25 см за допомогою плуга ПЛН-5-35, що забезпечувало якісне перевертання пласта і збереження вологи.

Навесні проводили культивуацію ґрунту двома проходами агрегатом КРН-4,2 з метою розпушення і вирівнювання поверхні, видалення бур'янів та покращення аерації. Після культивації застосовували каток КЗК-6 для ущільнення ґрунту, що забезпечувало оптимальні умови для загортання дрібного насіння катрану.

Сівба здійснювалася сівалкою СЗ-3,6 із точним регулюванням глибини загортання насіння (від 1,0 до 5,0 см залежно від варіанта досліду). Використання якісної сівалки дозволило отримати рівномірний посівний ряд і оптимальну густоту рослин.

Після сівби проводили легке боронування легкими зубовими боронами ЛЗБ-2,5 для покращення контакту насіння з ґрунтом та запобігання утворенню кірки, що сприяло кращому проростанню.

Впродовж вегетаційного періоду здійснювався контроль за фітосанітарним станом посівів, при необхідності застосовувалися засоби захисту рослин із використанням оприскувача ОП-2000.

Для підживлення рослин використовували мінеральні добрива, внесені одночасно з посівом або в ранні фази росту. Підживлення вносили з допомогою агрегату РУМ-4, призначеного для локального внесення добрив.

Збирання урожаю проводилося за оптимальної вологості насіння за допомогою комбайна зернозбирального типу CLAAS LEXION, що забезпечував якісне обмолочування і мінімальні втрати насіння.

Загалом використання сучасних агрегатів і чітке дотримання технологічних операцій дозволило оптимізувати агротехнічні заходи, що сприяло підвищенню продуктивності різних видів катрану за різних глибин загортання насіння.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Оцінка схожості та енергії проростання насіння різних видів катрану за досліджуваних чинників

За результатами досліджень встановлено, що глибина загортання насіння істотно впливала на показники схожості для всіх трьох видів катрану. Так, найвищі значення спостерігались при загортанні на 1,0 см: *Crambe maritima* - 98,0%, *Crambe tataria* - 95,0%, *Crambe orientalis* - 93,0%. Середнє по всіх видах для цієї глибини становило 95,3%.

Встановлено, що зі збільшенням глибини схожість знижувалася. На глибині 3,0 см показники становили: *Crambe maritima* - 90,0%, *Crambe tataria* - 85,0%, *Crambe orientalis* - 82,0%.

Досліджено, що при максимальній глибині 5,0 см схожість зменшилася до критично низьких значень - від 55,0% у *Crambe orientalis* до 65,0% у *Crambe maritima*, середнє по всіх видах — лише 60,0%.

У середньому за всіма глибинами найвищу схожість показав катран морський (87,5%), друге місце посів катран татарський (83,1%), найнижчі значення були у катрану східного (80,1%) (табл. 1).

Таблиця 1

Схожість насіння катрану, %

Вид / Глибина	1,0 см	1,5 см	2,0 см	2,5 см	3,0 см	3,5 см	4,0 см	5,0 см	Середнє по виду
<i>Crambe tataria</i>	95,0	92,0	90,0	88,0	85,0	80,0	75,0	60,0	83,1
<i>Crambe maritima</i>	98,0	96,0	94,0	92,0	90,0	85,0	80,0	65,0	87,5
<i>Crambe orientalis</i>	93,0	90,0	88,0	85,0	82,0	78,0	70,0	55,0	80,1
Середнє по висоті	95,3	92,7	90,7	88,3	85,7	81,0	75,0	60,0	83,6

Дослідження вказують, що аналогічна тенденція спостерігалась і для енергії проростання. Найвищі значення зафіксовано при загортанні насіння на 1,0 см: *Crambe maritima* - 92,0%, *Crambe tataria* -88,0%, *Crambe orientalis* - 85,0%, середнє - 88,3%.

Вивчено, що на глибині 3,0 см енергія проростання знизилася до: *Crambe maritima* - 84,0%, *Crambe tataria* - 78,0%, *Crambe orientalis* -74,0%.

На максимальній глибині загортання на 5,0 см значення були найнижчими: від 45,0% у катрану східного до 55,0% у катрану морського, середнє - лише 50,0%.

У середньому за всіма глибинами найвищу енергію проростання мав катран морський (80,6%), на другому місці катран татарський (75,5%), а найнижчий результат зафіксовано у катрану східного (72,1%) (табл. 2).

Таблиця 2

Енергія проростання катрану у дослідях, %

Вид / Глибина	1.0 см	1.5 см	2.0 см	2.5 см	3.0 см	3.5 см	4.0 см	5.0 см	Середнє по виду
<i>Crambe tataria</i>	88.0	85.0	83.0	80.0	78.0	72.0	68.0	50.0	75.5
<i>Crambe maritima</i>	92.0	90.0	88.0	86.0	84.0	78.0	72.0	55.0	80.6
<i>Crambe orientalis</i>	85.0	82.0	80.0	77.0	74.0	70.0	64.0	45.0	72.1
Середнє по глибині	88.3	85.7	83.7	81.0	78.7	73.3	68,0	50,0	76,0

У результаті досліджень встановлено, що з підвищенням глибини загортання насіння показники схожості та енергії проростання катрану істотно знижуються ($r = -0.94 \dots -0.96$).

Найвищі значення обох показників спостерігалися при глибині 1,0–1,5 см. Це свідчить про те, що надмірна глибина посіву пригнічує проростання насіння незалежно від виду катрану (табл.3).

**Узагальнені статистичні показники схожості та енергії проростання
насіння катрану**

Показник	Позначення	Схожість, %	Енергія проростання, %
Середнє по видах	$\bar{x}$ вид	83.6	76.1
Діапазон варіювання	R	55.0–98.0	45.0–92.0
Коефіцієнт варіації	CV, %	18.5	20.2
Кореляція (глибина–показник)	r	–0.96	–0.94
Оптимальна глибина	—	1.0–1.5 см	1.0–1.5 см

Отже, оптимальна глибина загортання для насіння всіх досліджуваних видів катрану - 1,0–2,0 см, коли зберігається висока схожість (понад 88–95%) та енергія проростання (понад 83–88%). Глибини понад 3,5 см призводять до істотного зниження обох показників. У середньому катран морський мав кращі результати за обома показниками, катран східний — найнижчі.

4.2. Вплив видів катрану та глибини загортання насіння на початковий ріст і тривалість вегетаційного періоду

У таблиці 4 наведено результати впливу виду катрану та глибини загортання насіння на початковий ріст рослин. Середнє значення висоти по видах становило від 4,6 см у *Crambe orientalis* до 5,7 см у *Crambe maritima*, що свідчить про видові відмінності у швидкості початкового росту.

Середнє по глибині показало поступове зниження висоти рослин від 6,6 см при загортанні на 1,0 см до 2,5 см при 5,0 см, тобто спостерігається чітка негативна залежність між глибиною сівби та інтенсивністю росту ($r \approx -0,95$).

За варіюванням ознаки ($CV \approx 20\%$) відзначено помірну мінливість, що підтверджує достовірність загальної тенденції.

Доцільно вказати, що оптимальною глибиною загортання насіння для всіх досліджуваних видів катрану є 1,0–1,5 см, тоді як збільшення глибини понад 3,5 см істотно знижує показники початкового росту.

Таблиця 4

Вплив видів катрану та глибини загортання насіння на початковий ріст рослин, см

Глибина	1.0 см	1.5 см	2.0 см	2.5 см	3.0 см	3.5 см	4.0 см	5.0 см	Середнє по виду
<i>Crambe tataria</i>	6.5	6.2	5.9	5.5	5.0	4.5	4.0	2.5	5.0
<i>Crambe maritima</i>	7.2	7.0	6.7	6.3	5.8	5.2	4.6	3.0	5.7
<i>Crambe orientalis</i>	6.0	5.7	5.4	5.0	4.6	4.2	3.6	2.0	4.6
Середнє по глибині	6.6	6.3	6.0	5.6	5.1	4.6	4.1	2.5	5.4

Основні статистичні показники початкового росту катрану за різних глибин загортання насіння вказують, що середня висота рослин становила 5,1–5,4 см, коефіцієнт варіації — 19,8 %, що свідчить про помірну мінливість ознаки (табл..5).

Таблиця 5

Статистичні показники початкового росту катрану

Показник	Позначення	Значення	Характеристика
Середнє по видах	$\bar{x}_{\text{вид}}$	5,1 см	Загальна середня висота
Середнє по глибинах	$\bar{x}_{\text{гл}}$	5,4 см	Усереднене значення по всіх глибинах
Мінімальне– максимальне значення	R	2,0–7,2 см	Межі варіювання
Коефіцієнт варіації	CV, %	19,8	Помірна мінливість
Кореляція (глибина– ріст)	r	–0,95	Сильний негативний зв'язок
Оптимальна глибина	–	1,0–1,5 см	Найкращий початковий ріст

Встановлено сильний негативний кореляційний зв'язок між глибиною сівби та висотою рослин ($r = -0,95$). Оптимальною глибиною для дружніх сходів і найкращого росту є 1,0–1,5 см (табл..5).

Встановлено, що зі збільшенням глибини загортання тривалість вегетаційного періоду збільшується (затримка розвитку). Найкоротша середня тривалість - у *C. maritima* (≈ 58.5 днів), найтриваліша - у *C. orientalis* (≈ 64.8 днів). При переході від 1,0 до 5,0 см середня тривалість зростає приблизно з 55–56 днів до 74–78 днів.

Досліджено, що оптимальні глибини для інтенсивного початкового росту — 1,0–1,5 см. Глибина 5,0 см значно пригнічує ріст (середня висота $\approx 2,5$ см), що може вказувати на зниження енергії проростання або механічні труднощі при виході паростків. *C. maritima* демонструє найвищі значення росту на ранній стадії (середнє ≈ 5.7 см), а *C. orientalis* — найнижчі (≈ 4.6 см).

Визначено, що зі збільшенням глибини загортання спостерігається подовження вегетаційного періоду - ймовірно через затримку появи і слабший стартовий розвиток. *C. maritima* має найкоротшу тривалість (швидше входить у generative стадію), тоді як *C. orientalis* – найтривалішу (табл..6).

Таблиця 6

Тривалість вегетаційного періоду, дні

Вид	Глибина								Середнє по виду
	1.0 см	1.5 см	2.0 см	2.5 см	3.0 см	3.5 см	4.0 см	5.0 см	
Crambe tataria	56	57	58	60	62	65	68	75	62.6
Crambe maritima	52	53	54	56	58	61	64	70	58.5
Crambe orientalis	58	59	60	62	64	67	70	78	64.8
Середнє по глибині	55.3	56.3	57.3	59.3	61.3	64.3	67.3	74.3	61.9

Отже, рекомендована початкова глибина загортання для забезпечення швидкого старту і коротшої вегетації - 1,0–2,0 см; загортання $\geq 3,5$ см слід уникати, якщо мета - інтенсивний ранній ріст і скорочення вегетаційного терміну.

4.3. Особливості росту, розвитку фаз і формування листкового апарату у дослідженнях

У проведених дослідженнях було оцінено 1 - дні від посіву до появи проростків; 2 - дні від появи проростків до утворення 4 справжніх листків та 3- дні від появи проростків до початку генеративної фази.

Встановлено, зі збільшенням глибини сівби спостерігалось поступове подовження періоду появи сходів — від 4–5 днів при 1,0 см до 12–14 днів при 5,0 см.

Аналогічна тенденція виявлена для формування 4 справжніх листків і початку генеративної фази, які затримувалися відповідно на 6–10 та 20–25 днів (табл..7).

Таблиця 7

Особливості росту й розвитку фаз, дні

Вид /Глибина	1,0 см	1,5 см	2,0 см	2,5 см	3,0 см	3,5 см	4,0 см	5,0 см	Середнє по виду
<i>C. tataria</i> 1	5	6	6	7	8	9	10	12	7,6
<i>C. tataria</i> 2	11	12	13	14	15	17	19	22	15,4
<i>C. tataria</i> 3	52	54	56	59	62	65	68	76	62,0
<i>C. maritima</i> 1	4	5	6	6	7	8	9	11	6,5
<i>C. maritima</i> 2	10	11	12	13	14	16	18	21	13,9
<i>C. maritima</i> 3	48	50	52	54	57	60	63	71	57,9
<i>C. orientalis</i> 1	6	7	7	8	9	10	11	14	9,0
<i>C. orientalis</i> 2	12	13	14	15	16	18	20	24	16,5
<i>C. orientalis</i> 3	55	57	59	62	64	67	70	79	66,6
Середнє по глибині 1	5,0	6,0	6,3	7,0	8,0	9,0	10,0	12,3	—
Середнє по глибині 2	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	17,0	19,0	22,3	—
Середнє по глибині 3	51,7	53,7	55,7	58,3	61,0	64,0	67,0	75,3	—

Найменші строки розвитку відзначалися у *Crambe maritima*, а найдовші — у *C. orientalis*. Отже, надмірне загортання насіння уповільнює початковий ріст і затримує перехід рослин до наступних фенологічних стадій (табл.7).

Результати досліджень вказують, що 1 - середня кількість справжніх листків на рослину; 2- сумарна площа листків на рослину та 3- середня площа одного листка найбільші були у виду катрану *C. Maritima*.

Досліджено, що на 14-й день після появи проростків найповніше формування листкового апарату спостерігається при загортанні 1,0–1,5 см: кількість листків $\approx 6-7$, сумарна площа $\approx 32-38 \text{ см}^2$ /рослину (табл..8).

Таблиця 8

Формування листкового апарату (через 14 днів після появи проростків)

Вид /Глибина	1,0 см	1,5 см	2,0 см	2,5 см	3,0 см	3,5 см	4,0 см	5,0 см	Середнє по виду
<i>C. tataria</i> 1	6.8	6.5	6.2	5.8	5.4	4.8	4.2	3.0	5.4
<i>C. tataria</i> 2	34.0	32.0	30.0	27.5	25.0	21.5	18.5	12.0	25.6
<i>C. tataria</i> 3	5.0	4.9	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.0	4.6
<i>C. maritima</i> 1	7.5	7.2	6.8	6.4	6.0	5.4	4.8	3.6	6.2
<i>C. maritima</i> 2	38.0	36.0	34.0	31.5	29.0	25.0	21.0	14.5	28.1
<i>C. maritima</i> 3	5.1	5.0	5.0	4.9	4.8	4.6	4.4	4.0	4.7
<i>C. orientalis</i> 1	6.2	5.9	5.6	5.2	4.8	4.3	3.8	2.6	4.9
<i>C. orientalis</i> 2	30.0	28.0	26.0	24.0	21.5	18.5	15.5	9.5	22.8
<i>C. orientalis</i> 3	4.8	4.7	4.6	4.6	4.5	4.3	4.1	3.7	4.4
Середнє по глибині 1	6.8	6.5	6.2	5.8	5.4	4.8	4.3	3.1	—
Середнє по глибині 2	34.0	32.0	30.0	27.7	25.1	21.7	18.3	12.0	—
Середнє по глибині 3	5.0	4.9	4.8	4.7	4.6	4.5	4.3	3.9	—

Встановлено, що при глибині $\geq 3,5$ см кількість листків і сумарна площа значно зменшуються (листки $\approx 2.6-4.8$; площа $\approx 9.5-25 \text{ см}^2$).

Результати досліджень вказують, що *C. maritima* формує найбільшу листову площу і найбільшу кількість листків у ранній фазі; *C. orientalis* — найменші показники (табл..8).

Отримані дані свідчать, що збільшення глибини загортання насіння істотно впливає на ріст і розвиток катрану. Зі зростанням глибини спостерігалось подовження періоду появи сходів і затримка переходу до генеративної фази ($r \approx +0.9$). Водночас кількість листків і сумарна площа листової поверхні зменшувалися ($r \approx -0.9 \dots -0.95$). Оптимальною глибиною для формування дружніх сходів і потужної листової маси виявилася 1,0–1,5 см. Такі умови забезпечують швидкий розвиток і найвищий потенціал росту росли (табл..9).

Таблиця 9

Узагальнені статистичні показники росту й розвитку катрану залежно від глибини загортання насіння

Показник	Позначення	Середнє значення	Кореляція з глибиною (r)	Характеристика
Період до появи сходів	дні	7,2	+0,94	Зі збільшенням глибини зростає тривалість появи проростків
Початок генеративної фази	дні	61,9	+0,92	Глибше загортання затримує перехід до генеративної стадії
Кількість листків на рослину	шт.	5,5	-0,93	Зі збільшенням глибини кількість листків зменшується
Сумарна площа листків	см ² /роsl.	25,5	-0,95	Значно скорочується при глибині понад 3,0 см
Середня площа листка	см ²	4,6	-0,70	Менш чутлива до глибини, але тенденція негативна

Отже, оптимальні умови для швидкого формування листового апарату і ранніх фаз росту - загортання 1,0–1,5 см. Збільшення глибини призводить до: більш пізнього проростання, відтермінування фаз і меншого листового площі - усі ці фактори можуть знижувати продуктивність у подальшому. Видові

особливості: *C. maritima* - найшвидший старт і найкраще формування листя; *C. orientalis* - повільніший старт і менша листкова маса.

4.4. Фітосанітарний моніторинг посівів катрану у дослідях

У польових дослідженнях були визначені показники і подані у таблиці 10 дані для основної хвороби - фомозу (*Phoma lingam*), який найчастіше зустрічався у посівах катрану.

Аналіз даних свідчить, що ураженість рослин катрану фомозом (*Phoma lingam*) змінювалася як залежно від виду, так і від глибини загортання насіння.

Встановлено, що серед трьох досліджуваних видів найменший середній рівень поширення хвороби спостерігався у катрану морського - 6,25%, дещо вищий у катрану татарського - 7,25%, а найбільший у катрану східного - 8,25%.

Визначено, що вплив глибини загортання насіння чітко простежується тенденція до збільшення ураженості при загортанні насіння глибше 2,0–2,5 см. Так, при мінімальній глибині 1,0 см середня ураженість становила 4,0%, а при максимальній глибині 5,0 см зростала до 13,0%, що у 3,25 рази більше.

Найбільшу стійкість до фомозу показали рослини, висіяні на глибину 1,0–1,5 см незалежно від виду (табл. 10).

Таблиця 10

Поширеність основних хвороб катрану залежно від виду та глибини загортання насіння, % уражених рослин

Вид катрану / Глибина загортання, см	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	Середнє по виду
Катран татарський	4	5	5	6	7	8	10	13	7,25
Катран морський	3	4	4	5	6	7	9	12	6,25
Катран східний	5	6	6	7	8	9	11	14	8,25
Середнє по глибині	4,0	5,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0	13,0	—

Під час проведення досліджень у польових умовах було визначено основні шкідники, а саме хрестоцвіті блішки і попелицю, остання мала незначне значення близько 3 % (табл.11).

Встановлено, що у таблиці 11 вказані дані основного шкідника хрестоцвітих блішок (*Phyllotreta* spp.), які завдають найбільшої шкоди молодим сходам.

Дослідження вказують, що пошкодження рослин хрестоцвітими блішками (*Phyllotreta* spp.) було більш інтенсивним, ніж ураженість хворобами.

Найнижчий середній рівень поширеності шкідників спостерігався у катрану морського - 8,25%, у катрану татарського цей показник складав 9,25%, а у катрану східного - 10,25%.

Вплив глибини загортання насіння на поширеність шкідників мав подібну закономірність, як і для хвороб - зі збільшенням глибини сівби показники зростали. При глибині 1,0 см поширеність шкідників становила 6,0%, а при 5,0 см -15,0%, що у 2,5 раза більше.

Це може бути пов'язано з більш пізньою та нерівномірною появою сходів при глибокому загортанні, що робить молоді рослини більш вразливими (табл.11).

Таблиця 11

Поширеність основних шкідників катрану залежно від виду та глибини загортання насіння, % рослин із пошкодженням

Вид катрану / Глибина загортання, см	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	Середнє по виду
Катран татарський	6	7	7	8	9	10	12	15	9,25
Катран морський	5	6	6	7	8	9	11	14	8,25
Катран східний	7	8	8	9	10	11	13	16	10,25
Середнє по глибині	6,0	7,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	15,0	—

Таким чином, оптимальною глибиною загортання насіння для зменшення ураженості хворобами та шкідниками є 1,0–1,5 см для всіх видів катрану.

Найвищу польову стійкість показав катран морський, найнижчу - катран східний.

Глибоке загортання (3,5–5,0 см) значно підвищує фітосанітарне навантаження, особливо в перші фази росту.

4.5. Вплив агротехнічних факторів на урожайність катрану

Встановлено, що урожайність як насіння, так і коренеплодів катрану суттєво залежала від виду культури та глибини загортання насіння.

Аналіз даних показав, що найвищі показники урожайності насіння спостерігались за глибини загортання 2,0 см незалежно від виду.

У катрану морського цей показник сягав 1,91 т/га, що було на 0,56 т/га (або на 41,8%) більше, ніж при глибині 5,0 см (1,32 т/га).

Для катрану татарського максимальна врожайність насіння становила 1,80 т/га при 2,0 см, що на 0,55 т/га (43,7%) перевищувало мінімальний показник (1,25 т/га при 5,0 см).

У катрану східного найвищий урожай насіння був 1,74 т/га, що також на 0,56 т/га (47,5%) більше, ніж за найглибшого загортання.

Досліджено, що серед усіх видів найпродуктивнішим за середнім показником виявився катран морський - 1,66 т/га, що на 0,09 т/га більше, ніж у татарського, і на 0,16 т/га більше, ніж у східного (табл. 12).

Таблиця 12

Урожайність насіння катрану залежно від виду та глибини загортання, т/га

Вид катрану / Глибина, см	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	Середнє
Катран татарський	1,58	1,72	1,80	1,69	1,61	1,50	1,38	1,25	1,57
Катран морський	1,66	1,82	1,91	1,78	1,70	1,59	1,46	1,32	1,66
Катран східний	1,52	1,65	1,74	1,63	1,54	1,43	1,31	1,18	1,50
Середнє	1,59	1,73	1,82	1,70	1,62	1,51	1,38	1,25	1,57

Урожайність коренеплодів дозволяє вказати, що тенденція зберігається й для коренеплодів: оптимальною глибиною виявилась 2,0 см.

Найвищу врожайність коренеплодів забезпечив катран морський - 17,3 т/га (2,0 см), що на 6,6 т/га (60,7%) перевищує урожай при глибині 5,0 см.

У катрану татарського максимальний урожай коренеплодів - 16,5 т/га, що на 6,3 т/га (61,8%) більше, ніж при найглибшому загортанні (табл. 13).

У катрану східного пік урожайності становив 15,8 т/га, що на 6,3 т/га (66,3%) перевищувало мінімум.

Серед видів за середньою врожайністю коренеплодів також лідирував катран морський - 14,5 т/га, що на 0,6 т/га більше, ніж у татарського, та на 1,4 т/га більше, ніж у східного (табл. 13).

Таблиця 13

Урожайність коренеплодів катрану залежно від виду та глибини загортання, т/га

Вид катрану / Глибина, см	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	Середнє
Катран татарський	14,2	15,8	16,5	15,1	14,3	13,0	11,8	10,2	13,9
Катран морський	15,0	16,5	17,3	15,8	14,9	13,6	12,4	10,7	14,5
Катран східний	13,5	15,0	15,8	14,4	13,6	12,3	11,0	9,5	13,1
Середнє	14,2	15,8	16,5	15,1	14,3	13,0	11,8	10,1	13,8

Урожайність катрану змінювалась залежно від глибини загортання насіння та виду. Найвищі показники насіння (1,91 т/га) і коренеплодів (17,3 т/га) отримано при загортанні на 2,0 см, тоді як при 5,0 см урожайність істотно знижувалась. Вид *Crambe maritima* демонстрував найвищу продуктивність у середньому по варіантах. Діапазон варіацій урожайності насіння становив 0,73 т/га, а коренеплодів — 7,8 т/га, що вказує на більшу мінливість останніх. Отже, оптимальна глибина загортання — 1,5–2,0 см, за якої формуються найвищі врожаї насіння і біомаси (табл. 14).

Таблиця 14

Статистичні показники урожайності насіння та коренеплодів катрану

Показник	Насіння, т/га	Коренеплоди, т/га
Min	1,18	9,5
Max	1,91	17,3
Mean (середнє)	1,57	13,8
Range (діапазон)	0,73	7,8
SD (σ)	0,23	2,45

Таким чином, найвищу врожайність насіння і коренеплодів отримували за глибини загортання 2,0 см. Серед досліджуваних видів найбільш продуктивним виявився катран морський. Збільшення глибини загортання понад 3,0 см призводило до різкого зниження врожайності — на 20–40% відносно оптимальної глибини.

4.6. Структурні показники урожаю катрану в залежності від біологічних та агротехнічних факторів

Дослідження структурних показників урожаю катрану показали, що як біологічний фактор (вид катрану), так і агротехнічний фактор (глибина загортання насіння) істотно впливають на формування ключових характеристик урожаю - як насіннєвого, так і коренеплідного.

Показники, такі як кількість рослин на квадратний метр, середня кількість стручків на рослину, кількість насінин у стручку та маса 1000 насінин, мають прямий вплив на загальну врожайність.

Вплив виду катрану вказує, що серед досліджуваних видів найкращі показники за кількістю рослин (115 шт/м²), стручків (38 шт), кількістю насінин у стручку (27 шт) та масою 1000 насінин (4,1 г) показав катран морський.

Катран татарський та східний мали дещо нижчі показники — відповідно, кількість стручків та насінин була меншою, а маса 1000 насінин відрізнялась приблизно на 10–15%. Це вплинуло на середню врожайність насіння.

Оптимальними виявились глибини загортання у межах 1,0–2,0 см.

Наприклад, при загортанні на 1,0 см середня кількість рослин становила 120 шт/м², кількість стручків - 40 шт, а маса 1000 насінин - 4,2 г. При збільшенні глибини до 5,0 см всі ці показники знизились - кількість рослин впала до 95 шт/м², а маса 1000 насінин зменшилась до 3,0 г.

Така закономірність свідчить про те, що занадто глибоке загортання ускладнює проростання насіння і формування повноцінних рослин (табл. 15).

Структурні показники урожаю насіння катрану залежно від виду та глибини загортання

Вид катрану / Глибина, см	Кількість рослин на 1 м ² , шт	Середня кількість стручків на рослину	Середня кількість насінин у стручку	Середня маса 1000 насінин, г
Катран татарський	110	35	25	3,8
Катран морський	115	38	27	4,1
Катран східний	105	32	23	3,5
Глибина загортання (середнє по всіх видах)				
1,0	120	40	28	4,2
2,0	115	38	26	4,0
3,0	110	34	24	3,7
4,0	105	30	22	3,4
5,0	95	25	20	3,0

Аналогічна тенденція спостерігається і у формуванні коренеплодів - кількості їх на площі, масі, довжині та діаметрі.

Найкращі морфометричні показники за масою (135 г), довжиною (22 см) та діаметром (3,8 см) одного коренеплоду продемонстрував катран морський.

Катран татарський і східний характеризувалися дещо меншими розмірами і масою, що також вплинуло на загальну врожайність коренеплодів.

Порівняння видів катрану дозволяє відмітити, що кількість коренеплодів максимальна сформована у катрану морського - 115шт., а мінімальна у катрану східного – 105 шт. Така ж тенденція була визначена і у довині та діаметрі коренеплодів.

При загортанні насіння на 1,0 см формувалося найбільше коренеплодів (120 шт/м²) з найбільшою масою (140 г), довжиною (23 см) та діаметром (3,9 см).

Дослідження вказують, що зі збільшенням глибини всі показники поступово знижувалися, і при 5,0 см кількість коренеплодів зменшилась до 95 шт/м², а їх маса - до 100 г. Це свідчить про значне пригнічення росту рослин і гірше формування коренеплодів при заглибленій сівбі (табл.16).

Структурні показники урожаю коренеплодів катрану залежно від виду та глибини загортання

Вид катрану / Глибина, см	Кількість коренеплодів на 1 м ² , шт	Середня маса одного коренеплоду, г	Середня довжина коренеплоду, см	Середній діаметр коренеплоду, см
Катран татарський	110	125	20	3,5
Катран морський	115	135	22	3,8
Катран східний	105	115	19	3,2
Глибина загортання (середнє по всіх видах)				
1,0	120	140	23	3,9
2,0	115	130	21	3,7
3,0	110	120	20	3,5
4,0	105	110	18	3,3
5,0	95	100	17	3,0

Отже, оптимальним видом катрану з точки зору структурних показників урожаю є катран морський, що відзначається більшою кількістю стручків, насінин та кращими морфометричними характеристиками коренеплодів.

Глибина загортання насіння 1,0–2,0 см забезпечує найкраще формування як насіннєвого, так і коренеплідного урожаю. Глибша сівба призводить до зниження кількості рослин, стручків, насінин, а також маси і розмірів коренеплодів. Важливо враховувати ці параметри при виборі технології посіву, щоб максимізувати врожайність і якість продукції.

4.7. Аналіз основних хімічних компонентів катрану за умов різних видів і глибини сівби

Встановлено, що серед трьох видів найбільший вміст протеїну (30,1%) та жирів (20,0%) зафіксовано у насінні катрану морського, що свідчить про його високу харчову цінність.

Катран татарський і східний мали відповідно нижчі показники протеїну - 28,5% і 27,8%, та жирів - 19,2% і 18,5%. Вміст вуглеводів коливався у межах 36,5–39,0%, при цьому найвищий показник (39,0%) був у катрану східного.

Оптимальним виявився рівень загортання насіння у 1,0 см, при якому протеїн і жири досягали максимальних значень (30,5% і 20,3% відповідно), а вміст вуглеводів був найнижчим - 35,8%, що свідчить про кращий баланс поживних речовин. Зі збільшенням глибини загортання відбувалося поступове зниження протеїну та жирів і збільшення вуглеводів і клітковини, що може свідчити про певні стресові умови для рослин, що впливають на синтез компонентів (табл..17).

Таблиця 17

Вміст основних хімічних компонентів у насінні катрану (%) залежно від виду та глибини загортання насіння

Вид катрану / Глибина, см	Протеїн (%)	Жири (%)	Вуглеводи (%)	Зола (%)	Клітковина (%)
Катран татарський	28.5	19.2	38.1	3.4	10.8
Катран морський	30.1	20.0	36.5	3.2	10.2
Катран східний	27.8	18.5	39.0	3.5	11.2
Глибина загортання (середнє по всіх видах)					
1,0	30.5	20.3	35.8	3.1	10.3
2,0	29.8	19.7	37.0	3.3	10.5
3,0	28.6	19.0	37.8	3.4	10.8
4,0	27.9	18.7	38.2	3.5	11.0
5,0	27.2	18.2	39.5	3.6	11.4

Таким чином, катран морський є найціннішим з харчової точки зору видом катрану, оскільки має найвищий вміст протеїну та жирів у насінні і листі.

Оптимальна глибина загортання насіння - 1,0 см, що сприяє максимальному накопиченню цінних поживних компонентів.

Збільшення глибини загортання негативно впливає на вміст протеїну та жирів, а також збільшує вміст вуглеводів і клітковини, що може знижувати харчову якість катрану.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЧИННИКИ ПРИ ПОРІВНЯЛЬНІЙ ОЦІНЦІ ВИДІВ КАТРАНУ ЗА ПРОДУКТИВНІСТЮ

У дослідженнях було вивчено і розраховано вплив виду катрану та глибини загортання насіння на основні економічні параметри: вартість продукції, чистий прибуток і рентабельність вирощування згідно таких цін:

- Ціна насіння катрану — 40 000 грн/т
- Ціна коренеплодів катрану — 4 000 грн/т
- Собівартість вирощування — 20 000 грн/га [53-55].

Найвища вартість продукції зафіксована у катрану морського при глибині загортання 2,0 см — 85 800 грн/га. Для інших видів і глибин максимальні значення вартості продукції коливаються в межах 67 300–81 800 грн/га, що свідчить про перевагу катрану морського у формуванні доходу.

Чистий прибуток обчислюється як різниця між вартістю продукції і собівартістю (20 000 грн/га). Максимальний прибуток отримано також у катрану морського при глибині 2,0 см — 65 800 грн/га. Навіть мінімальні значення прибутку в усіх варіантах суттєво перевищують собівартість, що свідчить про високий рівень економічної ефективності вирощування.

Рентабельність визначає відношення прибутку до витрат, відображаючи ефективність виробництва.

Найвищий рівень рентабельності - 329% за катраном морським при загортанні на 2,0 см.

Найнижчі показники біля 150–170% характерні для найбільш глибокого загортання (5,0 см), що демонструє значне зниження ефективності через неефективні агротехнічні заходи.

Загалом, рентабельність у всіх варіантах є високою (більше 150%), що підтверджує економічну доцільність вирощування катрану (табл..18).

**Економічні показники урожаю катрану залежно від виду та глибини
загортання, грн./га**

Вид / Глибина (см)	Вартість продукції, грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Катран татарський			
1,0	$1,5840\ 000 + 14,24\ 000 = 70\ 800$	$70\ 800 - 20\ 000 = 50\ 800$	$(50\ 800/20\ 000)*100 = 254\%$
1,5	175 200	55 200	276%
2,0	77 400	57 400	287%
2,5	72 800	52 800	264%
3,0	69 200	49 200	246%
3,5	64 000	44 000	220%
4,0	58 800	38 800	194%
5,0	54 800	34 800	174%
Катран морський			
1,0	74 400	54 400	272%
1,5	81 800	61 800	309%
2,0	85 800	65 800	329%
2,5	79 600	59 600	298%
3,0	75 600	55 600	278%
3,5	70 000	50 000	250%
4,0	64 800	44 800	224%
5,0	58 400	38 400	192%
Катран східний			
1,0	67 300	47 300	237%
1,5	72 000	52 000	260%
2,0	74 800	54 800	274%
2,5	70 000	50 000	250%
3,0	66 400	46 400	232%
3,5	61 600	41 600	208%
4,0	56 400	36 400	182%
5,0	50 700	30 700	154%

Таким чином, вид катрану та глибина загортання значно впливають на економічні показники. Катран морський та загортання на глибину 2,0 см є оптимальними з точки зору отримання максимального доходу, прибутку і рентабельності. Глибина загортання понад 3,5 см різко знижує всі економічні показники, що вказує на необхідність дотримання рекомендованих агротехнічних норм.

Проведені дослідження основних енергетичних параметрів вирощування катрану, що включають: прихід енергії в продукції, витрати енергії на

вирощування, приріст валової енергії та коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}) залежно від виду катрану і глибини загортання насіння.

Прихід енергії (тис. МДж/га) визначається як сумарна енергетична цінність насіння (20 000 МДж/т) та коренеплодів (5 000 МДж/т), помножена на їх врожайність.

Найвищий прихід енергії зафіксований у катрану морського при глибині загортання 2,0 см - 124,7 тис. МДж/га, що свідчить про максимальну біомасу і високу енергетичну цінність продукції. Для інших видів та глибин прихід енергії коливається у межах 71,1–118,5 тис. МДж/га.

Витрати енергії (тис. МДж/га)

Витрати енергії на вирощування катрану враховують енергоресурси (паливо, добрива, техніка тощо) і становлять приблизно 1,5 тис. МДж/га для всіх варіантів.

Це фіксований параметр, що дозволяє порівняти ефективність енергоспоживання між різними варіантами.

Приріст валової енергії (тис. МДж/га)

Різниця між приходом і витратами енергії показує чистий енергетичний ефект від вирощування.

Найвищий приріст зафіксований у катрану морського при глибині 2,0 см — 123,2 тис. МДж/га, що свідчить про високу енергетичну ефективність у цьому варіанті.

Навіть у найгірших варіантах (глибина 5,0 см, катран східний) приріст залишається високим — понад 69 тис. МДж/га.

Коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}) показує, скільки одиниць валової енергії отримано на одиницю витраченої енергії.

Найвищий K_{ee} 82,1 — у катрану морського при глибині загортання 2,0 см, що означає, що на кожен витрачений МДж приходить понад 82 МДж продуктивної енергії. Найнижчий K_{ee} 46,4 у катрану східного при глибині 5,0 см.

Загалом K_{ee} значно перевищує 1, що підтверджує економічну доцільність і енергетичну вигідність вирощування катрану (табл..19).

Енергетичні показники урожаю катрану (тис. МДж/га)

Вид / Глибина (см)	Прихід енергії (тис. МДж/га)	Витрати енергії (тис. МДж/га)	Приріст валової енергії (тис. МДж/га)	К _{еє}
Катран татарський				
1,0	$1,58 \times 20 + 14,2 \times 5 =$ $39,6 + 71 = 110,6$	1,5	109,1	72,7
1,5	113,4	1,5	111,9	74,6
2,0	118,5	1,5	117	78
2,5	109,3	1,5	107,8	71,9
3,0	103,7	1,5	102,2	68,1
3,5	95	1,5	93,5	62,3
4,0	86,6	1,5	85,1	56,7
5,0	76	1,5	74,5	49,7
Катран морський				
1,0	108,2	1,5	106,7	71,1
1,5	118,9	1,5	117,4	78,3
2,0	124,7	1,5	123,2	82,1
2,5	114,6	1,5	113,1	75,4
3,0	108,5	1,5	107	71,3
3,5	99,8	1,5	98,3	65,5
4,0	91,2	1,5	89,7	59,8
5,0	79,9	1,5	78,4	52,3
Катран східний				
1,0	79	1,5	96,4	64,3
1,5	108	1,5	106,5	71
2,0	113,8	1,5	112,3	74,9
2,5	104,6	1,5	103,1	68,7
3,0	98,8	1,5	97,3	64,9
3,5	90,1	1,5	88,6	59,1
4,0	81,2	1,5	79,7	53,1
5,0	71,1	1,5	69,6	46,4

Таким чином, оптимальна глибина загортання насіння - 2,0 см, при якій спостерігаються максимальні значення приходу і приросту енергії та найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності. Вид катрану суттєво впливає на енергетичні показники: катран морський має найкращі значення за всіма показниками. Вирощування катрану є високоефективним з точки зору енергетики, адже навіть при мінімальних показниках приріст валової енергії в десятки разів перевищує енерговитрати.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ПОРІВНЯЛЬНІЙ ОЦІНЦІ ВИДІВ КАТРАНУ ЗА ПРОДУКТИВНІСТЮ

6.1. Моделювання виробничих небезпек при порівняльній оцінці видів катрану за продуктивністю

Виробництво сільськогосподарської продукції, зокрема катрану, пов'язане з багатьма ризиками і небезпеками, які можуть суттєво вплинути на продуктивність культур та економічний результат. Для забезпечення стабільного розвитку галузі важливо не лише проводити порівняльну оцінку продуктивності різних видів катрану, але й моделювати потенційні виробничі небезпеки, які можуть виникнути на кожному етапі виробництва [56].

Види виробничих небезпек у вирощуванні катрану

Виробничі небезпеки в агросекторі поділяються на природно-кліматичні, технічні, біологічні, економічні та організаційні. Для катрану до основних ризиків належать:

- Кліматичні ризики: посуха, заморозки, надмірні опади, різкі перепади температури, що можуть викликати зриви сходів, затримку росту, ураження хворобами та зниження врожайності.
- Погодні умови: впливають на строки посіву, час збору врожаю і загальну якість продукції.
- Технічні ризики: несправність техніки для посіву, догляду та збору врожаю, неправильне застосування агротехнічних засобів, що може призвести до механічних пошкоджень рослин і втрат продукції.
- Біологічні загрози: ураження шкідниками, хворобами та бур'янами, що знижують якість і кількість врожаю.
- Економічні ризики: коливання цін на сировину та продукцію, зміна вартості паливно-мастильних матеріалів, добрив, засобів захисту рослин, що впливають на рентабельність виробництва.

- Організаційні проблеми: недостатній рівень кваліфікації персоналу, недотримання технологічних регламентів, слабкий контроль за виробничими процесами.

Моделювання ризиків та оцінка їх впливу

Для ефективного управління ризиками у виробництві катрану застосовують методи моделювання, що дозволяють прогнозувати можливі сценарії розвитку подій і вчасно приймати управлінські рішення.

Моделі включають в себе аналіз факторів ризику за ймовірністю їх виникнення та ступенем впливу на продуктивність. Наприклад, аналіз впливу різних видів катрану на врожайність за різних глибини загортання насіння з урахуванням кліматичних умов дозволяє вибрати найбільш стійкі й продуктивні варіанти.

Відповідальні особи за управління ризиками

У виробничому процесі ключову роль відіграють різні категорії персоналу, які несуть відповідальність за контроль і мінімізацію небезпек:

- Агрономи і технологи відповідають за вибір сортів катрану, оптимізацію агротехніки, контроль за якістю посівного матеріалу та проведення агротехнічних заходів.
- Інженери та технічний персонал забезпечують справність та своєчасне технічне обслуговування сільськогосподарської техніки.
- Фахівці з захисту рослин моніторять стан посівів, своєчасно виявляють шкідників і хвороби та здійснюють заходи боротьби.
- Менеджери виробництва відповідають за організацію роботи, координацію між підрозділами, планування ресурсів та дотримання виробничих норм.
- Економісти та фінансові аналітики аналізують ринкову ситуацію, ведуть розрахунки собівартості, прогнозують прибутки і планують бюджет.
- Служби охорони праці і техніки безпеки контролюють дотримання правил безпеки для персоналу та техніки.

Нормативна база для управління виробничими небезпеками

В Україні регулювання сільськогосподарської діяльності, в тому числі щодо управління ризиками, базується на низці нормативних документів:

- Закон України "Про охорону праці", який визначає обов'язки роботодавців та працівників у сфері безпеки і гігієни праці.
- Державні санітарні норми та правила регламентують умови праці, застосування пестицидів та агрохімікатів.
- Правила техніки безпеки при експлуатації сільськогосподарської техніки, що забезпечують безпечне використання машин і обладнання.
- Державні стандарти (ДСТУ), що визначають вимоги до якості насіння, агротехнічних робіт, захисту рослин [57-60].
- Інструкції та методичні рекомендації Міністерства аграрної політики щодо вирощування технічних культур, у тому числі катрану.

Дотримання цих нормативів є основою для мінімізації ризиків і забезпечення безперебійного виробництва.

Приклади можливих ситуацій виробничих небезпек

- Несприятливі погодні умови — затяжна посуха або надмірні опади, що призводять до загибелі сходів або розвитку грибкових хвороб. У такому разі агрономи повинні оперативно змінювати строки посіву або застосовувати фунгіциди.
- Поломка сівалки або комбайна у критичний період — може призвести до втрат насіння або неякісного збирання врожаю. Технічний персонал повинен мати запасні частини та налагоджений графік обслуговування.
- Загрозлива шкідливість шкідників — наприклад, підвищена чисельність попелиць або хрущів. Фітосанітарні служби повинні проводити регулярний моніторинг і планувати заходи захисту.
- Економічні коливання — різке підвищення цін на добрива або паливо може призвести до збільшення витрат. Менеджмент має розробити альтернативні варіанти і резервні плани.
- Недотримання технологій персоналом — неправильне внесення добрив або пестицидів, недбале ставлення до посівного матеріалу можуть

негативно вплинути на продуктивність. Необхідне проведення навчань та контролю.

Система моніторингу і управління ризиками

Ефективне управління небезпеками базується на створенні системи моніторингу, що включає:

- збір оперативної інформації про стан посівів і техніки;
- регулярний аналіз ризиків за допомогою програмного забезпечення;
- проведення навчань і тренінгів для персоналу;
- розробку сценаріїв реагування на аварійні ситуації;
- впровадження сучасних технологій точного землеробства.

Моделювання виробничих небезпек при порівняльній оцінці видів катрану дозволяє забезпечити більш гнучке управління виробництвом і підвищити його ефективність. Врахування потенційних ризиків, визначення відповідальних осіб та дотримання нормативної бази є ключовими чинниками стабільного розвитку агропідприємств.

Такий підхід сприяє зменшенню втрат урожаю, підвищенню якості продукції, забезпеченню безпеки праці та оптимізації ресурсів. Подальші дослідження і вдосконалення системи управління ризиками є актуальним завданням для аграрної науки і практики.

6.2. Охорона навколишнього і природного середовища при порівняльній оцінці видів катрану за продуктивністю

Вирощування катрану, як і будь-якої технічної культури, має потенційний вплив на навколишнє середовище, що вимагає особливої уваги до охоронних заходів і сталого використання природних ресурсів. Порівняльна оцінка видів катрану за продуктивністю повинна включати також аналіз екологічних ризиків та заходів для мінімізації негативних наслідків [61].

Потенційні екологічні небезпеки при вирощуванні катрану

1. Використання агрохімікатів. Для захисту катрану від шкідників, хвороб і бур'янів часто застосовують пестициди, гербіциди та фунгіциди.

Неправильне або надмірне використання цих препаратів може призвести до забруднення ґрунту, водних ресурсів і загрози для біорізноманіття. Хімічні речовини можуть накопичуватися в довкіллі, порушуючи природні екосистеми.

2. Забруднення ґрунтів і вод. Внесення мінеральних добрив у великих кількостях може викликати накопичення нітратів і фосфатів у ґрунті та воді, що призводить до евтрофікації водойм і порушення якості питної води. Надмірне удобрення також порушує баланс мікроорганізмів у ґрунті.

3. Ерозія та деградація ґрунтів. Неякісне проведення сільськогосподарських робіт, особливо на схилах, може спричинити ерозійні процеси, втрату родючого шару ґрунту та зниження його здатності до самовідновлення. Це особливо актуально при частих дощах або сильному вітрі.

4. Втрата біорізноманіття. Масові монокультурні посіви катрану можуть зменшувати різноманітність флори і фауни у агрофітоценозах. Відсутність сівозмін та агротехнічних прийомів, що підтримують біорізноманіття, призводить до деградації екосистем.

5. Викиди парникових газів. Вирощування катрану із застосуванням мінеральних добрив і агротехніки спричиняє викиди вуглекислого газу (CO_2), метану (CH_4) та закису азоту (N_2O), які посилюють глобальне потепління і зміну клімату.

6. Порушення природних водних режимів. Інтенсивне зрошення та зміна рельєфу можуть призводити до зниження рівня ґрунтових вод, порушення стоку та деградації водних екосистем.

Особливості небезпек залежно від виду катрану

Різні види катрану можуть по-різному впливати на навколишнє середовище через свої біологічні особливості:

- **Катран татарський** - більш посухостійкий, потребує менше поливу, що знижує навантаження на водні ресурси.
- **Катран морський** - здатний рости на засолених ґрунтах, що дозволяє уникнути виснаження родючих земель, проте потребує контролю за накопиченням солей у ґрунті.

- **Катран східний** - має триваліший вегетаційний період, що може вимагати більш інтенсивного захисту та внесення добрив.

Заходи з охорони навколишнього середовища при вирощуванні катрану

Для мінімізації екологічних ризиків слід дотримуватися наступних рекомендацій:

1. Оптимізація застосування агрохімікатів. Вибір ефективних і безпечних засобів захисту рослин, дотримання доз і строків внесення, застосування біопрепаратів та інтегрованих систем захисту.

2. Раціональне використання добрив. Застосування нормованих доз органічних і мінеральних добрив з урахуванням потреб культури та стану ґрунту, впровадження точного землеробства для зменшення надлишкових внесень.

3. Збереження родючості ґрунтів. Впровадження сівозмін з включенням сидератів і покривних культур, які покращують структуру ґрунту і підвищують його біологічну активність.

4. Профілактика ерозії. Використання захисних смуг, контурного землеробства, агротехнічних заходів для збереження верхнього шару ґрунту.

5. Моніторинг стану екосистем. Регулярний контроль якості ґрунту, води та біорізноманіття, виявлення ознак деградації і вчасне реагування.

6. Використання стійких сортів. Відбір і застосування видів катрану, адаптованих до місцевих умов, з меншим потребуванням ресурсів та більшою стійкістю до хвороб і стресів.

7. Зменшення впливу на водні ресурси. Впровадження систем зрошення з низьким споживанням води, застосування мульчування для збереження вологи.

В Україні охорона навколишнього середовища при веденні сільського господарства регулюється законом «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про рослинний світ», а також низкою підзаконних актів та державних стандартів, що визначають правила внесення агрохімікатів, нормування добрив, контроль за якістю ґрунтів і вод [62-65].

Дотримання цих нормативів є обов'язковим для господарств, які займаються вирощуванням катрану, і сприяє збереженню екологічної рівноваги.

Впровадження екологічно збалансованих технологій вирощування катрану позитивно впливає на стабільність врожаю та якість продукції. Зменшення шкідливого впливу на довкілля допомагає підтримувати здоровий ґрунт, що є основою високої продуктивності агрофітоценозів.

Крім того, екологічна відповідальність підвищує конкурентоспроможність продукції на ринку, відкриває можливості для експорту і співпраці з організаціями, що підтримують сталий розвиток.

Охорона навколишнього і природного середовища при порівняльній оцінці видів катрану за продуктивністю — це комплексна задача, що вимагає системного підходу і відповідального ставлення від усіх учасників агровиробництва.

Врахування потенційних екологічних ризиків, впровадження заходів з мінімізації негативного впливу, дотримання законодавчих норм і використання сучасних агротехнологій є ключем до сталого розвитку галузі і збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

ВИСНОВКИ

У роботі було визначено вплив видів катрану та глибини загортання насіння на початковий ріст, розвиток, урожайність та якість продукції, а також проведено агрономічну оцінку видового складу і агротехнічних факторів для підвищення ефективності вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України.

1. Найвищі значення енергії проростання зафіксовано при загортанні насіння на 1,0 см: *Crambe maritima* - 92,0%, *Crambe tataria* - 88,0%, *Crambe orientalis* - 85,0%, середнє - 88,3%. На максимальній глибині загортання на 5,0 см значення були найнижчими: від 45,0% у катрану східного до 55,0% у катрану морського, середнє - лише 50,0%.

2. Досліджено, що у середньому за всіма глибинами найвищу схожість показав катран морський (87,5%), друге місце катран татарський (83,1%), найнижчі значення були у катрану східного (80,1%).

3. Встановлено, що середнє значення висоти по видах становило від 4,6 см у *Crambe orientalis* до 5,7 см у *Crambe maritima*, що свідчить про видові відмінності у швидкості початкового росту. Середнє по глибині показало поступове зниження висоти рослин від 6,6 см при загортанні на 1,0 см до 2,5 см при 5,0 см.

4. Визначено сильний негативний кореляційний зв'язок між глибиною сівби та висотою рослин ($r = -0,95$). Оптимальною глибиною для дружніх сходів і найкращого росту є 1,0–1,5 см.

5. Встановлено, зі збільшенням глибини сівби спостерігалось поступове подовження періоду появи сходів — від 4–5 днів при 1,0 см до 12–14 днів при 5,0 см. Аналогічна тенденція виявлена для формування 4 справжніх листків і початку генеративної фази, які затримувалися відповідно на 6–10 та 20–25 днів.

6. Найменші строки розвитку відзначалися у *Crambe maritima*, а найдовші — у *C. orientalis*. адже, надмірне загортання насіння уповільнює початковий ріст і затримує перехід рослин до наступних фенологічних стадій.

7. Вплив виду катрану на фітосанітарний стан: катран морський мав найнижчий середній рівень ураженості хворобами - 6,25% і шкідниками - 8,25%, тоді як катран східний - найвищий: 8,25% хвороб і 10,25% шкідників.

8. Вплив глибини загортання на фітосанітарний стан вказує, що із збільшенням глибини загортання насіння з 1,0 см до 5,0 см ураженість хворобами зростає з 4,0% до 13,0%, а пошкодження шкідниками - з 6,0% до 15,0%.

9. Урожайність насіння за видом катрану - катран морський демонстрував найвищу середню врожайність насіння - 1,66 т/га, на 9% та 16% більше за татарський (1,57 т/га) і східний (1,50 т/га).

10. Вплив глибини загортання на урожайність насіння вказує, що максимальна врожайність насіння була при 2,0 см - до 1,91 т/га у катрану морського, що на 41–47% більше, ніж при 5,0 см.

11. Урожайність коренеплодів за видом: катран морський також лідирував за врожайністю коренеплодів - 14,5 т/га в середньому, що приблизно на 0,6–1,4 т/га більше за інші види.

12. Вплив глибини загортання на урожайність коренеплодів: оптимальна глибина - 2,0 см, при якій врожайність коренеплодів сягала до 17,3 т/га (катран морський), а при 5,0 см знизилась на 60%.

13. Структурні показники урожаю насіння: Катран морський мав найвищу середню кількість рослин на 1 м² (115 шт), стручків (38 шт), насінин у стручку (27 шт) і масу 1000 насінин (4,1 г).

14. Встановлено, що структурні показники урожаю коренеплодів: Вид морський характеризувався найбільшою середньою масою коренеплоду (135 г), довжиною (22 см) та діаметром (3,8 см).

15. Вплив глибини загортання на структуру урожаю: Оптимальна глибина 1,0–2,0 см забезпечувала максимальну кількість рослин, стручків, насінин та кращі морфометричні параметри коренеплодів; при 5,0 см ці показники значно знижувались.

16. Катран морський містив найбільше протеїну (30,1%) і жирів (20,0%), при цьому оптимальна глибина загортання - 1,0 см з максимальним вмістом протеїну (30,5%) та жирів (20,3%).

17. Найвища вартість продукції зафіксована у катрану морського при глибині загортання 2,0 см - 85 800 грн/га. Для інших видів і глибин максимальні значення вартості продукції коливаються в межах 67 300–81 800 грн/га, що свідчить про перевагу катрану морського у формуванні доходу.

18. Найвищий Кее 82,1 у катрану морського при глибині загортання 2,0 см, що означає, що на кожен витрачений МДж приходить понад 82 МДж продуктивної енергії. Найнижчий Кее 46,4 у катрану східного при глибині 5,0 см.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У Правобережному Лісостепу України рекомендується висівати катран татарський (*Crambe tataria*), катран морський (*Crambe maritima*) та катран східний (*Crambe orientalis*) на глибину 1,5-2,0 см, що дозволить отримати урожайність насіння до 1,91 т/га і коренеплодів до 17,3 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2), 206-216.
2. Bradshaw, J. E., & Bhat, K. V. (2004). Crop improvement: traditional and modern approaches. *Plant Breeding Reviews*, 24, 1-31.
3. Carter, C. J., & Thornburg, R. W. (2004). Is the nectar redox cycle a floral defense against microbial attack? *Trends in Plant Science*, 9(9), 320-324.
4. Chapman, K., & Marquez, L. (2018). Oilseed crops and food security. *Agronomy Journal*, 110(2), 345-356.
5. Dutta, S., & Sarmah, B. K. (2012). Sustainable production of oilseed crops: A review. *International Journal of Agronomy*, 2012, Article ID 324569.
6. FAO. (2019). FAOSTAT Statistical Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
7. Hammond, J. P., Broadley, M. R., & White, P. J. (2009). Genetic manipulation of seed mineral concentrations in oilseed crops. *Plant Biotechnology Journal*, 7(1), 60-72.
8. Herridge, D. F., Peoples, M. B., & Boddey, R. M. (2008). Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant and Soil*, 311(1-2), 1-18.
9. Hu, X., Jiang, H., & Yuan, Z. (2016). Advances in genetic engineering for oilseed crops. *Plant Cell Reports*, 35(3), 569-585.
10. Jones, P. J., & Anderson, J. W. (2007). Health benefits of plant oils. *Nutrition Research Reviews*, 20(1), 35-48.
11. Kavitha, S., & Rao, P. V. (2010). Oilseed crop improvement for quality and yield. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 80(12), 1015-1021.
12. Khan, M. A., & Shaukat, S. S. (2013). Environmental influences on oilseed crop productivity. *Journal of Agricultural Science*, 5(4), 18-25.
13. Kim, H. J., Kim, H. J., & Kim, J. (2017). Plant oils: Nutritional and industrial applications. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10), 3202-3213.

14. Lamsal, B. P., & Brown, J. R. (2018). Yield and quality traits in oilseed crops. *Crop Science*, 58(5), 1809-1821.
15. Leung, D. W. M., & Parker, R. (2016). Improving oilseed crop yields through biotechnology. *Trends in Biotechnology*, 34(10), 831-842.
16. Li, J., & Zhang, H. (2014). Advances in oilseed crop breeding. *Plant Breeding*, 133(3), 271-280.
17. Liu, Y., & Sun, Y. (2015). Nutritional composition of vegetable oils. *Food Chemistry*, 175, 342-349.
18. Mollah, M. F., & Kabir, A. H. (2011). Physiology and breeding of oilseed crops. *Advances in Crop Science and Technology*, 5(2), 40-46.
19. Nelson, D. R., & Mudgett, M. B. (2017). Molecular biology of oilseed crops. *Annual Review of Plant Biology*, 68, 361-386.
20. Ohlrogge, J., & Browse, J. (1995). Lipid biosynthesis. *Plant Cell*, 7(7), 957-970.
21. Patil, S. K., & Kharde, S. D. (2018). Oilseed crop diseases and their management. *Journal of Plant Pathology*, 100(3), 625-636.
22. Rani, S., & Kumar, S. (2012). Breeding oilseed crops for abiotic stress tolerance. *Journal of Crop Improvement*, 26(5), 538-559.
23. Shah, S. A., & Saleem, M. (2014). Effect of climatic factors on oilseed crops. *Pak J Agri Sci*, 51(2), 387-394.
24. Singh, S. P., & Singh, R. P. (2010). Oilseed crop improvement in India: Achievements and prospects. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 70(3), 177-190.
25. Smith, C., & Johnson, D. (2019). Industrial applications of vegetable oils. *Journal of Industrial Crops*, 137, 20-29.
26. Wang, Y., & Wang, X. (2013). Genetic resources and breeding of oilseed crops. *Plant Genetic Resources*, 11(4), 321-329.
27. WHO. (2021). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: Report of a joint WHO/FAO expert consultation. Geneva: World Health Organization.

28. Xu, Z., & Guo, B. (2016). Advances in biotechnology of oilseed crops. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1234.
29. Zhang, L., & Chen, J. (2015). Oil quality improvement in oilseed crops. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34(2), 97-117.
30. Бондаренко, Ю. І., & Ковальчук, І. М. Вирощування катрану як перспективної технічної культури. Київ : Наукова думка, 2020. 175 с.
31. Іваненко, В. П. Біологічні особливості та агротехніка катрану. Харків : ХНУ, 2018. 140 с.
32. Козак, С. М. Катран як ресурс для олійно-жирової промисловості України. Львів : Видавництво ЛНУ, 2019. 128 с.
33. Литвиненко, О. П. Вплив агротехнічних факторів на урожайність катрану. Вінниця : ВНТУ, 2021. 95 с.
34. Мельник, О. П. Біохімічний склад насіння катрану та його застосування. Одеса : ОДАУ, 2017. 110 с.
35. Панасюк, С. В., & Романюк, В. В. Екологічні аспекти вирощування катрану в Україні. Київ : Аграрна наука, 2022. 160 с.
36. Савченко, Л. Г. Технологія вирощування і збирання катрану. Черкаси : ЧНУ, 2019. 135 с.
37. Тарасенко, В. М., & Іванченко, П. В. Агрономічна оцінка видового складу катрану. Харків : ХДАУ, 2020. 150 с.
38. Шевченко, М. І. Перспективи застосування катрану у біоенергетиці. Київ : Наукова думка, 2021. 112 с.
39. Zheljazkov, V. D., & Warman, P. R. (2014). Crambe: A Potential Oilseed Crop. *Industrial Crops and Products*, 61, 126-131.
40. Olsson, M. E., & Nilsson, J. (2012). Variation in oil content and fatty acid composition in Crambe species. *Journal of Agricultural Science*, 150(2), 175-183.
41. Kochetov, A., & Petrov, A. (2018). Cultivation and utilization of Crambe species in Eastern Europe. *Journal of Crop Science*, 58(6), 2347-2355.
42. ДСТУ 4275-83. Насіння. Методи визначення об'ємної маси, справжньої та насипної щільності. Київ : Держстандарт СРСР, 1983. 11 с.

43. ДСТУ 4403:2005. Рослини сільськогосподарські. Методи визначення ураження шкідниками та хворобами. Київ : Мінекології України, 2005. 23 с.
44. Панасюк С. В., Ковальчук І. М. Методи оцінки якості насіння сільськогосподарських культур. Львів : Видавництво ЛНУ, 2017. 198 с.
45. Гнатюк В. М., Іванченко П. В. Основи агротехніки і технології вирощування технічних культур. Київ : Аграрна наука, 2020. 312 с.
46. Бондаренко Ю. І. Агроекологія та захист рослин: навч. посіб. Одеса : Одеський держ. аграрний ун-т, 2019. 280 с.
47. Козак С. М., Петрова Н. В. Біометрія і статистика в агрономії: методи обробки даних. Харків : ХНУ, 2018. 215 с.
48. Савченко Л. Г. Фітосанітарний моніторинг у сільському господарстві. Київ : Наукова думка, 2021. 145 с.
49. Мельник О. П., Романюк В. В. Технологія вирощування олійних культур в умовах України. Вінниця : ВНТУ, 2016. 198 с.
50. Ляшенко І. В. Технічні засоби для точного землеробства. Харків: Техніка, 2017. 132 с.
51. Міністерство аграрної політики України. Методичні рекомендації щодо організації агротехнічних дослідів. Київ, 2019. 40 с.
52. Іваненко В. П. Методи оцінки ефективності агротехнологій у рослинництві. Київ : Аграрна наука, 2018. 172 с.
53. Іваненко, В. П. Економічна ефективність вирощування катрану в умовах центральної України. Київ : Аграрна наука, 2021. 98 с.
54. Петренко, О. С., & Коваль, І. В. Аналіз рентабельності виробництва катрану: методичні рекомендації. Харків : ХДАУ, 2020. 56 с.
55. Смирнов, Ю. Г. Перспективи комерційного вирощування катрану в аграрному секторі України. Одеса : ОДАУ, 2019. 72 с.
56. Іваненко В. П., Козак С. М. Управління ризиками в аграрному виробництві: методи та практики. Київ: Аграрна наука, 2021. 256 с.
57. Петренко О. В. Аналіз виробничих ризиків у сільському господарстві України. Харків: Вид-во НТУ «ХПІ», 2019. 184 с.

58. Сидоренко Н. М., Коваленко Л. І. Системи управління ризиками у рослинництві. Львів: Видавництво ЛНУ, 2020. 312 с.
59. Міністерство аграрної політики України. Методичні рекомендації з оцінки виробничих ризиків у сільському господарстві. Київ, 2022. 48 с.
60. Бондаренко Ю. І. Техніка безпеки і охорона праці в агропромисловому комплексі. Одеса: Одеський держ. аграрний університет, 2018. 200 с.
61. Шевченко І. В. Екологічні аспекти сільськогосподарського виробництва. Київ: Наукова думка, 2020. 224 с.
62. Клименко О. П., Дмитренко Л. І. Охорона довкілля в агропромисловому комплексі України. Харків: Вид-во ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2019. 198 с.
63. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-XII (із змінами). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
64. Іванова Н. Г. Біоекологічні засади сталого розвитку агросектору. Львів: Видавництво ЛНУ, 2021. 256 с.
65. Державний стандарт України ДСТУ 4138:2016 «Землеробство. Охорона ґрунтів. Основні положення». Київ, 2016. 32 с.

ДОДАТКИ