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.

СПОДНІКАЙЛО
Артур Богданович

ВПЛИВ ДЕСИКАЦІЇ ПОСІВІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РИЖІЮ ОЗИМОГО В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Кваліфікаційна робота
освітнього рівня "Магістр"
за спеціальністю 201 Агрономія

Науковий керівник – к. с.-г. н., професор ЯЦЕНКО Анатолій

УМАНЬ – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП		
РОЗДІЛ 1	БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РИЖІЮ ОЗИМОГО І РЕГУЛЯЦІЯ ДОСТИГАННЯ ПОСІВІВ (огляд літератури)	
	1.1. Рижій озимий у структурі олійних культур України та світу	
	1.2. Препарати для десикації: класифікація, механізм дії, регламенти застосування	
РОЗДІЛ 2	ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	2.1. Ботанічний опис рижію озимого	
	2.2. Описи десикантів і їх особливості використаних у дослідах	
РОЗДІЛ 3	МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА УМОВИ ДОСЛІДНОГО ПРОЦЕСУ	
	3.1. Основні фізико-хімічні параметри опідзоленого чорнозему	
	3.2. Кліматичні передумови росту і розвитку культури	
	3.3. Структура дослідження і обрана методика виконання	
	3.4. Агротехніка вирощування рижію озимого у дослідах	
РОЗДІЛ 4	ВПЛИВ ДЕСИКАЦІЇ НА РОЗВИТОК І СТАН ПОСІВІВ РИЖІЮ ОЗИМОГО	
	4.1. Агротехнічні умови сівби та якісні характеристики насіннєвого матеріалу	
	4.2. Динаміка росту та розвитку рослин рижію озимого за фенологічними фазами	
	4.3.Показники фотосинтетичної активності та морфометричні параметри рослин	
	4.4. Густота стояння, перезимівля та збереження рослин до весняного періоду	
	4.5. Фітосанітарний стан посівів: поширення бур'янів,	

	шкідників та хвороб	
	4.6. Формування структури врожаю залежно від дослідних факторів	
	4.7. Вплив десикації на агробіологічні процеси та продуктивність культури	
	4.8. Якість насіння рижію озимого за варіантами досліду	
РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНА І ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ДЕСИКАЦІЇ У ПОСІВАХ РИЖІЮ ОЗИМОГО	
РОЗДІЛ 6	ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДЕСИКАНТІВ	
	6.1. Моделювання виробничих небезпек при десикації посівів рижію озимого	
	6.2. Охорона навколишнього і природного середовища при десикації посівів рижію озимого	
ВИСНОВКИ		
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ		
ДОДАТКИ		

ВСТУП

Актуальність теми. Рижій озимий (Camelina sativa (L.) Crantz) - перспективна олійна культура, що в останні роки привертає значну увагу науковців та виробничників завдяки своїм унікальним біохімічним властивостям і широкому спектру використання [1].

У сучасних умовах розвитку сільського господарства України особливого значення набуває впровадження альтернативних, енергоефективних і високопродуктивних культур, які здатні забезпечити стабільні врожаї навіть за обмежених ресурсів. Рижій озимий вирізняється високою адаптивністю до несприятливих умов вирощування, стійкістю до низьких температур і посухи, невибагливістю до родючості ґрунтів. Ці властивості роблять його цінною культурою для розширення посівних площ у зоні Правобережного Лісостепу України, де спостерігаються часті коливання температури та дефіцит вологи у весняно-літній період [2,3].

Разом з тим, одним із проблемних аспектів технології вирощування рижію озимого залишається нерівномірність достигання стручків і насіння, що призводить до значних втрат урожаю під час збирання. Через поступове достигання плодів верхні стручки часто перезрівають і розтріскуються, тоді як нижні залишаються зеленими. Це ускладнює визначення оптимальних строків збирання та знижує якість насіння. Тому актуальним завданням є розроблення технологічних прийомів, які забезпечать вирівнювання процесу достигання посівів і сприятимуть отриманню однорідного, високоякісного врожаю [4].

Одним із найефективніших заходів у цьому напрямі є десикація посівів - передзбиральне підсушування рослин шляхом обприскування десикантами. Застосування десикації сприяє скороченню строків достигання, зменшенню вологості насіння, полегшенню механізованого збирання та зниженню втрат урожаю. Водночас ефективність цього прийому значною мірою залежить від вибору препарату, норми витрати, строку проведення обробки та погодних умов у період достигання. Неправильно підібрані дози або строки внесення

можуть спричинити зниження схожості насіння, погіршення його якості або надмірне передчасне висихання рослин [5,6].

У зв’язку з цим виникає потреба у науковому обґрунтуванні технології десикації рижію озимого з урахуванням біологічних особливостей культури та регіональних кліматичних умов. Дослідження спрямовуються на визначення оптимальних строків проведення десикації, вибір найбільш ефективних препаратів і концентрацій робочого розчину для забезпечення дружного достигання насіння, мінімізації втрат і підвищення продуктивності культури.

Отримані результати таких досліджень мають важливе практичне значення, оскільки дозволять удосконалити технологію вирощування рижію озимого, забезпечити стабільне виробництво високоякісної олійної сировини та сприятимуть розширенню посівних площ цієї культури в Україні.

Метою досліджень є вивчити ефективність застосування різних десикантів та строків їх внесення у посівах рижію озимого та встановити їх вплив на агробіологічні показники і продуктивність культури.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв’язати такі задачі:

- дослідити агротехнічні умови сівби та якісні характеристики насіннєвого матеріалу;
- вивчити динаміку росту та розвитку рослин рижію озимого за фенологічними фазами
- оцінити вплив препаратів-десикантів і строків їх застосування на фотосинтетичну активність та морфометричні параметри рослин;
- визначити густоту стояння, збереження рослин після зими та їхню виживаність до весняного періоду;
- вивчити фітосанітарний стан посівів рижію озимого;
- дослідити формування структури врожаю залежно від препаратів та строків застосування десикантів;
- оцінити вплив десикації на показники продуктивності культури;
- провести економічну та енергетичну оцінку застосування десикації у посівах рижію озимого.

Об'єкт дослідження – рослини рижію озимого у посівах Правобережного Лісостепу України.

Предмет дослідження – вплив препаратів-десикантів (Реглон Супер, Гліфоган, Баста, Карбустар) та строків їх внесення (75 % побуріння, 90–95 % побуріння, +3 дні після повного побуріння стручків) на ріст, розвиток, урожайність і якість насіння рижію озимого.

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
БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РИЖІЮ ОЗИМОГО І РЕГУЛЯЦІЯ ДОСТИГАННЯ ПОСІВІВ (огляд літератури)

1.1. Рижій озимий у структурі олійних культур України та світу

Рижій озимий (*Camelina sativa* (L.) Crantz) останніми роками привертає значну увагу науковців і агровиробників як перспективна олійна культура. Він належить до родини Капустяних (Brassicaceae) та характеризується високою екологічною пластичністю, що дає можливість вирощувати його на різних ґрунтово-кліматичних умовах [7].

У структурі світового виробництва олійних культур традиційно домінують соя, ріпак, соняшник, арахіс та бавовник. Проте рижій займає окрему нішу завдяки своїй невибагливості, високій холодостійкості та придатності до інтенсивних і екстенсивних систем землеробства.

В Україні рижій озимий розглядається як додаткова культура для збагачення сівозміни та підвищення рівня продовольчої і біоенергетичної безпеки. Зростання інтересу до нього пов’язане з кількома ключовими факторами:

– можливість отримання екологічно чистої олії, яка використовується у харчуванні, фармацевтиці та косметології;

– використання насіння як сировини для біодизелю;

– наявність високого вмісту поліненасичених жирних кислот, особливо омега-3;

– короткий вегетаційний період, що дає змогу ефективно поєднувати його з іншими культурами [8,9].

У світі рижій культивується у країнах Європейського Союзу, Північної Америки, Канаді, Китаї та Індії. Найбільш активно ця культура поширена у Німеччині, Австрії, Чехії, Польщі, де розробляються спеціальні програми для підтримки її виробництва. У США рижій здебільшого використовується як сировина для авіаційного біопалива [10-12].

У структурі олійних культур України рижій займає невелику частку – близько 0,1–0,3 % від загальної площі під олійними [13]. Проте його роль зростає завдяки адаптації до посушливих умов Лісостепу і Степу, де інші культури мають нижчу продуктивність (табл..1).

Таблиця 1

Виробництво основних олійних культур у світі (2024 р., млн т)

Культура	Світове виробництво, млн т	Частка у структурі, %	Основні країни-виробники
Соя	390,0	58,5	США, Бразилія, Аргентина
Ріпак	87,5	13,1	Канада, Китай, Німеччина
Соняшник	59,2	8,9	Україна, Росія, Аргентина
Арахіс	50,3	7,5	Китай, Індія, Нігерія
Бавовник (насіння)	42,1	6,3	Індія, Китай, США
Рижій (Camelina)	0,8	0,1	Німеччина, Канада, США

Світове виробництво олійних культур зосереджене переважно на сої, яка забезпечує понад половину обсягів (58,5 %). Ріпак і соняшник утримують 13,1 % та 8,9 % відповідно, займаючи провідні позиції у країнах ЄС та Східної Європи [14].

Рижій у глобальній структурі поки що становить лише 0,1 %, однак його значення не слід недооцінювати. Він розглядається як стратегічна культура для біоенергетики, фармацевтики і функціонального харчування. Крім того, завдяки здатності рости на бідних ґрунтах і при низькому рівні агротехнічних затрат, рижій вважається екологічно перспективним [15].

Рижій (*Camelina sativa*) – перспективна олійна культура, яка останніми роками все більше привертає увагу науковців і виробників завдяки своїй універсальності [16].

Найбільш цінним продуктом є його насіння, що містить до 40 % олії. Рижієва олія відзначається високим вмістом поліненасичених жирних кислот, особливо омега-3, які важливі для здоров'я людини.
У харчовій промисловості вона використовується для виробництва кулінарної олії, маргаринів, соусів, дієтичних продуктів [17].

Завдяки високій біологічній цінності рижієву олію застосовують у дієтології та як функціональну добавку до раціону.

У фармацевтиці рижій використовується для створення капсул із омега-3 кислотами та інших лікувально-профілактичних препаратів [18].

Косметична галузь застосовує рижієву олію для виготовлення кремів, шампунів, бальзамів та засобів проти старіння шкіри.

У хімічній промисловості рижієва олія є сировиною для виробництва лаків, фарб, мила та мастильних матеріалів.

Окремо слід виділити використання рижію як джерела біодизельного палива.

У багатьох країнах ЄС і США олія рижію активно досліджується для виробництва авіаційного біопалива [19].

Насіння може також використовуватися як високобілковий кормовий компонент у тваринництві.

Жмих, що залишається після віджиму олії, є цінною білково-вітамінною добавкою.

Завдяки високій концентрації антиоксидантів рижій має стійкість до окислення, що збільшує термін зберігання його олії [20].

У сільському господарстві рижій розглядають як сидеральну культуру, що покращує структуру ґрунту.

Його можна використовувати як покривну культуру для зниження ерозійних процесів.

У бджільництві рижій виступає добрим медоносом, забезпечуючи додатковий нектар у літній період.

Він також придатний для органічного землеробства завдяки невибагливості до агрохімікатів [21].

У ветеринарії продукти рижію застосовують у кормах для свійських тварин і птиці. Його олія може бути основою для виробництва кормових концентратів для рибництва. У біотехнологіях рижій використовується як модельна культура для генетичних досліджень [22].

Завдяки швидкому вегетаційному циклу він зручний для експериментів у генній інженерії. У світовій практиці рижій вважається альтернативною культурою для зменшення залежності від традиційних олійних.

Він поєднує економічну доступність із широким спектром можливих застосувань.

Таким чином, рижій є багатофункціональною культурою з високим аграрним та промисловим потенціалом [23].

На території України рижій відомий ще з XVIII століття, однак промислове значення він почав набувати лише в останні два десятиріччя.

Зростання інтересу пояснюється тим, що в умовах зміни клімату і підвищення вартості агрохімікатів аграрії шукають культури з низькою собівартістю вирощування [24].

Площі під рижієм в Україні коливаються в межах 5–15 тис. га. Основними регіонами вирощування є Полісся і Лісостеп, де він демонструє стабільну врожайність на рівні 1,2–1,8 т/га навіть за мінімального удобрення [25].

Олія рижію знаходить застосування у виробництві харчових продуктів, дієтичних добавок, а також як компонент у лакофарбовій і хімічній промисловості.

У підсумку можна стверджувати, що рижій озимий хоча й займає незначну частку у світовій структурі олійних культур, проте його стратегічна роль зростає.

Для України ця культура може стати важливим компонентом системи сталого землеробства, особливо з огляду на кліматичні зміни та потребу у розвитку біоенергетики [26].

1.2. Препарати для десикації: класифікація, механізм дії, регламенти застосування

Десикація рижію озимого є важливим агротехнічним прийомом, що дозволяє прискорити достигання насіння, знизити його вологість та підвищити ефективність механізованого збирання врожаю. Використання десикантів забезпечує рівномірне підсихання надземної частини рослин і зменшує втрати продукції під час збору. Цей прийом особливо актуальний у регіонах із нестабільними погодними умовами, коли природне висихання рослин відбувається нерівномірно або затягується через підвищену вологість.

Препарати для десикації поділяють на кілька основних груп залежно від механізму дії [27].

Контактні десиканти діють безпосередньо на зелені тканини рослини, викликаючи їх швидке висихання. Найбільш відомим представником є гліфосат та його похідні. Механізм дії гліфосату полягає у блокуванні ферменту EPSP-синтази, що припиняє синтез ароматичних амінокислот, необхідних для росту та розвитку клітин. У результаті тканини повільно відмирають, листя і стебла жовтіють і висихають. Контактні десиканти ефективні при низькій вологості повітря та відносно сухому ґрунті, але потребують точного дотримання строків обробки [28].

Системні десиканти проникають у рослину через листя і стебла та поширюються по судинній системі, забезпечуючи рівномірне висихання надземної частини. До них належать препарати на основі дикамби та диквату диброміду. Дикамба – синтетичний ауксин, який викликає дисбаланс гормонів росту та порушує поділ клітин, призводячи до поступового некрозу тканин. Дикват дибромід діє швидко, спричиняючи окислювальний стрес та руйнування клітинних мембран, що призводить до швидкого підсихання листя. Системні десиканти дозволяють скоротити інтервал між обробкою і збиранням до 7–10 днів, забезпечуючи одночасне достигання насіння [29].

Існують також **комбіновані десиканти**, які поєднують властивості контактних і системних препаратів. Вони забезпечують як швидке підсихання листя, так і внутрішнє старіння рослини, що робить їх ефективними за високої вологості надземної маси рижію. Використання комбінованих препаратів дозволяє підвищити якість насіння та знизити втрати під час збирання, особливо в умовах дощового періоду [30].

Регламенти застосування десикантів визначаються нормою витрати, фазою розвитку рослин та погодними умовами. Для рижію озимого обробку рекомендується проводити після досягнення 90–95 % стиглості насіння, коли листя починає жовтіти, а вологість насіння становить близько 30–35 %. Гліфосат застосовують у нормі 1,5–2,0 л/га, дикват дибромід – 0,8–1,2 л/га, дикамбу – 0,5–1,0 л/га залежно від сорту та стану посіву. Обробку слід проводити за сухої, безвітряної погоди, бажано вранці або ввечері, щоб уникнути випаровування препаратів та забезпечити їх ефективне проникнення [31,32].

Десикація значно спрощує механізоване збирання, зменшує утворення зеленої домішки в зерні, покращує його якість та підвищує стійкість до зберігання. Однак недотримання регламентів або застосування препаратів на незрілих рослинах може призвести до зниження врожайності та погіршення насіннєвих показників. Тому при виборі десиканта та строків обробки необхідно враховувати стан рослин, погодні умови та специфіку сорту рижію озимого [33].

Застосування десикації у виробництві рижію озимого є важливим елементом агротехнології, що поєднує науково обґрунтовані хімічні засоби з точним визначенням термінів та норм внесення. Раціональне використання контактних, системних і комбінованих десикантів дозволяє оптимізувати процес дозрівання, зменшити втрати при збиранні та отримати насіння високої якості, що відповідає сучасним стандартам насінництва та продовольчої безпеки [34].

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ
2.1. Ботанічний опис рижію озимого

Рижій озимий належить до родини Brassicaceae (хрестоцвіті). Це однорічна або озима культура з добре вираженими морфологічними ознаками, характерними для роду *Camelina* [35].

Коренева система. Корінь стрижневий, проникає у ґрунт на глибину 80–120 см, добре розгалужений у верхньому горизонті. Забезпечує ефективне використання вологи та поживних речовин навіть за посушливих умов.

Стебло. Прямостояче, циліндричне, іноді злегка розгалужене, заввишки 60–100 см. Поверхня стебла гладенька або слабко опушена, часто з сизуватим відтінком через восковий наліт [36].

Листки. Листкорозміщення чергове. Нижні листки черешкові, ланцетні або яйцеподібні, довжиною до 8 см, злегка зубчасті. Верхні листки сидячі, вузьколанцетні, охоплюють стебло напівстрілоподібною основою.

Суцвіття. Китиця верхівкова, багатоквіткова. Квіти дрібні, жовтого кольору, з чотирма пелюстками, характерними для хрестоцвітих. Чашолистки зеленуваті, розташовані хрестоподібно[37].

Плід. Стручечок овальної або еліпсоподібної форми, довжиною 6–10 мм, шириною 2–4 мм, із загостреною верхівкою. У стручечку формується 8–15 насінин.

Насіння. Дрібне, довгасто-еліптичне, жовто-буре або червонувато-коричневе, блискуче. Маса 1000 насінин становить 0,8–1,8 г. Вміст олії досягає 36–42%, з високою часткою поліненасичених жирних кислот, зокрема омега-3 [38].

Фенологічні особливості. У фазі сходів формує розетку з 6–10 листків. Восени рижій озимий накопичує пластичні речовини, що забезпечують морозостійкість. Навесні швидко відновлює вегетацію, проходить фази стеблування, бутонізації, цвітіння та наливу насіння[39].

Біологічні властивості. Рослина світлолюбна, холодостійка, витримує зниження температури до –15 °С у фазі розетки. Невибаглива до родючості

ґрунтів, здатна формувати урожай на піщаних і супіщаних ґрунтах. Стійка до посухи, проте негативно реагує на надмірне перезволоження.

Рижій озимий – цінна олійна культура з високим адаптаційним потенціалом, коротким вегетаційним періодом та широкими можливостями використання у харчовій, фармацевтичній та біоенергетичній промисловості [40].

2.2. Описи десикантів і їх особливості використаних у дослідах

1. Реглон Супер (дикват дибромід)

Реглон Супер – контактний гербіцид і десикант, основна діюча речовина – дикват дибромід (150 г/л). Препарат застосовується для передзбирального підсушування посівів зернових, олійних і бобових культур. Дикват порушує фотосинтетичні процеси, викликає руйнування клітинних мембран і швидке висихання тканин. Завдяки контактній дії засіб забезпечує швидке припинення вегетації рослин, полегшує механізоване збирання врожаю. Ефективний проти багатьох бур'янів, зокрема дводольних. Діє незалежно від погодних умов, хоча найкраща ефективність досягається у сонячні дні. Препарат характеризується швидким розпадом у навколишньому середовищі та низьким ризиком накопичення у ґрунті. Широко застосовується у технологіях вирощування ріпаку, сої, соняшнику. Виробник – Syngenta (Швейцарія)**.**

2. Гліфоган (ізопропіламінна сіль гліфосату)

Гліфоган – системний гербіцид суцільної дії. Активна речовина – ізопропіламінна сіль гліфосату (480 г/л). Препарат поглинається листками та стеблами, переміщується по провідній системі рослини й блокує синтез ароматичних амінокислот шляхом інгібування ферменту EPSP-синтази. Це призводить до загибелі як однорічних, так і багаторічних бур'янів (злакових і дводольних).

Гліфоган застосовується для очищення полів перед посівом культур, для боротьби з небажаною рослинністю на парах, узбіччях та неорних землях. Препарат має повільну дію, але забезпечує повне знищення кореневої системи

бур’янів, що унеможливлює їх відростання. Ефективність зростає за теплої погоди при активному рості бур’янів. Період розкладу у ґрунті – 2–3 тижні. Виробник – Cheminova (Данія**)**, також виготовляється під різними торговими марками у ЄС та Україні.

3. Баста (глюфосинат амонію)

Баста – контактно-системний гербіцид суцільної дії, активна речовина – глюфосинат амонію (150 г/л). Препарат порушує ферментативні процеси, зокрема інгібує фермент глутамінсинтетазу, що призводить до накопичення аміаку в клітинах і загибелі рослини. Діє на широкий спектр бур’янів – однорічних, багаторічних, злакових і дводольних. Препарат проникає через листкову поверхню, викликаючи побуріння й висихання тканин. Застосовується у садах, виноградниках, на полях перед посівом культур, а також у системах вирощування ГМО-культур, стійких до глюфосинату. Баста має короткий період напіврозпаду в ґрунті, не накопичується у врожаї, тому вважається відносно безпечним за умови дотримання регламентів. Найефективніший при температурі понад +15 °C та достатній вологості. Виробник – **BASF (Німеччина)**.

4. Карбустар (карбоксилова сіль диквату)

Карбустар – гербіцид і десикант контактної дії. Діюча речовина – карбоксилова сіль диквату (200 г/л). Препарат швидко абсорбується зеленою масою рослин, викликає руйнування клітинних мембран і швидке висихання листків і стебел. Ефективно застосовується для передзбирального підсушування соняшнику, ріпаку, сої, гороху, а також для контролю дводольних і однорічних бур’янів. Дія препарату проявляється через 2–3 години після обробки, а повна десикація настає протягом 5–7 днів. На відміну від системних гербіцидів, Карбустар не проникає у кореневу систему, тому найбільш ефективний при наявності активної зеленої маси. Має низьку ґрунтову активність, не впливає на наступні культури в сівозміні. Використовується у зонах інтенсивного землеробства для прискорення збирання врожаю та зменшення втрат. Виробник – Adama (Ізраїль)**.**

РОЗДІЛ 3
МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА УМОВИ ДОСЛІДНОГО ПРОЦЕСУ

3.1. Основні фізико-хімічні параметри опідзоленого чорнозему

Опідзолений чорнозем Уманського району є типовим ґрунтом Правобережного Лісостепу України і характеризується середнім механічним складом із переважанням суглинків. Він утворився на лесоподібних відкладах та відзначається високим вмістом гумусу у верхньому горизонті, що обумовлює його родючість.

За хімічним складом ґрунт характеризується помірним рівнем основних поживних речовин: азоту, фосфору та калію, достатнім для вирощування зернових та олійних культур. Вміст доступних форм азоту у верхньому шарі коливається у межах 25–35 мг/кг ґрунту, фосфору – 15–25 мг/кг, калію – 120–160 мг/кг.

Опідзолений чорнозем має слабокислу або нейтральну реакцію ґрунтового розчину (pH 6,0–6,5), що сприяє оптимальному засвоєнню поживних речовин. Вологоздатність ґрунту середня, а водоутримуюча здатність забезпечує підтримання оптимальної вологості для росту рослин у посушливі періоди.

Органічні речовини представлені переважно гуміновими кислотами, які забезпечують структуроутворюючу здатність ґрунту та підвищують його адсорбційні властивості. Лужність та сумарна ємність обміну катіонів (CEC) на рівні 25–30 ммоль/100 г сприяє стабільності ґрунтового середовища та доступності поживних елементів.

Ґрунт придатний для вирощування різних культур за умови оптимального внесення мінеральних та органічних добрив, а також дотримання сівозмінних і агротехнічних практик. Розподіл гранулометричних фракцій показує наявність 35–40 % глини, 30–35 % пилуватих частинок і 25–30 % піску, що забезпечує збалансовану водо- та повітропроникність (табл..2)

В таблиці 2 наведено фізико-хімічні параметри опідзоленого чорнозему Уманського району за трьома ґрунтовими горизонтами. Вміст гумусу, доступних поживних речовин та СЕС у верхньому горизонті забезпечує високу родючість ґрунту, а гранулометричний склад створює сприятливі умови для водопроникності та аерації. Реакція ґрунту слабокисла до нейтральної, що оптимально для більшості сільськогосподарських культур (табл. 2).

Таблиця 2

Основні фізико-хімічні параметри опідзоленого чорнозему Уманського району

Показник	Верхній шар 0–20 см	Середній шар 20–40 см	Нижній шар 40–60 см
Механічний склад (%)			
– пісок	25–30	28–32	30–35
– пил	30–35	32–36	35–38
– глина	35–40	32–34	30–32
Вміст гумусу (%)	3,2–3,8	2,0–2,5	1,2–1,8
Реакція pH (H_2O)	6,0–6,5	5,8–6,2	5,5–6,0
Азот, доступний (мг/кг)	25–35	15–25	10–15
Фосфор, доступний (мг/кг)	15–25	12–18	8–12
Калій, доступний (мг/кг)	120–160	100–130	80–110
СЕС, ммоль/100 г	25–30	22–26	20–24
Водозатримання, %	35–40	30–35	25–30

Таким чином, дані дозволяють планувати внесення добрив та агротехнічні заходи для підвищення врожайності культур на цих ґрунтах.

3.2. Кліматичні передумови росту і розвитку культури

Клімат Черкаської області відзначається як помірно континентальний, проте останні роки характеризуються значними коливаннями температурного режиму та нестабільністю опадів. У 2024–2025 роках простежуються аномальні відхилення від середніх багаторічних показників, що зумовлено глобальними кліматичними змінами.

Зима 2024–2025 років була відносно м’якою. Тривалих періодів із сильними морозами практично не спостерігалося. Температура переважно коливалася в межах слабких від’ємних значень, часто переходячи через нульову позначку. Відлиги супроводжувалися дощами та мокрим снігом, що призводило до нестійкого снігового покриву. Сильні морози мали епізодичний характер, здебільшого у нічні години.

Весняний період розпочався раніше за середньобагаторічні строки. У березні відзначалося істотне потепління, середньодобові температури сягали позитивних значень. Така динаміка зумовила швидке відновлення вегетації озимих культур. Разом із тим, весняний сезон відзначався контрастністю: після теплих декад спостерігалися вторгнення арктичного повітря, що призводило до різкого похолодання та нічних приморозків. Опади мали нерівномірний розподіл, з дефіцитом у ряді районів області.

Літо 2024 року видалося спекотним і сухим, що було типовим проявом континентальності клімату у поєднанні з глобальними змінами. У багатьох районах температура в денний час досягала +30…+32 °С, іноді вище. Посушливі умови супроводжувалися зниженням рівня ґрунтової вологи, що негативно позначилося на формуванні врожаю пізніх культур. Дощі випадали епізодично та переважно у вигляді короткочасних злив із грозами, які локально компенсували нестачу опадів.

Осінь 2024 року була відносно теплою. Вересень зберіг літні риси, поступове зниження температури відбувалося у другій половині жовтня. Осінні дощі мали переважно затяжний характер, але не відзначалися значними сумарними обсягами. У листопаді спостерігалися часті тумани та підвищена вологість повітря, що створювало сприятливі умови для осіннього розвитку озимих культур.

Таким чином, кліматичні умови Черкаської області у 2024–2025 роках відзначалися нестабільністю та різкими коливаннями. Для зими характерними були відлиги та слабка морозність, для весни — ранній початок вегетації та ризик пізніх приморозків, для літа — спека й дефіцит опадів, для осені —

затяжні дощі й помірне зниження температур. Ці тенденції підтверджують актуальність адаптації агротехнологій до сучасних кліматичних викликів.

Кліматичні умови Черкаської області у 2024–2025 роках демонстрували нестабільність та значні сезонні контрасти.

Зима була відносно м’якою, середні температури коливалися у межах –1,5…–2,0 °С, часто спостерігалися відлиги. Сніговий покрив був нестійким, випадали періодичні опади у вигляді дощу та мокрого снігу. Вологість повітря зберігалася на високому рівні (85–90%).

Весна характеризувалася раннім потеплінням, середня температура склала +6,5…+8,0 °С. У цей час випало 120–150 мм опадів, переважно дощового характеру. Водночас фіксувалися нічні приморозки, що створювало ризики для сільськогосподарських культур.

Літо видалося спекотним і посушливим. Середня температура становила +21,5…+22,5 °С, при цьому нерідко фіксувалися денні максимуми понад +30 °С. Кількість опадів коливалася у межах 160–180 мм, але вони мали зливовий характер і нерівномірний розподіл. Вологість знижувалася до 60–65%, що негативно позначалося на вологонакопиченні ґрунту (табл..3).

Таблиця 3

Кліматичні показники Черкаської області за сезонами 2024–2025 рр.

Сезон	Середня температура, °С	Опади, мм	Відносна вологість, %	Опис
Зима	–1,5…–2,0	80–110	85–90	М’яка, нестійкий сніговий покрив, часті відлиги
Весна	+6,5…+8,0	120–150	70–75	Рання, з різкими похолоданнями та приморозками
Літо	+21,5…+22,5	160–180	60–65	Спекотне, посушливе, дощі зливового характеру
Осінь	+8,0…+9,0	140–160	75–80	Тепла, з помірними дощами та туманами

Осінь виявилася теплою і відносно вологою: середня температура +8,0…+9,0 °С, опадів випало 140–160 мм. Часто спостерігалися тумани, а відносна вологість становила 75–80%. Такі умови сприяли розвитку озимих культур та формуванню дружніх сходів (табл..3).

Таким чином, узагальнено, кліматичні умови Черкаської області за 2024–2025 роки свідчать про нестійкість температурного режиму та зміну кількісного і якісного розподілу опадів, що необхідно враховувати при плануванні агротехнологічних заходів.

3.3. Структура дослідження і обрана методика виконання

Для реалізації мети та вирішення поставлених наукових завдань було закладено двофакторний польовий дослід, виконаний за методом розщеплених ділянок у триразовому повторенні. Дослід закладали відповідно до затвердженої схеми з дотриманням принципів рандомізації та рівноцінності варіантів. Такий підхід забезпечив достовірність отриманих результатів і можливість об’єктивної оцінки впливу досліджуваних факторів.

Схема досліду

Фактор А – Препарат для десикації:

1. Контроль (без десикації)
2. Реглон Супер (дикват дибромід)
3. Гліфоган (ізопропіламінна сіль гліфосату)
4. Баста (глюфосинат амонію)
5. Карбустар (карбоксилова сіль диквату)

Фактор В – Строки внесення десиканта:

1. На початку побуріння стручків (приблизно 75% бурих)
2. За повного побуріння стручків (90–95%)
3. Через 3 дні після повного побуріння стручків

Облікова площа – 25м2, загальна – 50м2.

Методи визначення показників у досліді

1. Динаміка росту та розвитку рослин рижію озимого за фенологічними фазами. Фенологічні фази росту рослин (сходи, вихід в трубку, колосіння, цвітіння, дозрівання) обліковували відповідно до методики [ДСТУ 3768:2019] та рекомендацій Джонса та ін., 1991, на контрольних ділянках. Спостереження проводили через регулярні інтервали (кожні 5–7 діб) до збору врожаю [41,42].

2 Показники фотосинтетичної активності та морфометричні параметри рослин. Фотосинтетичну активність визначали методом хлорофільної флуоресценції та вимірюванням вмісту хлорофілу за ДСТУ 4395:2005. Морфометричні показники (висота рослини, кількість пагонів, довжина та маса листків) визначали на вибіркових 10–15 рослинах у кожному варіанті досліду [43,44].

3. Густота стояння, перезимівля та збереження рослин до весняного періоду. Густоту стояння визначали шляхом підрахунку рослин на квадратному метрі (ДСТУ 3769:2019). Перезимівлю оцінювали у відсотках за кількістю живих рослин після зимового періоду. Збереження рослин контролювали через підрахунок загиблих рослин після весняного відновлення[45].

4. Фітосанітарний стан посівів: поширення бур'янів, шкідників та хвороб. Бур'яни враховували на площі 1 м² та ідентифікували за ДСТУ 3923:2019. Шкідників та хвороби рослин оцінювали в польових умовах шляхом візуального обстеження і підрахунку уражених органів на контрольних рослинах, відповідно до методик [46].

5. Формування структури врожаю залежно від дослідних факторів. Визначали кількість стручків на рослину, кількість насінин у стручку, масу однієї рослини та масу 1000 насінин. Вимірювання проводили на вибіркових 10–15 рослинах у кожному варіанті, методика – ДСТУ 4138:2002 [47].

6. Вплив десикації на агробіологічні процеси та продуктивність культури. Урожайність зерна та біомасу визначали зважуванням після сушіння зерна до вологості 14–16% на ділянках 10 м². Енергію проростання, схожість та силу росту насіння (vigour) визначали у лабораторних умовах за ДСТУ

4138:2002. Вплив десикації оцінювали шляхом порівняння цих показників між варіантами [48].

7. Якість насіння рижію озимого за варіантами досліду. Якість насіння оцінювали за стандартними показниками: схожість (%), енергія проростання (%), маса 1000 насінин (г), вологість (%). Всі визначення проводили у лабораторних умовах згідно ДСТУ 4138:2002. Продуктивність та показники зерна використовували для розрахунку технологічної ефективності та прогнозу врожайності [49].

8. Збір урожаю. Здійснювали зернозбиральним комбайном **СК-5 "Нива"** при досягненні оптимальної вологості зерна (14–16%). Після збору зерно сушили та визначали масу 1000 насінин і біомасу рослин [50].

9. **Статистичну обробку** експериментальних даних здійснювали із використанням пакета прикладних програм **STATISTICA**, що забезпечило достовірність отриманих результатів і дозволило провести комплексний аналіз впливу досліджуваних факторів [51].

3.4. Агротехніка вирощування рижію озимого у дослідах

У дослідах з рижієм озимим застосовували стандартні агротехнічні прийоми вирощування відповідно до схеми досліджень. Висів проводили рядковим способом за допомогою зернової сівалки на ґрунт, підготовлений після попередника – зернових культур. Глибина загортання насіння становила 1,5–2 см, міжряддя – 15 см.

Фактор А включав використання різних препаратів для десикації: контроль (без обробки), Реглон Супер (дикват дибромід), Гліфоган (ізопропіламінна сіль гліфосату), Баста (глюфосинат амонію) та Карбустар (карбоксилова сіль диквату).

Фактор В передбачав строки внесення десиканта: на початку побуріння стручків (приблизно 75% бурих), за повного побуріння стручків (90–95%) та через 3 дні після повного побуріння стручків. Обробку виконували штанговим обприскувачем із нормою витрати робочого розчину 300–400 л/га.

В догляд за посівами входили міжрядний обробіток ґрунту дисковими боронами для знищення бур’янів та розпушування ґрунту, а також локальне внесення мінеральних добрив за допомогою тукових сівалок. Захист рослин здійснювався шляхом використання інсектицидів та фунгіцидів відповідно до фітосанітарного стану посівів.

Для внесення десикантів застосовували **штанговий обприскувач ОП-2000** із нормою витрати робочого розчину 300–400 л/га.

Догляд за посівами включав:

- міжрядний обробіток ґрунту – дискова борона БДТ-3,5**,**
- внесення мінеральних добрив – тукова сівалка СУПН-8**,**
- обробку посівів інсектицидами і фунгіцидами **–** оприскувач ОП-3500**.**

Збирання врожаю проводили зернозбиральним комбайном СК-5 “Нива” при вологості зерна 14–16%.

Всі агротехнічні операції виконувалися відповідно до регламентів і технологічних карт вирощування рижію озимого, що забезпечило порівнянність результатів між дослідними варіантами.

РОЗДІЛ 4
ВПЛИВ ДЕСИКАЦІЇ НА РОЗВИТОК І СТАН ПОСІВІВ РИЖІЮ ОЗИМОГО

4.1. Агротехнічні умови сівби та якісні характеристики насіннєвого матеріалу

У результаті проведених досліджень встановлено, що показники схожості, енергії проростання та сили росту насіння суттєво відрізнялися залежно від умов визначення. Встановлено, що в лабораторних умовах схожість насіння становила 93%, що на 6% перевищувало аналогічний показник у польових умовах (87%). Аналогічна тенденція спостерігалася щодо енергії проростання - 85% у лабораторії проти 75% у полі.

Показник сили росту в лабораторному варіанті також був вищим (86%) порівняно з польовими даними (77%). Це свідчить про те, що в контрольованих умовах лабораторії насіння реалізує свій потенціал проростання повніше, тоді як у польових умовах на схожість і розвиток проростків впливають абіотичні та біотичні фактори — коливання температури, вологість ґрунту, наявність патогенів тощо (рис.1).

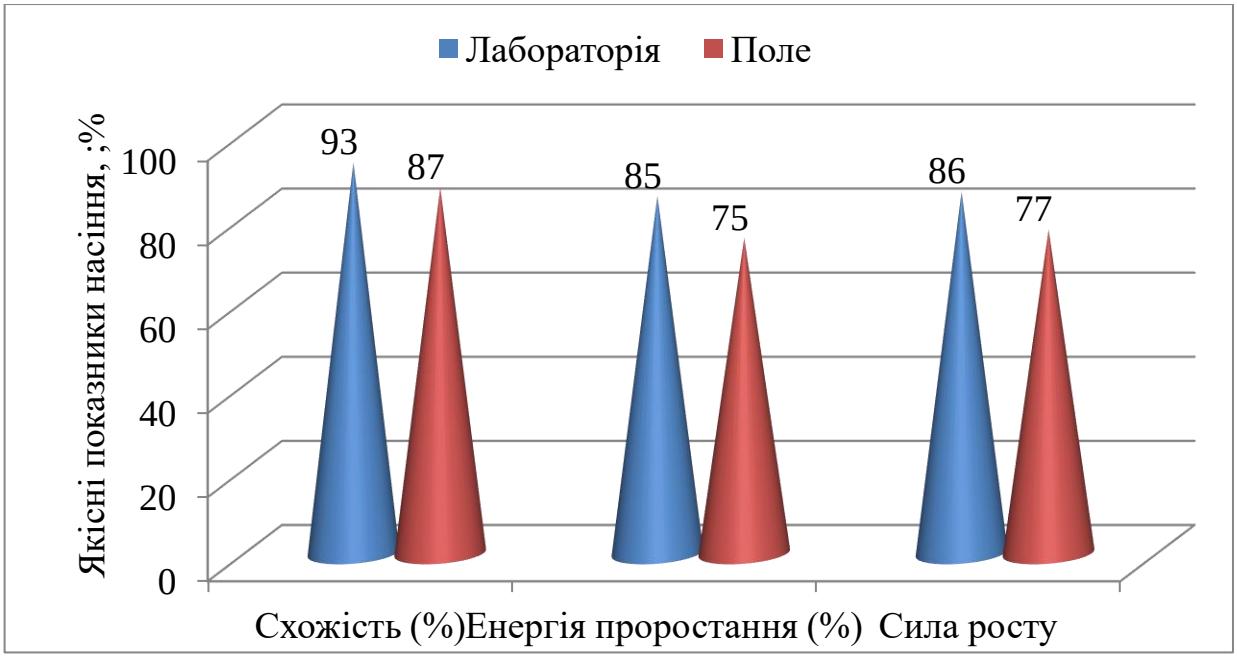


Рис. 1. Якісні показники насіння рижію озимого у лабораторних і польових умовах, %

Отже, отримані результати вказують на високу якість насіння, однак підтверджують необхідність урахування реальних польових умов під час оцінки його посівних властивостей.

Порівняльний аналіз показників посівних якостей свідчить, що насіння демонструвало вищі результати в лабораторних умовах порівняно з польовими. Найбільшу різницю зафіксовано за показником енергії проростання, який перевищив польовий варіант на 10%.

Схожість насіння в лабораторії становила 93%, що на 6% більше, ніж у полі, тоді як сила росту була вищою на 9%. Середнє відхилення між умовами становило близько 10%, що підтверджує вплив зовнішніх чинників на реалізацію потенціалу насіння. Під дією польових умов (температурні коливання, вологість, мікрофлора ґрунту) показники знижувалися, але залишалися на високому рівні. Таким чином, насіння характеризується доброю життєздатністю та високими посівними якостями (табл.1).

Таблиця 1

Статистичні показники посівних якостей насіння в лабораторних і польових умовах

Показник	Лабораторія, %	Поле, %	Різниця, ±	Відхилення, %
Схожість	93	87	+6	+6,9
Енергія проростання	85	75	+10	+13,3
Сила росту	86	77	+9	+11,7
Середнє	88,0	79,7	+8,3	+10,6

Таким чином, у результаті досліджень встановлено, що насіння відзначається високими посівними якостями як у лабораторних, так і в польових умовах.

Показники схожості, енергії проростання та сили росту були вищими у лабораторії, що свідчить про сприятливий вплив контрольованих умов на прояв потенціалу насіння. Загалом отримані дані підтверджують добру якість посівного матеріалу та його здатність формувати життєздатні сходи в польових умовах.

4.2. Динаміка росту та розвитку рослин рижію озимого за фенологічними фазами

У наших дослідженнях можна охарактеризувати розвиток рижію озимого, який відбувся послідовно через низку фенологічних фаз, кожна з яких має характерні морфолого-фізіологічні особливості.

У фазі сходів (7–14 діб) формуються перші сім'ядолі та первинна коренева система, що забезпечує закріплення рослини в ґрунті та початкове накопичення біомаси в листках (табл.2).

Таблиця 2

Ріст і розвиток рослин рижію озимого у польових умовах, діб

Фенологічна фаза	Кількість діб	Основні морфологічні зміни	Біомаса та ріст	Особливості
Сходи	7–14	Формування перших сім'ядоль, кореневої системи	Невелика, накопичується у листках	Підготовка до вегетативного росту
Вегетативний ріст	15–35	Розвиток листкової розетки, активне нарощування зеленої маси	Значна, основне накопичення	Підготовка до стеблування та генеративних фаз
Стеблування	36–50	Нарощування висоти стебла, формування пагонів	Зростає	Визначає потенційну продуктивність культури
Бутонізація / цвітіння	51–65	Формування суцвіть, запилення	Перерозподіл біомаси на генеративні органи	Визначає якість майбутнього насіння
Дозрівання насіння	66–90	Насіння набирає масу, листя відмирає	Біомаса спрямовується у насіння	Підготовка до збору врожаю, визначає урожайність

Під час вегетативного росту (15–35 діб) відбувається інтенсивне нарощування листкової розетки та зеленої маси, що створює основу для подальшого формування продуктивних органів.

У період стеблування (36–50 діб) активно розвиваються пагони, визначається потенційна продуктивність культури (табл.2).

Фаза бутонізації та цвітіння (51–65 діб) характеризується формуванням суцвіть, процесами запилення та перерозподілом біомаси на користь генеративних органів.

На завершальному етапі дозрівання насіння (66–90 діб) відбувається інтенсивне нагромадження сухої речовини у насінні та відмирання вегетативних органів, що визначає кінцеву врожайність культури (табл.2).

Отже, рижій озимий проходить повний цикл розвитку за 90 діб, послідовно формуючи вегетативні та генеративні органи. Найінтенсивніший ріст і нагромадження біомаси спостерігаються у фазі вегетативного росту та стеблування. Завершальне дозрівання насіння супроводжується перерозподілом поживних речовин і визначає рівень урожайності культури.

4.3.Показники фотосинтетичної активності та морфометричні параметри рослин

Дослідженнями були визначені показники фотосинтетичної активності рослин рижію озимого упродовж першої половини вегетаційного періоду - тобто від сходів до фази стеблування**.**

У процесі вегетації рижію озимого спостерігається поступове підвищення показників фотосинтетичної активності від фази сходів до початку стеблування.

Швидкість фотосинтезу зросла з 10,5 до 12,7 μmol $CO_2 \cdot m^{-2} \cdot c^{-1}$, що свідчить про активізацію фотосинтетичного апарату зі збільшенням листкової поверхні.

Інтенсивність транспірації також мала тенденцію до зростання — від 4,2 до 4,9 mmol $H_2O \cdot m^{-2} \cdot c^{-1}$, що узгоджується з підвищенням метаболічної активності рослин.

Вміст хлорофілу за індексом SPAD підвищився з 38 до 43 одиниць, що вказує на стабільне функціонування пігментного комплексу в оптимальних умовах.

Індекс стійкості до стресу зріс із 0,80 до 0,86, підтверджуючи посилення адаптивного потенціалу рослин у міру розвитку (рис.2).

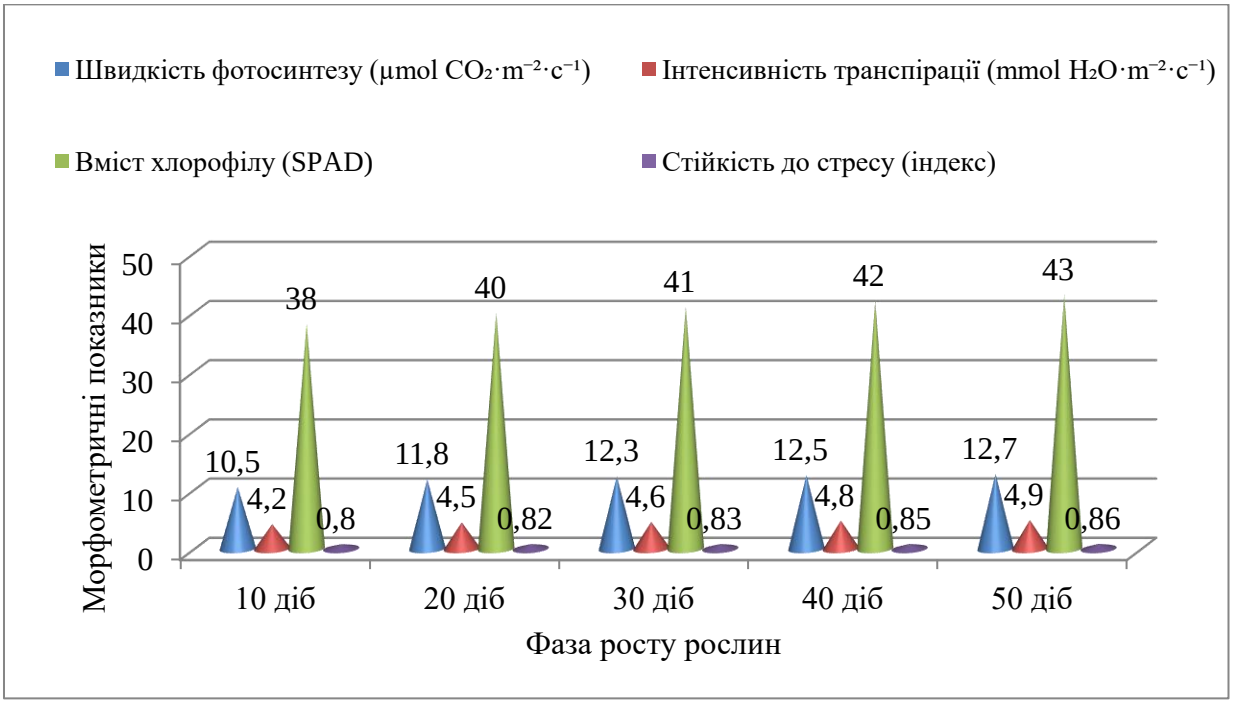


Рис.2. Показники фотосинтетичної активності рослин рижію озимого

Отримані результати свідчать про гармонійне поєднання фотосинтетичної продуктивності та фізіологічної стійкості культури на ранніх етапах онтогенезу.

У динаміці росту рижію озимого відзначено поступове збільшення основних морфометричних показників упродовж перших 50 діб вегетації. Висота рослин зросла з 30 до 48 см, що свідчить про активний розвиток вегетативної маси до початку стеблування. Кількість пагонів на одну рослину підвищилася від 3 до 5,5, демонструючи інтенсивне гілкування та формування потенційних генеративних структур. Довжина листка збільшилася з 8 до 12,5 см, що свідчить про наростання фотосинтетичної поверхні (табл. 3).

Таблиця 3

Морфометричні параметри рослин рижію озимого, см

Фаза росту / Кількість діб	Висота рослини (см)	Кількість пагонів на рослину	Довжина листка (см)	Суха маса рослини (г)
10 діб	30	3	8	10,2
20 діб	35	4	10	12,5
30 діб	40	4,5	11	15,0
40 діб	45	5	12	18,5
50 діб	48	5,5	12,5	20,0
НіР0,05	0,8	0,3	0,6	1,0

Паралельно спостерігалося зростання сухої маси рослин - від 10,2 до 20,0 г, що підтверджує ефективне нагромадження органічних речовин. За

показником $НіР_{0,05}$ усі відмінності між фазами були статистично достовірними, що підкреслює закономірність морфогенетичних процесів у рижію озимого.

Отже, протягом ранніх етапів вегетації рижію озимого відзначається поступове зростання фотосинтетичної активності та стабільний приріст морфометричних показників. Підвищення швидкості фотосинтезу, вмісту хлорофілу й сухої маси свідчить про ефективне використання рослинами світлової енергії та активне нагромадження біомаси. Таким чином, рижій озимий характеризується високою фізіолого-біохімічною активністю та інтенсивним ростом у контрольних умовах, що створює основу для формування високої продуктивності культури.

4.4. Густота стояння, перезимівля та збереження рослин до весняного періоду

Дослідження встановлено, що упродовж перших 50 діб після сходів спостерігається поступове зниження густоти стояння рижію озимого з 220 до 200 рослин/м². Це зменшення пояснюється природним відмиранням слабших рослин та конкуренцією за ресурси. Динаміка густоти стояння відображає процес встановлення оптимальної структури посівів та підготовку до вегетаційного розвитку (рис.3).

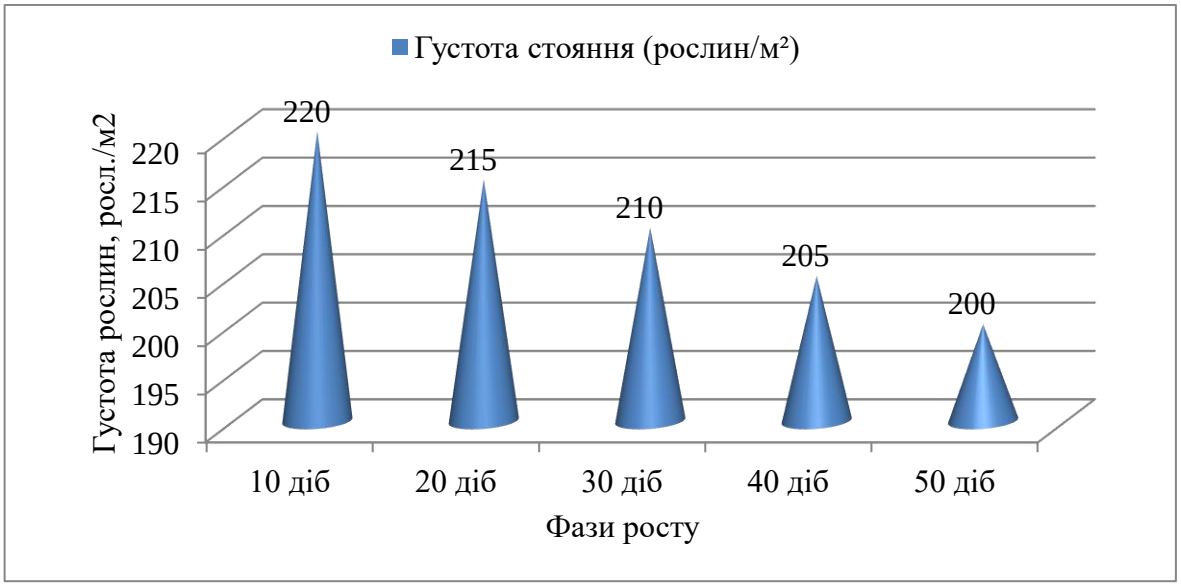


Рис.3. Густота стояння рослин рижію озимого

Після зимового періоду 92% рослин рижію озимого успішно перезимували, тоді як 8% загинули, що свідчить про високий рівень

зимостійкості культури. Середня висота рослин після зими становила 15 см, що свідчить про збереження вегетативного потенціалу. Дані підтверджують здатність рижію озимого відновлювати активний ріст у весняний період.

На початок весняного періоду 90% рослин залишилися живими**, а** 10% загинули**,** що відповідає показникам перезимівлі. Середня кількість пагонів на рослину становила 4, а суха маса - 12,5 г, що демонструє відновлення росту та накопичення органічних речовин після зимового стресу. Ці показники свідчать про стійкість рослин і їх готовність до подальшого інтенсивного вегетативного розвитку (табл.4).

Таблиця 4

Перезимівля та збереження рослин рижію озимого до весняного періоду

Показник	Значення	Коефіцієнт перезимівлі, %
Відсоток рослин, що перезимували	92%	–
Відсоток рослин, що загинули під час зимівлі	8%	–
Відсоток живих рослин до весни	90%	97,8
Відсоток загиблих рослин до весни	10%	–
Середня висота рослин після зимівлі	15 см	–
Середня кількість пагонів на рослину	4	–
Суха маса рослини після зими	12,5 г	–

Аналіз даних показує, що рижій озимий характеризується високим рівнем перезимівлі та збереження рослин до весняного періоду, із втратою не більше 10% рослин.

Густота стояння зменшувалася на початку вегетації через природну загибель слабших особин, а середня висота та суха маса після зими свідчать про відновлення росту та фотосинтетичної активності.

Узагальнені показники демонструють стабільність посівів і готовність культури до активного весняного розвитку та формування врожаю (табл. 5).

Таблиця 5

Статистичні значення густоти рослині перезимівлі рижію озимого

Показник	Мінімальне значення	Максимальне значення	Середнє	Відсоток зміни/втрати
Густота стояння (рослин/м²)	200	220	210	−9,1%
Перезимівля (%)	92	100	92	8% загинуло
Збереження до весни (%)	90	100	90	10% загинуло
Середня висота після зими (см)	15	—	15	—
Середня кількість пагонів на рослину	4	—	4	—
Суха маса після зими (г)	12,5	—	12,5	—

Отже, після зимового періоду рижій озимий демонструє високу здатність до відновлення, з коефіцієнтом перезимівлі 97,8**%**, що свідчить про мінімальні втрати рослин. Середні морфометричні показники після зимівлі - висота 15 см, 4 пагони на рослину та суха маса 12,5 г - вказують на збереження вегетативного потенціалу. Таким чином, культура характеризується доброю зимостійкістю і готовністю до активного весняного росту та формування урожаю.

4.5. Фітосанітарний стан посівів: поширення бур’янів, шкідників та хвороб

Аналіз посівів показав, що серед бур’янів домінуючими є осот рожевий та амброзія полинолиста, які займають 15% та 10% площі відповідно, з чисельністю 12 і 8 рослин на м². Інші види, такі як щириця звичайна (8% площі, 10 рослин/м²), мокрець звичайний (5% площі, 6 рослин/м²) та латук дикий (3% площі, 4 рослини/м²), зустрічаються менш масово (рис.4).

Дані свідчать про нерівномірне поширення бур’янів, що зумовлює необхідність вибору цільових заходів контролю для зниження конкуренції з

культурними рослинами. Встановлено, що найзначніший вплив на посіви можуть мати види з високим покриттям площі та великою чисельністю, що визначає пріоритетність у системі захисту (рис.4).

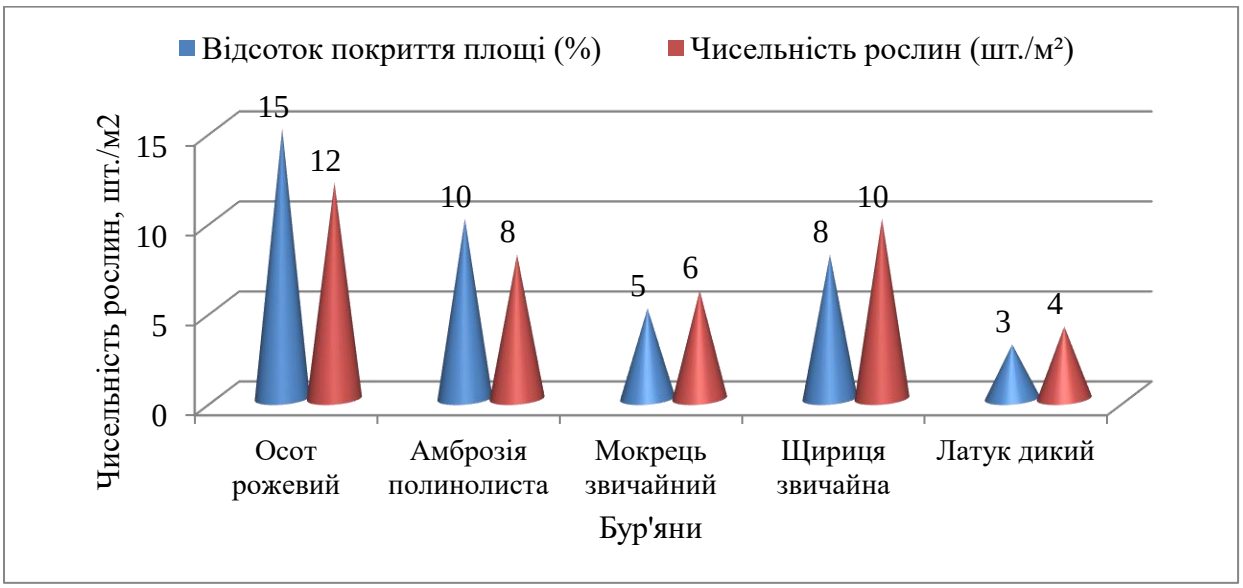


Рис.4. Поширення бур’янів у посівах рижію озимого, шт./м2

Дослідження показало, що серед шкідників найбільш поширеною є попелиця зернова, яка уражає 12% рослин при середній чисельності 5 особин на рослину. На другому місці за шкодочинністю знаходиться попелиця рижію з показником 8% уражених рослин та 4 особини на рослину (рис.5).

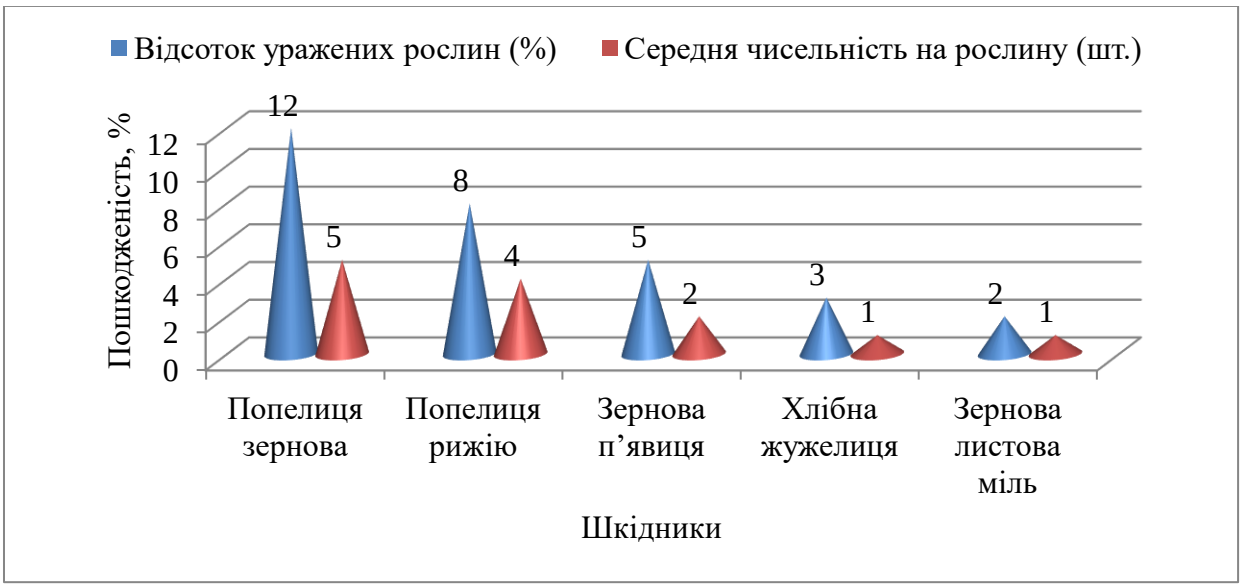


Рис.5. Поширення шкідників у посівах рижію озимого, шт./%

Інші шкідники - зернова п’явиця (5%, 2 шт.), хлібна жужелиця (3%, 1 шт.) та зернова листова міль (2%, 1 шт.) - зустрічаються рідше і чинять менший вплив на стан посівів. Отримані дані свідчать про відносно низький рівень

шкідливості у посівах, проте популяції попелиці та тлі можуть становити значну загрозу при сприятливих умовах, що визначає необхідність моніторингу та своєчасного захисту (рис.5).

Дослідження показало, що серед хвороб рижію озимого найбільш поширеною є борошниста роса, якою уражено 10% рослин з інтенсивністю 2 бали. Значне поширення також спостерігається у випадку плямистості листя (8% рослин, 2 бали). Менш поширені хвороби включають сіру гниль (5%, 1 бал), септоріоз (4%, 1 бал) та фузаріоз (3%, 1 бал). Дані свідчать про помірний рівень ураження посівів хворобами на ранніх етапах розвитку, що дозволяє планувати ефективні заходи захисту культури (рис.6).

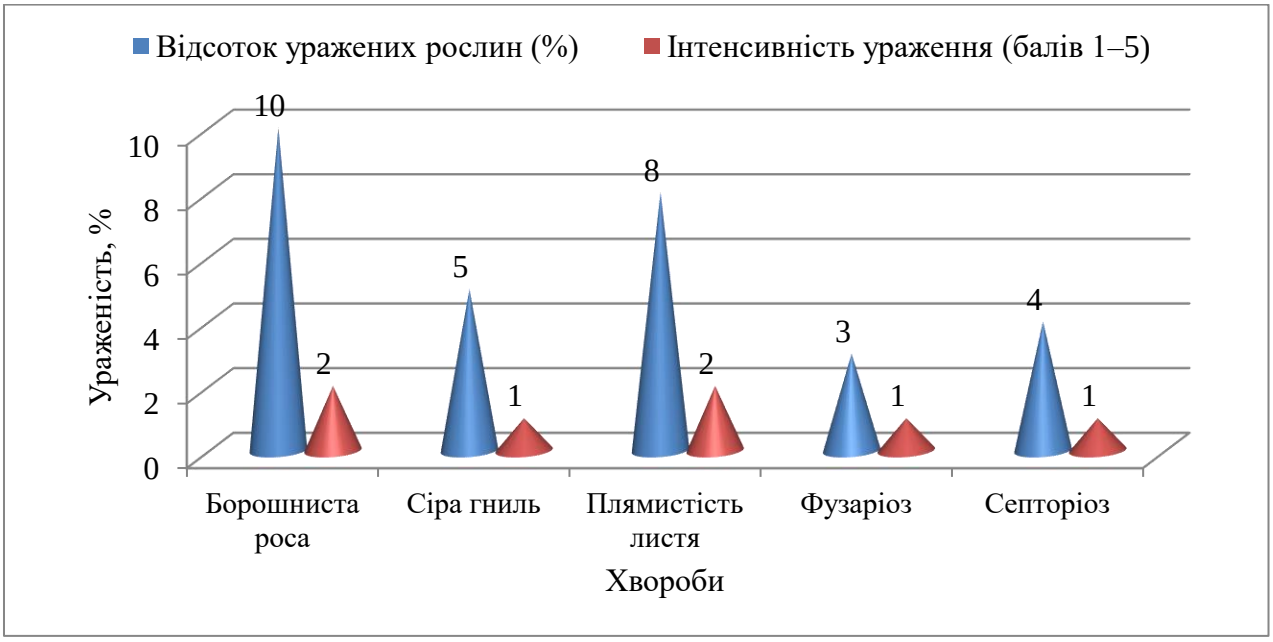


Рис.6. Поширення хвороб у посівах рижію озимого, %

Таким чином, аналіз показав, що в посівах рижію озимого спостерігається помірне заселення бур’янами, шкідниками та хворобами.

Найбільший вплив на культурні рослини чинять осот рожевий, амброзія полинолиста та попелиця зернова, а серед хвороб - борошниста роса і плямистість листя.

Рівень ураження та чисельність шкідливих об’єктів залишаються на контрольованому рівні, проте потребують системного моніторингу та цільового захисту, щоб запобігти зниженню врожайності та якості культури.

4.6. Формування структури врожаю залежно від дослідних факторів

Аналіз даних показує, що застосування десикантів позитивно впливає на масу 1000 насінин рижію озимого порівняно з контролем. Найвищу масу насінин спостерігали при внесенні Реглон Супер у другий варіант строку внесення (1,32 г), що на 0,05–0,07 г перевищує показники інших препаратів та контролю. Препарати Гліфоган, Карбустар та Баста також сприяли збільшенню маси насінин, але в дещо меншій мірі (1,28–1,31 г).

Дані свідчать про залежність маси насінин не лише від виду препарату, але й від оптимального строку його внесення, причому найбільший ефект досягається у фазі 90–95% побуріння стручків. Загалом, застосування десикантів підвищує якісні показники насіння, що сприяє підвищенню продуктивності культури (рис. 7).

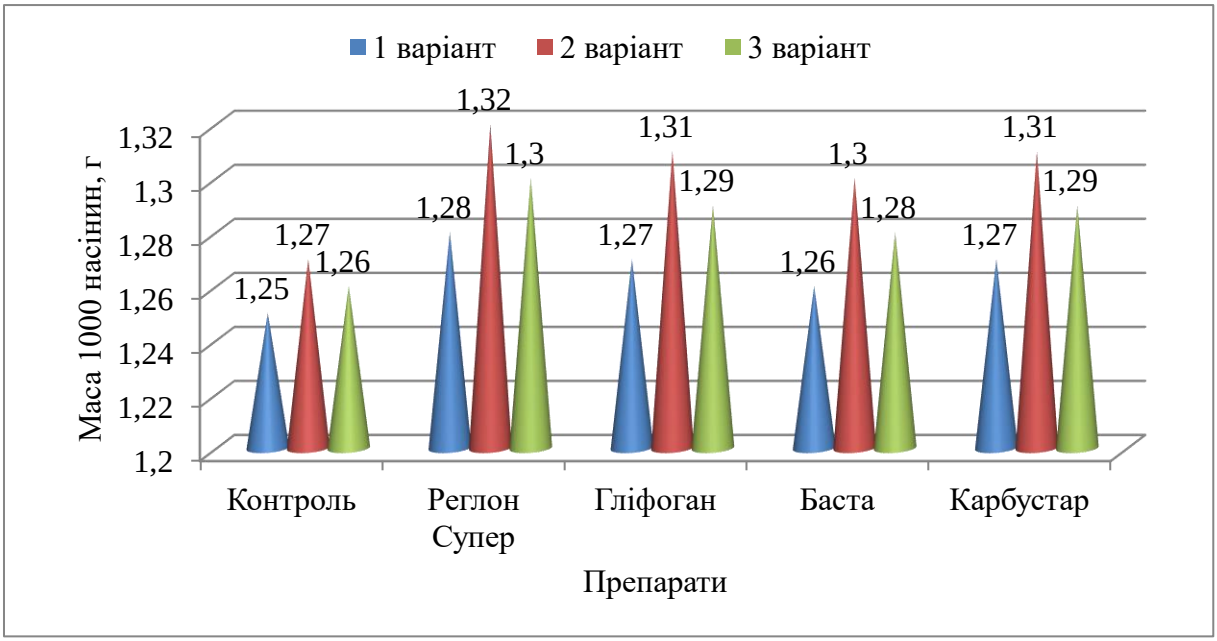


Рис. 7. Маса 1000 насінин залежно від препарату та строку внесення десиканта, г

Результати досліджень свідчать, що застосування десикантів позитивно вплинуло на формування генеративних органів рижію озимого, зокрема на кількість стручків на рослину. Найвищий показник спостерігався за використання препарату Реглон Супер у другому варіанті строку внесення — 50 шт., що перевищувало контроль на 4–5 стручків. Інші препарати, такі як Гліфоган, Баста та Карбустар, також сприяли збільшенню кількості стручків (48–49 шт.), хоча їхній ефект був дещо меншим порівняно з Реглон Супер.

Отримані дані підтверджують доцільність застосування десикантів у фазі 90–95% побуріння стручків, що забезпечує оптимальні умови для дозрівання та формування продуктивності культури (рис.8).

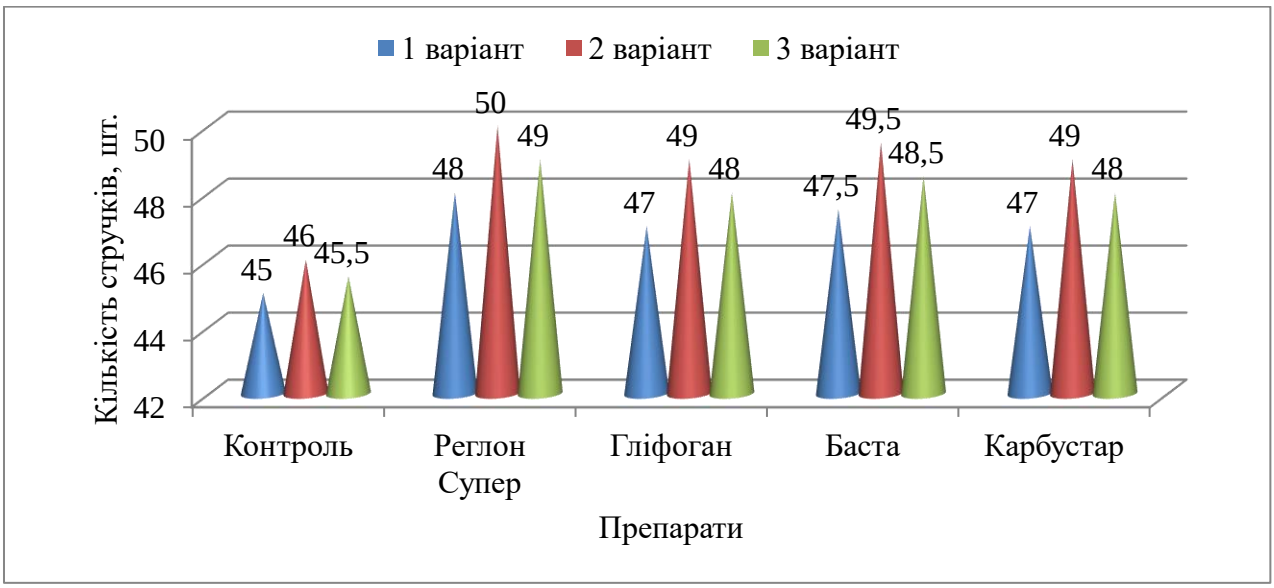


Рис. 8. Кількість стручків на рослину залежно від препарату та строку внесення десиканта, шт.

Аналіз отриманих даних свідчить, що використання десикантів сприяло підвищенню маси однієї рослини порівняно з контролем. Найвищий показник спостерігався за застосування препарату Реглон Супер у другому варіанті строку внесення - 14,0 г, що перевищує контроль на 1,2 г (рис.9).

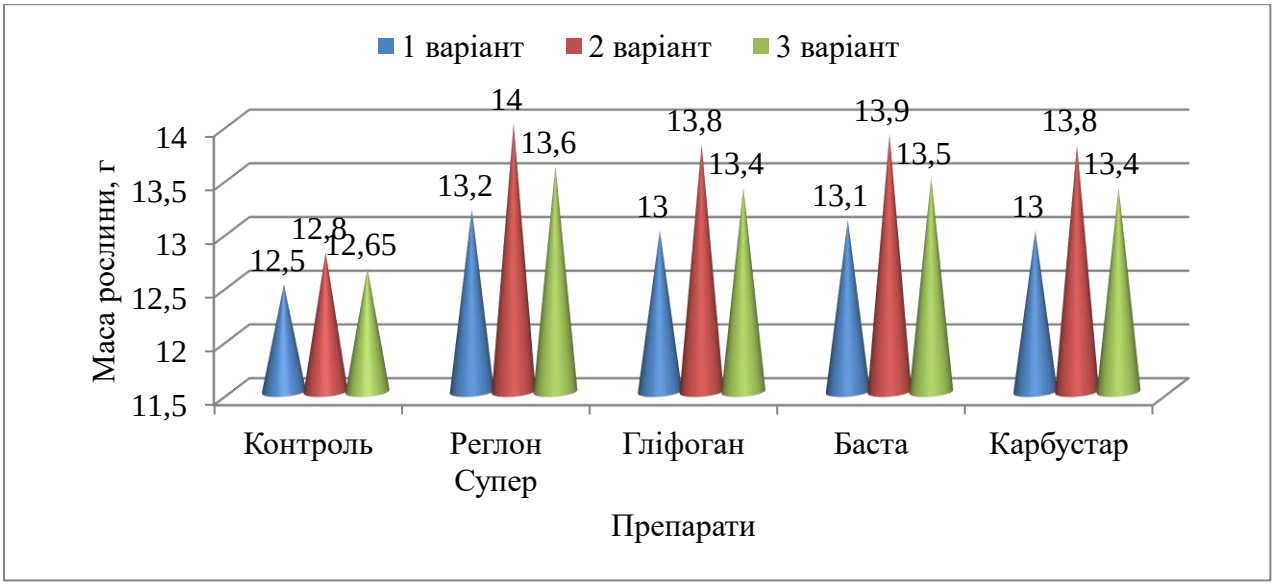


Рис.9. Маса однієї рослини залежно від препарату та строку внесення десиканта, г

Препарати Гліфоган, забезпечили подібний результат (13,4–13,5 г), демонструючи стабільний позитивний вплив на біомасу рослин. Отримані результати підтверджують, що найефективнішим є внесення десикантів у фазі 90–95% побуріння стручків, оскільки це сприяє кращому достиганню насіння та формуванню вищої маси рослин, що в підсумку підвищує урожайність культури (рис.9).

Статистична оцінка показників продуктивності свідчить про незначну варіабельність між варіантами досліду, що вказує на стабільну реакцію культури на застосування десикантів. Коливання кількості стручків знаходиться у межах 3,4%**,** маси однієї рослини - 4,5%**,** що є характерним для рівномірного дозрівання та доброї польової схожості. Невисокі значення коефіцієнтів варіації свідчать про високу однорідність вибірки та надійність отриманих результатів**.** Отже, обробка десикантами сприяє формуванню стабільних елементів продуктивності, забезпечуючи рівномірне достигання й оптимальні умови для збору врожаю (табл.6).

Таблиця 6

Статистичні параметри продуктивності рижію озимого залежно від дії десикантів

Показник	Мінімальне значення	Максимальне значення	Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення	Коефіцієнт варіації, %
Кількість стручків на рослину, шт.	45,0	50,0	47,6	1,6	3,4
Маса однієї рослини, г	12,5	14,0	13,3	0,6	4,5

Застосування десикантів у технології вирощування рижію озимого позитивно впливає на формування основних елементів продуктивності — кількість стручків, масу рослин і насіння. Найвищі показники забезпечує препарат Реглон Супер у фазі 90–95% побуріння стручків, що сприяє рівномірному дозріванню та підвищенню урожайності культури. Загалом, використання десикантів є ефективним завершальним етапом технології, який забезпечує стабільність і високу якість урожаю**.**

4.7. Вплив десикації на агробіологічні процеси та продуктивність культури

Результати досліджень свідчать, що застосування десикантів сприяло покращенню фотосинтетичної активності рослин рижію озимого порівняно з контролем. Найвищі значення швидкості фотосинтезу (14,5 μmol $CO_2 \bullet m^{-2} \bullet s^{-1}$**)** та інтенсивності транспірації (5,2 mmol $H_2O \bullet m^{-2} \bullet s^{-1}$) зафіксовано за використання препарату Баста, що супроводжувалося максимальним вмістом хлорофілу (46 SPAD) і найвищим індексом стійкості до стресу (0,89). Дещо нижчі, але стабільно високі показники відзначено у варіантах з препаратами Реглон Супер, Гліфоган і Карбустар, де фотосинтетична активність перевищувала контроль на 10–15% (табл.6).

Таблиця 6

Показники фотосинтетичної активності рослин рижію озимого

Варіант обробки / Фактор	Швидкість фотосинтезу (μmol $CO_2 \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)	Інтенсивність транспірації (mmol $H_2O \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)	Вміст хлорофілу (SPAD)	Стійкість до стресу (індекс)
Контроль	12,5	4,8	42	0,85
Реглон Супер	14,2	5,1	45	0,88
Гліфоган	13,8	4,9	44	0,87
Баста	14,5	5,2	46	0,89
Карбустар	14,0	5,0	45	0,88

Отже, отримані результати свідчать про підвищення фізіологічної стійкості рослин під дією десикантів, що забезпечує більш ефективне функціонування фотосинтетичного апарату і сприяє формуванню вищої продуктивності культури.

Аналіз результатів показав, що застосування десикантів суттєво підвищує урожайність рижію озимого порівняно з контролем. Найвищий показник урожайності зафіксовано за використання препарату Реглон Супер у другому варіанті строку внесення - 2,00 т/га, що перевищує контроль на 0,35 т/га (рис.10).

Встановлено, що дещо нижчі, але стабільно високі результати отримано за застосування препаратів Баста, Карбустар та Гліфоган (1,95–1,98 т/га). Спостерігається чітка тенденція підвищення урожайності у фазі 90–95% побуріння стручків, що свідчить про оптимальний строк внесення десикантів(рис.10).

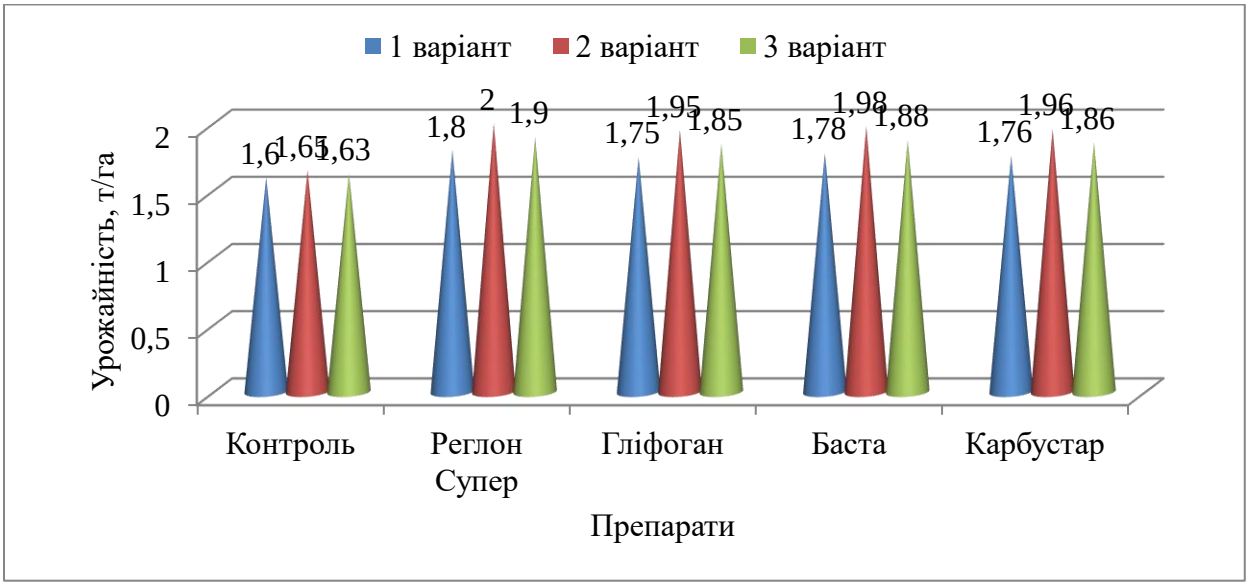


Рис. 10. Вплив десикації на урожайність рижію озимого, т/га

Отже, обробка посівів у цю фазу забезпечує найкраще дозрівання насіння, зменшення втрат при збиранні та підвищення продуктивності культури**.**

Експериментально встановлено, що застосування десикантів сприяє збільшенню частки зерна у структурі врожаю порівняно з контролем.

Найвищий показник зафіксовано за використання препарату Реглон Супер у другому варіанті строку внесення - 39%, що на 3% перевищує контроль.

Дослідження вказують, що інші препарати - Баста, Гліфоган та Карбустар - також сприяли підвищенню частки зерна (37,5–38,5%), демонструючи стабільний позитивний ефект.

Дані свідчать, що внесення десикантів у фазі 90–95% побуріння стручків забезпечує оптимальне дозрівання та формування високої частки зерна у врожаї**,** що підвищує ефективність виробництва культури (рис.11).

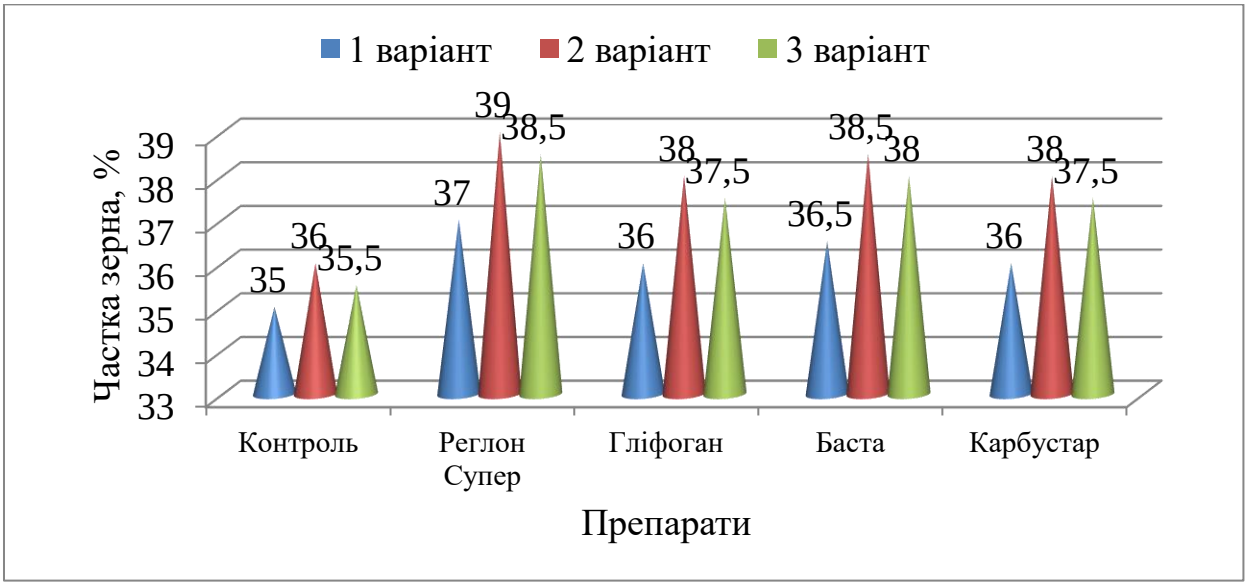


Рис. 11. Частка зерна у структурі врожаю залежно від препарату та строку внесення десиканта, %

Досліджено, що застосування десикантів сприяє зменшенню частки соломи у структурі врожаю порівняно з контролем. Найменший показник зафіксовано за використання препарату Реглон Супер у другому варіанті внесення - 61%**,** що на 3% менше за контроль. Десиканти Баста, Гліфоган та Карбустар - також сприяли зниженню частки соломи (61–62,5%), демонструючи стабільний ефект. Це свідчить про підвищення продуктивності культури за рахунок більшої частки зерна **у** врожаї при одночасному зменшенні надлишкової біомаси стебел і листя. Оптимальним для досягнення цього ефекту є внесення десикантів у фазі 90–95% побуріння стручків **(**рис.12).

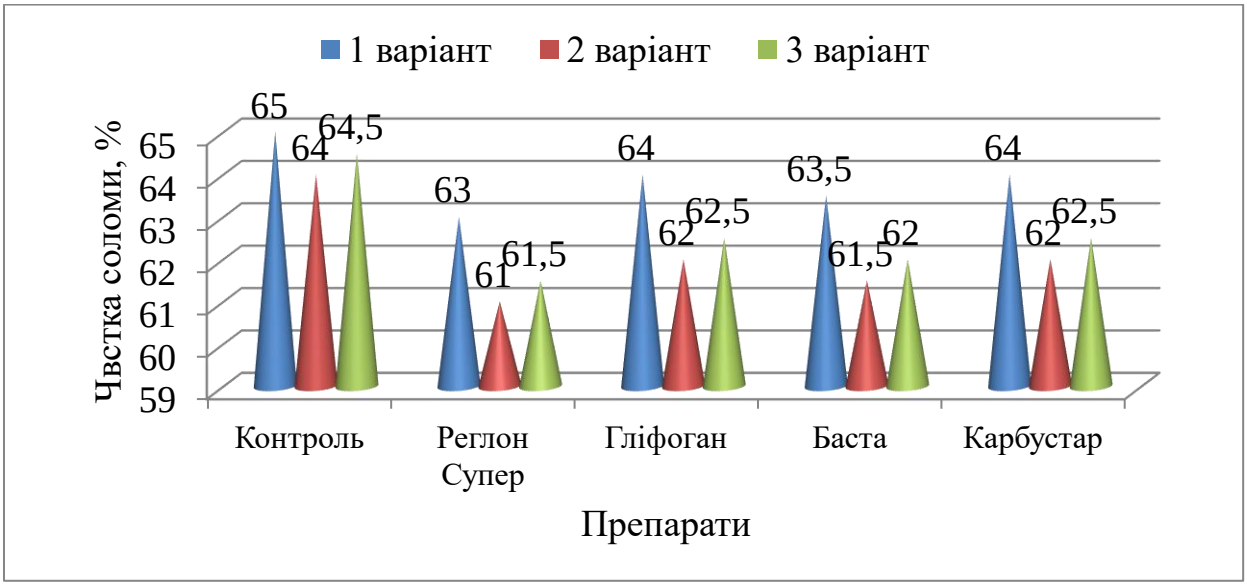


Рис.12. Частка соломи у структурі врожаю залежно від препарату та строку внесення десиканта, %

У контрольному варіанті середнє значення біомаси становило 4,35 т/га, що є нижчим порівняно з обробленими варіантами. Серед досліджених препаратів найбільший приріст загальної біомаси відзначено при застосуванні десиканта Реглон Супер, де максимальне значення досягало 5,1 т/га у 2-му варіанті внесення. Препарат Баста також показав позитивний ефект, з біомасою до 5,05 т/га. Використання Гліфоган та Карбустар сприяло помірному збільшенню загальної біомаси у порівнянні з контролем (до 5,0 т/га) (рис.13).

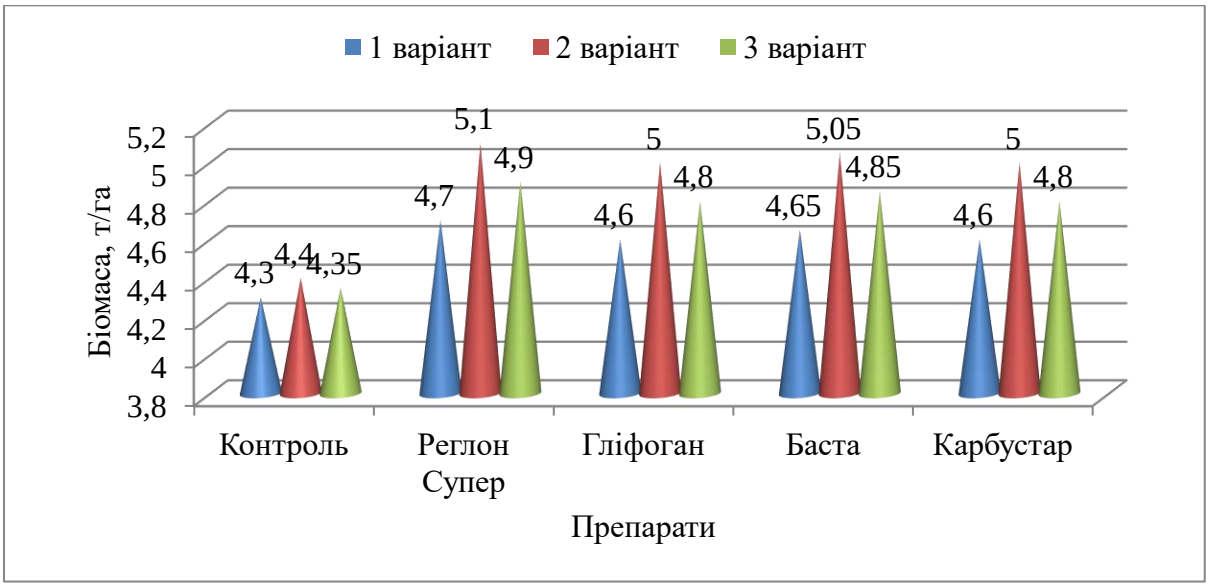


Рис. 13. Загальна біомаса рослин залежно від препарату та строку внесення десиканта, т/га

Таким чином, внесення десикантів призводить до підвищення загальної біомаси рослин, при цьому найбільш ефективним серед випробуваних є Реглон Супер, а ефект від інших препаратів є порівняно близьким. Також спостерігається залежність ефективності від строку внесення: максимальні значення біомаси здебільшого фіксуються у 2-му варіанті.

4.8. Якість насіння рижію озимого за варіантами досліду

Після збороу урожаю, було дослідження якісні показники насіння, посіви яких були оброблені десткантами. У контрольному варіанті схожість коливалася від 77 до 79 %, що є нижчим за показники всіх оброблених варіантів (рис.14).

Серед досліджених препаратів найвищу схожість продемонстрував Реглон Супер, досягаючи 85 % у 2-му варіанті внесення. Препарати Гліфоган та Баста також покращували схожість порівняно з контролем, із максимальними значеннями 84 % та 83 % відповідно (рис.14).

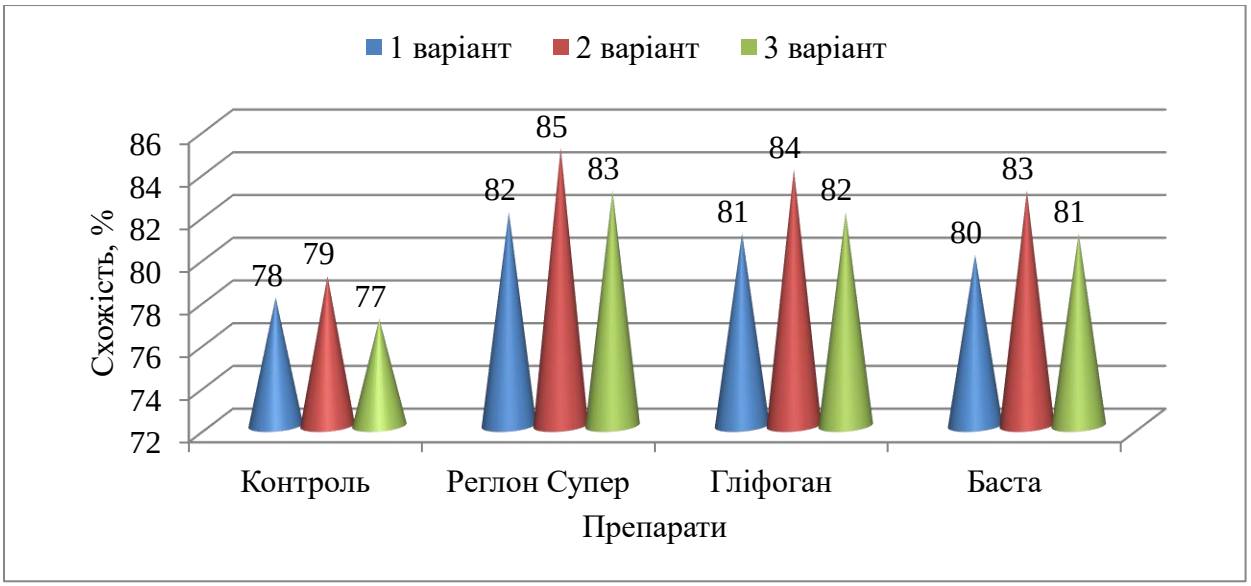


Рис. 14. Схожість насіння рижію озимого після обробки посівів десикантами, %

Таким чином, застосування десикантів сприяє підвищенню схожості насіння, а ефективність препаратів залежить від строку їх внесення, при цьому оптимальні показники спостерігаються у 2-му варіанті.

Визначено, що на контрольному варіанті сила росту насіння коливалася від 4,2 до 4,5 %, що є найнижчим показником серед усіх варіантів обробки (рис.14).

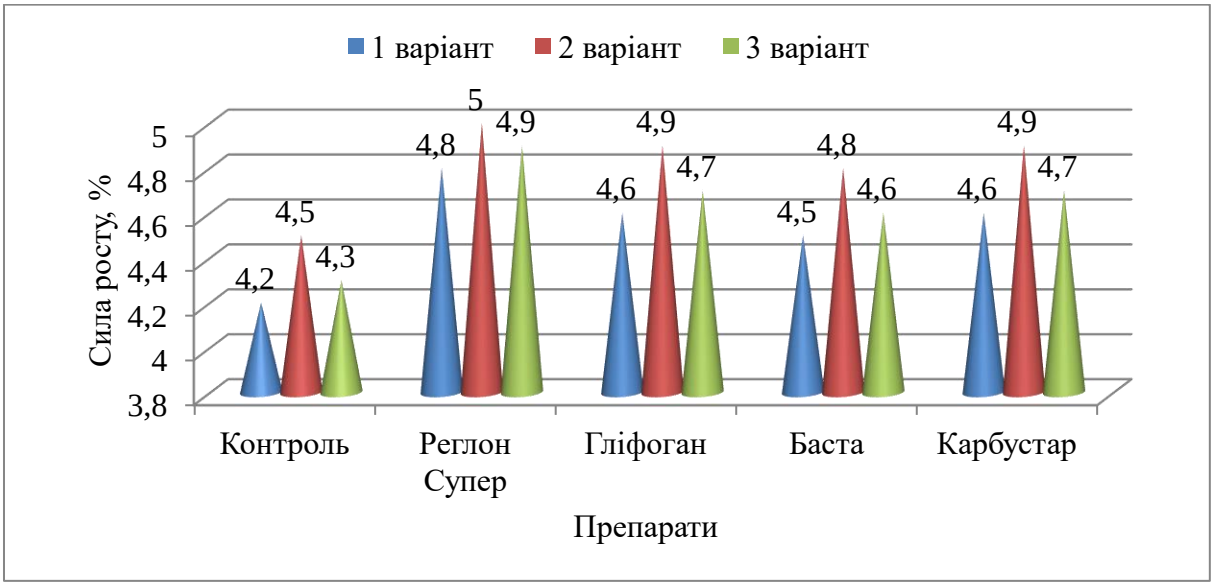


Рис.15. Сила росту насіння рижію озимого після обробки десикантами, %

Серед досліджених препаратів найвищі значення сили росту спостерігалися при застосуванні Реглон Супер до 5,0 % у 2-му варіанті. Гліфоган, Карбустар та Баста також покращували силу росту насіння порівняно з контролем, досягаючи 4,7–4,9 % у найбільш ефективних варіантах (рис.14).

Таким чином, обробка насіння рижію озимого десикантами сприяє підвищенню сили росту, при цьому оптимальні результати досягаються при внесенні препаратів у 2-му варіанті.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА І ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ДЕСИКАЦІЇ У ПОСІВАХ РИЖІЮ ОЗИМОГО

Економічна та енергетична оцінка застосування десикації у посівах рижію озимого дозволяє визначити ефективність агротехнічних заходів. Десикація сприяє рівномірному дозріванню рослин, що покращує збір урожаю та якість насіння. В результаті підвищується врожайність зерна і біомаси, що безпосередньо впливає на економічні показники виробництва. Використання препаратів, таких як Реглон Супер, Гліфоган, Баста та Карбустар, демонструє різний рівень ефективності залежно від строків внесення [52,53].

З економічної точки зору, застосування десикації підвищує рентабельність вирощування рижію. Водночас енергетична оцінка дозволяє оцінити співвідношення вкладеної та отриманої енергії, що є важливим для сталого землеробства. Використання десикації дозволяє оптимізувати ресурсозбереження та підвищити ефективність агроекосистем. Загалом, комплексна оцінка показує, що десикація є доцільним заходом для підвищення продуктивності та економічної ефективності посівів рижію озимого[54,55].

Вартість продукції виходячи з ціни 15 800 грн/т та витрат 10 000 грн/га**.**

З отриманих даних видно, що застосування десикантів суттєво підвищує економічну ефективність порівняно з контролем (без десикації). Найвищі значення вартості продукції та рентабельності спостерігаються при використанні препарату Реглон Супер із внесенням на етапі повного побуріння стручків (90–95%), що забезпечує максимальний урожай 2,0 т/га, відповідно вартість продукції - 31 600 грн/га, чистий прибуток - 21 600 грн/га, рентабельність - 216 % (табл.).

Досліджувані препарати Гліфоган, Баста, Карбустар також демонструють підвищення економічних показників порівняно з контролем, проте відрізняються за ефективністю залежно від строків внесення. Внесення десиканта за 3 дні після повного побуріння стручків дещо знижує

рентабельність через часткове пригнічення розвитку рослин та конкуренцію за ресурси (табл.7).

Таблиця 7

Економічні складові у дослідженнях рижію озимого за дії десикантів, грн./га

Варіант досліду	Урожайність (т/га)	Вартість продукції (грн/га)	Чистий прибуток (грн/га)	Рентабельність (%)
1 варіант				
Контроль	1,60	25 280	15 280	152,8
Реглон Супер	1,80	28 440	18 440	184,4
Гліфоган	1,75	27 650	17 650	176,5
Баста	1,78	28 124	18 124	181,2
Карбустар	1,76	27 808	17 808	178,1
2 варіант				
Контроль	1,65	26 070	16 070	160,7
Реглон Супер	2,00	31 600	21 600	216,0
Гліфоган	1,95	30 810	20 810	208,1
Баста	1,98	31 284	21 284	212,8
Карбустар	1,96	30 968	20 968	209,7
3 варіант				
Контроль	1,63	25 754	15 754	157,5
Реглон Супер	1,90	30 020	20 020	200,2
Гліфоган	1,85	29 230	19 230	192,3
Баста	1,88	29 704	19 704	197,0
Карбустар	1,86	29 388	19 388	193,9

Таким чином, результати підтверджують важливість не лише вибору препарату для десикації, а й оптимального строку його внесення для досягнення максимальної економічної ефективності вирощування рижію озимого. Ці дані можуть бути використані для планування агротехнічних заходів та підвищення рентабельності виробництва культури.

Розрахунок енергетичних показників врожаю рижію озимого показав, що застосування десикантів значно впливає на ефективність використання енергії в агроекосистемі. Найнижчі показники приросту валової енергії та коефіцієнта енергетичної ефективності (Кее) спостерігалися у контролі без десикації: приріст валової енергії варіював від 0,92 до 1,73 тис. МДж/га, а Кее не

перевищував 1,07. Це свідчить про відносно низьку ефективність використання вкладеної енергії у варіанті без обробки.

Варіанти з десикацією, особливо з використанням Реглон Супер, демонструють значно вищу енергетичну продуктивність. Приріст валової енергії досягає 7,40 тис. МДж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності – 1,30. Десиканти (Гліфоган, Баста, Карбустар) також підвищують Кее порівняно з контролем, але дещо поступаються Реглон Супер у максимальних показниках (табл.8).

Таблиця 8

Енергетичні показники у дослідженнях рижію озимого за дії десикантів, тис. МДж/га

Препарат	Варіант	Прихід енергії, тис. МДж/га	Витрати енергії, тис. МДж/га	Приріст валової енергії, тис. МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее)
Контроль	Варіант 1	25.92	25	0.92	1.04
	Варіант 2	26.73	25	1.73	1.07
	Варіант 3	26.41	25	1.41	1.06
Реглон Супер	Варіант 1	29.16	25	4.16	1.17
	Варіант 2	32.40	25	7.40	1.30
	Варіант 3	30.78	25	5.78	1.23
Гліфоган	Варіант 1	28.35	25	3.35	1.13
	Варіант 2	31.59	25	6.59	1.26
	Варіант 3	29.97	25	4.97	1.20
Баста	Варіант 1	28.84	25	3.84	1.15
	Варіант 2	32.08	25	7.08	1.28
	Варіант 3	30.46	25	5.46	1.22
Карбустар	Варіант 1	28.51	25	3.51	1.14
	Варіант 2	31.75	25	6.75	1.27
	Варіант 3	30.13	25	5.13	1.21

Отже, отримані результати свідчать, що використання десикації під час дозрівання рослин рижію озимого підвищує енергетичну ефективність вирощування культури. Застосування ефективного препарату та оптимальних строків обробки дозволяє максимізувати приріст валової енергії та підвищити Кее, що є важливим показником економічної та екологічної ефективності агротехнічних заходів.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДЕСИКАНТІВ

6.1. Моделювання виробничих небезпек при десикації посівів рижію озимого

Моделювання виробничих небезпек при десикації посівів рижію озимого є важливою складовою сучасного агротехнічного менеджменту. Процес десикації передбачає внесення хімічних препаратів для рівномірного дозрівання рослин, що підвищує ефективність збирання врожаю. Водночас застосування десикантів пов’язане з потенційними ризиками для здоров’я працівників, навколишнього середовища та біологічної безпеки посівів. Основними небезпечними моментами є контакт із шкідливими хімічними речовинами, випадкове забруднення ґрунту та водних об’єктів, а також негативний вплив на корисну ентомофауну [56].

До прямих ризиків належать подразнення шкіри та слизових оболонок, ураження органів дихання при вдиханні аерозолів, а також можливі системні токсичні ефекти при тривалому контакті з речовинами, що містять дикват, гліфосат або глюфосинат амонію. Під час механізованого внесення десиканта існує ризик технічних аварій, включаючи витік робочого розчину, несправність обприскувачів та контакт з відкритими частинами обладнання.

Небезпечними факторами є також несприятливі метеоумови: вітер, опади, високі температури та вологість можуть впливати на розпилення та абсорбцію препарату, змінюючи його ефективність та збільшуючи потенційну небезпеку для навколишніх культур і довкілля. Високий вміст токсичних компонентів у ґрунтових водах або випадкове потрапляння на поверхню ґрунту можуть спричинити довгострокове забруднення, що впливає на мікрофлору та родючість ґрунту.

Для регламентування безпечного застосування десикантів існують національні та міжнародні документи. До основних належать державні

стандарти безпеки праці, санітарні норми та правила обігу пестицидів, а також інструкції з охорони праці для сільськогосподарських підприємств. В Україні застосовуються державні санітарні правила ДСП 8.8.1:2017 «Пестициди. Загальні вимоги безпеки», нормативи гранично допустимих концентрацій (ГДК) хімічних речовин у повітрі робочої зони, а також методичні рекомендації Міністерства аграрної політики щодо внесення десикантів [57-62].

Моделювання ризиків передбачає ідентифікацію всіх потенційних небезпек, їх оцінку та визначення ймовірності настання небажаних подій. При цьому використовуються методи матричного аналізу, ймовірнісного моделювання та сценарного прогнозування. Важливим аспектом є оцінка впливу на екосистеми: визначення потенційного забруднення ґрунту та води, токсичності для корисних комах, птахів та дрібних ссавців.

Для зниження ризиків рекомендується використання засобів індивідуального захисту працівників: рукавички, окуляри, респіратори, а також проведення навчання та інструктажів. Обприскування слід проводити за умов мінімального вітру та оптимальної вологості, суворо дотримуючись рекомендованих норм внесення та технології приготування робочих розчинів.

У виробничих моделях враховується також можливість відхилень у дозах, помилки оператора та несправності техніки. Вони включають аналіз аварійних ситуацій, оцінку їх ймовірності та визначення потенційного масштабу збитків. Ці дані використовуються для розробки заходів щодо аварійного реагування та планів зменшення негативного впливу на посіви.

Окрему увагу приділяють моніторингу залишків хімікатів у ґрунті та рослинній масі після десикації. Регулярне визначення залишкових концентрацій дозволяє оцінити безпечність продуктів для тварин та людей, а також визначити строки між обробкою та збиранням врожаю.

Також важливим компонентом моделювання є економічна складова: оцінка витрат на препарат, техніку, робочу силу та потенційні втрати врожаю у разі недотримання технології. Застосування десикації за регламентованими нормами дозволяє максимізувати продуктивність посівів при мінімальних економічних і екологічних витратах.

Моделювання ризиків включає також інтеграцію даних про погодні умови, агротехнічні параметри та фізіологічний стан рослин. Це дозволяє прогнозувати ефективність обробки і потенційні небезпечні ситуації на кожному етапі технологічного процесу.

На основі отриманих даних розробляються рекомендації для безпечного проведення десикації, що включають оптимальні строки внесення, норми витрати препарату та заходи охорони праці. Застосування таких рекомендацій забезпечує збалансовану продуктивність, мінімізацію ризиків та дотримання законодавчих вимог щодо використання пестицидів (додаток).

Таким чином, моделювання виробничих небезпек при десикації рижію озимого дозволяє комплексно оцінити ризики, підвищити безпеку праці, зберегти екологію та забезпечити стабільну економічну ефективність виробництва. Комплексний підхід до аналізу небезпек і застосування регламентованих процедур є основою сучасного агрономічного менеджменту та сталого ведення сільського господарства.

6.2. Охорона навколишнього і природного середовища при десикації посівів рижію озимого

Десикація посівів рижію озимого є одним із агротехнічних заходів, спрямованих на прискорення достигання культури та полегшення збирання врожаю. Проте застосування десикантів має потенційний вплив на навколишнє середовище та природні екосистеми [63].

При внесенні десикантів відбувається контакт хімічних речовин із листковою поверхнею рослин, що згодом може призвести до їх потрапляння в ґрунт. Залишки активних речовин у ґрунті можуть впливати на мікробіологічну активність та структуру ґрунтового покриву. Зменшення чисельності ґрунтових мікроорганізмів може призвести до порушення процесів мінералізації органічної речовини та азотного циклу.

Десиканти, потрапляючи у водні системи через змив дощовою водою, можуть викликати токсичність для водних організмів. Вплив на рибу та безхребетних організмів у водоймах відзначається у випадках перевищення

допустимих концентрацій. Неправильне застосування хімікатів або порушення регламентів внесення збільшує ризик забруднення підземних вод.

Потрапляння аерозольної фракції десиканту у повітря під час розпилення може призводити до короткочасного забруднення атмосфери. Таке забруднення повітря може впливати на прилеглі культури, дикорослі рослини та комах. Особливу увагу слід приділяти обмеженню впливу на корисну ентомофауну, зокрема на запилювачів.

Десиканти можуть тимчасово зменшувати чисельність бджіл та інших корисних комах у зоні обробки. Вплив на флору навколо полів проявляється у пригніченні росту деяких видів бур'янів та дикорослих трав. При правильному дотриманні строків і норм внесення цей ефект є контрольованим і короткочасним [64].

Регламенти внесення десикантів визначають допустимі концентрації, строки обробки та погодні умови. Ці нормативи розроблені для мінімізації шкідливого впливу на навколишнє середовище. есикація, проведена при вологому ґрунті, може збільшити ризик змиву препаратів у поверхневі водойми. Тому обробку рекомендується виконувати при оптимальній вологості ґрунту та відсутності опадів.

При перевищенні норм спостерігається зниження кількості азотфіксуючих бактерій. Важливим є також контроль за розпиленням з урахуванням напрямку вітру, щоб уникнути перенесення на сусідні ділянки. Вітровий дрейф може призвести до забруднення нецільових культур та пасовищ.

Застосування десикантів також впливає на фізико-хімічні властивості ґрунту, зокрема pH та водопроникність. Деякі хімічні речовини можуть тимчасово знижувати доступність поживних елементів для рослин. Для мінімізації цих ефектів рекомендується точне дотримання рекомендованих доз і норм внесення.

Екологічний контроль передбачає регулярне спостереження за станом ґрунту, води та біоти. Важливим аспектом є навчання працівників щодо

безпечного використання десикантів. Забезпечення засобів індивідуального захисту дозволяє зменшити ризики для здоров’я операторів.

Одним із показників безпечного застосування є баланс між урожайністю і мінімальним екологічним ризиком. Оптимізація строків і способів внесення десикантів сприяє підвищенню екологічної безпеки.

При інтегрованому підході застосування десикантів поєднують з контролем бур’янів та оптимальною сівозміною. Це зменшує ризики хімічного забруднення та забезпечує стабільний урожай.

Регулярний аналіз ґрунтових і водних проб дозволяє оцінити ефективність заходів та виявити потенційні загрози. Важливим елементом є також інформаційна робота з населенням та аграріями щодо безпечного застосування.

Екологічний моніторинг включає відстеження стану ґрунту, води, рослин та тварин. Дослідження показують, що дотримання інструкцій виробника значно зменшує негативний вплив на природу.

Моделювання потенційних ризиків допомагає прогнозувати наслідки застосування десикантів. Правильне зберігання та утилізація залишків робочого розчину мінімізують загрозу забруднення.

Використання альтернативних технологій, таких як механічна десикація, знижує хімічне навантаження.

Навчання працівників та контроль за виконанням технології є ключовими аспектами безпеки. Реєстраційні документи визначають правові рамки використання десикантів у сільському господарстві.

Сучасні дослідження спрямовані на зменшення екологічного навантаження при десикації. Впровадження інноваційних методів дозволяє поєднувати ефективність і безпеку для природи. Комплексні заходи забезпечують збереження ґрунтових, водних та біологічних ресурсів.

Екологічні складові технології вирощування рижію озимого мають ключове значення, оскільки застосування десикантів без належного контролю може спричиняти негативний вплив на довкілля. Застосування таких препаратів регулюється нормами **Закону України «Про пестициди і агрохімікати»**, який

визначає вимоги щодо безпечного використання хімічних засобів у сільському господарстві. Важливе значення мають також положення Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», що встановлює обов'язок дотримання екологічних стандартів під час проведення агрохімічних обробок. Додатково діють державні санітарні правила та норми (ДСанПіН), які регламентують допустимі концентрації залишків пестицидів у ґрунті, воді та сільськогосподарській продукції.

Під час внесення десикантів слід суворо дотримуватися регламентів застосування, затверджених Міністерством охорони довкілля та природних ресурсів України і Міністерством аграрної політики та продовольства, зокрема щодо строків обробки, норм витрати та санітарних розривів. Особлива увага приділяється захисту водних об'єктів, ґрунтової мікрофлори та запилювачів, що є важливими компонентами екосистеми. Для запобігання шкоді навколишньому середовищу необхідно застосовувати десиканти у безвітряну погоду, із використанням сертифікованої техніки та екологічно безпечних препаратів [65-69].

Дотримання цих вимог сприяє зменшенню ризику забруднення довкілля та забезпечує екологічну безпечність технологічного процесу. Таким чином, науково обґрунтоване внесення десикантів є не лише елементом підвищення врожайності, а й важливою складовою сталого екологічно орієнтованого землеробства.

Таким чином, десикація рижію озимого може бути безпечною для довкілля. Це досягається лише при дотриманні норм, регламентів і рекомендацій виробника. Таким чином, агротехнічна користь поєднується з мінімізацією впливу на природні екосистеми.

ВИСНОВКИ

У роботі було **в**ивчити ефективність застосування різних десикантів та строків їх внесення у посівах рижію озимого та встановити їх вплив на агробіологічні показники і продуктивність культури в умовах Правобережного Лісостепу України.

1. Встановлено, що схожість та енергія проростання насіння у лабораторних умовах становила 93 % та 85 %, що на 6 % та 10 % перевищує польові показники (87 % і 75 % відповідно). Сила росту була також вищою у лабораторії - 86 % проти 77 % у полі.

2. Фотосинтетична активність підвищується зі 10,5 до 12,7 μmol $CO_2 \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$, транспірація зростає з 4,2 до 4,9 mmol $H_2O \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$, а індекс хлорофілу SPAD - з 38 до 43 одиниць. Індекс стійкості до стресу збільшився з 0,80 до 0,86.

3. Морфометричні показники за перші 50 діб: висота рослин зросла з 30 до 48 см, кількість пагонів - від 3 до 5,5 шт., довжина листка - з 8 до 12,5 см.

4. Досліджено, що перезимівля: 92 % рослин успішно перезимували, середня висота після зими - 15 см, кількість пагонів - 4 шт., суха маса - 12,5 г.

5. Визначено, що бур’яни переважали такі: осот рожевий - 12 рослин/м² (15 % площі), амброзія полинолиста - 8 рослин/м² (10 %), щириця звичайна - 10 рослин/м² (8 %), мокрець звичайний - 6 рослин/м² (5 %), латук дикий - 4 рослини/м² (3 %).

6. Досліджено, пошкодження -попелиця зернова 12 % рослин, 5 особин на рослину; попелиця рижію 8 %, 4 особини; зернова п’явиця 5 %, 2 особини; хлібна жужелиця 3 %, 1 особина; зернова листова міль 2 %, 1 особина.

7. Хвороби: борошниста роса - 10 % рослин, 2 бали; плямистість листя - 8 %, 2 бали; сіра гниль - 5 %, 1 бал; септоріоз - 4 %, 1 бал; фузаріоз - 3 %, 1 бал.

8. Вплив десикантів на насіння та генеративні органи: маса 1000 насінин зросла до 1,32 г (Реглон Супер, 2-й варіант), кількість стручків на рослину - 50 шт. (Реглон Супер, 2-й варіант), маса однієї рослини - 14,0 г (Реглон Супер, 2-й варіант).

9. Загальна біомаса та урожайність: максимальна біомаса 5,1 т/га (Реглон Супер, 2-й варіант), урожайність 2,00 т/га (Реглон Супер, 2-й варіант), що на 0,35 т/га більше контролю (1,65 т/га). Десиканти Баста, Карбустар та Гліфоган забезпечують урожайність 1,95–1,98 т/га.

10. Частка соломи у врожаї: найменша 61 % (Реглон Супер, 2-й варіант), у контролі - 64–65 %.

11. Економічна ефективність: вартість продукції - 31 600 грн/га, чистий прибуток - 21 600 грн/га, рентабельність - 216 % (Реглон Супер, 2-й варіант).

12. Енергетична продуктивність: приріст валової енергії - 7,40 тис. МДж/га, коефіцієнт енергетичної ефективності - 1,30 (Реглон Супер).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У Правобережному Лісостепу України для отримання високої урожайності рижію озимого доцільно застосовувати десиканти Реглон Супер, Гліфоган, Баста або Карбустар у фазі 90–95% побуріння стручків, що забезпечує урожайність 1,95–2,00 т/га**.**

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коник, Г. С., Лихочвор, А. М. (2017). Оптимізація елементів технології вирощування рижію ярого в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*, (61), 58-70.

2. Pavlista, A. D., Hergert, G. W., Margheim, J. M., Isbell, T. A. (2016). Growth of spring camelina (Camelina sativa) under deficit irrigation in Western Nebraska. *Industrial Crops and Products*, *83*, 118-123.

3. Шевченко, Н. В. (2024). Оптимізація сортового складу рижію. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2024. Вип. 3 (44). С. 62-67. DOI: https://doi. org/10.37406/2706-9052-2024-3.10*.

4. Gregg, S., Coulter, J. A., Strock, J. S., Liu, R., Garcia y Garcia, A. (2022). Double-cropped winter camelina with and without added nitrogen: Effects on productivity and soil available nitrogen. *Agriculture*, *12*(9), 1477.

5. Ghidoli, M., Geuna, F., De Benedetti, S., Frazzini, S., Landoni, M., Cassani, E., Pilu, S. R. (2024). Genetic study of Camelina sativa oilseed crop and selection of a new variety by the bulk method. *Frontiers in Plant Science*, *15*, 1385332.

6. Кириченко, В. В., Коломацька, В. П., Рудник-Іващенко, О. І. (2013). Селекція і насінництво–суттєвий чинник підвищення продуктивності олійних культур. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*, (1), 4-8.

7. Keadle, S. B., Sykes, V. R., Sams, C. E., Yin, X., Larson, J. A., Grant, J. F. (2023). National winter oilseeds review for potential in the US Mid-South: Pennycress, Canola, and Camelina. *Agronomy Journal*, *115*(3), 1415-1430.

8. Pari, L., Cozzolino, L., Marsac, S., Hermet, L., Bergonzoli, S. (2024). Effect of Swathing or Direct Combining on Yield, Seed Losses and Costs of Camelina. *Agronomy*, *14*(2), 325.

9. Peterson, A. T., Berti, M. T., Samarappuli, D. (2019). Intersowing cover crops into standing soybean in the US Upper Midwest. *Agronomy*, *9*(5), 264.

10. Geiszler, M. M. (2018). *Interseeding Cereal Rye and Winter Camelina into Corn in North Dakota* (Master's thesis, North Dakota State University).

11. Гамаюнова, В. В., Москва, І. С. (2017). Складові структури та врожайність насіння рижію ярого на півдні Степу України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*, (2 (1)), 29-34.

12. Li, Y. Z., Lazarus, W. F., Reese, C., Hilbrands, A. M., Cox, R. B., Forcella, F., Johnston, L. J. (2021). Integrating camelina into organic pig production—impact on growth performance of pigs, costs, and returns. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *5*, 759721.

13. Ahmed, Z., Liu, J., Waraich, E. A., Yan, Y., Qi, Z., Gui, D., Zhang, Z. (2020). Differential physio-biochemical and yield responses of Camelina sativa L. under varying irrigation water regimes in semi-arid climatic conditions. *PLoS One*, *15*(12), e0242441.

14. Liu, R., Wells, M. S., & y Garcia, A. G. (2019). Cover crop potential of winter oilseed crops in the Northern US Corn Belt. *Archives of Agronomy and Soil Science*.

15. Liu, R., Wells, M. S., Garcia, A. G. (2019). Cover crop potential of winter oilseed crops in the Northern US Corn Belt. *Archives of Agronomy and Soil Science*.

16. Marcheva, M. P. (2016). Evaluation of morphology, productive potential and oil content and composition of plant genetic resources of Camelina sativa. *Emirates Journal of Food & Agriculture (EJFA)*, *28*(2).

17. Гуринович, С. Й., Харук, І. Д., Соловка, В. І., Мельник, У. М. (2021). Різноманіття хрестоцвітих культур на Прикарпатській державній сільськогосподарській дослідній станції. *Генетичні ресурси рослин*, (29), 52-61.

18. Walia, M. K., Wells, M. S., Cubins, J., Wyse, D., Gardner, R. D., Forcella, F., Gesch, R. (2018). Winter camelina seed yield and quality responses to harvest time. *Industrial Crops and Products*, *124*, 765-775.

19. Лихочвор, А. М. (2016). Урожайність рижію ярого і олійних культур в умовах західного Лісостепу. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, (9), 107-110.

20. Чернишенко, П. В., Рябуха, С. С., Шелякін, В. О. (2013). Передзбиральна десикація–важливий елемент технології вирощування в

насінництві сої. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*, (14).

21. Marjanović-Jeromela, A., Čanak, P., Kondić-Špika, A., Rajković, D., Jovičić, D., Vujošević, B., Zanetti, F. (2022). Phenotyping of camelina (Camelina sativa (L.) Crantz) response to drought stress at germination stage. In *Book of Abstracts, 4th International Conference on Plant Biology (23rd SPPS Meeting), 6-8 October 2022, Belgrade* (pp. 119-119). Belgrade: Serbian Plant Physiology Society.

22. Lohaus, R. H., Neupane, D., Mengistu, M. A., Solomon, J. K., Cushman, J. C. (2020). Five-year field trial of eight Camelina sativa cultivars for biomass to be used in biofuel under irrigated conditions in a semi-arid climate. *Agronomy*, *10*(4), 562.

23. Камінський, В. Ф., Браценюк, В. Ю. (2017). Вплив способів сівби та передзбиральної десикації на показники якості насіння сортів сої різних груп стиглості в умовах Західного Лісостепу. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, (9), 81-85.

24. CAMPBELL, Margaret. Camelina–an alternative oil crop. In: *Biokerosene: Status and Prospects*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2017. p. 259-275.

25. Браценюк, В. Ю. (2017). Вплив способів сівби та передзбиральної десикації на продуктивність сортів сої різних груп стиглості. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*, (1), 83-92.

26. Ahmad, M., Waraich, E. A., Zulfiqar, U., Ullah, A., Farooq, M. (2023). Thiourea application increases seed and oil yields in camelina under heat stress by modulating the plant water relations and antioxidant defense system. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *23*(1), 290-307.

27. Sigdel, S., Chatterjee, A. (2020). Do cover crop and soil-mediated legacy influence succeeding wheat production?. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *51*(11), 1514-1524.

28. Засуха, А. А. (2024). Вплив десикантів на вологість, урожайність зерна та побічної продукції кукурудзи. *Український журнал природничих наук*, (9), 235-246.

29. Gesch, R. W., Wells, M. S., Hard, A. (2021). Desiccation of corn allows earlier direct seeding of winter camelina in the northern Corn Belt. *Crop Science*, *61*(4), 2787-2797.

30. Nadakuduti, S. S., Laforest, L. C., Tachev, M., Decker, A. N., Egesa, A. O., Shirazi, A. S., Buell, C. R. (2023). Heat stress during seed development leads to impaired physiological function and plasticity in seed oil accumulation in Camelina sativa. *Frontiers in Plant Science*, *14*, 1284573.

31. Soorni, J., Kazemitabar, S. K., Kahrizi, D., Dehestani, A., Bagheri, N. (2021). Genetic analysis of freezing tolerance in camelina [Camelina sativa (L.) Crantz] by diallel cross of winter and spring biotypes. *Planta*, *253*(1), 9.

32. Рудік О. Л., Вожегова Р. А. Вплив заходів передзбирального комплексу на втрату вологи посівами льону олійного в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 62-67.DOI: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)-9.

33. Toncea, I. (2014). The seed yield potential of Cameliafirst Romanian cultivar of Camelina (Camelina sativa L. Crantz). *Romanian agricultural research*, *31*, 17-23.

34. Юн, Г. М., Кандиба, Г. Ю. (2012). Строки хімічної обробки пшениці за допомогою авіації. *К.: Наукоємні технології*, *4*, 16.

35. Zhang, C. J., Auer, C. (2019). Overwintering assessment of camelina (Camelina sativa) cultivars and congeneric species in the northeastern US. *Industrial Crops and Products*, *139*, 111532.

36. Поліщук І.С. Поліщук М. І., Коваленко О.В., Шинкарук В.А. «Насіння сільськогосподарських культур». Навчальний посібник. Вінниця: ОЦ ВДАУ. 2008.

37. Kınay, A., Yılmaz, G., Ayısıgı, S., Dokulen, S. (2019). Yield and quality parameters of winter and summer-sown different camelina (Camelina sativa L.) genotypes. *Turkish Journal of field crops*, *24*(2), 164-169.

38. Kurasiak-Popowska, D., Graczyk, M., Przybylska-Balcerek, A., Stuper-Szablewska, K. (2021). Influence of variety and weather conditions on fatty acid composition of winter and spring Camelina sativa varieties in Poland. *European Food Research and Technology, 247*(2), 465-473.

39. POPA, Alina-Loredana, Ştefana JURCOANE, and BrânduŞa DUMITRIU. "Camelina sativa oil-a review." *Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies* 21 (2017).

40. Gesch, R. W., Matthees, H. L., Alvarez, A. L., Gardner, R. D. (2018). Winter camelina: Crop growth, seed yield, and quality response to cultivar and seeding rate. *Crop Science*, *58*(5), 2089-2098.

41. Липовий, В. Г., Мазур, О. В., Мордванюк, М. О. (2020). Методологія та організація наукових досліджень в агрономії з основами інтелектуальної власності. *навч. посіб.-Вінниця: ВЦ ВНАУ, 2020.-243 с.*

42. ДСТУ 4138:2002. *Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення схожості, енергії проростання та сили росту (vigour).* Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 20 с.

43. ДСТУ 3768:2019. *Рослинництво. Методика визначення фенологічних фаз росту та розвитку сільськогосподарських культур.* Київ: Держспоживстандарт України, 2019. 18 с.

44. ДСТУ 4395:2005. *Рослини сільськогосподарські. Визначення фотосинтетичної активності та вмісту хлорофілу.* Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 22 с.

45. ДСТУ 3769:2019. *Рослинництво. Визначення густоти стояння та оцінка перезимівлі рослин.* Київ: Держспоживстандарт України, 2019. 16 с.

46. ДСТУ 3923:2019. *Рослинництво. Методи обліку бур'янів у посівах.* Київ: Держспоживстандарт України, 2019. 24 с.

47. ДСТУ 4365:2005. *Засоби захисту рослин. Методи оцінки фітосанітарного стану посівів.* Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 28 с.

48. ДСТУ 3767:2019. *Агрономія. Основи вирощування сільськогосподарських культур. Методика обліку продуктивності та біомаси рослин.* Київ: Держспоживстандарт України, 2019. 32 с.

49. ДСТУ 4398:2005. *Агрономія. Визначення маси 1000 насінин та морфометричних показників рослин.* Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 20 с.

50. ДСТУ 3925:2019. *Захист рослин. Методи оцінки поширення шкідників та хвороб у посівах.* Київ: Держспоживстандарт України, 2019. 26 с.

51. Барковський В. В., Барковська Н. В., Лопатін О. К. Теорія ймовірностей та математична статистика. Київ, ЦУЛ , 2002. 448 с.

52. Власов, В. О. (2024). Особливості управлінського обліку витрат на маркетинг та збут в сільськогосподарських підприємствах. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, *9*(3), 16-21.

53. Гончарук, І. В., І. В. Томашук. "Формування стратегії економічного розвитку сільськогосподарського підприємства для підвищення його конкурентоспроможності." *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2022.№ 4 (62). С. 7-24. DOI: 10.37128/2411-4413-2022-4-1* (2022).

54. Шпикуляк, О. Г., Білокінна, І. Д., Березюк, С. В., Ксенофонтова, К. Ю. (2023). Інституційні аспекти становлення «зеленої» економіки в аграрному секторі України. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія:«Економічні науки». 2023.№ 8 (76). С. 140-147. DOI: 10.25313/2520-2294-2023-8-9138*.

55. Kraus, Nataliia, Kateryna Kraus, and Oleksandr Manzhura. "Фермерство і аграрні підприємства в контексті реалізації стратегічних цілей євроінтеграції та цифровізації економіки України." *Європейський науковий журнал Економічних та Фінансових інновацій* 2.12 (2023): 46-64.

56. Мельник-Лимонченко, О. (2020). Досвід Європейського союзу у сфері контролю за забезпеченням охорони праці. *Jurnalul juridic national: teorie şi practică*, *42*(2), 117-122.

57. European Commission (2019). Towards fair labour mobility: setting up a European labour authority. Retrieved from: https://www. europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20190506STO44344/howthe-eu-improves-workers-rights-and-working-conditions

58. Костенко, О. (2007). Охорона праці в Україні з огляду на інтеграцію до Європейського Союзу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії,* 2. 166-168.

59. Кружилко, О. Є., Чеберячко, С. І., Харін, Є. М. (2024). Проведення оцінок ризиків з охорони праці промислової безпеки та екології на різних етапах проєктування інвестиційних проєктів. *Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія: Технічні науки*, (2), 124-129.

60. Germany- Safety and Health in Micro and Small Enterprises in the EU: the view from the workplace (2018). *European Agency for Safety and Health at Work*. Retrieved from: https://osha.europa.eu/en/ publications/germany-safety-and-health-micro-and-small-enterprises-euview-workplace/view

61. . Ізуїта, П.О. (2014). Досвід європейських країн у сфері охорони праці. *Інформація і право*, 2(11). 38-43.

62. Петченко І.В., Майстренко В.В. Особливості впровадження ризик-орієнтованого підходу в систему управління охорони праці в Україні. *Проблеми охорони праці в Україні*. 2023. № 39 (1–2). С. 16–20. https://doi.org/10.36804/nndipbop.

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

64. Гиренко, І. В. (2012). Рослинний світ як об’єкт правової охорони навколишнього природного середовища. *Форум права*, (3), 117-121.

65. Букало, Н. (2019). Екологічні витрати, їх економічна природа та стан. *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*, (1), 128-137.

66. Запольський, А. К., Шумигай, І. В. (2015). Охорона питних вод від виснаження і забруднення. *Агроекологічний журнал*, (3), 6-15.

67. Кучма, К. С. (2016). Правова основа надання адміністративних послуг у сфері екології та природних ресурсів. *Юридичний науковий електронний журнал*, *3*, 92-95.

68. Стойко, С. М., Койнова, І. Б. (2012). Сучасні види антропогенного впливу на життєве середовище. *Український географічний журнал*, (1), 50-57.

69. Сірант, М. М. (2020). Гарантії реалізації права на сприятливе навколишнє природне середовище. *Прикарпатський юридичний вісник*, (4 (33)), 49-54.

ДОДАТКИ

Таблиця

Виробничі небезпеки при десикації рижію озимого

Небезпечний фактор	Причина	Потенційні наслідки	Документи	Методи контролю
Контакт із десикантом	Ручне або механізоване внесення	Подразнення шкіри, слизових, токсичні ефекти	ДСП 8.8.1:2017, санітарні правила	Засоби індивідуального захисту (рукавички, окуляри, респіратори), навчання персоналу
Вдихання аерозолів	Розпилення препарату, вітер	Пошкодження дихальних шляхів, алергії	ДСП 8.8.1:2017	Респіратори, обмеження доступу сторонніх, контроль погодних умов
Забруднення ґрунту та води	Стік робочого розчину, перевищення норми	Токсичність для ґрунтових мікроорганізмів, водних організмів	Накази Мінагрополітики, ГОСТи	Дотримання норм внесення, контроль техніки, буферні зони
Негативний вплив на ентомофауну	Розпилення хімікатів	Зниження чисельності корисних комах	Інструкції виробника, санітарні норми	Моніторинг, мінімізація обробки за межами вегетації
Технічні аварії	Несправність обприскувачів, витік	Ризик контакту та забруднення	Правила безпеки при обслуговуванні техніки	Регулярне технічне обслуговування, навчання оператора
Несприятливі погодні умови	Вітер, опади, температура	Нерівномірне покриття, ризик переносу препарату	Методичні рекомендації Мінагрополітики	Вибір оптимального часу внесення, контроль прогнозу погоди
Надмірна конкуренція рослин	Занадто раннє або пізнє внесення	Часткове пригнічення росту	Методичні рекомендації	Дотримання строків внесення, коригування норми посіву
Залишки хімікатів у ґрунті	Перевищення норм, погана абсорбція	Токсичність для наступних культур	Санітарні норми, інструкції виробника	Встановлення строків між обробкою та збиранням, контроль залишків
Помилки оператора	Невірні розчини, неправильне внесення	Неефективність обробки, шкода культурі	Інструкції виробника, правила охорони праці	Навчання, контроль процедур, дотримання рецептури
Недотримання засобів захисту	Відсутність ПІЗ	Травми, інтоксикація	ДСП 8.8.1:2017	Контроль забезпечення засобів, внутрішні інструктажі
Економічні ризики	Зайві витрати або втрати	Зниження рентабельності	Внутрішні документи господарства	Планування, моделювання витрат, дотримання технології
Біологічні ризики	Вплив на корисні організми	Порушення екосистеми	Інструкції Мінагрополітики	Моніторинг, мінімізація впливу на ento та мікрофлору