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.

ПАВЛЕНКО
Артем Анатолійович

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РИЖІЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ У 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	ЗНАЧЕННЯ ТА РОЛЬ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	
	1.1. Сучасний стан та перспективи використання рижію озимого в аграрному секторі України та світу	
	1.2. Значення передпосівної обробки насіння на ріст і розвиток сільськогосподарських культур	
РОЗДІЛ 2	ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	2.1. Особливості будови та розвитку рижію озимого	
	2.2. Описи препаратів використаних у дослідах	
РОЗДІЛ 3	МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ	
	3.1. Агроекологічна характеристика зони досліджень	
	3.2. Метеорологічні умови вегетаційного періоду	
	3.3. Схема досліду та методики проведення обліків і спостережень	
	3.4. Технологія вирощування рижію озимого в польових дослідах	
РОЗДІЛ 4	ПРОДУКТИВНІСТЬ РИЖІЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ	
	4.1. Польова схожість, густота стояння та фази розвитку рижію озимого	
	4.2. Вплив досліджуваних чинників на морфометричні показники та тривалість вегетації 4.3. Ураження хворобами і заселеність шкідниками залежно від варіантів досліду	
	4.4. Стан забур'яненості посівів у фазі повного кущення та на початку цвітіння	
	4.5. Урожайність насіння рижію озимого залежно від передпосівної обробки насіння	
	4.6. Структура врожаю і якісні показники при різних варіантах обробки насіння рижію озимого	

РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ РИЖІЮ ОЗИМОГО	
РОЗДІЛ 6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ І ВИРОЩУВАННЯ РИЖІЮ ОЗИМОГО	
	6.1. Моделювання виробничих небезпек під час передпосівної обробки насіння і вирощування рижію озимого	
	6.2. Охорона навколишнього і природного середовища під час передпосівної обробки насіння і вирощування рижію озимого	
ВИСНОВКИ		
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ		
ДОДАТКИ		

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах світовий аграрний сектор дедалі більше орієнтується на вирішення проблем продовольчої та енергетичної безпеки, що зумовлює зростання попиту на високоякісні рослинні олії та продукти їх переробки. Україна, маючи сприятливі природно-кліматичні умови, належить до провідних виробників олійних культур, а розвиток олійно-жирової галузі стає одним із визначальних чинників її інтеграції у глобальний ринок [1].

Наростання темпів урбанізації, збільшення чисельності населення планети та формування нових тенденцій у харчуванні, пов'язаних із пошуком більш здорових альтернатив, зумовлюють необхідність розширення асортименту нетрадиційних олійних культур. Саме до таких належить рижій озимий, який поєднує високий біоенергетичний та харчовий потенціал із відносною невибагливістю до умов вирощування [2,3].

Його насіння містить значну кількість біологічно активних речовин, поліненасичених жирних кислот і природних антиоксидантів, що робить культуру цінною сировиною не лише для харчової, а й для фармацевтичної, косметичної та енергетичної промисловості. У світовій практиці рижій дедалі активніше використовується як основа для виробництва біодизелю, що підкреслює його стратегічну роль у переході до відновлюваних джерел енергії [4].

З огляду на це, пошук шляхів підвищення продуктивності рижію озимого набуває особливої актуальності. Одним із перспективних напрямів є застосування передпосівної обробки насіння регуляторами росту та біологічно активними речовинами, що дозволяє забезпечити кращу схожість, інтенсивніший розвиток рослин на ранніх етапах онтогенезу та підвищення їх стійкості до стресових факторів [5,6].

Таким чином, дослідження ефективності передпосівної обробки насіння рижію озимого має важливе наукове та практичне значення, оскільки сприяє розкриттю потенціалу культури як універсального джерела харчової, технічної й енергетичної сировини у глобальному вимірі.

Метою досліджень було вивчити ефективність застосування різних речовин для передпосівної обробки насіння рижію озимого у різних концентраціях.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв'язати такі задачі:

- визначити польову схожість, густота стояння та фази розвитку рижію озимого;

- дослідити вплив досліджуваних чинників на морфометричні показники та тривалість вегетації;

- визначити ураження хворобами і заселеність шкідниками залежно від варіантів досліду;

- оцінити стан забур'яненості посівів у фазі повного кущення та на початку цвітіння;

- встановити урожайність насіння рижію озимого залежно від передпосівної обробки насіння;

- дослідити структура врожаю і якісні показники при різних варіантах обробки насіння рижію озимого;

- визначити накопичення основних елементів живлення у рослинах;

- провести економічну та енергетичну оцінку ефективності застосування речовин для передпосівної обробки.

Об'єкт дослідження **–** продуктивність рижію озимого залежно від застосування різних речовин для передпосівної обробки насіння.

Предмет дослідження **–** **п**ольова схожість, густота стояння та фази розвитку рижію озимого, морфо метричні показники, ураження хворобами і заселеність шкідниками, урожайність, структура урожаю, якісні показник.

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
ЗНАЧЕННЯ ТА РОЛЬ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Сучасний стан та перспективи використання рижію озимого в аграрному секторі України та світу

Рижій озимий (Camelina sativa) є однією з перспективних олійних культур, що останніми роками привертає значну увагу аграріїв та науковців в Україні та світі.

Вирощування рижію в аграрному секторі базується на його здатності до швидкого росту, відносно короткому вегетаційному періоді та високій екологічній пластичності [7].

В Україні ця культура використовується переважно у північних та центральних регіонах, де її включають у сівозміну як проміжну або післяжнивну культуру.

Рижій добре реагує на помірні агротехнічні заходи і не потребує інтенсивного внесення хімічних засобів захисту, що робить його економічно вигідним для фермерів, які прагнуть знизити витрати на виробництво.

Світовий інтерес до рижію озимого зумовлений його універсальністю та багатофункціональністю [8].

У країнах Європи та Північної Америки рижій активно вирощується для виробництва олії, біопалива та кормів для тварин [9].

Особливо значне поширення культура отримала у Канаді, де селекційні програми спрямовані на підвищення врожайності та стійкості до посухи [10].

Нові сорти рижію демонструють високу продуктивність навіть на ґрунтах з обмеженим рівнем родючості, що робить їх цінними для зон Лісостепу та Полісся [11].

В Україні інтерес до рижію також зростає завдяки його біоенергетичному потенціалу [12].

Олія рижію містить значну кількість полінасичених жирних кислот, що дозволяє використовувати її для виробництва біодизеля.

Рижій демонструє високу адаптаційну здатність і в умовах мінливого клімату, що робить його привабливим для регіонів з обмеженим водо забезпеченням [13].

У Німеччині культура включена до програм органічного землеробства, оскільки вона не потребує інтенсивного використання пестицидів і має природну стійкість до шкідників [14].

В Канаді рижій застосовують на полях як покривну культуру після зернових для запобігання ерозії ґрунтів та поліпшення структури ґрунту.

У США культура використовується у ротації з кукурудзою та соєю, що сприяє покращенню родючості та зниженню забур'яненості [15].

В Україні вирощування рижію почалося з невеликих демонстраційних ділянок у центральних областях, зокрема у Черкаській та Київській.

Завдяки включенню рижію в сівозміну покращується структура ґрунтів та зменшується вплив моно-культурного землеробства [16].

Рижій озимий вирощується як олійна, енергетична та кормова культура одночасно.

Використання культури в агроенергетиці передбачає виробництво біодизеля з високим показником холодостійкості та низьким вмістом сірки [17].

Макуха після екстракції олії застосовують як корм для великої рогатої худоби, овець та свиней, що підвищує економічну ефективність виробництва.

В останні роки у Франції та Чехії рижій активно включають у програми стійкого землеробства для зниження викидів парникових газів [18].

В Україні рижій озимий також розглядають як перспективну культуру для органічного та біоенергетичного напрямків.

Завдяки короткому циклу розвитку культура дозволяє отримувати врожай навіть при обмежених опадах і нестабільному кліматі.

Рижій також використовують як зелене добриво для поліпшення структури ґрунту та підвищення його водоутримуючої здатності [19].

В Європі культура включена у стратегії адаптації агросектору до змін клімату та сталого виробництва олійних культур.

Рижій має високу технологічну цінність, оскільки його насіння легко піддається екстракції олії механічним та хімічним шляхом.

У Канаді культура включена в програми мультикультурного землеробства, що дозволяє оптимізувати ротацію посівів та підвищити ефективність використання полів [20].

В Україні останні дослідження показують, що рижій може давати врожай до 2,5–3 т/га у сприятливих умовах.

У світі середня врожайність коливається від 1,5 до 3,5 т/га, залежно від регіону, сорту та умов агротехніки.

Рижій озимий вирізняється високою продуктивністю навіть на ґрунтах з низьким вмістом поживних речовин, що робить його цінним для малопродуктивних зон.

У США та Канаді культура часто використ У США та Канаді культура часто використовується як покривна та проміжна, що дозволяє зменшувати ерозію ґрунтів і підтримувати родючість полів [1,20].

Рижій озимий здатний ефективно засвоювати поживні речовини з ґрунту, що знижує потребу в додаткових добривах і робить його екологічно безпечним.

Вирощування культури сприяє зниженню забур’яненості полів, оскільки швидко закриває ґрунтову поверхню і пригнічує ріст бур’янів.

Рижій здатний відновлювати післяжнивні поля, що підвищує продуктивність наступних культур у сівозміні [21].

В Україні рижій озимий включають у програми органічного землеробства, оскільки він не потребує інтенсивного використання пестицидів.

Рижій також розглядають як перспективну культуру для виробництва функціональних харчових продуктів, оскільки його олія містить корисні для здоров’я жирні кислоти.

Макуха після віджиму олії використовують як білковий корм для худоби, що робить культуру економічно привабливою для фермерів [22].

1.2. Значення передпосівної обробки насіння на ріст і розвиток сільськогосподарських культур

Передпосівна обробка насіння є важливим агротехнічним заходом, що суттєво впливає на проростання, схожість та подальший ріст рослин. Основна мета обробки – забезпечити насінню оптимальні умови для швидкого й рівномірного проростання та підвищити життєздатність рослин. Використання різних способів передпосівної обробки дозволяє зменшити вплив негативних факторів зовнішнього середовища, покращити енергетику проростання та стимулювати розвиток кореневої системи [23,24].

Механічні методи передбачають пошкодження або розм'якшення насіннєвої оболонки для прискорення водопоглинання і проростання. Для крупного насіння, як у кукурудзи чи сорго, це може бути скарифікація чи легке подряпування поверхні. Біологічні методи включають обробку насіння мікроорганізмами або ферментними препаратами, що активізують ріст і підвищують стійкість проти хвороб [25].

Хімічні методи передпосівної обробки широко використовуються в сучасному землеробстві. До них належить замочування у розчинах стимуляторів росту, регуляторів розвитку, мікроелементів або фунгіцидів. Застосування ауксинів, цитокінінів, гіберелінів і комплексних біологічно активних препаратів дозволяє збільшити енергію проростання та інтенсивність росту сходів у багатьох культур, таких як пшениця, ячмінь, ріпак, соя та кукурудза [26].

Передпосівне замочування у стимуляторах росту покращує не тільки проростання насіння, а й розвиток первинної кореневої системи. Це особливо важливо для культур з довгим вегетаційним періодом або за умов посушливого клімату. Наприклад, обробка насіння пшениці гіберелінами дозволяє підвищити стійкість до посухи та забезпечує більш рівномірний розвиток сходів [27].

Фізіологічна обробка, включно з обігріванням або холодною стратифікацією, також сприяє поліпшенню проростання. Насіння ріпаку та льону, що пройшло стратифікацію, проявляє більш високу схожість та

швидший розвиток. Водночас, передпосівне оброблення насіння рижію озимого сприяє формуванню більш потужної кореневої системи, активізує ріст стебел і підвищує морозостійкість рослин [28,29]

Внесення мікроелементів під час передпосівної обробки насіння є важливим для розвитку рослин. Цинк, бор, марганець та залізо стимулюють ферментні системи, підвищують енергетику проростання та покращують фотосинтетичну активність. Для сої та ріпаку внесення цинку підвищує кількість бобів та загальну врожайність [30].

Біологічні стимулятори та регулятори росту активно використовують у насінництві кукурудзи та сорго. Додавання розчинів гіберелінів або цитокінінів підвищує інтенсивність утворення пагонів, збільшує висоту сходів та стимулює розвиток бокових коренів. Відомо, що у сорго звичайного та соризу застосування 6-бензиламінопурину та кінетину під час передпосівної обробки підвищує кількість пагонів і висоту рослин [31].

Обробка насіння фунгіцидами забезпечує захист від ґрунтових хвороб та інфекційних агентів. Наприклад, пшениця, ячмінь та кукурудза, оброблені перед посівом системними фунгіцидами, демонструють кращу схожість і менші втрати при проростанні. Крім того, обробка рижію озимого фунгіцидами підвищує його життєздатність у ранні фази росту, що важливо для отримання рівномірного та продуктивного посіву [32].

Передпосівна обробка насіння також включає використання гумінових та органічних стимуляторів. Наприклад, обробка насіння картоплі та буряка розчинами гумінових кислот підвищує енергію проростання, стимулює ріст кореневої системи та підвищує стійкість проти абіотичних стресів, таких як посуха чи низькі температури.

У технологіях обробки насіння великого значення набуває комплексний підхід: поєднання хімічних, фізіологічних та біологічних методів. Для ріпаку та рижію озимого комбіноване замочування в стимуляторах росту та мікроелементах дозволяє забезпечити не лише високий відсоток проростання, а й формування більш потужної надземної маси та кореневої системи [33].

Особливо актуальною передпосівна обробка є у посушливих регіонах, де ранні сходи критично важливі для закладки урожаю. Для кукурудзи та сорго обробка насіння комплексними стимуляторами росту прискорює проростання, покращує розвиток кореневої системи та підвищує продуктивність рослин.

Важливим аспектом є підвищення стійкості рослин до стресових умов. Насіння рижію озимого, оброблене біостимуляторами та регуляторами росту, демонструє вищу стійкість до низьких температур і пересихання ґрунту. Це дозволяє отримати більш рівномірний і продуктивний посів у аграрному виробництві [34].

Крім того, передпосівна обробка насіння дозволяє знизити витрати на захист рослин у подальшому, оскільки пророщене та стимульоване насіння має вищу природну життєздатність. Для пшениці, ячменю та кукурудзи застосування комплексних методів обробки зменшує втрати сходів і підвищує ефективність використання посівної площі.

Сучасні дослідження показують, що передпосівна обробка впливає на морфометричні показники рослин. Для сорго та рижію озимого застосування регуляторів росту підвищує висоту пагонів, кількість листків та інтенсивність кущіння. Ці фактори безпосередньо впливають на продуктивність культури та її адаптаційні властивості [35].

Таким чином, передпосівна обробка насіння є ключовим фактором у забезпеченні високої продуктивності сільськогосподарських культур. Її використання підвищує енергію проростання, стимулює розвиток кореневої системи, підвищує стійкість рослин до хвороб та стресів, а також впливає на морфометричні та біометричні показники культур, включаючи рижій озимий, кукурудзу, сорго, пшеницю, ячмінь, ріпак та інші сільськогосподарські рослини.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ
2.1. Особливості будови та розвитку рижію озимого

Рижій озимий (Camelina sativa) – однорічна олійна культура родини капустяних.

Він характеризується високою пластичністю до кліматичних умов, що дозволяє його вирощувати на різних ґрунтах [36].

Коренева система рижію добре розвинена, стрижнева, з бічними відгалуженнями. Глибина проникнення головного кореня становить близько 60–80 см, що забезпечує доступ до ґрунтової вологи.

Бічні корені формують густу мережу, яка сприяє закріпленню рослини та поглинанню поживних речовин.

Стебло рижію пряме або злегка розгалужене, висотою 40–100 см, залежно від сорту та умов вирощування [37].

Листки ланцетоподібні або вузькоеліптичні, розташовані супротивно або почергово. Молоді листки мають світло-зелений колір і гладку поверхню, старші – темно-зелені з восковим нальотом. У нижній частині стебла листки більші, верхні – менші та частіше сидячі. Листки беруть активну участь у фотосинтезі, забезпечуючи формування асимілятів для росту рослини.

Рижій озимий – рослина короткого дня, що впливає на розвиток генеративних органів. Вегетативний період триває приблизно 40–60 днів після появи сходів. Спочатку рослина інтенсивно нарощує листову масу та кореневу систему. Відбувається формування основного стебла та бічних пагонів, які впливають на подальшу продуктивність. Раннє кущіння сприяє підвищенню урожайності насіння [38].

Фаза бутонізації настає через 60–70 днів після проростання. У цей період формуються квіткові бруньки, які розташовуються у верхній частині стебла та на бокових пагонах. Цвітіння триває 10–15 днів, квітки жовтого забарвлення, дрібні, з чотирма пелюстками. Запилення відбувається в основному

самозапиленням, але можливе і перехресне. Рослини рижію здатні утворювати численні насіннєві стручки, розташовані поодиноко або групами.

Плоди – стручки, довжиною 1–2 см, овальні або циліндричні, що містять 6–10 насінин. Насіння дрібне, масою 0,8–1,5 г на 1000 насінин, з високим вмістом олії (35–42 %). Розвиток стручків відбувається від нижніх до верхніх частин стебла. Завершальна стадія вегетації – формування насіння та його дозрівання. Дозрівання насіння починається з нижніх стручків і триває 15–20 днів [39].

Рижій озимий – культура озимого типу, тому після сівби розвивається в осінньо-зимовий період. Сходи з'являються через 7–10 днів після посіву, залежно від температури та вологості ґрунту. Важливим фактором є стійкість до низьких температур та зимостійкість. Рослина здатна витримувати зниження температури до -15…-18°С за умов достатнього снігового покриву. Взимку відбувається уповільнення метаболічних процесів, але коренева система продовжує поглинати вологу [40].

Навесні спостерігається активне відростання пагонів, відновлення росту та розвитку генеративних органів. Формуються додаткові бічні пагони, що підвищує кількість квіткових бруньок і стручків. Залежно від умов живлення, рослина здатна утворювати 20–40 стручків на основному стеблі та 10–25 на бічних.

Оптимальні агротехнічні заходи забезпечують рівномірне кущіння та високу продуктивність. Особливості будови та розвитку рижію визначають його здатність адаптуватися до різних кліматичних умов [41].

Таким чином, рижій озимий – перспективна олійна культура з високою пластичністю. Його морфологічні особливості, тип розвитку та структура рослини забезпечують ефективне використання ресурсів ґрунту та води. Розуміння будови та етапів розвитку дозволяє оптимізувати технологію вирощування та підвищити врожайність. Коренева система, листкова поверхня, генеративні органи та зимостійкість є ключовими чинниками продуктивності. Вивчення цих особливостей сприяє впровадженню науково обґрунтованих агротехнологій вирощування рижію озимого.

2.2. Описи препаратів використаних у дослідах

1. Гумат калію

Гумат калію - це водорозчинна калійна сіль гумінових кислот, отримана з органічної сировини, зокрема з леонардиту. Він є ефективним стимулятором росту рослин, що застосовується для передпосівної обробки насіння, підживлення рослин у вегетаційний період та обробки посадкового матеріалу. Препарат сприяє покращенню фізіологічних процесів у рослинах, підвищує їх стійкість до стресових факторів та сприяє кращому засвоєнню поживних речовин. Виробник: WormiFarm™ (Україна): Виготовляє гумат калію з багатокомпонентного вермикомпосту, при кавітаційній взаємодії з калієм. Продукція проходить потрійний ступінь фільтрації до 50 мікрон, що забезпечує високий коефіцієнт чистоти від нерозчинних речовин.

2. Епін-екстра

Епін-екстра - це регулятор росту рослин, що містить епібрассинолід (0,025 г/л), синтетичний аналог природного фітогормону. Він має сильну антистресову дію, підвищує стійкість рослин до несприятливих умов, таких як заморозки, засуха, хвороби та шкідники. Препарат стимулює проростання насіння, укорінення розсади, підвищує врожайність та покращує якість продуктї. Виробник: Препарат розроблений компанією НЕСТ-М (Україна), автор Н.М. Мальована.

3. Селеніт натрію

Селеніт натрію - це неорганічна сполука, що містить селен у формі натрієвої солі. Використовується як джерело селену для рослин, що сприяє підвищенню їх стійкості до стресових умов та покращенню якості продукції. Селеніт натрію також застосовується в медицині як добавка до раціону для підтримки імунної системи людини. Виробник: Biosyn Arzneimittel (Німеччина): Випускає препарат «Цефасель» у формі таблеток по 100 мкг, що містять селеніт натрію.

РОЗДІЛ 3
МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ
3.1. Агроекологічна характеристика зони досліджень

Дослідження проводились у зоні Лісостепу України, на території Уманського району, м. Умань, на дослідних полях Уманського інституту.

Географічне положення регіону характеризується помірно континентальним кліматом із середньорічною температурою близько +7,5–8,0 °С. Найтепліший місяць – липень із середньою температурою +20–21 °С, а найхолодніший – січень, коли середня температура становить близько -5 °С.

Тривалість вегетаційного періоду коливається в межах 190–210 днів, що дозволяє вирощувати широкий спектр сільськогосподарських культур. Середньорічна кількість опадів складає 500–600 мм, більшість з яких випадає у період активного росту культур – з травня по серпень.

Ґрунтовий покрив на дослідних полях представлений переважно опідзоленими чорноземами середньої та легкої суглинкової текстури з високим вмістом гумусу (3–5 %).

Реакція ґрунту нейтральна або слабокисла, а запаси фосфору середні, калію – достатні. Азот у ґрунті знаходиться в легкозасвоюваній формі переважно після внесення добрив. Ґрунти характеризуються хорошою водопроникністю та водозабезпеченістю в весняно-літній період, а глибокий ґрунтовий горизонт сприяє розвитку потужної кореневої системи культур.

Рельєф дослідних полів переважно рівнинний із незначним нахилом на схід та південний схід, що сприяє збереженню вологи та запобігає ерозії. Висота над рівнем моря становить близько 200–220 м. Сонячна радіація у літній період забезпечує активний фотосинтез рослин, а переважання західних та північно-західних вітрів впливає на мікроклімат полів. Зимовий період характеризується короткочасними відлигами та сніговим покривом 10–15 см, що сприяє накопиченню вологи та захищає ґрунт від морозів.

Природна флора регіону включає злакові та бобові культури, а також лугові й степові види, серед яких поширені бур’яни, такі як амброзія

полинолиста та осоти. Водні ресурси представлені малими річками та ставками, що забезпечують додаткову вологу, а за потреби застосовується іригація для цінних експериментальних культур.

Агроекологічні умови регіону сприятливі для вирощування рижію, сорго та озимих культур, оскільки шкідники та фітопатогени присутні у помірних кількостях, що дозволяє контролювати їх за допомогою передпосівної обробки насіння та агротехнічних заходів.

На дослідних полях систематично моніторяться метеорологічні показники, оцінюються впливи температури, вологості та освітленості на біометричні показники рослин. Вегетаційні умови дозволяють проводити експериментальні дослідження насіння та проростків з урахуванням впливу абіотичних і біотичних факторів. Система удобрення включає органічні та мінеральні добрива, які вносяться залежно від типу ґрунту та культури, що забезпечує стабільний рівень продуктивності рослин.

Таким чином, агроекологічна характеристика зони досліджень свідчить про високий потенціал продуктивності сільськогосподарських культур і дозволяє проводити комплексні наукові дослідження, отримувати репрезентативні дані та формувати практичні рекомендації щодо технології вирощування культур у регіоні.

3.2. Метеорологічні умови вегетаційного періоду

Уманський район, розташований у Лісостеповій зоні України, характеризується помірно континентальним кліматом. Середньорічна температура повітря за останні три роки становила близько +7,5–8,0 °C. Липень традиційно є найтеплішим місяцем, з середньою температурою +20–21 °C, тоді як січень — найхолоднішим, з середньою температурою близько -5 °C.

Вегетаційний період триває 190–210 днів, що є оптимальним для вирощування широкого спектра сільськогосподарських культур. Середньорічна кількість опадів за 2023–2025 роки коливалася в межах 500–600 мм, з піковими

значеннями в травні–серпні, що забезпечує достатню вологозабезпеченість для рослин у період активного росту.

Ґрунти дослідних полів представлені переважно опідзоленими чорноземами середньої та легкої суглинкової текстури з вмістом гумусу 3–5 %. Реакція ґрунту варіюється від нейтральної до слабокислої, що сприяє оптимальному засвоєнню елементів живлення рослинами. Запаси фосфору та калію в ґрунті є достатніми, тоді як азот знаходиться в легкозасвоюваній формі, переважно після внесення добрив.

Рельєф дослідних полів переважно рівнинний з незначним нахилом на схід та південний схід, що сприяє збереженню вологи та запобігає ерозії. Висота над рівнем моря становить близько 200–220 м. Сонячна радіація в літній період забезпечує активний фотосинтез рослин, а переважання західних та північно-західних вітрів впливає на мікроклімат полів.

Зимовий період характеризується короткочасними відлигами та сніговим покривом 10–15 см, що сприяє накопиченню вологи та захищає ґрунт від морозів. Природна флора регіону включає злакові та бобові культури, а також лугові й степові види, серед яких поширені бур’яни, такі як амброзія полинолиста та осоти.

Водні ресурси представлені малими річками та ставками, що забезпечують додаткову вологу, а за потреби застосовується іригація для цінних експериментальних культур. Агроекологічні умови регіону сприятливі для вирощування рижію, сорго та озимих культур, оскільки шкідники та фітопатогени присутні у помірних кількостях, що дозволяє контролювати їх за допомогою передпосівної обробки насіння та агротехнічних заходів.

На дослідних полях систематично моніторяться метеорологічні показники, оцінюються впливи температури, вологості та освітленості на біометричні показники рослин. Вегетаційні умови дозволяють проводити експериментальні дослідження насіння та проростків з урахуванням впливу абіотичних і біотичних факторів. Система удобрення включає органічні та мінеральні добрива, які вносяться залежно від типу ґрунту та культури, що забезпечує стабільний рівень продуктивності рослин.

Таким чином, агроекологічна характеристика зони досліджень свідчить про високий потенціал продуктивності сільськогосподарських культур і дозволяє проводити комплексні наукові дослідження, отримувати репрезентативні дані та формувати практичні рекомендації щодо технології вирощування культур у регіоні.

3.3. Схема досліду та методики проведення обліків і спостережень

У дослідах висівали рижій озимий (Camelina sativa (L.) Crantz) сорту Оксана, занесеного до Державного реєстру сортів рослин України, що характеризується високою адаптивністю до умов вирощування. Для передпосівної обробки насіння застосовували різні речовини — гумат калію, епін-екстра та селеніт натрію — у кількох концентраціях відповідно до експериментальної схеми, з метою оцінки їх впливу на початкові етапи росту та розвитку культури.

Схема досліду

Фактор А — Речовина для обробки насіння	Фактор В — Концентрація (%)
1. Контроль (без обробки)	—
2. Гумат калію	0,01 / 0,05 / 0,1
3. Епін-екстра	0,0001 / 0,0002 / 0,0004
4. Селеніт натрію	0,001 / 0,002 / 0,005

Облікова площа – 25 м², загальна площа ділянки – 50 м². Спосіб закладання – двофакторний польовий дослід за методом розщеплених ділянок із триразовим повторенням.

У дослідження визначали такі показники продуктивності згідно загальноприйнятих методик:

Фенологічні фази розвитку рижію озимого:

1. Сходи — поява проростків на поверхні ґрунту.
2. Фаза розетки — утворення 3–6 справжніх листків, формування прикореневої розетки.
3. Кущення — розвиток бокових пагонів, формування стеблостою.

4. Стеблування — витягування головного та бічних пагонів у висоту.
5. Бутонизація — закладка й розвиток квіткових бруньок.
6. Цвітіння — розкриття квіток, активне запилення.
7. Формування та налив насіння — утворення стручків, накопичення маси насіння.
8. Достигання — пожовтіння стебел і листків, стиглість насіння.
9. Повна стиглість — готовність рослин до збирання [42].

1. Польова схожість та густота рослин

- Польову схожість визначають через 7–10 днів після сівби, обліковуючи кількість проростих рослин на площі 1 м² у 4–5 повтореннях.
- Густоту рослин перед збиранням встановлюють за допомогою рамки 1×1 м у трьох точках кожної ділянки [43].

2. Тривалість вегетаційного періоду

- Обліковується початок сходів, фази стеблування, бутонізації, цвітіння, наливу та повної стиглості насіння.
- Фіксується тривалість у днях для кожного варіанта обробки насіння [44].

3. Формування листкової поверхні та фотосинтетична продуктивність

- Площа листкової поверхні визначається методом відбору зразків по 5 рослин із ділянки, з наступним обрахунком за довжиною та шириною листків (коефіцієнт 0,75).
- Чисту продуктивність фотосинтезу розраховують за приростом сухої маси рослин у міжфазні періоди розвитку [45].

4. Заселеність шкідниками та ураженість хворобами

- Облік шкідників проводять шляхом візуального огляду 10–20 рослин у кожному варіанті досліду з визначенням чисельності та видового складу.
- Ураженість хворобами встановлюють за оціночною шкалою у відсотках ураженої площі листків чи стебел [46].

5. Бур’яни у посівах

- Видовий склад і кількість бур’янів визначають на площі 0,25 м² (рамка 0,5×0,5 м) у трьох місцях ділянки.
- Облік проводять у фазі стеблування та перед збиранням [47].

6. Урожайність та структура врожаю

- Урожай збирають із облікової площі ділянки (4–10 м²) із наступним перерахунком на гектар.
- Структуру врожаю встановлюють за такими показниками: кількість стручків на рослину, кількість насінин у стручку, маса 1000 насінин [48].

7. Економічна та енергетична оцінка

- Розрахунок проводиться на основі фактичної урожайності та вартості додаткових витрат на обробку насіння.
- Визначають рівень рентабельності та енергетичний коефіцієнт ефективності для кожного варіанта [49].

3.4. Технологія вирощування рижію озимого в польових дослідах

Дослідження проводили із дотриманням загальноприйнятих технологічних вимог до вирощування рижію озимого, адаптованих під умови дослідного поля.

Попередник культури: пшениця озима.

Передпосівна обробка насіння.

Насіння рижію озимого обробляли біологічно активними речовинами: гумат калію, епін-екстра, селеніт натрію у визначених концентраціях. Обробку здійснювали шляхом замочування на 30 хвилин з подальшим підсушуванням до сипучості. Агрегати: контейнер для замочування, вентиляторна сушильна шафа.

Обробіток ґрунту перед сівбою:

- Основний обробіток: плуг ПН-3 на глибину 22–25 см. Передпосівна культивація: дискова борона БДТ-7.

Сівба:

Глибина загортання насіння: 2–3 см.Норма висіву: 6–7 млн схожих насінин на гектар. Агрегати: малогабаритна зернова сівалка СЗ-3,6, рейки для вирівнювання ґрунту.

Догляд за посівами:

Міжрядний обробіток: мотокультиватор КМ-3 на глибину 5–7 см. Прополка бур’янів: ручний сап. Обліки густоти та польової схожості: рамка 1×1 м у трьох точках на ділянці.

Перезимівля та весняна вегетація:

Визначення збережених рослин, густоти стояння після перезимівлі. Спостереження за фазами розвитку: стеблування, бутонізація, цвітіння, налив, достигання. Агрегати: рамки 1×1 м, маркери для виділення контрольних ділянок.

Формування врожаю:

Вимірювання площі листкової поверхні та фотосинтетичної продуктивності. Встановлення кількості стручків на рослину, насінин у стручку, маси 1000 насінин. Агрегати: планіметр для листків, секатори для відбору рослин, ваги для зважування.

Збирання врожаю:

Урожайність перераховували на гектар. Агрегати:пряме комбійнування, сушильна шафа для підсушування насіння, лабораторні ваги, сито для очищення насіння.

РОЗДІЛ 4
ПРОДУКТИВНІСТЬ РИЖІЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

4.1. Польова схожість, густота стояння та фази розвитку рижію озимого

Обробка насіння рижію озимого різними стимуляторами росту позитивно вплинула на польову схожість та густоту стояння рослин.

Досліджено, що обробка насіння рижію озимого перед сівбою сприяла покращенню польової схожості, що свідчить про підвищення енергії проростання насіння під дією біостимуляторів. Найефективнішим серед досліджених препаратів виявився Гумат калію, який забезпечив найвищі показники схожості та густоти стояння. Препарат Епін-екстра також позитивно вплинув на проростання, особливо у вищих концентраціях, забезпечуючи дружні та вирівняні сходи. Селеніт натрію діяв дещо слабше, однак перевищував контроль, що підтверджує його стимулювальну роль у початкових фазах розвитку. У цілому, застосування біостимуляторів є ефективним елементом технології вирощування рижію озимого, спрямованим на підвищення продуктивності посівів.

У всіх дослідних варіантах спостерігалося підвищення цих показників порівняно з контролем, де схожість становила 82 %, а густота — 220 рослин/м².

Найвищі результати забезпечив Гумат калію 0,1 %, за якого польова схожість досягала 91 %, а густота стояння — 255 рослин/м².

Дослідженнями встановлено, що всі концентрації гумату калію підвищують схожість порівняно з контролем. Найвищий ефект спостерігається при 0,1 %, коли схожість досягає 91 %.

Дещо нижчі, але також високі значення відмічено при застосуванні Епін-екстра 0,0004 % (90 % і 250 рослин/м² відповідно).

Селеніт натрію проявив стимулювальну дію при концентрації 0,005 %, забезпечивши схожість 89 % та густоту 248 рослин/м². Збільшення концентрації препаратів у межах досліду, як правило, супроводжувалося поступовим

зростанням показників. Це свідчить про дозозалежний ефект біостимуляторів на енергію проростання насіння.

Отримані дані підтверджують доцільність використання біопрепаратів для підвищення посівних якостей рижію озимого. Їх застосування сприяє формуванню дружних сходів, рівномірному розвитку рослин і оптимальній густоті стояння у фазі весняної вегетації (табл..1).

Таблиця 1

Вплив обробки насіння на польову схожість та густоту стояння рижію озимого, %

Варіант обробки	Концентрація (%)	Польова схожість (%)	Густота стояння (рослин/м²)
Контроль	—	82	220
Гумат калію	0,01	86	230
	0,05	89	245
	0,1	91	255
Епін-екстра	0,0001	85	228
	0,0002	88	240
	0,0004	90	250
Селеніт натрію	0,001	84	225
	0,002	87	238
	0,005	89	248

Обробка насіння рижію озимого стимуляторами росту позитивно вплинула на польову схожість і густоту стояння рослин порівняно з контролем. Найвищі показники отримано за використання Гумату калію 0,1 % - схожість 91 % і густота стояння 255 рослин/м².

Дещо нижчі, але стабільно високі результати забезпечував Епін-екстра 0,0004 % та Селеніт натрію 0,005 %**.** Усі варіанти обробки перевищували контроль на 3–9 %. Застосування біостимуляторів сприяє підвищенню енергії проростання та формуванню дружних, вирівняних сходів рижію озимого (табл.2).

Таблиця 2

Статистичні показники польової схожості та густоти стояння рижію озимого

Показник	Польова схожість, %	Густота стояння, рослин/м²
Середнє ($\bar{x}$)	87,9	239,0
Мінімум	82	220
Максимум	91	255
Стандартне відхилення (σ)	2,93	11,9
Коефіцієнт варіації (V, %)	3,33	4,98

Обробка насіння рижію озимого стимулювала розвиток рослин на всіх фазах онтогенезу за ВВСН-шкалою. Порівняно з контролем, рослини з обробленим насінням швидше проходили фази кущіння, бутонізації та цвітіння (табл.3).

Таблиця 3

Вплив обробки насіння на фази розвитку рижію озимого (по ВВСН-шкалі)

Варіант обробки	Концентрація (%)	Сходи (ВВСН 0–09)	Кущіння (ВВСН 10–19)	Бутонізація (ВВСН 50–59)	Цвітіння (ВВСН 60–69)
Контроль	—	7	12	25	10
Гумат калію	0,01	8	14	27	12
	0,05	9	16	30	14
	0,1	9	17	32	15
Епін-екстра	0,0001	8	15	28	13
	0,0002	9	16	31	14
	0,0004	9	17	33	16
Селеніт натрію	0,001	8	14	28	12
	0,002	9	16	31	14
	0,005	9	17	33	15

Найвищі показники розвитку спостерігалися у варіантах **з** Гуматом калію 0,1 % та Епіном-екстра 0,0004 %**,** де значення у фазі бутонізації та цвітіння досягали 32–33 та 15–16 балів відповідно. Обробка Селенітом натрію також

сприяла активнішому росту, хоча її ефект був дещо слабшим. Загалом, усі біостимулятори забезпечували прискорення ростових процесів і підвищення інтенсивності розвитку рослин порівняно з контролем (табл.3).

Таким чином, Гумат калію – ефективний для забезпечення дружніх сходів і високої густоти стояння; стимулює швидкий початковий ріст. Епін-екстра – найсильніший стимулятор ранніх фаз розвитку та підвищення стресостійкості; рекомендований при несприятливих умовах. Селеніт натрію – помірно стимулює ріст, але суттєво покращує стійкість до стресу та підвищує якість насіння, особливо в генеративних фазах.

4.2. Вплив досліджуваних чинників на морфометричні показники та тривалість вегетації

Обробка насіння рижію озимого різними стимуляторами росту та мікроелементами мала помітний вплив на морфометричні показники та тривалість вегетації.

У контролі (без обробки) середня висота рослини становила 65 см, кількість стебел – 2,5 шт. на рослину, довжина листка – 6,2 см, ширина – 1,5 см. При обробці гуматом калію спостерігалося чітке стимулююче діюче.

Висота рослин збільшилася до 75 см при максимальній концентрації 0,1 %, кількість стебел зросла до 3,5 шт., довжина листка – до 7,0 см, ширина – до 1,8 см. Уже при концентрації 0,05 % рослини досягали висоти 72 см і формували 3,3 стебла на рослину, що демонструє дозозалежний ефект стимуляції росту.

Епін-екстра також ефективно стимулював розвиток рижію озимого, особливо у ранніх фазах. При концентрації 0,0004 % висота рослин досягала 74 см, кількість стебел становила 3,5 шт., довжина листка – 7,2 см, ширина – 1,8 см. Середня концентрація 0,0002 % забезпечувала висоту 70 см і 3,2 стебла на рослину.

Обробка селенітом натрію мала помірний стимулюючий ефект на морфометрію, але суттєво впливала на генеративні процеси. При концентрації

0,005 % висота рослин становила 73 см, кількість стебел – 3,4 шт., довжина листка – 7,1 см, ширина – 1,8 см (табл.4).

Таблиця 4

Вплив обробки насіння на морфометричні показники рижію озимого, см

Варіант обробки	Концентрація (%)	Висота рослини (см)	Кількість стебел/рослину	Довжина листка (см)	Ширина листка (см)
Контроль	—	65	2,5	6,2	1,5
Гумат калію	0,01	68	3,0	6,5	1,6
	0,05	72	3,3	6,8	1,7
	0,1	75	3,5	7,0	1,8
Епін-екстра	0,0001	67	3,0	6,6	1,6
	0,0002	70	3,2	6,9	1,7
	0,0004	74	3,5	7,2	1,8
Селеніт натрію	0,001	66	2,8	6,5	1,6
	0,002	69	3,1	6,8	1,7
	0,005	73	3,4	7,1	1,8

Обробка насіння рижію озимого стимулювала ріст рослин і покращила основні морфометричні показники. Найвищі значення висоти (75 см), кількості стебел (3,5 шт/рослину) та розмірів листків отримано за використання Гумату калію 0,1 % і Епіну-екстра 0,0004 % (табл..5).

Таблиця 5

Статистичні показники морфометричних параметрів рижію озимого

Показник	Висота рослини, см	Кількість стебел, шт/росл.	Довжина листка, см	Ширина листка, см
Середнє ($\bar{x}$)	69,9	3,14	6,79	1,69
Мінімум	65	2,5	6,2	1,5
Максимум	75	3,5	7,2	1,8
Стандартне відхилення (σ)	3,22	0,29	0,29	0,10

Таким чином, усі дослідні варіанти перевищували контроль за всіма параметрами, що свідчить про активізацію ростових процесів. Селеніт натрію також мав позитивний вплив, хоча дещо поступався іншим біостимуляторам. Загалом, застосування регуляторів росту сприяло формуванню більш потужних і розвинених рослин рижію озимого.

Досліджено, що при обробці гуматом калію загальна тривалість вегетації від сходів до цвітіння становила 65 днів, при цьому фаза сходи–кущіння тривала 15 днів, кущіння–бутонізація – 35 днів, бутонізація–цвітіння – 15 днів. Епін-екстра - загальна тривалість вегетації скоротилася до 55 днів, а фази розвитку були більш інтенсивними порівняно з контролем.

Обробка селенітом натрію вегетаційний період скоротився до 56 днів, фаза сходи–кущіння тривала 13 днів, кущіння–бутонізація – 31 день, бутонізація–цвітіння – 12 днів.

Вегетаційний період скоротився до 54 днів, фаза сходи–кущіння тривала 12 днів, кущіння–бутонізація – 30 днів, бутонізація–цвітіння – 12 днів (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив обробки насіння на тривалість вегетації рижію озимого, дні

Варіант обробки	Концентрація (%)	Сходи–кущіння	Кущіння–бутонізація	Бутонізація–цвітіння	Загальна тривалість вегетації
Контроль	—	15	35	15	65
Гумат калію	0,01	14	33	14	61
	0,05	13	32	13	58
	0,1	12	30	12	54
Епін-екстра	0,0001	14	34	14	62
	0,0002	13	32	13	58
	0,0004	12	31	12	55
Селеніт натрію	0,001	15	33	14	62
	0,002	14	32	13	59
	0,005	13	31	12	56

Таким чином, усі досліджувані речовини покращували морфометричні показники рижію озимого та скорочували тривалість вегетації порівняно з контролем.

Найбільш виражене стимулююче зростання спостерігалося при використанні Гумату калію та Епін-екстра, тоді як Селеніт натрію забезпечував більш рівномірний розвиток генеративних органів і підвищував стресостійкість рослин.

4.3. Ураження хворобами і заселеність шкідниками залежно від варіантів досліду

Аналіз результатів досліду свідчить, що обробка насіння регуляторами росту та мікроелементами сприяла зниженню рівня ураження рослин хворобами порівняно з контролем.

У варіанті без обробки ураженість становила 28% рослин, а індекс ураження - 0,72.

Застосування гумату калію у концентрації 0,01% знизило ураженість до 22%, а у варіанті 0,05% показники були найнижчими (16% та індекс 0,41). Подальше збільшення концентрації до 0,1% істотно не підвищувало ефективність (18% і 0,46).

Обробка насіння епіном-екстра у концентрації 0,0001% зменшила ураженість до 20%, проте найкращий результат зафіксовано за концентрації 0,0002% — лише 14% рослин із проявами хвороб та мінімальний індекс ураження 0,36. Подальше підвищення дози (0,0004%) не дало значних переваг.

Найбільш чіткий захисний ефект проявив селеніт натрію у концентрації 0,002%: ураженість знизилася до 13% при індексі 0,34. Менші чи більші дози поступалися за ефективністю (табл. 7).

Отримані результати свідчать, що передпосівна обробка насіння рижію озимого стимулює підвищення імунітету рослин і пригнічує розвиток патогенів. Усі застосовані біопрепарати позитивно впливали на фітосанітарний стан посівів порівняно з контролем, забезпечуючи зниження рівня

захворюваності на 25–55%. Загалом, найефективнішими виявилися середні концентрації препаратів, що підтверджує доцільність оптимізації доз для досягнення максимального захисного ефекту без перевитрати діючих речовин (табл..7).

Таблиця 7

Ураження хворобами рижію озимого залежно від варіанта обробки насіння, %

Варіант (А)	Концентрація (В), %	Ураженість, % рослин	Індекс ураження (0–4)
Контроль	—	28	0,72
Гумат калію	0,01	22	0,58
	0,05	16	0,41
	0,10	18	0,46
Епін-екстра	0,0001	20	0,52
	0,0002	14	0,36
	0,0004	15	0,38
Селеніт натрію	0,001	19	0,49
	0,002	13	0,34
	0,005	17	0,44

Таким чином, оптимальними для зниження хвороб виявилися епін-екстра (0,0002%) та селеніт натрію (0,002%)**,** що дозволило зменшити рівень ураженості більш ніж удвічі порівняно з контролем.

Обробка насіння рижію озимого суттєво знижувала ураження рослин хворобами. У контролі ураженість становила 28 %, тоді як у дослідних варіантах вона зменшувалася до 13–22 %. Найкращий фітосанітарний ефект забезпечив Селеніт натрію 0,002 % (ураженість 13 %, індекс 0,34) та Епін-екстра 0,0002 % (14 %, індекс 0,36). Препарат Гумат калію 0,05 % також проявив помітну захисну дію, знижуючи індекс ураження до 0,41. Застосування біостимуляторів покращує загальний стан рослин, підвищує їхню стійкість до патогенів і сприяє формуванню здорового агроценозу (табл. 8).

Таблиця 8

Статистичні показники ураження рижію озимого хворобами

Показник	Ураженість, % рослин	Індекс ураження (0–4)
Середнє (x̄)	18,3	0,46
Мінімум	13	0,34
Максимум	28	0,72
Стандартне відхилення (σ)	4,40	0,12
Коефіцієнт варіації (V, %)	24,0	26,1

Фітосанітарні спостереження показали значний вплив передпосівної обробки на чисельність та шкодочинність основних шкідників — капустяної попелиці та хрестоцвітих блішок.

У контрольному варіанті попелиця заселяла 42% рослин із середньою кількістю 35 екземплярів на одну рослину. Блішки пошкодили 31% посівів із середнім балом ушкодження 1,4 (табл.9).

Таблиця 9

Заселеність шкідниками (капустяна попелиця, хрестоцвіті блішки) залежно від варіанта обробки, %

Варіант (А)	Конц. (В), %	Попелиця: % рослин із колоніями	Попелиця: екз./рослину (середнє)	Блішки: % ушкоджених рослин	Блішки: бал ушкодження (0–3)
Контроль	—	42	35	31	1,4
Гумат калію	0,01	33	24	24	1,1
	0,05	25	18	18	0,9
	0,10	27	19	20	1,0
Епін-екстра	0,0001	29	21	21	1,0
	0,0002	20	14	15	0,8
	0,0004	22	15	16	0,8
Селеніт натрію	0,001	26	20	19	0,9
	0,002	19	13	14	0,7
	0,005	23	16	17	0,8

Обробка насіння гуматом калію (0,05%) знизила заселеність попелицею до 25% і чисельність до 18 екз./росл., при цьому пошкодження блішками зменшилися до 18% (бал 0,9). Варіант 0,1% був менш ефективним.

Найбільш відчутний ефект отримано від застосування епіну-екстра у концентрації 0,0002%**:** лише 20% рослин були заселені попелицею з чисельністю 14 екз./росл., а блішки пошкодили 15% рослин (бал 0,8).

Ще сильніше зниження чисельності шкідників відмічено у варіанті із селенітом натрію 0,002%**:** попелиця — 19% рослин при 13 екз./росл., блішки — 14% ушкоджених рослин із найнижчим середнім балом 0,7 (табл.9).

Таким чином, передпосівна обробка насіння окремими регуляторами росту та мікроелементами не лише покращувала стан рослин, а **й** стримувала розвиток шкідливих організмів**.**

Найбільшу ефективність показали епін-екстра (0,0002%) та селеніт натрію (0,002%), що забезпечило скорочення чисельності шкідників у 2–2,5 рази відносно контролю.

Результати досліджень показали, що обробка насіння зменшувала заселеність посівів рижію озимого основними шкідниками.

У контролі частка рослин із колоніями попелиці становила 42 %, тоді як у варіантах із біостимуляторами - лише 19–33 %.

Найменше пошкодження фіксували за дії Селеніту натрію 0,002 % та Епіну-екстра 0,0002 %**,** де кількість попелиць становила 13–14 екз./рослину, а ушкодження блішками — лише 0,7–0,8 бала.

Гумат калію 0,05 % також істотно зменшував шкодочинність обох видів комах.

Застосування стимуляторів росту підвищувало стійкість рослин до стресових факторів і знижувало привабливість посівів для фітофагів.

Таким чином, як показують проведені дослідження передпосівна обробка насіння є ефективним профілактичним заходом у системі захисту рижію озимого (табл. 10).

Таблиця 10

Статистичні показники заселеності рижію озимого шкідниками

Показник	Попелиця: % рослин із колоніями	Попелиця: екз./рослину	Блішки: % ушкоджених рослин	Блішки: бал ушкодження (0–3)
Середнє ($\bar{x}$)	26,0	19,5	19,5	0,98
Мінімум	19	13	14	0,7
Максимум	42	35	31	1,4
Стандартне відхилення (σ)	6,95	6,50	5,45	0,21
Коефіцієнт варіації (V, %)	26,7	33,3	27,9	21,4

Отже, передпосівна обробка насіння рижію озимого регуляторами росту та мікроелементами ефективно знижує заселеність рослин шкідниками і рівень їх пошкодження. Найвищу біологічну ефективність забезпечили епін-екстра (0,0002%) та селеніт натрію (0,002%), що підвищує стійкість рослин і сприяє збереженню врожаю.

4.4. Стан забур’яненості посівів у фазі повного кущення та на початку цвітіння

Встановлено, що інтенсивність забур’яненості мала істотну залежність від виду застосованої речовини та її концентрації.

У фазі повного кущення найбільша кількість бур’янів спостерігалася у контролі (без обробки), що свідчить про знижену конкурентоспроможність рослин без стимулюючого впливу регуляторів росту.

Обробка насіння гуматом калію у концентраціях 0,05–0,1% сприяла формуванню більш розвиненого листкового апарату, завдяки чому зменшувалася кількість бур’янів на одиницю площі. Подібна тенденція

простежувалась і при застосуванні епіну-екстра та селеніту натрію, особливо у середніх та вищих концентраціях (табл.11).

Таблиця 11

Стан забур'яненості посівів у фазі повного кущення залежно від передпосівної обробки насіння

Варіант досліду	Концентрація	Кількість бур'янів, шт./м²	Проективне покриття, %
Контроль	—	124	32
Гумат калію	0,01	105	28
	0,05	92	24
	0,1	96	25
Епін-екстра	0,0001	101	26
	0,0002	85	21
	0,0004	88	22
Селеніт натрію	0,001	99	27
	0,002	82	20
	0,005	87	22

Передпосівна обробка насіння рижію озимого різними препаратами суттєво впливала на рівень забур'яненості посівів у фазі початку цвітіння. У контрольному варіанті спостерігали найвищу кількість бур'янів - 138 шт./м² при проективному покритті 36%.

Застосування гумату калію сприяло зменшенню кількості бур'янів до 101–118 шт./м² залежно від концентрації, а найкращий результат отримано за дози 0,05%.

Обробка насіння епіном-екстра в концентрації 0,0002% також виявилася ефективною - кількість бур'янів знизилася до 95 шт./м², а проективне покриття становило лише 22%.

Схожий результат забезпечив селеніт натрію 0,002%, при якому кількість бур'янів зменшилась до 90 шт./м² і проективне покриття до 21%. Збільшення концентрацій понад оптимальні не давало суттєвих переваг (табл. 12).

Таблиця 12

Стан забур’яненості посівів на початку цвітіння залежно від передпосівної обробки насіння

Варіант досліду	Концентрація	Кількість бур’янів, шт./м²	Проективне покриття, %
Контроль	—	138	36
Гумат калію	0,01	118	30
	0,05	101	25
	0,1	106	27
Епін-екстра	0,0001	112	28
	0,0002	95	22
	0,0004	98	23
Селеніт натрію	0,001	110	29
	0,002	90	21
	0,005	94	23

Отже, передпосівна обробка насіння підвищувала конкурентоздатність рослин рижію щодо бур’янів і сприяла формуванню чистіших посівів. Найвищу ефективність у зниженні забур’яненості показали епін-екстра (0,0002%) та селеніт натрію (0,002%).

Передпосівна обробка насіння рижію озимого сприяла істотному зниженню забур’яненості посівів порівняно з контролем.

Найвищу ефективність показали препарати епін-екстра (0,0002%) та селеніт натрію (0,002%), які зменшили кількість бур’янів до 90–95 шт./м² та проективне покриття до 21–22%.

Гумат калію у концентрації 0,05% також позитивно вплинув, зменшуючи забур’яненість на 27% відносно контролю.

Підвищення концентрацій препаратів понад оптимальні не призводило до подальшого зменшення кількості бур’янів.

Отже, обробка насіння стимуляторами росту одночасно посилює конкурентоспроможність культурних рослин і стримує розвиток бур’янів (табл. 13).

Таблиця 13

Статистичні показники стану забур'яненості посівів рижію озимого залежно від передпосівної обробки насіння

Показник	Мінімальне значення	Максимальне значення	Середнє значення	Середнє відхилення	Найефективніший варіант
Кількість бур'янів, шт./м²	90	138	107	±14,6	Селеніт натрію 0,002%
Проективне покриття, %	21	36	26	±4,9	Селеніт натрію 0,002%

Таким чином, дані таблиць підтверджують доцільність застосування біологічно активних речовин у передпосівній обробці насіння, що дозволяє значною мірою знизити рівень забур'яненості посівів і підвищити їхню продуктивність.

4.5. Урожайність насіння рижію озимого залежно від передпосівної обробки насіння

Дані таблиць свідчать, що передпосівна обробка насіння рижію озимого різними біологічно активними речовинами позитивно вплинула на рівень урожайності.

У контрольному варіанті (без обробки) урожайність становила 1,25–1,32 т/га, що було найнижчим показником у досліді.

Застосування гумату калію забезпечувало приріст урожайності порівняно з контролем на 0,17–0,42 т/га залежно від концентрації, причому максимальний ефект спостерігався за концентрації 0,1% (1,62–1,74 т/га).

Обробка насіння препаратом Епін-екстра також підвищувала продуктивність посівів.

Найбільш ефективною виявилася концентрація 0,0004%, за якої врожайність досягала 1,60–1,70 т/га, що на 20–28% перевищувало контроль (рис.1).

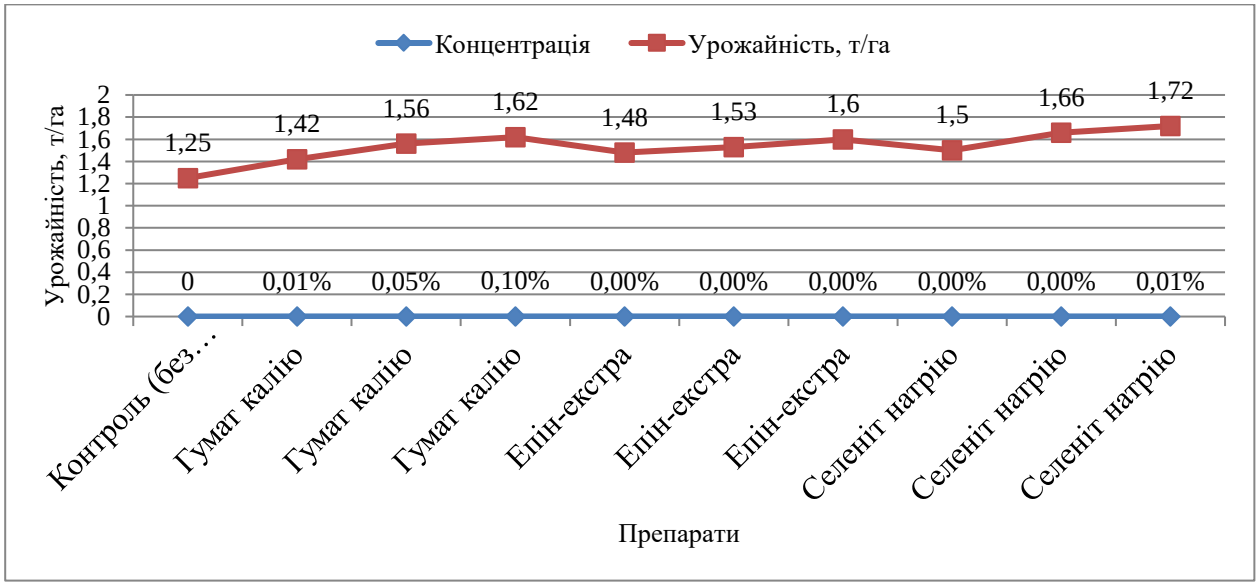


Рис.1. Урожайність насіння рижію озимого у фазі повного кущення залежно від передпосівної обробки насіння, т/га

Високі результати забезпечило й використання селеніту натрію. Уже мінімальна концентрація (0,001%) підвищувала врожайність на 0,23–0,26 т/га порівняно з контролем, а максимальна (0,005%) забезпечила найвищий показник урожайності — 1,72–1,82 т/га, що перевищувало контроль на 37–38% (рис.2).

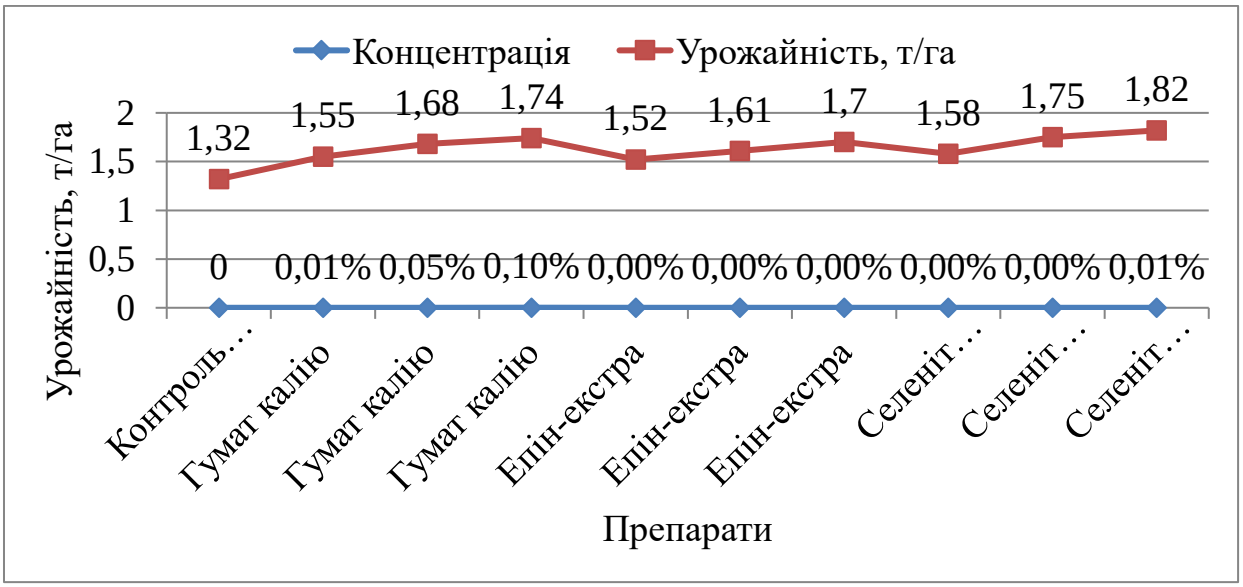


Рис.2. Урожайність насіння рижію озимого на початку цвітіння залежно від передпосівної обробки насіння, т/га

Отже, найефективнішим варіантом передпосівної обробки насіння рижію озимого виявився селеніт натрію у концентрації 0,005%, тоді як серед біостимуляторів рослин росту кращий результат показав гумат калію (0,1%).

Урожайність насіння рижію озимого підвищувалася при всіх видах передпосівної обробки порівняно з контролем.

Контрольна рослина без обробки мала урожайність 1,25 т/га у фазі повного кущення та 1,32 т/га на початку цвітіння.

Обробка гуматом калію підвищила урожайність до 1,62 т/га у фазі кущення та до 1,74 т/га на початку цвітіння (концентрація 0,1%).

Епін-екстра у концентрації 0,0004% дав урожай 1,60 т/га у фазі кущення та 1,70 т/га на початку цвітіння.

Селеніт натрію у концентрації 0,005% забезпечив найвищу продуктивність: 1,72 т/га у фазі кущення і 1,82 т/га на початку цвітіння.

Навіть найменші концентрації біостимуляторів показували приріст урожайності на 8–13% порівняно з контролем.

На початку цвітіння урожайність була вищою на 0,05–0,10 т/га у всіх оброблених варіантах порівняно з фазою повного кущення.

Загалом, селеніт натрію та гумат калію демонструють найбільш виражений стимулюючий ефект, що підтверджується цифровими даними (табл. 14).

Таблиця 14

Статистичні показники урожайності культури, т/га

Варіант (речовина)	Концентрація	Урожайність у фазі повного кущення, т/га	Урожайність на початку цвітіння, т/га
Контроль	–	1,25	1,32
Гумат калію	0,01%	1,42	1,55
	0,05%	1,56	1,68
	0,1%	1,62	1,74
Епін-екстра	0,0001%	1,48	1,52
	0,0002%	1,53	1,61
	0,0004%	1,60	1,70
Селеніт натрію	0,001%	1,50	1,58
	0,002%	1,66	1,75
	0,005%	1,72	1,82

Найбільший ефект на обох фазах розвитку спостерігався при обробці селенітом натрію у концентрації 0,005%. Гумат калію також показав стабільне підвищення урожайності, причому вищі концентрації давали кращий результат.

Епін-екстра помірно збільшував урожайність, ефект зростання спостерігався при підвищенні концентрації. На початку цвітіння урожайність була трохи вищою, ніж у фазі повного кущення для всіх варіантів. Результати свідчать про позитивний вплив біостимуляторів і мікроелементів на продуктивність рижію. Селекційно-агротехнічна обробка насіння дозволяє ефективно підвищувати урожайність насіння в різних фазах розвитку культури.

4.6. Структура врожаю і якісні показники пр. и різних варіантах обробки насіння рижію озимого

За результатами досліджень встановлено, що маса 1000 насінин рижію озимого змінювалася залежно від передпосівної обробки насіння. У контролі вона становила 1,28 г, тоді як використання гумату калію сприяло зростанню цього показника на 3,1–10,2 % (1,32–1,41 г).

Обробка епіном-екстра підвищила масу насіння до 1,39 г, що на 8,6 % більше порівняно з контролем. Найвищий показник отримано при застосуванні селеніту натрію у концентрації 0,005 %, де маса 1000 насінин досягала 1,46 г, що перевищувало контроль на 14,1 %.

Таким чином, обробка регуляторами росту та мікроелементами істотно вплинула на формування повноцінного насіння. Приріст маси насіння свідчить про підвищення їх енергії проростання та потенціалу продуктивності рослин. Найбільш ефективним варіантом була обробка селенітом натрію, що вказує на важливість мікроелементного живлення в агротехніці рижію.

Ефект гумату калію проявлявся більш рівномірно, підвищуючи масу насіння в усіх досліджених концентраціях. Використання епіну-екстра також сприяло підвищенню показника, проте в меншій мірі, ніж селеніт. Отже, застосування біостимуляторів і мікроелементів є ефективним заходом для формування якісного та високопродуктивного насіння рижію озимого(рис.3).

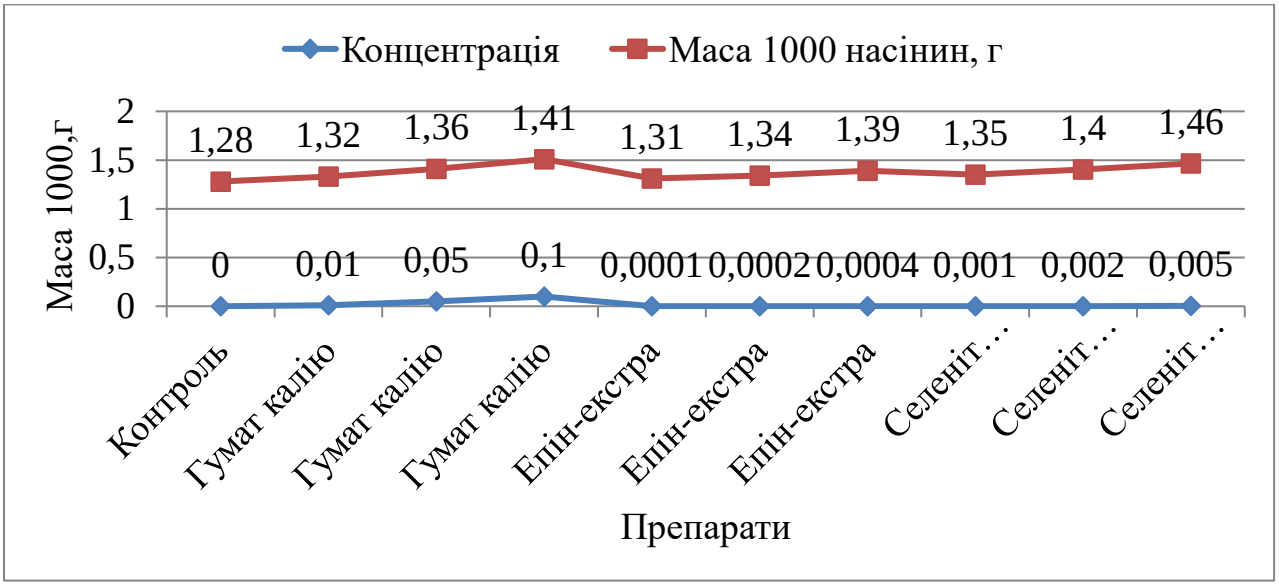


Рис. 3. Вплив передпосівної обробки насіння на масу 1000 насінин рижію озимого, г

Кількість стручків на рослині варіювала від 95 шт. у контролі до 118 шт. у варіанті з селенітом натрію (0,005 %). Обробка гуматом калію забезпечила зростання цього показника на 7,4–20,0 % (102–114 шт.), тоді як епін-екстра підвищував кількість стручків до 112 шт., що на 17,9 % більше, ніж у контролі. Найефективнішим виявився селеніт натрію, який забезпечив приріст кількості стручків на 12,1–24,2 %. Це свідчить про позитивний вплив стимуляторів росту на закладання генеративних органів та реалізацію продуктивного потенціалу культури (рис.4).

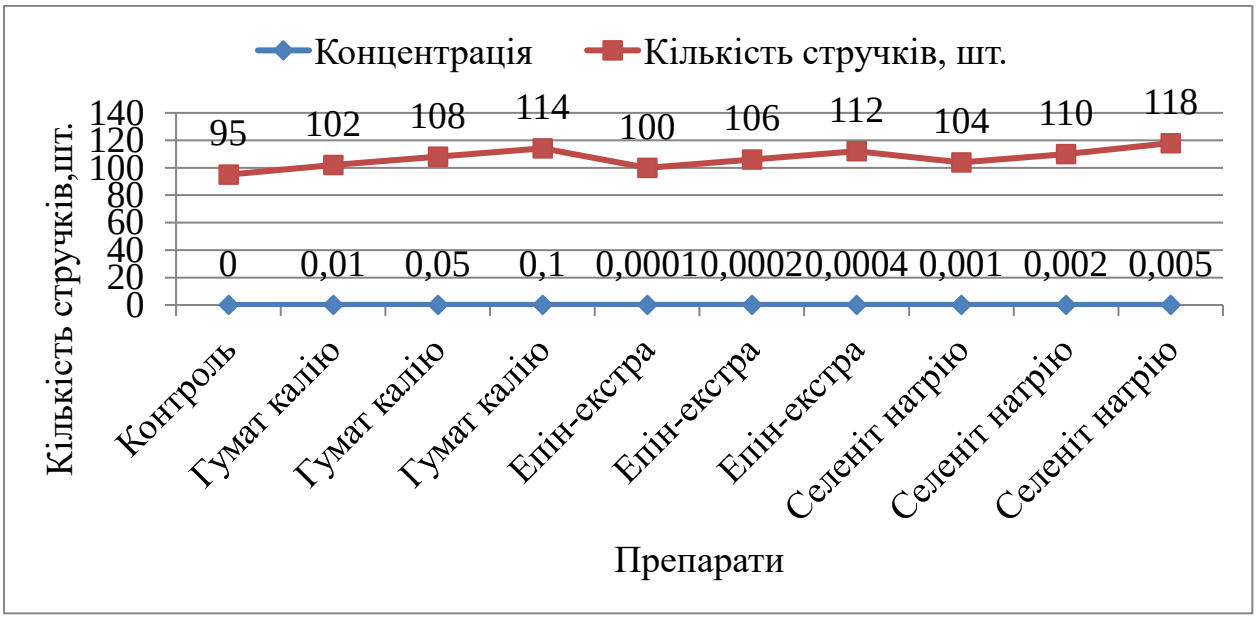


Рис.4. Кількість стручків на рослині рижію озимого залежно від передпосівної обробки, шт.

Вміст олії в насінні рижію озимого істотно залежав від обробки насіння. У контролі він становив лише 36,8 %. Використання гумату калію підвищувало цей показник на 1,9–5,7 % (37,5–38,9 %), а епін-екстра забезпечував приріст до 38,7 %, що на 5,2 % більше контролю.

Найвищі значення відмічені у варіантах з селенітом натрію, де вміст олії зростав до 39,8 %, що перевищувало контроль на 8,2 %. Це свідчить про те, що мікроелементні препарати більш суттєво впливали на синтез та накопичення олії у насінні(рис.5).

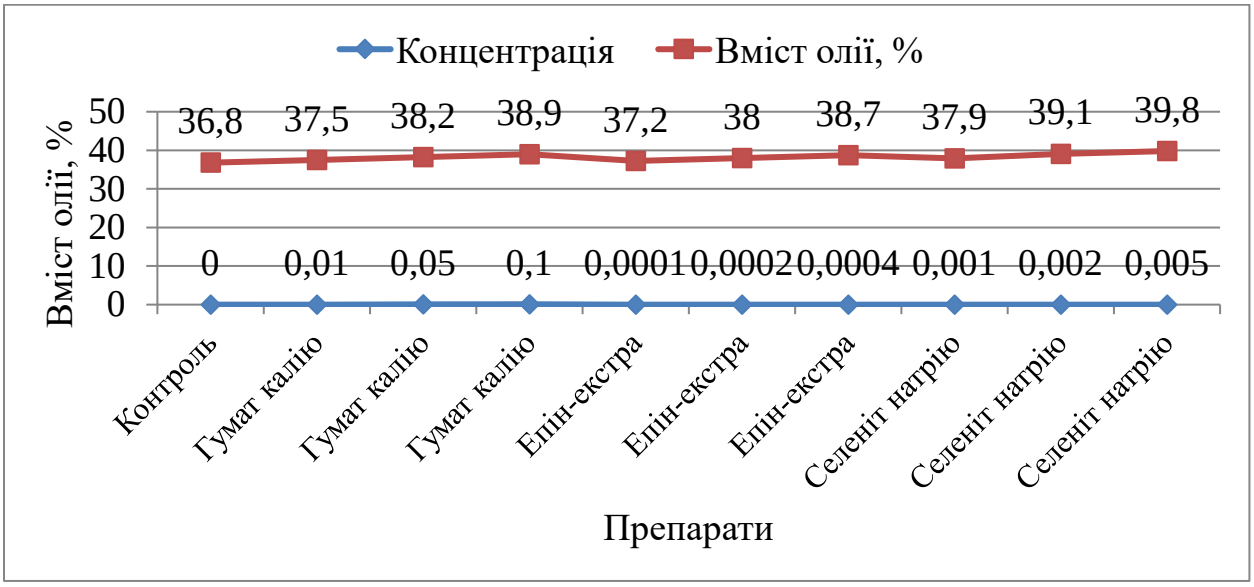


Рис.5. Вплив передпосівної обробки на вміст олії в насінні рижію озимого, %

Паралельно зі збільшенням вмісту олії зростав і показник олійності насіння.

У контролі він складав 368 кг/т, тоді як гумат калію забезпечив підвищення цього значення до 375–389 кг/т, що на 1,9–5,7 % більше.

Обробка епіном-екстра збільшувала олійність до 387 кг/т, перевищуючи контроль на 5,2 %.

Максимальний показник отримано у варіанті з селенітом натрію (0,005 %), де олійність становила 398 кг/т, що на 8,2 % більше порівняно з необробленим варіантом. Таким чином, застосування регуляторів росту і мікроелементів мало чіткий позитивний вплив на якісні характеристики насіння рижію озимого (рис.6).

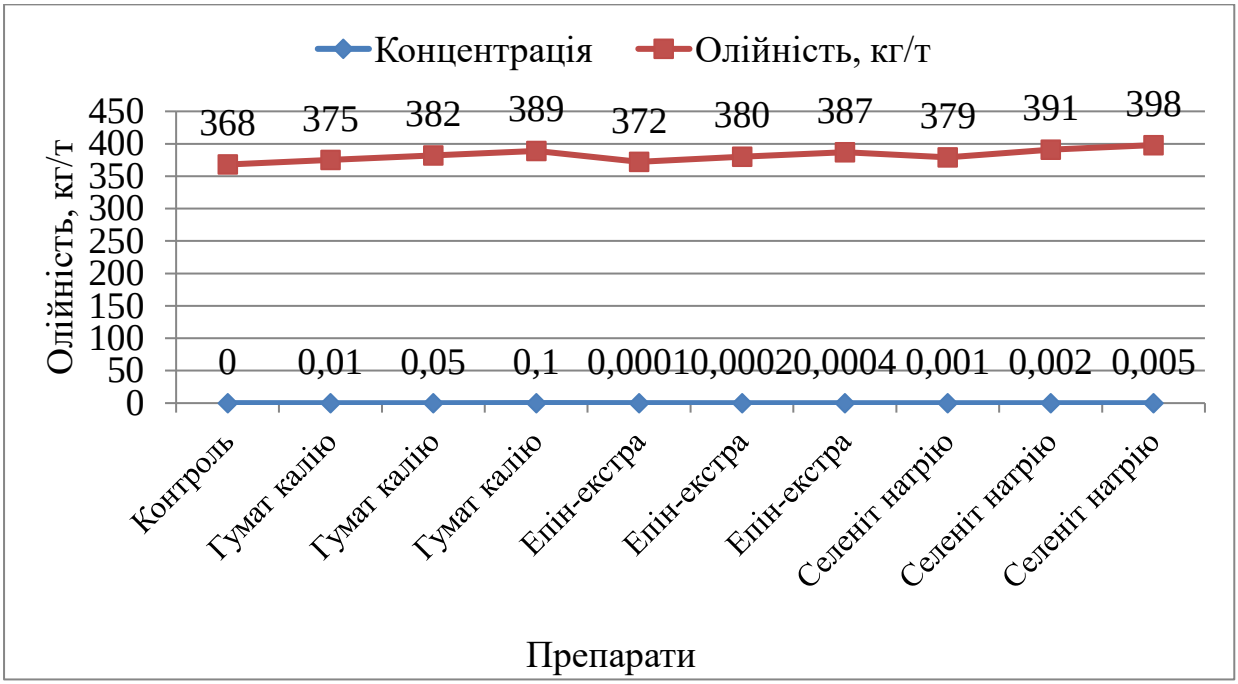


Рис.6. Олійність насіння рижію озимого залежно від варіанту передпосівної обробки, кг/т

Таким чином, обробка насіння стимуляторами росту та мікроелементами покращувала як структурні показники врожайності (маса 1000 насінин, кількість стручків), так і якісні характеристики (вміст олії, олійність), причому найбільш виражений ефект спостерігався у варіантах з селенітом натрію.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ РИЖІЮ ОЗИМОГО

Передпосівна обробка насіння рижію озимого значно впливає на його схожість, енергію проростання та подальшу продуктивність. Використання протруйників, стимуляторів росту та фізіологічних обробок підвищує дружність сходів і рівномірність розвитку рослин [50].

Економічна ефективність проявляється у збільшенні врожайності за тієї ж витрати насіння та мінімізації втрат через нерівномірне проростання. Підвищується енергоефективність, оскільки скорочується час росту та знижується потреба у додаткових ресурсах (вода, добрива, механічна обробка). Крім того, обробка насіння зменшує ураження шкідниками та хворобами, що знижує витрати на захист культури [51].

Оптимізація передпосівної обробки дозволяє підвищити показники рентабельності вирощування рижію. Вибір конкретного методу обробки залежить від сортових особливостей, типу ґрунту та кліматичних умов. Застосування сучасних технологій передпосівної підготовки сприяє підвищенню якості насіння та стабільності врожаю. Ефективне управління обробкою насіння дозволяє досягти максимального співвідношення витрати-результат. У комплексі, це забезпечує економічну стабільність та ресурсозбереження у виробництві рижію озимого [52].

Аналіз даних показав, що передпосівна обробка насіння рижію озимого істотно впливає на урожайність та економічну ефективність вирощування. Контрольний варіант без обробки забезпечив урожайність 1,25 т/га, вартість продукції становила 18 750 грн/га, чистий прибуток — лише 750 грн/га, а рентабельність склала 4,2 %.

Серед досліджуваних речовин найбільш ефективним виявився селеніт натрію у концентрації 0,005 %, який забезпечив максимальну урожайність 1,72 т/га. Вартість продукції в цьому варіанті досягала 25 800 грн/га, чистий прибуток 7 500 грн/га, а рентабельність - 40,9 % (табл.15).

Гумат калію та Епін-екстра також підвищували врожайність та економічну віддачу в порівнянні з контролем. Так, обробка гуматом калію 0,1 % дозволила отримати урожай 1,62 т/га та чистий прибуток 6 000 грн/га, рентабельність при цьому становила 32,8 %. Обробка Епін-екстра у концентрації 0,0004 % забезпечила урожайність 1,60 т/га, прибуток 5 800 грн/га та рентабельність 31,9 %.

Результати свідчать, що оптимізація передпосівної обробки насіння дозволяє не лише підвищити продуктивність рижію, але й значно покращити економічну ефективність вирощування культури. Найбільш перспективними з огляду на прибутковість та рентабельність є варіанти з використанням селеніту натрію та високих концентрацій гумату калію (табл.15).

Таблиця 15

Економічні складові у дослідженнях, грн./га

Варіант (речовина)	Концентрація	Урожайність, т/га	Вартість продукції (грн/га)	Витрати (тис. грн/га)	Чистий прибуток (грн/га)	Рентабельність (%)
Контроль	–	1,25	18 750	18,0	750	4,2
Гумат калію	0,01%	1,42	21 300	18,1	3 200	17,7
	0,05%	1,56	23 400	18,2	5 400	29,7
	0,1%	1,62	24 300	18,3	6 000	32,8
Епін-екстра	0,0001%	1,48	22 200	18,1	4 100	22,7
	0,0002%	1,53	22 950	18,1	4 850	26,8
	0,0004%	1,60	24 000	18,2	5 800	31,9
Селеніт натрію	0,001%	1,50	22 500	18,1	4 400	24,3
	0,002%	1,66	24 900	18,2	6 700	36,8
	0,005%	1,72	25 800	18,3	7 500	40,9

Аналіз енергетичних показників показав, що передпосівна обробка насіння значно впливає на ефективність використання енергії у виробництві рижію озимого. Контрольний варіант без обробки забезпечив прихід енергії 25 тис. МДж/га при витратах 12,0 тис. МДж/га, що дало приріст валової енергії 13,0 тис. МДж/га та коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее) 2,08 (табл.16).

Серед обробок найвищий приріст валової енергії спостерігався при застосуванні селеніту натрію 0,005 %, який забезпечив прихід енергії 34,4 тис. МДж/га, витрати 12,3 тис. МДж/га, приріст 22,1 тис. МДж/га та Кее 2,80. Високі показники також показали обробки гуматом калію 0,1 % та Епін-екстра 0,0004 %, із приростом валової енергії 20,1 та 19,8 тис. МДж/га відповідно, а Кее - 2,63 та 2,62 (табл..16).

Таким чином, передпосівна обробка насіння не лише підвищує урожайність рижію, а й сприяє більш ефективному використанню енергетичних ресурсів. Найбільш перспективними з точки зору енергетичної ефективності є варіанти з селенітом натрію та високими концентраціями гумату калію.

Таблиця 16

Енергетичні чинники у дослідженнях, тис. МДж/га

Варіант (речовина)	Концентрація	Прихід енергії, тис. МДж/га	Витрати енергії, тис. МДж/га	Приріст валової енергії, тис. МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее)
Контроль	–	25	12,0	13,0	2,08
Гумат калію	0,01%	28,4	12,1	16,3	2,35
	0,05%	31,2	12,2	19,0	2,56
	0,1%	32,4	12,3	20,1	2,63
Епін-екстра	0,0001%	29,6	12,1	17,5	2,45
	0,0002%	30,6	12,1	18,5	2,53
	0,0004%	32,0	12,2	19,8	2,62
Селеніт натрію	0,001%	30,0	12,1	17,9	2,48
	0,002%	33,2	12,2	21,0	2,72
	0,005%	34,4	12,3	22,1	2,80

Таким чином, застосування передпосівних обробок дозволяє не лише підвищити продуктивність рижію озимого, а й покращити економічну та енергетичну ефективність вирощування культури, що робить їх перспективними для впровадження у практику.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ І ВИРОЩУВАННЯ РИЖІЮ ОЗИМОГО

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час передпосівної обробки насіння і вирощування рижію озимого

Виробництво сільськогосподарської продукції завжди пов'язане з певними ризиками для працівників, техніки та навколишнього середовища. Особливо це стосується операцій, пов'язаних із передпосівною обробкою насіння, використанням біологічно активних препаратів та агротехнічними заходами під час вирощування рижію озимого. Моделювання виробничих небезпек дозволяє своєчасно виявити потенційні загрози, знизити ризики травмування персоналу та забезпечити безпечну експлуатацію агротехніки [53].

Передпосівна обробка насіння рижію озимого здійснюється із застосуванням біостимуляторів росту, мікроелементів та плівкоутворювачів, таких як гумат калію, епін-екстра та селеніт натрію у визначених концентраціях. Під час роботи з цими препаратами працівники піддаються ризику хімічного опіку, потрапляння речовин на слизові оболонки та шкіру, а також ризику інгаляційного ураження. Для мінімізації цих небезпек необхідно суворо дотримуватися правил безпечного поводження з хімічними речовинами.

До основних заходів безпеки під час обробки насіння належить використання засобів індивідуального захисту: рукавички з хімічно стійкого матеріалу, захисні окуляри, спецодяг, респіратори або маски із фільтрацією аерозолів. Всі роботи повинні виконуватися у добре вентильованих приміщеннях або на відкритому повітрі з урахуванням напрямку вітру, щоб уникнути контакту препаратів із працівниками та попадання у навколишнє середовище [54].

Особливу увагу необхідно приділяти правильному дозуванню та розведенню препаратів. Недотримання концентрацій може не тільки знизити

ефективність обробки, але й збільшити ризик токсичного впливу на персонал. Усі роботи із хімічними речовинами повинні проводитися за наявності санітарних паспортів і сертифікатів безпеки препаратів, а працівники повинні пройти інструктаж із безпеки та мати медичний допуск до роботи з хімікатами.

Вирощування рижію озимого також пов’язане з ризиками, пов’язаними з агротехнічними роботами: оранка, культивація, сівба, міжрядний обробіток, внесення добрив і захист рослин. Під час роботи з агрегатами, такими як плуги, культиватори, сівалки та мотокультиватори, існує небезпека травмування через неправильну експлуатацію техніки, відсутність захисних пристроїв або недотримання інструкцій [55-56].

Моделювання виробничих небезпек передбачає визначення усіх потенційних джерел ризику: механічного, хімічного, фізичного та біологічного. До механічних відносять травми від рухомих частин агрегатів; до хімічних — контакти з препаратами; до фізичних — переохолодження, перегрівання та вплив ультрафіолетового випромінювання; до біологічних — ураження алергенами рослин або патогенними мікроорганізмами.

Для безпечного проведення польових робіт необхідно застосовувати дозволену агротехніку з сертифікатами відповідності, дотримуватися технічного регламенту та інструкцій виробника. Усі агрегати повинні мати захисні кожухи, системи аварійного вимкнення, а персонал повинен пройти навчання з охорони праці та інструктаж із використання конкретної машини.

Особливу увагу приділяють транспортуванню та зберіганню обробленого насіння. Контейнери з обробленим насінням повинні бути герметично закриті та позначені попереджувальними знаками, що вказують на хімічну обробку. Зберігати їх слід у спеціально відведених приміщеннях із вентиляцією та забороною доступу сторонніх осіб.

Необхідними документами для проведення робіт із препаратами є:

- сертифікати відповідності та безпеки хімічних речовин;
- дозвіл на застосування біостимуляторів і мікроелементів в агропромисловості;
- інструкції із техніки безпеки;

- допуск працівників до роботи з хімікатами;
- журнали обліку робіт із зазначенням відповідальних осіб та дати проведення.

Моделювання небезпек також включає визначення оптимальних умов для обробки насіння і вирощування культури, щоб знизити ризики впливу на персонал і навколишнє середовище. Сюди входить планування графіку робіт у відповідності до погодних умов, організація системи сигналізації та контролю за станом персоналу.

Польові роботи з рижієм озимим проводяться із застосуванням системи контролю та протоколів безпеки, де кожна дія персоналу документується. Це дозволяє проводити аналіз і корекцію технологічних операцій, своєчасно усувати недоліки та запобігати аварійним ситуаціям.

Працівники, задіяні у передпосівній обробці насіння, повинні мати медичний допуск до роботи з хімічними речовинами та пройти спеціальний інструктаж із техніки безпеки. Вони зобов’язані використовувати засоби індивідуального захисту, такі як рукавички, респіратори, захисні окуляри та спецодяг. Дозволяється залучати тільки тих працівників, які пройшли навчання з поводження з агрохімікатами та знають порядок дій у разі аварійних ситуацій.

Особливе значення має проведення навчання персоналу щодо безпечного поводження з агрохімікатами та технікою, надання засобів індивідуального захисту, організація постійного медичного контролю та інструктажів з охорони праці. Це створює систему превентивних заходів, яка мінімізує виробничі небезпеки та підвищує ефективність і безпечність робіт.

Таким чином, моделювання виробничих небезпек при передпосівній обробці насіння і вирощуванні рижію озимого дозволяє комплексно оцінити ризики, забезпечити безпечні умови праці, зменшити шкідливий вплив хімічних речовин та правильно організувати роботу агрегатів на всіх етапах агротехнічних операцій. Система дозволів, сертифікатів та інструктажів є обов’язковою складовою безпечного проведення дослідів і комерційного вирощування культури.

6.2. Охорона навколишнього і природного середовища під час передпосівної обробки насіння і вирощування рижію озимого

Сучасне сільське господарство неможливе без використання агрохімікатів та біостимуляторів, проте їх застосування потребує суворого дотримання принципів охорони навколишнього середовища. Передпосівна обробка насіння рижію озимого із застосуванням препаратів, таких як гумат калію, епін-екстра та селеніт натрію, потребує ретельного контролю за потенційним впливом на ґрунт, воду та повітря [57].

Хімічні речовини можуть потрапляти у навколишнє середовище під час замочування, обробки, транспортування та зберігання насіння, що створює ризики забруднення та негативного впливу на екосистеми.

Особливу увагу приділяють правильному зберіганню обробленого насіння**.** Контейнери повинні бути герметично закриті та марковані попереджувальними знаками про хімічну обробку. Зберігання проводиться у спеціально відведених приміщеннях із вентиляцією, захистом від прямого сонячного проміння та доступу сторонніх осіб. Недотримання правил зберігання може призвести до потрапляння хімікатів у ґрунт або воду, що негативно впливає на флору та фауну [58].

Під час обробки насіння слід суворо дотримуватися концентрацій препаратів та рекомендацій виробника. Надмірне використання хімікатів підвищує ризик забруднення ґрунту, потрапляння токсичних речовин у підземні води та негативного впливу на мікробіоту ґрунту. Моделювання виробничих ризиків дозволяє виявити небезпечні операції, зокрема потрапляння аерозолів у повітря під час перемішування або обприскування насіння.

При обробці насіння задіяні тільки працівники з медичним допуском та інструктажем з охорони праці. Для мінімізації ризику забруднення навколишнього середовища застосовують засоби індивідуального захисту: рукавички, респіратори, захисні окуляри та спецодягу[59].

Роботи проводять у спеціально обладнаних приміщеннях з контролем вентиляції та дотриманням правил поводження з відходами.

Польові операції під час вирощування рижію озимого включають оранку, культивацію, сівбу, міжрядний обробіток, внесення добрив, обприскування захисними препаратами та збирання врожаю. Всі ці роботи можуть призводити до потрапляння хімічних речовин у ґрунт, водойми та повітря, тому необхідно дотримуватися принципів інтегрованого захисту рослин.

Обприскування посівів проводять за спеціально розробленими схемами з використанням сертифікованих обприскувачів із регульованим тиском та форсунками, що мінімізують утворення аерозолів і стік розчину на ґрунт. Роботи виконують у безвітряну погоду, дотримуючись безпечної відстані від водойм, лісосмуг та населених пунктів.

Під час механічного обробітку ґрунту важливо уникати ерозії та потрапляння частинок із залишками препаратів у стоки. Використовують агрегати з регульованою глибиною оранки та культивації, що дозволяє знизити ризик пошкодження ґрунтового покриву та рознесення залишків хімікатів.

Особливу увагу приділяють відходам та залишкам препаратів. Порожні пакети та контейнери обов’язково збирають, транспортують та утилізують згідно з санітарними нормами. Розливи або проливи хімікатів на полі одразу локалізують і нейтралізують спеціальними сорбентами, щоб запобігти забрудненню ґрунту і води.

З метою зниження негативного впливу на природне середовище використовують біологічно безпечні препарати, дотримуються норм дозування та ведуть постійний облік робіт. Для обприскування та внесення препаратів персонал повинен мати відповідні дозволи та сертифікати на використання хімічних речовин в аграрному виробництві.

Регулярний моніторинг стану ґрунту та навколишнього середовища дозволяє оцінювати вплив хімікатів і своєчасно коригувати технологію. Особливо важливо спостерігати за концентраціями речовин у водних джерелах та рівнем забруднення повітря під час обприскування.

Усі роботи на полі виконуються згідно з принципами екологічно безпечного землеробства, що включає дотримання буферних зон біля водойм, мінімізацію контактів препаратів із дикою флорою та фауною, контроль за потраплянням залишків речовин у ґрунт і атмосферу.

Високий рівень екологічної безпеки забезпечується через поєднання технологічної дисципліни, кваліфікованого персоналу, використання сучасних агрегатів та засобів індивідуального захисту. Дотримання цих заходів дозволяє ефективно вирощувати рижій озимий, одночасно зберігаючи навколишнє середовище та природні ресурси.

Таким чином, охорона навколишнього і природного середовища під час передпосівної обробки насіння та вирощування рижію озимого є обов’язковою складовою сучасного землеробства. Правильне зберігання обробленого насіння, контроль за обприскуванням, використання сертифікованих агрегатів та дозволів для роботи з хімікатами забезпечує безпечні умови для людей та природи.

ВИСНОВКИ

У роботі подано теоретичне узагальнення та нове вирішення наукової задачі, що виявляється у вивченні ефективності застосування різних речовин для передпосівної обробки насіння рижію озимого у різних концентраціях в умовах Правобережного Лісостепу України.

1. Найвищу польову схожість (91 %) та густоту стояння (255 рослин/м²) забезпечив гумат калію у концентрації 0,1 %.
2. Біостимулятори та мікроелементи підвищували морфометричні показники: гумат калію до 75 см і 3,5 стебел, епін-екстра — 74 см і 3,5 стебел, селеніт натрію — 73 см і 3,4 стебел.
3. Захисний ефект проти хвороб був максимальним при селеніті натрію 0,002 % (ураженість 13 %, індекс 0,34), ефективними були також епін-екстра 0,0002 % та гумат калію 0,05 %.
4. Гумат калію (0,05–0,1 %) формував розвинений листковий апарат, знижуючи забур’яненість посівів.
5. Урожайність контрольних рослин була найнижчою (1,25–1,32 т/га); гумат калію підвищував її до 1,62–1,74 т/га, епін-екстра — до 1,60–1,70 т/га, селеніт натрію 0,005 % — 1,72–1,82 т/га.
6. Кількість стручків збільшувалася до 118 шт. при селеніті натрію та 102–114 шт. при гуматі калію; епін-екстра підвищував до 112 шт.
7. Вміст олії та олійність насіння максимальні у селеніту натрію (39,8 % і 398 кг/т), гумат калію — 375–389 кг/т, епін-екстра — 387 кг/т.
8. Селеніт натрію 0,005 % забезпечував найвищу економічну ефективність: урожайність 1,72 т/га, вартість продукції 25 800 грн/га, чистий прибуток 7 500 грн/га, рентабельність 40,9 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У Правобережному Лісостепу України рекомендується обробляти насіння рижію озимого за схемою: Гумат калію – 0,1 %; Епін-екстра – 0,0004 %; Селеніт натрію – 0,005 %, забезпечує підвищення врожайності до 1,62–1,72 т/га та рентабельність 32,8–40,9 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ortiz, Rodomiro, et al. "Oil crops for the future." *Current Opinion in Plant Biology* 56 (2020): 181-189.

2. Очеретна А. В., Фролова Н. Е. Дослідження якісного складу олії рижію та перспектив її використання в дієтичному харчуванні. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського.* 2020. Т. 31 (70). № 6. С. 76–81. DOI:10.32838/TNU2663-5941/2020.6-2/14

3. Sharma, M., Gupta, S.K., Mondal, A.K. (2012). Production and Trade of Major World Oil Crops. In: Gupta, S. (eds) *Technological Innovations in Major World Oil Crops,* Volume 1. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0356-2_1

4. Гангур В. В. Сівозміни з короткою ротацією в світлі алелопатичних взаємовідносин між культурами. *Матеріали V Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Хімія, біотехнологія, екологія та освіта*». Полтава, 2021. С. 150–154.

5. Williamson B. G., Richardson D. Bioassays for allelopathy: Measuring treatment responses with independent controls. *Journal of Chemical Ecology*. 1988. Vol. 14 (1). P. 181–187. DOI:10.1007/bf01022540

6. Baud, Sébastien, and Loïc Lepiniec. "Physiological and developmental regulation of seed oil production." *Progress in lipid research* 49.3 (2010): 235-249.

7. Лісова, Тетяна Олександрівна. *Фармакогностичне дослідження видів роду Рижій (Camelina Crantz)*. Diss. Запорізький державний медичний університет, 2021.

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

10. Vollmann, Johann, and Istvan Rajcan. "Oil crop breeding and genetics." *Oil crops*. New York, NY: Springer New York, 2009. 1-30.

11. Рожкован В., Комарова І. Ранній посів рижію та його швидке дозрівання дають змогу вирощувати на одному полі впродовж року дві культури. *Зерно і хліб*. 2013. № 4 (72). С. 53–55.

12. Рижій, сафлор, кунжут. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури). І. А. Шевченко, О. І. Поляков, К. В. Ведмедєва, І. Б. Комарова. Запоріжжя : СТАТУС, 2017. 40 с.

13. Яковлєва-Носарь С. О., Терещенко К. А. Показники продуктивності рижію ярого за різних густот стояння. *Актуальні питання біології, екології та хімії.* 2015. Т. 10 (2). С. 4–11.

14. Adeleke, Bartholomew Saanu, and Olubukola Oluranti Babalola. "Oilseed crop sunflower (Helianthus annuus) as a source of food: Nutritional and health benefits." *Food Science & Nutrition* 8.9 (2020): 4666-4684.

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

16. Рижій посівний як альтернатива ріпаку ярому для виробництва біодизеля / М. Д. Мельничук, Г. І. Демидась, Г. П. Квітко, Н. Я. Гетман. *Наук. доп. Нац. у-ту біоресурсів і природокористування України.* 2012. Т. 31. № 2. URL : http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2012_2/12dgi.pdf.

17. Parry, John, et al. "Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils." *Journal of agricultural and food chemistry* 53.3 (2005): 566-573.

18. Комарова І. Б., Лях В. О. Мінливість біометричних показників рижію ярого. *Науково-технічний бюлетень Ін-ту олійних культур УААН*. 2009. № 14. С. 120–129.

19. Moser, Bryan R. "Camelina (Camelina sativa L.) oil as a biofuels feedstock: Golden opportunity or false hope?." *Lipid technology* 22.12 (2010): 270-273.

20. Демидась Г. І., Квітко Г. П., Гетман Н. Я. Рижій посівний - олійна культура альтернативна ріпаку ярому для виробництва біодизеля. *Зб. наук. праць ВНВУ.* 2011. № 8 (48). С. 3–8.

21. Murphy, Eric J. "Camelina (Camelina sativa)." *Industrial oil crops*. AOCS press, 2016. 207-230.

22. Фізіологічні та морфометричні характеристики нових форм та сортів ярого рижію (Camelina sativa) / Д. Б. Рахметов та ін. *Вісник Укр. т-ва генетиків і селекціонерів.* 2014. Т. 12, № 1. С. 65–77.

23. Abramovic, Helena, and Veronika Abram. "Physico-chemical properties, composition and oxidative stability of Camelina sativa oil." *Food technol. biotechnol* 43.1 (2005): 63-70.

24. Лихочвор А. М. Урожайність та якість насіння рижію ярого залежно від впливу елементів технології вирощування в умовах Лісостепу західного : дис. … канд. с.-г. наук, 2017. 242 с.

25. Abramovic, Helena, and Veronika Abram. "Physico-chemical properties, composition and oxidative stability of Camelina sativa oil." *Food technol. biotechnol* 43.1 (2005): 63-70.

26. Лях В. О., Комарова І. Б. Вміст та жирнокислотний склад олії рижію. *Бюл. ін-ту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 137–142.

27. Waraich, Ejaz Ahmad, et al. "'Camelina sativa', a climate proof crop, has high nutritive value and multiple-uses: A review." *Australian Journal of Crop Science* 7.10 (2013): 1551-1559.

28. Obour, Augustine K., et al. "Oilseed camelina (Camelina sativa L Crantz): Production systems, prospects and challenges in the USA Great Plains." *Adv. Plants Agric. Res* 2.2 (2015): 00043.

29. Москва І. С. Стан та перспективи вирощування рижію ярого на Півдні Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. № 1. С. 99– 109.

30. Ghamkhar, Kioumars, et al. "Camelina (Camelina sativa (L.) Crantz) as an alternative oilseed: molecular and ecogeographic analyses." *Genome* 53.7 (2010): 558-567.

31. Москва І. С., Гамаюнова В. В. Ефективність застосування регуляторів росту на врожайність рижію ярого сорту Степовий. *Матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Житомир, 19-20 листоп. 2015 р. Житомир* : ЖНАЕУ. 2015. С. 83–86

32. Zubr, J., and Bertrand Matthäus. "Effects of growth conditions on fatty acids and tocopherols in Camelina sativa oil." *Industrial crops and products* 15.2 (2002): 155-162.

33. Пешук Л. В., Носенко Т. Т. Біохімія та технологія олієжирової сировини. К. : Центр учбової літ., 2011. 296 с.

34. Imbrea, F., et al. "Camelina sativa: A new source of vegetal oils." *Romanian Biotechnological Letters* 16.3 (2011): 6263-6270.

35. Солодовниченко Н. М., Журавльов М. С., Ковальов В. Н. Лікарська рослинна сировина та фітопрепарати : посіб. з фармакогнозії з основами біохімії лікар. рослин. Х. : Вид-во НФАУ. Золоті сторінки, 2001. 408 с.

36. Zubr, Josef. "Dietary fatty acids and amino acids of Camelina sativa seed." *Journal of food quality* 26.6 (2003): 451-462.

37. Evaluation of Camelina sativa (L.) Crantz meal as an alternative protein source in ruminant rations / *S. Colombini et. al. J. Sci. Food Agric*. 2014. Vol. 94. P. 736–743.

38. Rodríguez-Rodríguez, Manuel Fernando, et al. "Characterization of the morphological changes and fatty acid profile of developing Camelina sativa seeds." *Industrial Crops and Products* 50 (2013): 673-679.

39. Ковалець О. Вплив мінеральних добрив та норми висіву на врожайність рижію в умовах західного Лісостепу України. *Вісник Львівського нац. аграрного ун-ту. Сер .Агрономія.* 2012. № 16. С. 635–639.

40. Mondor, Martin, and Alan Javier Hernández-Álvarez. "Camelina sativa composition, attributes, and applications: A review." *European Journal of Lipid Science and Technology* 124.3 (2022): 2100035.

41. Цикало Т. О., Тржецинський С. Д., Гришина О. В., Рябчун В. К. Дослідження елементного складу рижію посівного (Camelina sativa (L.) Crantz) та рижію дрібноплодого (Camelina microcarpa Andrz.). *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики.* 2018. Т. 11. № 3 (28). С. 318– 321.

42. Zubr, Josef. "Oil-seed crop: Camelina sativa." *Industrial crops and products* 6.2 (1997): 113-119.

43. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В.Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Іващук та ін. Львів : НВФ «Українські технології», 2010. 1085 с

44. Насінництво овочевих рослин: навчальний посібник / за ред. О.Д. Вітанова. 2-е вид. доп. і перероб. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. 254 с.

45. Паламарчук, В. Д., et al. "Основи насіннєзнавства (теорія, методологія, практика)." *Вінниця: Друкарня" Друк", 2022. 392 с.* (2022).

46. Поліщук, І. С., Шинкарук, В. А., Поліщук, М. І., & Коваленко, О. А. (2008). Насіння сільськогосподарських культур. *Миколаїв 2009*.

47. Насіннєзнавство та методи вивчення якості насіння сільськогосподарських культур : навчальний посібник / за ред. С. М. Каленської. Вінниця : ФОП Данилюк, 2011. 320 с.

48. Левчук, І. В. "Методологія скринінгу залишкових кількостей екотоксикантів в сировині, оліях та жирах." *Вісник Національного технічного університету ХПІ. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях* 17 (2014): 116-123.

49. Мазур, О. В., О. В. Мазур, and М. В. Лозінський. "Селекція та насінництво польових культур." *навч. посіб.-Вінниця: ТВОРИ, 2020.-348 с.* (2020).

50. Жлуктенко, Володимир Іванович, Степан Ількович Наконечний, and Світлана Станіславівна Савіна. "Теорія ймовірностей і математична статистика." *К.: КНЕУ* (2000).

51. Варченко О.М. Організаційно-економічні засади формування експортного потенціалу олійних культур в Україні. *Економічний дискурс*. 2018. Вип. 4. С. 16-24.

52. Бандура, В. М., Маренченко, О. І., & Пилипенко, Є. О. (2017). Енергетичний моніторинг олійного виробництва. *Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]*, (81, Вип. 1), 39-44.

53. Луцяк, В. В., et al. "Маркетинговий потенціал інновацій у олійно-жировому підкомплексі: стан ринку, створення вартості, конкурентоспроможність." *монографія.Вінниця:* ВНАУ, 2020.-220 *с./Рек. ВР ВНАУ (Протокол№ 11 від 28.04. 2020 р.).* (2020).

54. Жидецький, В. Ц., В. С. Джигирей, and О. В. Мельников. "Основи охорони праці." *Львів: Афіша* 350 (2000): 132-136.

55. Одарченко, А. М., Одарченко, М. С., Степанов, В. І., Черненко, Я. М. (2017). Основи охорони праці. Підручник.

56. Мельник-Лимонченко, Оксана. "Досвід Європейського союзу у сфері контролю за забезпеченням охорони праці." *Jurnalul juridic national: teorie şi practică* 42.2 (2020): 117-122.

57. Лозовий, А. І. "Сучасний стан і проблеми правового регулювання охорони праці в Україні." *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики* 11 (2011): 485-497.

58. Кириченко, Юлія Миколаївна. "Повноваження органів місцевого самоврядування у сфері охорони навколишнього природного середовища." (2020).

59. Чернявський, А. Л. (2015). Тенденції інституціоналізації в сучасному міжнародному праві навколишнього середовища. *Юридичний науковий електронний журнал*, (4), 310-313.

60. 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.

ДОДАТКИ

Табл.

Порівняння препаратів

Показник	Гумат калію	Епін-екстра	Селеніт натрію
Польова схожість	Найвища (91 %)	Висока (90 %)	Середня (89 %)
Густота стояння	Найвища (255 рослин/м²)	Висока (250 рослин/м²)	Середня (248 рослин/м²)
Стимуляція ранніх фаз	Добре	Найкраще	Менш виражено
Стимуляція генеративних фаз	Середня	Середня	Вища (бутонізація, цвітіння)
Стресостійкість	Середня	Висока	Висока
Рекомендації	Для підвищення польової схожості та густоти	Для антистресової обробки насіння	Для покращення якості насіння та стресостійкості