МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ
«_____»_____2023 р.
Зав. кафедри, к. с.-г.н. доцент
_____Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОМУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 29 м-а
спеціальності 201 Агрономія
БОНДАРЕНКО Микола Андрійович

Керівник: РАССАДІНА Ірина, к.с.-г. н., доцент

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП…… 4
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО (огляд літератури)…… 6
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЬ……...
2.1. Характеристика сорту льону олійного Живинка та комплексного мінерального добрива Добродій……. 16
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ…... 18
3.1. Ґрунтово умови місця досліджень…….. 18
3.2. Погодні умови під час вегетації льону олійного в 2023 році……... 19
3.3. Схема досліду……... 20
3.4. Технологія вирощування льону олійного в досліді…….. 21
3.5. Методика проведення досліджень……..…… 22
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ)……..…… 24
4.1. Ріст, розвиток та виживання рослин льону олійного…… 24
4.2. Формування листової поверхні рослин льону олійного за різних рівнів удобрення……... 26
4.3. Нагромадження сухої речовини рослинами льону олійного залежно від агротехнологічних прийомів вирощування……. 28
4.4. Вплив досліджуваних чинників на продуктивність льону…….. 30
4.5. Вплив удобрення на структурні показники льону олійного 32
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО…… 35
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА…….. 38
6.1. Аналіз умов і заходів з охорони праці в господарстві ……. 38
6.2. Екологічні виклики та шляхи сталого розвитку

сільськогосподарських земель в Україні……... 40
ВИСНОВКИ…… 42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 44
ДОДАТКИ…….. 51

ВСТУП

За останні роки в Україні спостерігається значний ріст виробництва насіння льону олійного, що вказує на зростання популярності цієї культури як на внутрішньому, так і на міжнародних ринках. Високий попит на лляний продукт зумовлює його значний потенціал як для внутрішнього споживання, так і для експорту. Вирощування льону олійного вирішує проблеми дефіциту жиру та білку, а також сприяє удосконаленню структури посівних площ в різних регіонах України. Це свідчить про перспективність розширення площ під цією культурою, зокрема в західному регіоні України.

Розвиток льонарства в сучасних умовах неможливий без виробництва високоякісної та конкурентоспроможної продукції, яка знаходить своє місце на ринку. Успіх галузі значно залежить від використання економічно вигідних технологічних підходів до вирощування культури, забезпечуючи високі врожаї насіння високої якості та короткого волокна.

В умовах Лісостепу західного, ефективне підвищення продуктивності льону олійного можна досягти шляхом удосконалення технології його вирощування. Це вимагає впровадження екологічно ефективних підходів до інтенсифікації процесу вирощування, зокрема використання збалансованих систем удобрень в контексті інтегрованої системи захисту рослин і адаптивного сортового складу.

Актуальність роботи. Дослідження даного питання в різних регіонах України залучило велику кількість вчених, серед яких О.І. Поляков, О. Л. Рудик, С. М. Каленська, І.П. Карпець, О.М. Дрозд, А. М. Шувар, В.А. Шваб та інші. Їхні наукові дослідження взяли на себе завдання розкрити біологічний потенціал сучасних сортів льону олійного в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах різних регіонів країни. Проте на даний час недостатньо встановлено окремі закономірності впливу агротехнічних елементів (основне та позакореневе підживлення в поєднанні з комплексним

добривом) на виживання рослин, формування листової поверхні та продуктивності насіння льону олійного. Тому дана кваліфікаційна робота присвячена вивченню саме зазначених питань.

Мета роботи визначена як встановлення оптимальних та економічно обґрунтованих норм основного та позакореневого живлення льону олійного для досягнення високих врожаїв насіння льону та підвищення якості отриманої продукції. Для досягнення цієї мети сформульовані конкретні **завдання:**

► визначити особливості живлення та удобрення льону олійного на основі наукових публікацій і досліджень;

► встановити вплив норм удобрення на ріст і розвиток рослин;

► вивчити агротехнічні чинники, які впливають на формування площі листків, фотосинтетичний потенціал сортів і динаміку нагромадження сухої маси рослин;

► дослідити вплив різних рівнів інтенсифікації технології вирощування на формування елементів структури врожаю та рівень врожайності льону олійного;

► провести економічну оцінку різних рівнів інтенсифікації технології вирощування льону, враховуючи витрати та отримані врожаї.

Наукова новизна отриманих результатів. В умовах західного Лісостепу України встановлено особливості формування елементів продуктивності нового сорту льону Живинка та параметри застосування елементів живлення. Встановлено вплив позакореневого підживлення в поєднані з комплексним добривом на продуктивність льону олійного.

Оприлюднення результатів роботи. Основні положення та результати досліджень представлено у тезах на Всеукраїнській науково-практичній конференції (м. Умань, листопад 2023 р.).

РОЗДІЛ 1
ОСОБЛИВОСТІ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО
(огляд літератури)

Льон олійний (Linum usitatissimum L.) є однією з найдавніших та перспективних сільськогосподарських культур, яка знаходить широке застосування в різних галузях, таких як технічна, харчова та медична промисловість. Насіння льону олійного використовується не лише як джерело олії, але й має важливе значення у сільському господарстві як відмінний попередник для багатьох інших культур. Однією з особливостей льону олійного є висока рентабельність його вирощування. Насіння цієї культури містить значну кількість олії (46–49 %), яка швидко висихає, утворюючи тонку та гладеньку плівку. Крім того, вони багаті на високоякісний рослинний білок, який можна використовувати в годуванні тварин. Льняна олія є важливою сировиною для виробництва оліфи, фарб, лаків та має застосування в різних промислових галузях, таких як металообробка, електротехніка, авіація, поліграфія та шкіряно-взуттєва промисловість. За розмірами виробництва рослинних олій, льняна олія займає третє місце після соняшникової та бавовняної олій [1].

Діяльність аграрних підприємств визначається головним чином вибором культур, які можуть забезпечити високий рівень прибутку при мінімальних собівартостях у короткостроковій перспективі. Однак існує тенденція недостатнього врахування аспектів збереження родючості ґрунтів, зокрема після щорічного вирощування соняшнику та ріпаку. Не дотримання системи сівозміни може вести до зниження родючості ґрунтів та погіршення їхньої якості. Льон, в цьому контексті, може виступати як ефективна альтернатива соняшнику у системі сівозміни. Для аграріїв важливо враховувати не лише короткостроковий прибуток, а й довгострокові переваги збереження родючості ґрунтів та стійкого агроекосистемного балансу [2].

Льон олійний вирізняється своєю відмінною взаємодією з поживними речовинами в порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами. Хоча його використання поживних речовин для формування врожаю є невеликим, він вимагає високого вмісту елементів живлення в ґрунті в легкодоступній формі через відносно короткий період вегетації, необхідний для нормального росту та розвитку. Науковці вже довели за допомогою численних досліджень, що внесення мінеральних добрив сприяє зростанню продуктивності льону. Це особливо важливо, оскільки елементи живлення, доступні для рослин, грають ключову роль у формуванні якісних та кількісних характеристик врожаю [3].

Факт слабкої вибіркової здатності коренів льону олійного до використання різних елементів живлення підкреслює важливість урівноваженого забезпечення рослин мінеральними елементами в ґрунті. Надлишок або нестача азоту, фосфору, калію та макроелементів може викликати порушення фізіолого-біологічних процесів росту та розвитку льону [4].

Вивчення питань живлення льону олійного вказує на те, що рослина має специфічні потреби щодо різних макроелементів у різні періоди свого розвитку. Зокрема, автори вказують, що найбільше азоту льон засвоює від початку фази появи сходів до кінця цвітіння, фосфор є важливим упродовж всього періоду вегетації, а калій, за свідченнями авторів, найбільше потрібен під час бутонізації-цвітіння та утворення насіння. Для одержання високого врожаю під льон вносять мінеральні добрива з такою нормою $N_{45-60}P_{45-60}K_{45-60}$ [5–7].

Факт нерівномірного засвоєння елементів живлення рослинами льону є важливою характеристикою його фізіології. Згідно з вказаними даними, невелика кількість елементів живлення засвоюється рослинами в період від появи сходів до бутонізації, а максимальне засвоєння досягається у фазу цвітіння. Коли льон доходить до стадії цвітіння, засвоєння азоту і фосфору значно збільшується. Упродовж цього періоду льон може поглинути

приблизно 30 % всього азоту і 15 % фосфору. Однак після цвітіння і до утворення коробочок ці показники зростають і складають вже 60 % для азоту та понад 50% для фосфору. Надлишкове живлення азотом в період від настання фази ялинки до бутонізації може призводити до вилягання рослин [8].

Внесення фосфорно-калійних добрив збільшує урожай насіння на 5–15 %, а вміст олії зростає на 0,8–3,5 %. За умови внесення дози азоту 30 кг/га олійність у насінні підвищується на 1,18–2,21 % порівняно з дозою 45 кг/га д. р. Завдяки аміачному азоту вміст олії підвищився на 1,0–4,2 %. Зокрема при аміачному живленні зменшилось кислотне і підвищилось йодне число олії [9].

Дослідження ВНДІОК показали, що внесення повного мінерального добрива ($N_{45}P_{60}K_{60}$) підвищило урожай насіння олійного льону на 2,6 ц/га. Додатково, добрі результати були отримані за допомогою внесення гранульованого суперфосфату при сівбі у рядки, що також призвело до збільшення урожайності на 2,9 ц/га [10, 11].

На півдні України, в умовах Інституту землеробства південного регіону Національної академії аграрних наук (ІЗЗ НААН) на темно-каштанових середньо суглинкових ґрунтах проведені дослідження, які показали вплив різних доз азоту, фосфору і калію на врожайність насіння та інші показники льону олійного. Згідно з результатами, внесення азоту в дозі N_{30} на фоні РК добрив значно збільшило урожайність насіння порівняно з неудобреним контролем (на 13,1–29,9 %). Збільшення доз азоту до N_{60} також призвело до зростання урожайності (36,4–39,2 %), а максимальний врожай був отриманий на фоні застосування розрахункової дози азоту – 1,6 т/га. Додаткове внесення фосфору та калію незначно вплинуло на цей показник. Застосування розрахункової дози добрив призвело до максимального врожаю насіння, а також збільшило волокно, збір олії та протеїну з одиниці площі. Врожай всього волокна льону олійного також збільшився за внесення розрахункової дози, перевищивши контроль на 64,6 % [12].

У польовому досліді на чорноземі опідзоленому для льону олійного (Уманський ДАУ) була вивчена ефективність різних систем мінерального удобрення ($N0_{90}P0_{90}K0_{90}$). Результати досліджень показали, що внесення 1 кг азотних добрив призвело до отримання 2,5–7,4 кг насіння льону, а для фосфору та калію відповідно 1,7–5,0 і 0,8–2,3 кг. Найбільш ефективним виявилося застосування N_{90} під передпосівну культивацію на фоні $P_{60}K_{60}$. Ця система удобрення забезпечила отримання врожаю насіння в межах 14,5–15,9 ц/га [13].

В експериментальних вегетаційних дослідах в агроколеджі Уттар-Прадеш, Індія, було встановлено, що покращення забезпеченості ґрунту сіркою призвело до підвищення урожайності насіння льону на 5,3–13,8 %. Збільшення забезпеченості магнієм не виявило впливу на загальний урожай насіння, проте позитивно вплинуло на урожайність соломи. Додатково, збільшення дози калію призвело до значного підвищення продуктивності насіння на 22,6 %. Найбільший приріст врожаю насіння (21–38 %) було досягнуто при внесенні азоту в дозі N – 37,5 мг та сірки в дозі 20 мг на 1 кг грунту [14].

Дослідження, проведені в ННЦ Інституті землеробства НААН на сірих лісових ґрунтах, виявили позитивний вплив внесення мінеральних добрив на формування продуктивності олійного льону. Внесення міндобрив сприяло збільшенню листової поверхні та покращенню динаміки нагромадження сухої речовини у рослин олійного льону. У фазі ялинки внесення міндобрив у дозі $P_{60}K_{90}$ призвело до формування площі листової поверхні на рівні 15,5 $см^2$/рослину. Використання $N_{45}P_{60}K_{90}$ збільшило площу листової поверхні до 25,3 $см^2$/рослину. У фазі бутонізації найвищі показники площі листової поверхні (66,2 $см^2$/рослину) були отримані за внесення $N_{30}P_{60}K_{90}$ та додатково позакоренево N_{15} у підживлення. Додатково, внесення міндобрив сприяло збільшенню кількості сухої речовини та підвищенню інтенсивності її нагромадження. Загальна врожайність льону олійного підвищилась до

2,12 т/га при внесенні $N_{30}P_{60}K_{90}$ та додатковому позакореневому внесенні азоту (N_{15}) у підживлення [15].

В дослідженнях, проведених в Пенджабському агроуніверситеті, виявлено, що найбільш ефективним виявилося внесення добрив у співвідношенні $P_{40}S_{20}$. Упродовж декількох років експерименту урожайність насіння льону зросла до 2,9 т/га. Однак високі дози фосфору (понад 40 кг/га) призвели до зниження врожаю і доступності сірки в ґрунті [16].

У Німеччині проводились дослідження з можливості вирощування льону олійного на грунтах з пониженим рівнем природньої родючості. Встановлено, що внесення високих доз азоту спричинило вилягання посівів, що в свою чергу призвело до втрат насіння та зниження врожаю. Тому рекомендованою дозою азоту на цих ґрунтах є не більше 40 кг/га перед сівбою [17].

На дерново-карбонатних ґрунтах Полісся льон олійний забезпечує врожайність насіння 8,5–11,8 ц/га на фоні мінерального живлення $N_{32}P_{32}K_{32}$ [18].

В умовах Криму виявлено, що найбільший вплив на кількість коробочок з однієї рослини льону олійного сорту "Південна Ніч" мав мінеральний склад добрив та норма висіву. Максимальна кількість коробочок (19,9 шт.) була досягнута за внесення азоту в кількості 60 кг/га та фосфору в кількості 30 кг/га, а також при висіві з розрахунку 5 млн. шт./га. При збільшенні дози міндобрив кількість коробочок не збільшувалась [19].

Також в умовах Криму було встановлено, що внесення добрив у рекомендованих дозах сприяло збільшенню врожайності на 12,1 %, тоді як при підвищених дозах цей показник зріс на 30,3 % [20].У дослідженнях S.M. Singh зі збільшенням дози азотних добрив з 30 до 90 кг/га урожай насіння льону олійного зріс з 0,43 до 0,92 т/га. Найвищий урожай насіння льону (1,09 т/га) отримано за внесення N_{60} [21].

Дослідженням, проведеним А. В. Юником на чорноземах типових малогумусних у Правобережному Лісостепу України, було встановлено, що

для льону олійного сорту Дебют найвища урожайність насіння була досягнута за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{45}K_{90}$. Урожайність насіння склала 1,7–1,8 т/га, що має приріст до контролю без добрив на рівні 23–29 % [22].

В результаті досліджень в ННЦ Інститут землеробства НААН було визначено, що оптимальною дозою для льону олійного, при якій отримано вищі показники урожайності насіння і волокна, є внесення $N_{15}P_{60}K_{60}$. Вплив чинника удобрення на врожайність насіння становив 23,9–44 % [23]. Крім того, за даними досліджень на дерново-середньо підзолистому типі грунту сорт льону Межеумок забезпечив більшу врожайність насіння при внесенні $N_{15}P_{60}K_{90}$, зі збільшенням на 0,31 т/га (на контролі – 1,54 т/га) [24].

Внесення стартових доз мінеральних добрив, зокрема 50 кг/га нітроамофоски, є обов'язковим під час висівання в умовах Півдня України. Це сприяє кращому розвитку рослин у початковий період росту, коли в ґрунті ще є достатньо вологи. В сухі роки припосівне внесення комплексного добрива призводило до досягнення приросту врожаю до 35 %. Важливо враховувати, що внесення лише азоту навесні може спричинити перерostання рослин, підвищене формування волокна в стеблах та затримку фази достигання на 15 днів [25].

З досліджень Г.М. Господаренка, надмірне живлення льону олійного азотом може призвести до зниження вмісту жиру в його насінні та збільшення вмісту білка. В такому випадку льон не лише вилягає, але також зменшується якість волокна. Оптимальне живлення рослин фосфором і калієм сприяє підвищенню стійкості рослин до вилягання і грибкових захворювань, призводить до збільшення олійності насіння на 2-4% та прискорює його дозрівання [26].

За даними В.Б. Ковальова та О.М. Дроздана, варіанти внесення $N_{15\text{-}30}P_{60}K_{90}$ призвели до збільшення урожайності насіння льону олійного на 0,31 т/га (від 0,9 до 1,1 т/га порівняно з контролем). Таким чином,

використання добрив позитивно вплинуло на врожайність насіння льону олійного [27].

За даними досліджень Е.В. Прокопенка, більший вплив на врожай насіння льону спостерігається на фоні внесення фосфору (P_{60}) та калію (K_{60}) з додаванням азоту (N) під час передпосівної культивації у дозі $N_{60–90}$ кг/га добрив. Такий підхід забезпечив збільшення врожайності насіння на 4,0–5,4 ц/га (порівняно з бездобривним варіантом – 10,5 ц/га). Застосування азотних добрив на фоні $P_{60}K_{60}$ у дозі 30 та 60 кг/га добрив збільшило вміст олії до 45,1 % та 45,6 % (порівняно з контролем – 42,9 %). Внесення N_{90} не призвело до подальшого зростання вмісту олії. У насінні льону олійного вищі показники вмісту білка були забезпечені відповідно удобренням $N_{90}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 25,1 % та 25,2 %. Застосування дози добрив $N_{60\text{-}90}P_{60}K_{60}$ збільшило масу 1000 насінин на 4–9 % [28].

Ранньовесняне внесення комплексних добрив, таких як нітроамофоска (зміст азоту, фосфору та калію по 17 %), для сортів льону олійного інтенсивного типу, згідно з дослідженнями М. Слісарчука, у дозі $N_{51}P_{51}K_{51}$ призвело до отримання врожаю насіння в розмірі 3,5–4,0 т/га [29].

В умовах зони Полісся на світло-сірих ґрунтах внесення міндобрив вплинуло на врожайність насіння льону олійного сорту Південна Ніч. Зокрема, внесення половинної норми міндобрив забезпечило приріст насіння льону на 0,09–0,17 т/га. Збільшення норми добрив до повної зумовило приріст врожаю до 0,14 т/га [30].

В північному Лісостепу вища продуктивність та урожай льону олійного сортів Ківіка (1,96 т/га) і Блакитно-помаранчевий (2,12 т/га) були досягнуті за допомогою внесення міндобрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{90}$, додатково з використанням N_{15} у підживленні, за даними Ю.С. Вишнівської на сірих лісових ґрунтах північного Лісостепу. На контрольних ділянках врожай становив 1,16 т/га та 0,86 т/га відповідно [31, 32].

Позакореневе підживлення істотно впливає на фотосинтез, ріст і розвиток рослин, дихання, діяльність ферментів, стійкість до стресових умов

та хвороб. Воно сприяє покращеному постачанню кореням поживних речовин, що призводить до збільшення їх поглинаючої поверхні та посилення внутрішньоклітинного обміну. Це стимулює та оптимізує фотосинтез, покращуючи урожайність і усуваючи негативний вплив факторів навколишнього середовища [33].

Найвища потреба в поживних речовинах виникає під час інтенсивного росту, коли відбувається активне нагромадження сухої речовини та формування органів плодоношення, таких як бутонізація, цвітіння і плодоутворення. Тому важливо провести підживлення рослин, використовуючи азотні і мікродобрива, до цього періоду, і це рекомендується робити приблизно через 15–20 днів після сходів льону [34].На Хмельницькій ДСГДС на чорноземі опідзоленому середньосуглинковому виявлено, що позакореневе обприскування комплексними добривами сприяло інтенсивному розгалуженню рослин і формуванню додаткових листків і коробочок у льону олійного. Фенологічні фази, такі як ялинка, бутонізація і цвітіння, на оброблених ділянках настали на 2–3 дні раніше, ніж на контрольних [35].

В Інституті фізіології рослин АНУРСР та Українському НДІ землеробства проведено дослідження впливу різних форм азотних добрив на лучно-чорноземному опідзоленому та підзолистому легко суглинистому ґрунті. Використовувалися сірчанокислий амоній і натрієва селітра на фоні РК добрив. Застосування аміачного азоту, у порівнянні з нітратним, призвело до підвищення вмісту олії в насінні льону на 1,0–4,2 %. Також при аміачному живленні спостерігалося зменшення кислотного числа і збільшення йодного числа олії льону [36].

Ефективним заходом для покращення родючості ґрунту та збільшення продуктивності льону є використання органо-мінеральної системи удобрення. Ця система включає в себе використання соломи зернового попередника разом із сівбою сидерату з культур родини капустяних

(наприклад, редька олійна, гірчиця біла та інші). Важливим елементом є також внесення міндобрив у дозі $N_{30}P_{45}K_{60}$ [37, 38].

Використання сульфату магнію для позакореневого живлення льону олійного сприяє швидшому перетворенню азоту з мінеральних форм, значно підвищує потенціал рослин, поліпшує їх розвиток та збільшує загальну продуктивність у системі сівозміни. Цей метод сприяє активізації поглинання азоту рослинами льону та його нагромадженню в генеративних органах. Найбільш ефективним для позакореневого підживлення є використання сірчанокислого семиводного магнію із вмістом магнію на рівні 16,4 % та сірки на рівні 9,9 % [39].

Вирощування олійного льону також призводить до отримання побічної продукції – льоносоломи, з якої після переробки виробляють коротке волокно. За вартістю це волокно трошки дешевше в порівнянні з основною продукцією (насіння) [40–42].

Науковці акцентують увагу виробників на властивостях, що вирізняють культуру льону олійного. Серед них важливі особливості включають високу пластичність, високу посухостійкість, відсутність специфічних шкідників і хвороб, значну стійкість проти осипання, гарну придатність для збирання серійними зернозбиральними комплексами, можливість використання розповсюджених засобів захисту, а також наявність серійного комплексу ґрунтообробних, допоміжних, посівних інструментів та машин. Додатково важливою характеристикою є невисока потреба в основних елементах живлення, що робить технологію вирощування льону олійного доступною для різноманітних виробників – від великих товаровиробників до невеликих фермерських господарств [43, 44].

Значний зріст обсягів вирощування льону олійного в зоні Лісостепу є результатом стійкого попиту на насіння цієї культури як в країнах Єврозони, так і по всьому світу [45]. Розширення площі вирощування льону олійного та інших олійних культур у степовій зоні вважається високоефективним заходом для збільшення стабільності виробництва як олії, так і насіння, а

також для істотного підвищення ефективності використання ґрунтово-кліматичного потенціалу. Передбачається, що це також сприятиме позитивному впливу на структуру посівних площ та умови розміщення посівів озимих зернових культур [46].

Загальний аналіз результатів досліджень, наведених вище, вказує на необхідність удосконалення системи удобрення для льону олійного з метою максимізації використання його генетичного потенціалу за показниками врожайності та якості насіння.

Оптимізація живлення льону макро- і мікроелементами на різних етапах його органогенезу є ключовим шляхом для досягнення вказаної мети. За сучасними стандартами, традиційна система удобрення для льону не завжди забезпечує оптимальні умови для отримання найвищих показників врожайності та якості насіння. Ефективним рішенням цього питання є основне удобрення в оптимальних дозах та використання позакореневого підживлення. Останнє, завдяки збалансованості складу, сприяє інтенсивнішому розвитку рослин льону за рахунок стимуляції кореневої системи, збільшення листкової поверхні та інших процесів.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Характеристика сорту льону олійного Живинка та комплексного мінерального добрива Добродій

Дослідження проводилися з використанням сорту льону олійного "Живинка", створеного в інституті олійних культур НААН та занесеного до Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2018 році. Цей сорт відноситься до харчового напряму.

Основні ознаки сорту "Живинка":

- Тривалість періоду вегетації: 88-92 дні.
- Висота рослин: 52,0-55,0 см.
- Урожайність: 1,8-2,2 т/га.
- Маса 1000 насінин: 6,8 г.
- Олійність: 47,0%.
- Вміст ліноленової кислоти: 25,0%.
- Вміст лінолевої кислоти: 43,6%.
- Вміст олеїнової кислоти: 20,6%.
- Рекомендований для вирощування в зонах Степу, Лісостепу і на Поліссі України.

Харатеристика комплексного мінерального добрива Добродій.

ДОБРОДІЙ – органо-мінеральне добриво, забезпечує розвиток потужної кореневої системи, захист рослини від стресових явищ, відродження корисної біоти у ґрунті. Норма при обробляннні насіння – 5 кг/т, для позакореневого живлення – 3–5 кг/га. Склад N – 330; K – 60; B – 0,36; Mo – 0,013; Fe – 1,44; Mn – 1,44; S – 9,6; Cu – 2,4; Zn – 1,2; Mg – 33,3; Co – 0,037. Гумінові і фульвокислоти 30 г/кг. Регулятори росту. Мікроелементи хелатовані карбоновими кислотами.

ДОБРОДІЙ БОР – мінеральне добриво. Сприяє ефективній закладці регенеративних органів, успішному запиленні, забезпеченню продуктивного руху цукрів, активному росту насіння і плодів. Рекомендовано до використання на таких групах культур: зернові, технічні, овочеві, бобові культури, ягоди, дерева та кущі. Позакореневе живлення рекомендовано в нормі 0,5–1,5 л/га. Склад: B – 170 г/кг.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Ґрунтово умови місця досліджень

Експериментальна частина досліджень виконана у 2023 році на полях ФГ «Червона калина» Борщівського району, Тернопільської області

Територія Лісостепу України за кліматичними та ґрунтовими умовами поділяється на три зони: східну, центральну і західну. Наші дослідження проведено в зоні Лісостепу західного.

Дослідження проведено на сірому лісовому поверхнево оглеєному типі ґрунті. Перед закладанням досліду відбирали зразки ґрунту з верхнього горизонту (0–20 см) і визначали основні показники родючості (табл. 1). За чинною градацією такий ґрунт має дуже низьке забезпечення N, середнє P_2O_5 і низьке – K_2O. Реакція ґрунтового розчину була слабокисла з наближенням до нейтральної. Рельєф дослідних ділянок рівнинний.

Таблиця 1

Агрохімічна характеристика сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту (0-20 см) у 2023 р.

Гумусу, %	$_{P}H_{сольове}$	Сума ввібраних основ, мг-екв/100г ґрунт	Вміст поживних речовин, мг на кг ґрунту		
			Легкогідролізований азот, N	рухомий фосфор, P_2O_5	обмінний калій, K_2O
1,54	5,75	23,1	110	114	102

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок мав таку будову:

Нл – лісова підстилка потужністю 2-3 см;

НЕ – гумусово-елювіальний, бурувато-сірий, пухкий, горохувато-грудкуватий; Eh-підзолистий, слабогумусований, білястий, плитчастий, пухкий;

Іе – ілювіальний, перехідний;

І – ілювіальний, темно-бурий, дуже щільний;

Рк – материнська порода, лесоподібний суглинок, безформенно-грудкувата, пухка, трубочки $CaCO_3$.

3.2. Погодні умови під час вегетації льону олійного в 2023 році

Досліджувана територія характеризується: 1) помітним спаданням річних опадів (від 600 мм в лісовій зоні до 400–450 мм); 2) різким підвищенням температури повітря порівняно з зоною лісів. Характерними рисами клімату є континентальність, сухість теплого півріччя, весняний і літній мінімуми відносної вологості, суховії, інверсії температур і заморозки в умовах мікрорельєфу. Зона має порівняно теплий і місцями навіть сухий клімат. Зростають літні температури і тривалість теплого сезону. За період з температурою більше 10 °С сума середніх добових температур зростає до 1800– 2000 °С на сході зони і до 2600–2800 °С на південному заході. Безморозний період, як правило, триває 105–120 днів на сході і 165 днів на заході.

Упродовж вегетаційного періоду льону олійного в 2023 р. випало 177,7 мм опадів, тобто на 95,3 мм менше норми. У березні і травні спостерігали зменшення кількості опадів порівняно з багаторічними значеннями. За норми відповідно 44 мм і 85 мм у березні випало 37,6 та у травні – 11,5 мм. Температури повітря перевищили середні значення на 4,5 і 1,8 °С. Посушливим виявився і червень, коли впродовж місяця випало 65 % опадів від норми (93 мм) (табл. 2).

Таблиця 2

Метеорологічні дані (пункт спостереження – Борщів) 2023 рік

Місяць	Температура, °С		К-ть опадів, мм	
	2023 р.	Норма	2023 р.	Норма
Березень	5	0,5	37,6	44
Квітень	8,1	7,4	67,7	51
Травень	15	12,9	11,5	85
Червень	18,1	16,3	60,9	93
Разом за вегетаційний період	***11,6***	***9,3***	***177,7***	***273***

Проте істотного негативного впливу на рослини льону олійного не спостерігали, оскільки на час настання посушливих умов рослини встигли сформувати повноцінну кореневу систему, яка дозволила рослинам отримувати достатньо вологи із нижніх шарів ґрунту. На період сівби оптимальні вологозапаси орного горизонту ґрунту мають становити 30 мм, у фазі 3–4 листків – понад 20 мм (до 5 мм в орному горизонту під час сівби не отримують сходів; 10 мм – сходи з'являються, частково засихають і стають дуже зрідженими; 11–20 мм – умови для появи сходів задовільні; понад 20 мм – з'являються дружні сходи).

3.3. Схема досліду

Задля виконання науково-дослідної роботи були проведені польові та лабораторні дослідження. В польових умовах впродовж 2023 року було закладено дослід. Схема досліду передбачала наступні варіанти:

1. Контроль (без добрив);
2. $N_{30}P_{45}K_{60}$;
3. $N_{45}P_{45}K_{60}$;
4. $N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т);

5. $N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т) + добродій бор (1,5 л/га).

Повторність досліду чотирикратна. Кількість варіантів – 5, облікова площа дослідної ділянки – 25 м^2, загальна площа елементарної дослідної ділянки – 36 м^2. Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик з наукових досліджень у рослинництві [47, 48].

В дослідженнях використовували азотні мінеральні добрива: аміачна селітра (34 % д.р.), сечовина (карбамід) (46 % д.р.); суперфосфат гранульований (18,7 % д.р); калімаг (27 % д.р.).

Проводили передпосівне обробляння насіння протруйником Вінцит 0,50 CS (флутріафон, 25 г/л + тіабентазол 25 г); органо-мінеральне добриво Добродій (5 кг/т). Добродій бор – для позакореневого внесення 1,5 л/га.

3.4. Технологія вирощування льону олійного в досліді

При вирощуванні льону олійного в досліді обробіток ґрунту включав дискування поля після збирання попередника (овес). Основний обробіток ґрунту проводили на глибину 20–22 см.

Весняний обробіток складався з ранньовесняного боронування впоперек оранки та передпосівної культивації на глибину 6–8 см. Мінеральні добрива вносили під передпосівну культивацію.

Сівбу проводили селекційною сівалкою СЛ-16 на глибину 3–4 см. Норма висіву у досліді складала 8 млн. схожих насінин на 1 га.

У фазі ялинки посіви льону олійного проти бур’янів обприскували гербіцидом гроділ (0,1 л/га), а в період швидкого росту – препарам фюзілат (1,8 л/га).

Збір врожаю проводили у фазі повної стиглості насіння комбайном «Сампо 500» поділянково.

3.5. Методика проведення досліджень

У даному дослідженні проводили різноманітні агрохімічні, фенологічні та біометричні обліки рослинного матеріалу та ґрунту. Основні етапи та методи включали:

1. **Агрохімічний аналіз ґрунту:**
    - Збір проб перед сівбою на глибині 0–20 см.
    - Визначення різних показників, таких як pH сольової витяжки, гідролітична кислотність, гумус, легкогідролізований азот, рухомий фосфор, обмінний калій, сума ввібраних основ.
2. **Фенологічні спостереження:**
    - Спостереження за розвитком рослин у різні фази, включаючи сходи, ялинку, бутонізацію, цвітіння, ранню жовту стиглість та повну стиглість.
3. **Біометричний аналіз:**
    - Визначення густоти рослин перед збором врожаю для оцінки виживання.
    - Вимірювання біомаси рослин на різних фазах росту.
    - Збір снопового матеріалу для аналізу перед збором врожаю.
4. **Збір врожаю:**
    - Проведення збору врожаю суцільним способом.
    - Зважування та визначення вологості насіння перед аналізом.
5. **Якісний аналіз насіння:**
    - Визначення вмісту олії екстракційним методом.
    - Вимірювання маси 1000 насінин.
6. **Економічна оцінка технології:**
    - Розрахунок витрат та виробничої ефективності елементів технології вирощування.
7. **Математична обробка результатів:**

- Використання методів дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу.
- Використання програмного забезпечення Excel для обробки даних.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ
РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

4.1. Ріст, розвиток та виживання рослин льону олійного

Для оптимального забезпечення рослин елементами живлення та енергією для їх росту і розвитку важливо враховувати оптимальну густоту посадки рослин. Густота посадки впливає на кількість доступної вологи, вуглекислого газу (CO_2) і світла, якими рослини будуть отримувати протягом вегетаційного періоду. В загущених посадках рослини можуть конкурувати між собою за ресурси, такі як вода, CO_2 і світло. Це може впливати на формування насіння, знижуючи його повноту та якість. Недостатня заповненість насіння може призвести до зменшення продуктивності рослин [45].

Погодні умови відіграють важливу роль у формуванні густоти стояння рослин в посівах та впливають на запаси продуктивної вологи в ґрунті. Забезпечення оптимального рівня вологи в ґрунті на етапі сходів є ключовим для успішного формування густоти стояння рослин. Якщо умови сприятливі, рослини можуть рівномірно вирости і сформувати оптимальну густоту. Достатня густота стояння рослин на період збирання врожаю є також важливою, оскільки це може вплинути на загальну продуктивність посівів.

У наших дослідженнях погодні умови помітно вплинули на формування густоти стояння рослин в посівах та запаси продуктивної вологи в ґрунті в період сходів.

Нами встановлено, що льон олійний є чутливою до мінерального живлення культурою. Застосування удобрення на посівах льону олійного мало вплив на формування густоти стояння рослин (табл. 3).

Таблиця 3

Густота стояння рослин льону олійного залежно від удобрення, 2023 р.

Варіанти	Густота стояння рослин млн шт./га		Кількість рослин, що загинули за вегетацію		Польова схожість, %
	на період сходів	перед збиранням	млн. шт./га	%	
Контроль (без добрив)	7,24	6,61	0,62	11,5	89,3
$N_{30}P_{45}K_{60}$	7,28	6,62	0,64	11,1	89,8
$N_{45}P_{45}K_{60}$	7,28	6,64	0,63	11,3	89,9
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т)	7,36	6,66	0,69	10,5	90,8
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т) + добродій бор (1,5 л/га)	7,33	6,66	0,66	10,9	90,5

На удобрених варіантах досліду ($N_{30}P_{45}K_{60}$ та $N_{45}P_{45}K_{60}$) польова схожість насіння була в межах 89,8–90,5 % і дещо була вищою на 0,5–1,5 %, щодо варіанту без добрив (контроль) – 89,3 %, що мало вплив на формування рослин на час сходів.

Густота рослин на всіх варіантах з удобренням $N_{45}P_{45}K_{60}$ на період сходів становила 7,28–7,33 млн шт./га та перевищувала варіант без добрив на 0,04–0,09 млн шт./га.

Застосування комплексного мікродобрива Добродій як для оброблення насіння, так і для позакореневого підживлення у фазу ялинки на фоні удобрення покращило виживання рослин за вегетаційний період (зросло на 0,8–1,0 %), і перед збиранням врожаю густота рослин знаходилась в межах 6,66 млн шт./га, та перевищувала контроль на 0,04–0,07 млн шт./га.

4.2. Формування листової поверхні рослин льону олійного за різних рівнів удобрення

Урожайність льону олійного в значній мірі залежить від продуктивності та розміру асиміляційного апарату. Збільшення площі листової поверхні та інтенсивність фотосинтезу є ключовими факторами, що визначають швидкість накопичення органічної маси та структури врожаю. Величина врожаю непрямо залежить від загальної площі поверхні листків на одиниці площі посіву. Отже, найбільш продуктивні врожаї отримуються внаслідок наявності оптимальної площі та розміру листків, а також правильної структури. Висока урожайність може бути досягнута лише за умови формування у рослин оптимального за розміром та тривалістю фотосинтетичного апарату. Це включає в себе забезпечення високої інтенсивності та якісного напрямку фотосинтезу, а також оптимальне використання продуктів фотосинтезу для процесів росту і розвитку рослин [27].

За даними науковця Шеремета Ю.В. на ясно-сірих лісових ґрунтах Житомирського НАУ «через високу щільність розміщення рослин льону олійного за норми висіву 10 млн шт./га площа листової поверхні зменшується. Зменшення асиміляційної поверхні пояснюється затіненням нижньої частини рослин, де листя скоріше жовтіє і відмирає. Встановлено, що максимальна площа листової поверхні сорту Еврика 32,9 м^2/га, фотосинтетичний потенціал 1,77 млн. м^2. днів та ЧПФ – 5,67–5,87 г/м^2/добу формується за норми висіву 8 млн шт./га і внесення добрив $N_{52-71}P_{16-21}K_{36-51}$ і забезпечують отримання насіння льону олійного 1,45–1,47 т/га» [50].

Аналіз результатів проведених нами у 2023 році досліджень показав, що передпосівне обробляння насіння льону комплексним мікродобривом Добродій в рекомендованій дозі (5 л/т) окремо та в поєднанні з позакореневим підживленням на фоні мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{60}$ позитивно впливало на формування площі листової поверхні впродовж

вегетаційного періоду (табл. 4).

Таблиця 4

Площа листової поверхні льону олійного залежно від позакореневого підживлення, 2023 р.

Варіанти	Ялинка		Бутонізація		Цвітіння	
	$см^2$/рослину	тис.$м^2$/га	$см^2$/рослину	тис.$м^2$/га	$см^2$/рослину	тис.$м^2$/га
Контроль (без добрив)	7,9	5,7	15,2	10,9	25,9	18,5
$N_{30}P_{45}K_{60}$	17,4	12,5	38,3	27,5	58,8	42,2
$N_{45}P_{45}K_{60}$	17,0	12,3	37,1	26,7	57,9	41,6
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т)	17,7	12,9	41,8	30,4	66,1	48,0
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т) + добродій бор (1,5 л/га)	18,0	13,1	44,4	32,1	71,1	51,4

Зокрема, у фазі ялинки позакореневе підживлення рослин комплексом мікроелементів на фоні мінеральних добрив забезпечило збільшення площі листової поверхні до 17,7–18,0 $см^2$/рослину, а на 1 гектарі відповідно до 12,9–13,1 тис. $м^2$/га.

Позитивну дію позакореневого підживлення також отримано у фазі бутонізації рослин льону. За такої ж системи удобрення показники площі листової поверхні становили 41,8–44,4 $см^2$/рослину або 30,4–32,1 тис. $м^2$/га, що було більше на 2,7–4,6 тис. $м^2$/га, ніж у варіантах з використання тільки мінеральних добрив (без добрив – 15,2 $см^2$/рослину, або 10,9 тис. $м^2$/га). Максимальних значень площа листової поверхні рослин льону досягла у фазі цвітіння. Зростання площі листя спостерігалось за позакореневого

підживлення рослин льону, яке проводили у фазі ялинки Так внесення у підживлення добродію 1,5 л/га разом з обробленням насіння 5 л/т на фоні добрив забезпечило площу листової поверхні 71,1 см^2/рослину або 51,4 тис. м^2/га, приріст до контролю (без добрив) становив 45,2 см^2/рослину або 32,9 тис. м^2/га, а до фону $N_{45}P_{45}K_{60}$ – 6,4 см^2/рослину або 9,8 тис. м^2/га.

4.3. Нагромадження сухої речовини рослинами льону олійного залежно від агротехнологічних прийомів вирощування

Формування та накопичення органічної речовини є комплексним показником фізіологічних та біохімічних процесів у рослині. Суха речовина включає різноманітні мінеральні і органічні сполуки. Мінеральна частка сухої речовини включає оксиди Na, K, Ca, Mg, Fe та ангідриди сірчаної, фосфорної, соляної кислот та інші. Органічна частина включає білки, жири, клітковину і безазотисті екстрактивні речовини. Утворення сухої речовини визначається динамічним балансом між поглинанням мінеральних речовин з ґрунту, утворенням органічних сполук під час фотосинтезу та витратами органічних речовин на процеси дихання [50].

Автори стверджують, що потужність листового апарату може бути виражена чистою продуктивністю фотосинтезу. Цей показник визначається співвідношенням добового приросту сухої маси рослин до площі їх листової поверхні. За зазначеннями колективу авторів, зазвичай ця потужність становить 5–12 г на 1 м² листя за добу, але може варіюватися від 0,1 г до 20 г сухої речовини на 1 м² листя за добу [51–53].

Наші дослідження вказують на те, що нагромадження сухої речовини збільшується в процесі росту та розвитку рослин. Цей показник виявляє чутливість до впливу різних систем удобрення та конкретних ґрунтово-кліматичних умов, що також впливає на його динаміку.

У наших дослідженнях ми визначали нагромадження сухої надземної біомаси в рослинах, фокусуючись на основних фазах росту та розвитку льону

олійного. Протягом цих фаз спостерігали збільшення виходу сухої маси, а нагромадження сухої речовини в рослинах льону олійного протікало нерівномірно упродовж періоду вегетації. Цей процес був чутливим до різних норм мінеральних добрив, що підкреслює вплив певних аспектів годування рослин на нагромадження біомаси (табл. 5).

Таблиця 5

Нагромадження сухої надземної біомаси рослинами льону олійного сорту Живинка залежно від удобрення, 2023 р.

Варіанти	Показники	Фаза розвитку			
		ялинка	бутонізація	цвітіння	повна стиглість
Контроль (без добрив)	г/10рос.	1,25	2,15	4,34	6,77
	т/га	0,89	1,54	3,10	4,83
$N_{30}P_{45}K_{60}$	г/10рос.	1,75	4,81	10,28	14,18
	т/га	1,26	3,46	7,38	10,18
$N_{45}P_{45}K_{60}$	г/10рос.	1,87	5,31	12,10	14,40
	т/га	1,36	3,85	8,78	10,44
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т)	г/10рос.	1,75	5,00	11,62	13,92
	т/га	1,27	3,62	8,40	10,07
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т) + добродій бор (1,5 л/га)	г/10рос.	1,96	5,99	13,77	16,87
	т/га	1,43	4,33	9,96	12,20

Найвищі показники маси повітряно-сухих рослин отримано на варіанті з внесенням мінеральних добрив. Ця тенденція спостерігалась за всіма фазами росту та розвитку рослин.

За внесення мінеральних добрив відбувалося значне накопичення сухої надземної біомаси льону олійного щодо контролю (без добрив). У середньому за повтореннями, нагромадження сухої надземної біомаси льону

олійного у фазі ялинки становило 1,24±0,22 т/га. У фазі бутонізації та цвітіння ці показники зростали до 2,14±0,91 т/га та 4,31±2,19 т/га. У фазі повна стиглість цей показник склав 6,76±1,89 т/га. Такий високий показник варіювання зумовлений впливом рівня удобрення на нагромадження сухої біомаси льону олійного.

Так, у фазі ялинки за внесення у підживлення Добродію бор 1,5 л/га та + обробляння насіння перед сівбою Добродій (5 кг/т) на фоні добрив ($N_{45}P_{45}K_{60}$) забезпечувало найвищий рівень накопичення сухої речовини і становив 1,96 г/на 10 рослин або 1,43 т/га. Таке значне варіювання зумовлене реакцією льону олійного на позакореневе удобрення комплексними мікродобривами. Аналогічна закономірність для даного варіанту спостерігалась також у фазах бутонізації та цвітіння і відповідно становило 5,93–13,77 г/на 10 рослин або 4,33–9,96 т/га, що було на 4,32–9,16 г/на 10 рослин, ніж на контролі (без добрив). У фазу повної стиглості за умови внесення міндобрив і позакореневого підживлення накопичення сухої маси було в межах 13,92–16,86 г/на 10 рослин або 10,07–12,20 т/га. На контролі (без добрив) ці показники складали 6,77 г/на 10 рослин або 4,83 т/га.

Отже за результатами досліджень нами встановлено, що найвищий приріст сухої маси у 2023 році одержано упродовж вегетаційного періоду зза позакореневого підживлення комплексним мікродобривом Добродій бор 1,5 л/га + обробляння насіння перед сівбою комплексним мікродобривом добродій (5 кг/т) на фоні добрив ($N_{45}P_{45}K_{60}$).

4.4. Вплив досліджуваних чинників на продуктивність льону

Формування врожаю – це складний продукційний процес, який залежить від генетичної програми рослини та зовнішніх умов. Для досягнення високого урожаю необхідно мати повну інформацію про всі аспекти впливу окремих чинників та їх взаємодію в рості і розвитку рослин. Прогнозування реакції рослин на ці чинники є важливим для досягнення

оптимального врожаю. Величина врожаю визначається такими ключовими процесами, як фотосинтез, ріст і розвиток, а також регулюється аспектами повітряного, водного і теплового режимів, мінерального живлення, структури рослин та архітектоніки посіву [54].

Показники урожайності льону олійного сорту Живинка змінювалися залежно від застосовуваних елементів удобрення.

Отримані експериментальні дані свідчать, що урожайність льону олійного можна збільшити шляхом регулювання рівня удобрення, зокрема використання під передпосівну культивацію мінерального удобрення в нормі $N_{30}P_{45}K_{60}$ або $N_{45}P_{45}K_{60}$ як окремо, так і в поєднанні з застосування комплексних мікродобрив для передпосівного обробляння насіння та позакореневого застосування (табл. 5).

Таблиця 5

Влив удобрення на врожайність насіння льону олійного, 2023 р.

Варіанти	Врожайність насіння, т/га					Приріст врожайності, т/га	
	I повт	II повт	III повт	IV повт	сер.	до контролю	до фону
Контроль (без добрив)	1,54	1,52	1,61	1,59	1,57	–	–
$N_{30}P_{45}K_{60}$	2,47	2,52	2,46	2,40	2,46	0,89	–
$N_{45}P_{45}K_{60}$	2,57	2,64	2,65	2,61	2,62	1,05	0,16
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т)	2,63	2,66	2,86	2,68	2,71	1,14	0,25
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т) + добродій бор (1,5 л/га)	2,81	2,86	2,90	2,73	2,83	1,26	0,37
НІР$_{0,5}$	*0,095*						

Використання мінерального удобрення в нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$ забезпечило

показник врожайності на рівні 2,46 т/га, тобто дозволило отримати приріст врожайності 1,05 т/га порівняно до контролю та 0,89 т/га порівняно до варіанту з використання стартової дози азотного живлення (N_{30}) та $P_{45}K_{60}$.

Використання мінерального удобрення в нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним обробляннням насіння комплексним мікродобривом Добродій (5 л/т) зумовило приріст врожайності насіння на рівні 1,14 т/га, а при додатковому застосуванні позакореневого підживлення Добродій бор в нормі 1,5 л/га забезпечило приріст врожаю насіння льону олійного 1,26 т/га до варіанту без добрив (контроль) – 1,57 т/га. Внесення позакореневого підживлення сприяло зростанню врожаю на 8,0 % порівняно до удобрення $N_{45}P_{45}K_{60}$.

Кореляційний-регресійний аналіз зв’язку між урожайністю насіння льону та позакореневими підживленнями на фоні $N_{45}P_{45}K_{60}$ свідчить про прямий сильний зв'язок між цими показниками ($r = 0,96$).

Загалом найвищу врожайність насіння льону олійного – 2,83 т/га отримано за умови внесення повного мінерального добрива $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним обробляннням насіння комплексним мікродобривом Добродій (5 л/т) та застосуванні позакореневого підживлення Добродій бор в нормі 1,5 л/га.

4.4. Вплив удобрення на структурні показники льону олійного

Показники продуктивності льону, які були наведені, визначаються формуванням структурних компонентів врожаю. У випадку льону олійного цей процес залежить не лише від погодних умов протягом вегетаційного періоду, але й від сортових особливостей, норм висіву насіння, строків збирання та обробки насіння від хвороб і шкідників за допомогою протруйників. Урожайність насіння льону прямо залежить від густоти росту рослин. Крім того, структурні компоненти врожаю, такі як кількість коробочок на рослині, кількість насінин в одній коробочці і на рослині, а

також маса 1000 насінин, мають значущий вплив на урожайність. Льон олійний характеризується високою галузистістю, що сприяє формуванню більшої кількості коробочок. Розгалуження рослин і утворення коробочок взаємодіють з густотою росту рослин на одиниці площі, тому високі норми висіву можуть негативно впливати на кількість коробочок на рослині [55, 56].

Використання мінерального удобрення в нормі $N_{30}P_{45}K_{60}$ та $N_{45}P_{45}K_{60}$ сприяло зростанню кількості коробочок на рослині на 4,4–4,7 шт. (на контролі – 15,0 шт.) (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив удобрення на структурні показники льону олійного, 2023 р.

Варіанти	К-сть коробочок на рослинні, шт.	К-сть насінин з 1 рослини, шт.	Маса 1000 насінин, г	Продуктивність однієї рослини, г
Контроль (без добрив)	15,0	49,7	6,12	0,462
$N_{30}P_{45}K_{60}$	19,4	81,3	6,16	0,974
$N_{45}P_{45}K_{60}$	19,6	83,0	6,17	0,997
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т)	20,0	87,8	6,17	1,085
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т) + добродій бор (1,5 л/га)	20,5	90,3	6,22	1,153

Найбільшу кількість коробочок (20,5 штук на рослині) отримано у варіанті внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним обробляннням насіння комплексним мікродобривом Добродій (5 л/т) та з використання у позакореневе підживлення комплексного мікродобрива добродій (1,5 л/га) при кількості коробочок на варіанті без добрив – 15,0 шт/рослину.

Застосування різних способів внесення комплексного мікродобрива

добродій також зумовило приріст кількості насінин на рослину в межах 38,1–40,6 шт. Внесення основного удобрення в різних нормах зумовило приріст кількості насінин на рослині на 31,6–33,3 шт. при кількості їх на контролі 49,7 шт.

Поєднання основного та позакореневого підживлення підвищували масу 1000 г насінин у льону на 0,05–0,10 г. Найвищий показник 6,22 г було отримано у варіанті удобрення $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним обробляннням насіння комплексним мікродобривом Добродій (5 л/т) та з використання у позакореневе підживлення комплексного мікродобрива добродій (1,5 л/га). На контролі цей показник становив 6,12 г.

Обрахунок маси насіння з однієї рослини показав, що на варіантах з мінеральним удобренням спостерігалося істотне підвищення цього показника, щодо контролю (без добрив). Приріст до контролю складав 0,512–0,691 г.

Найбільшу масу насінин з однієї рослини (1,153 г) отримано при застосуванні мінеральних добрив в нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним обробляннням насіння льону олійного комплексним мікродобривом Добродій (5 л/т) та при додатковому застосуванні у фазу ялинка позакореневого підживлення мікродобривом Добродій бор в нормі 1,5 л/га (на контролі – 0,462 г на 1 рослину).

Отже, найвищі показники елементів структури урожаю і продуктивність однієї рослини (1,153 г) отримано серед досліджуваних факторів у варіанті з поєднанням внесення як основного мінерального удобрення, так і комплексу мікроелементів для обробляння насіння і позакореневого підживлення інноваційним комплексом Добродій.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

З розвитком ринкових відносин в Україні, особливу увагу приділяють завданню здешевлення рослинницької продукції, зокрема насіння льону олійного. Метою є досягнення конкурентоздатності на внутрішньому і зовнішньому ринках, враховуючи світові стандарти собівартості. Зниження собівартості рослинницької продукції, зокрема насіння льону олійного, можливе шляхом зменшення витрат на виробництво та підвищення продуктивності посівів культур. Це важливий крок для забезпечення конкурентоспроможності на ринках збуту, а також для створення сприятливих умов для розвитку сільськогосподарського сектору [57].

Ефективність виробництва є складною економічною категорією, яка відображає об'єктивні економічні закони і віддзеркалює одну з ключових аспектів виробництва – його результативність. Підвищення економічної ефективності виробництва призводить до збільшення доходів господарства, отримання додаткових коштів, підвищення родючості ґрунтів та культури землеробства. Також, це сприяє розробці нових сортів та технологій, удосконаленню сівозмін, що в результаті призводить до збільшення врожайності та валових зборів сільськогосподарських культур.

Проте, важливо враховувати, що для того, щоб новий засіб чи технологія були ефективнішими, ніж традиційні, вони повинні демонструвати вищу ефективність у виробництві. Критерієм економічної ефективності в сільському господарстві є рівень окупності використання продукції виробничих ресурсів.

Для визначення показників економічної ефективності вирощування льону олійного ми використовували наступні основні показники: виробничі затрати, вартість валової продукції (насіння, коротке волокно), чистий

прибуток, собівартість та рівень рентабельності. Наші розрахунки базуються на нормативних витратах праці та ресурсів, які витрачаються на виробництво льонопродукції (табл. 7).

Таблиця 7

Економічна ефективність застосування удобрення у технології вирощування льону олійного, 2023 р.

Варіант досліду	Загальні затрати, грн/га	Врожайність, т/га	Ціна*, грн/т	Валовий дохід, грн/га	Чистий дохід, грн/га	Собівартість, грн/т
Контроль (без добрив)	15128	1,57	16000	21980	9992	9636
$N_{30}P_{45}K_{60}$	20406	2,46	16000	34440	18954	8295
$N_{45}P_{45}K_{60}$	20511	2,62	16000	36680	21409	7829
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т)	20603	2,71	16000	37940	22757	7603
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т) + добродій бор (1,5 л/га)	20698	2,83	16000	39620	24582	7314

Аналіз економічної ефективності використання удобрення під льон олійний показує, що застосування основного фону удобрення та позакореневого підживлення на фоні $N_{45}P_{45}K_{60}$ супроводжується збільшенням затрат на їх закупівлю та внесення. Однак при цьому від їх внесення зростає і чистий дохід. Найвищий його показник (24 582 грн/га) отримано на варіанті використання мінерального удобрення в нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним обробляннням насіння комплексним мікродобривом Добродій (5 л/т) та додатковому застосуванні позакореневого підживлення Добродій бор в нормі 1,5 л/га.

Найменший дохід одержаний на варіанті без застосування добрив (контроль) – 9992 грн./га з найвищою собівартістю – 9636 грн./т.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Аналіз умов і заходів з охорони праці в господарстві

Стаття 43 Конституції України гарантує право на працю та безпечні умови праці. Кожен має право на працю, заробітну плату не нижче визначеної законом, і на належні, безпечні та здорові умови праці. Заборонено використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних роботах [58].

Держава зобов'язана створювати сприятливі умови для повної зайнятості населення, здійснювати програми професійного навчання. Роботодавець повинен забезпечити працівникам безпечні умови праці.

Стаття 45 гарантує право на відпочинок, включаючи щотижневий відпочинок, оплачувану щорічну відпустку та скорочений робочий день для окремих професій. Аналіз виробничого травматизму в господарстві «Червона калина» свідчить про високий рівень охорони праці, що відповідає законодавству [58].

Щодо шкідливих речовин, заходи боротьби із запиленістю включають зволоження матеріалів, санітарно-гігієнічні заходи та використання індивідуального захисту. Техніка безпеки при сівбі льону регулюється відповідними нормативами.

Медогляд, навчання та використання засобів індивідуального захисту підтверджують забезпечення безпеки праці. Господарство дотримується вимог санітарних норм, має обладнані приміщення та територію.

Загальні вимоги безпеки при сівбі льону передбачають медичний огляд, виробниче навчання та перевірку знань. Робітники повинні мати дозвіл на самостійну роботу, а їхні знання і навички фіксуються відповідними записами.

Узагальнений висновок аналізу виробничого травматизму підтверджує високий рівень охорони праці в господарстві «Червона калина», що відповідає чинному законодавству [59].

Стан охорони праці в господарстві в цілому є задовільним. Інструктажі проводяться своєчасно, працівникам виділяються засоби індивідуального захисту, та перевірки знань техніки безпеки проводяться вчасно. Однак існує проблема, пов'язана з обмеженими фінансовими ресурсами, що призводить до застаріння та зносу матеріально-технічної бази. Це може призвести до аварій, травм та навіть загибелі працівників. Ця проблема визначається як основна в господарстві.

Документація щодо інструктажів ведеться чітко та без значних помилок.

Для поліпшення умов праці при вирощуванні льону олійного та забезпечення безпеки праці, рекомендується дотримуватися таких правил:

1. Перед обробітком ґрунту слід оглядати поле і відповідним чином підготовлювати його, прибираючи камені та інші перешкоди.
2. Посівний агрегат повинен працювати на обмеженій швидкості, а сіяч повинен відійти на безпечну відстань.
3. Перед внесенням добрив у грунт слід їх відповідним чином підготувати, уникати наявності в них сторонніх предметів.
4. При протруюванні насіння та розвантаженні його в мішки, працівникам слід використовувати індивідуальні засоби захисту.
5. Протруювання насіння варто проводити на відкритих площадках за визначеною відстанню від житлових та інших зон.
6. Під час збиральних робіт слід дотримуватися встановленої швидкості руху машин та використовувати спеціальні площадки для обробки продукції.
7. Проводити повторний інструктаж та фіксувати його у відповідному журналі.
8. Використовувати наряд-допуск для робіт з підвищеною небезпекою.

9. Призначити тематику вступного інструктажу та затвердити її у керівника господарства.
10. Проводити перевірку знань після кожного інструктажу.
11. Організовувати повторний інструктаж під керівництвом безпосередньо керівника робіт.
12. Фіксувати позаплановані інструктажі у відповідному журналі реєстрації.
13. Видавати інструкції на кожен вид робіт при проведенні первинного інструктажу.

6.2. Екологічні виклики та шляхи сталого розвитку сільськогосподарських земель в Україні

Проблеми екології та сталого розвитку сільськогосподарських земель в Україні стають все більш актуальними. Забруднення токсинами, зниження родючості ґрунтів та сільськогосподарська розораність територій є серйозними викликами. Стан сільськогосподарських угідь погіршується, і це може призвести до серйозних наслідків.

Держкомзем вказує на критичні проблеми, такі як кислі, солонцюваті та засолені ґрунти, перезволоженість, заболоченість і кам'янисті ділянки. Забруднення токсичними речовинами, включаючи радіоактивні ізотопи, також є значущим. Геологічні негативні явища охоплюють понад половину території України.

Сільськогосподарська розораність призводить до порушення екологічно збалансованого співвідношення між рільництвом, лісами, луками та водоймами, що негативно впливає на стійкість агроландшафтів. Сівозміна залишається важливою для формування продуктивної здатності ґрунтів.

Застосування зональних науково-обґрунтованих систем сівозмін разом із сучасними агротехнологіями може значно підвищити продуктивність сільськогосподарських угідь. Також важливо адаптувати структуру посівів до

особливостей природно-кліматичних умов та можливостей сільгосппідприємств.

Зрошення, використовуючи різні види поливів, може бути ефективним засобом регулювання нестійкого водного режиму ґрунтів і забезпечення стійкості сільськогосподарських культур до коливань клімату та короткочасних посух.

Впровадження систем зрошення може відігравати ключову роль у сучасних умовах ринкових відносин, змін клімату та вимог споживачів. Забезпечення сталого розвитку та збереження екології ґрунтів стають стратегічно важливим завданням для науковців і сільськогосподарських практиків.

ВИСНОВКИ

На підставі проведених польових досліджень щодо можлвості інтенсифікації технології вирощування льону олійного в грунтово-кліматичних умовах зони Лісостепу західного можна зробити наступні висновки:

1. Дослідження, спрямовані на оптимізацію живлення льону олійного, враховуючи його біологічні та сорто-генетичні особливості, є актуальними. Особливо важливо враховувати той факт, що льон олійний має слаборозвинену кореневу систему, і тому виявляє чутливість до мінерального живлення. Оптимізація процесу живлення може сприяти покращенню росту, розвитку та врожайності льону, а також забезпечити ефективне використання мінеральних ресурсів.

2. Застосування мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{45}K_{60}$ та $N_{45}P_{45}K_{60}$ сприяло підвищенню польової схожості насіння. У досліді вона коливалася в межах 89,3–90,5 %, перевищуючи варіант без добрив (контроль) на 0,5–1,5 % (89,3 %). Застосування комплексного мікродобрива Добродій, як для оброблення насіння, так і для позакореневого підживлення на фазі ялинки, при використанні мінеральних добрив, покращило виживання рослин протягом вегетаційного періоду (виживання зросло на 0,8–1,0 %). Перед збиранням врожаю густота рослин становила в межах 6,66 млн шт./га, перевищуючи контроль на 0,04–0,07 млн шт./га.

3. У фазі цвітіння, за використання позакореневого підживлення на фазі ялинки, рослини льону досягли максимальної площі листової поверхні. Внесення добрива Добродій у кількості 1,5 л/га разом з обробленням насіння в кількості 5 л/т на тлі використання мінеральних добрив забезпечило площу листової поверхні на рівні 71,1 см²/рослину або 51,4 тис. м²/га. Це представляє приріст порівняно з контролем (без добрив) у розмірі 32,9 см²/рослину.

4. Найвищий приріст сухої маси у 2023 році одержано упродовж вегетаційного періоду за позакореневого підживлення комплексним мікродобривом Добродій бор 1,5 л/га + обробляння насіння перед сівбою комплексним мікродобривом Добродій (5 кг/т) на фоні добрив ($N_{45}P_{45}K_{60}$).

5. Найвищу врожайність насіння льону олійного сорту "Живинка" у розмірі 2,83 т/га отримано за умови використання повного мінерального добрива $N_{45}P_{45}K_{60}$, комбінованого з передпосівним обробляннням насіння комплексним мікродобривом "Добродій" (5 л/т), та застосуванням позакореневого підживлення бором в нормі 1,5 л/га. Такий високий рівень продуктивності льону досягнуто за рахунок ефективного формування елементів структури врожаю.

6. Найбільшу кількість коробочок (20,5 штук на рослині) отримано за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$ у поєднанні з передпосівним обробляннням насіння комплексним мікродобривом добродій (5 л/т) та з використання у позакореневе підживлення комплексного мікродобрива добродій (1,5 л/га) при кількості коробочок на варіанті без добрив – 15,0 шт/рослину.

7. Застосування різних методів внесення комплексного мікродобрива Добродій також вплинуло на збільшення кількості насінин на рослину в межах 38,1–41,6 штук. Внесення основного удобрення в різних нормах також викликало зростання кількості насінин на рослину на 31,6–33,3 штук, порівняно з кількістю на контролі, яка становила 49,6 штук.

8. Найвищий чистий дохід – 24 582 грн/га отримано за використання мінерального удобрення в нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним обробляннням насіння комплексним мікродобривом добродій (5 л/т) та додатковому застосуванні позакореневого підживлення добродій бор в нормі 1,5 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Войтович Р. М., Шувар А. М. Оцінка ефективності різних способів збирання льону олійного. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. ДНУ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке. 2017. Вип. 21 (35). С. 268–272.

2. Шевченко І. А. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні. Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України. Запоріжжя: СТАТУС, 2017. 44 с.

3. Карташов С. Г. Вплив оптимальної щільності ґрунту для різних сільськогосподарських культур на врожайність. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2012. Вип. 78. С. 22–27.

4. Рудік О. Л., Рудік Н. М. Вплив елементів посівного комплексу на ефективність вирощування льону олійного в умовах Півдня України. Сучасні технології вирощування зернових, бобових та технічних культур» : матеріали міжн. наук.-практ. інтернет-конф., присв. 140-річчю створення ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» (22 травня 2014 року) Херсон. 2014. С. 327-333.

5. Карачка В. Тукосуміші як фактор підвищення продуктивності льону. Агровісник України. 2007. №3 (15). С. 14–15.

6. Вожегова Р. А., Рудік О. Л. Методичні рекомендації з оптимізації технологій вирощування льону олійного в умовах Південного Степу України. Херсон : ІЗЗ НААН, 2017. 16 с.

7. Довідник по олійних культурах / [Борисонік З.Б., Михайлов В.Г., Погорлецький Б.К. та ін.] К.: Урожай,1988. 181 с.

8. Товстановська Т.Г. Першина А. Увагу льону олійному. The Ukrainian Farmer. 2009. № 3. С. 44-47.

9. Пономарьова М. С., Чигрин О. В. Особливості технології та переробки льону олійного як інноваційний потенціал агровиробництва та

вирішення стратегічного завдання держави. Вісник ХНАУ. Серія: Економічні науки. 2021. Т. 2. №2. С. 376–384.

10. Гаврилюк М.М. Основи сучасного насінництва. К.: ННУІАЕ, 2004. 256 с.

11. Ільків Л. А. Сучасний стан та ефективність виробництва льону. Молодий вчений. № 12 (64). 2018. С. 614–618.

12. Біднина І.О. Сидякіна О.В. Ефективність мінерального удобрення льону олійного в неполивних умовах півдня України. Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід.тем.наук.зб. 2010. спец.вип.3. С. 149–151.

13. Господаренко Г.М., Прокопенко Є.В. Продуктивність льону олійного при застосуванні добрив на чорноземі опідзоленому. Вісник аграрної науки Причорномор'я: Зб. наук. пр.-Миколаїв. 2008. Вип.3, Т.2. С. 68-73

14. Singh R.P., Singh V..Effect of S, Mg. and K on uptare bu lineseed. I. Indian Soc. Soil. 1990. 38 p.

15. Вишнівська Ю.С. Вплив системи удобрення на формування продуктивності льону олійного. Вісник аграрної науки. 2012. №5. С.77-78.

16. Aulakh M.S. Pasricha N.S. Response of linseed(Sinum usitatissimum L.) to fertilizer nitroger, phosphorus and sulphur, and their effect on the removal of soil sulphur. Soil. Use Manad, 1989. P. 194-198.

17. Ludorf K. Hat der olleinanbam bei uns Chancen.Tor agrar, 1988. P. 36-37.

18. Куліш О. Дослідження залежності продуктивності насіння льону олійного від системи обробітку грунту. Техніка і технології АПК- 2014. №1(52). С. 27–29.

19. Арсланова Л. Е. Сусській О.М. Вплив строків сівби норми висіву ширини міжрядь та мінеральних добрив на кількість коробочок з однієї рослини льону олійного сорту Південна ніч. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В.Докучаєва: зб.наук.пр. Х., 2012. №1. С. 234–238.

20. Крохмаль А.Н. Продуктивність льону олійного в залежності від систем обробітку грунту та удобрення в сівозмінні. Екологія: проблеми адаптивноландшафного земл.-ва: міжнарод. конф. 16-18 черв. 2005р: тези допов. Житомир, 2005. 95 с.

21. Guleria W.S., Singh C.M. Effect of nitrogen and gibberellie acid on growth, yield, nutrient uptake and economics of fibre flax in Kangra valley of north western Himlayas ,.Indian J. Agron. 1984. 54 p.

22. Юник А.В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність льону олійного в Лісостепу України. Хімія, агрономія, сервіс. 2009. № 9. С.32– 35.

23. Дрозд О.М. Технології вирощування льону олійного. Вісник аграрної науки. 1992. №7. С. 24-26.

24. Карпець І.П., Дрозд О.М. Урожайність і якість продукції льону залежно від елементів технології вирощування. Зб. наук. пр. Ін.-ту землеробства УААН. 2005. Вип.1-2. С. 93-98.

25. Масляний О. Вирощування олійного льону на Півдні України. Агроном. 2005. № 2 (8) С.78–79.

26. Господаренко Г.М. Агрохімія: Підручник. К.:ННЦ “УАЕ”, 2010. 400 с.

27. Ковальов В.Б., Семеній О.Г., Дмитренко Т.Ф. Вплив удобрення на структуру врожаю різних видів льону та вихід олії. Зб.-наук. праць ННЦ “Інститут землеробства УААН”. 2010. Вип. 1-2. С. 126-123.

28. Прокопенко Е.В. Вплив рівня мінерального живлення на продуктивність льону олійного. Матер. Всеукр, наук. конф. мол. уч. : Умань. 2007. С. 84-85.

29. Слісарчук М. Нюанси вирощування льону. The Ukrainian Farmer. 2014. №6 (54). С. 70–71.

30. Шваб С.Б., Рибак М.Ф., Дема В.М. Вплив густоти посіву і мінеральних добрив на якісні показники льону олійного. Вісник ДАЕУ. 2008. № 1. С. 97-101.

31. Вишнівська Ю.С. Вплив системи удобрення на структуру та врожайність сортів льону олійного. Зб. наук. пр. Національного наукового центру “Інституту землеробства НААН”. К.: ВП “Едельвейс”, 2011. Вип. 3-4 С. 92–96.

32. Адамень Ф.Ф., Вишнівська Ю.С., Вишнівський П.С. Вплив системи удобрення на рівень урожайності та якісні показники насіння сортів льону олійного. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва: зб. наук. пр.-Х., 2012. №1. С. 77–79.

33. Беляков А.М. Буянкін В.І. Льон як альтернатива соняшнику. Хімія агрономія сервіс. 2012. № 10. С. 54-58.

34. Домінська О. Я. Вплив факторів на розвиток льонарства в Україні. Агросвіт. 2015. № 7. С. 13–19.

35. Дзюбайло А. Г. Формування продуктивності рослин льону олійного залежно від застосування біологічно-активних препаратів. Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах. Дніпро, 2021. С. 282–283.

36. Вивайко І.Г., Федорова Н.А, Братчик В.М. Добрива та якість урожаю. К.: Урожай, 1985. 261 с.

37. Knignitskaya L. Agrotechnical and biological metthods of fighting against pests in the technology of growing of flax. The 14Th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology (November 6-9, 2016). Saint-Petersburg – Pushkin: All-Russian Institute of Plant Protection, 2016. P. 91.

38. Волощук М. Д., Кнігніцька Л. П. Формування урожайності льонудовгунцю і якості льонопродукції залежно від способів основного обробітку ґрунту та удобрення в умовах Передкарпаття. Актуальні проблеми підвищення родючості ґрунтів та застосування агрохімічних засобів в агрофітоценозах: міжнародна науково-практична інтернет-конференція (м. Дубляни, 07-09 червня. 2017 р.). Дубляни, 2017, С. 104–111.

39. Тарасюк В. Особливості застосування альбіту лігногумату, акваринів та магнію сульфату на етапах активної вегетації сільськогосподарських культур. Пропозиція нова. 2018. №5. С. 62–63.

40. Столярчук Т. А. Льон олійний – переваги та перспективи вирощування. Інноваційний розвиток АПК України: проблеми та їх вирішення: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. пам'яті декана агрономічного факультету М. Ф. Рибака (м. Житомир, 19–20 листоп. 2015 р.). Житомир, 2015. С. 121–123.

41. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing. / S. Kalenska et al., 9th International Conference on Biosystems Engineering : book of abstracts, Tartu, Estonia, 9–11 May 2018. Tartu, 2018. P. 98.

42. Shuvar A. Influence of climate changes for adaptation of agricultural production in Lviv region. 2018 : Meteorologia i klimatologia stosowana – gospodarka, teoria, praktyka, innowacyjność : X Międzynarodowa Konferencja nt. Klimat pola uprawnego. Lublin-Zamość – Lwów - Kamieniec Podolski , 19-22 września 2018 r. Lublin-Zamość – Lwów - Kamieniec Podolski. P. 51.

43. Artificial neural networks and their implementation in agricultural science and practice / Vozhehova R.A. etc. Warsaw, 2019. Diamond Trading Tour. 108 p.

44. Ушкаренко В. О., Лазер П. Н., Рудік О. Л. Особливості елементів технології вирощування льону олійного в умовах Півдня України. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2014. Вип. 80. Ч. 2. С. 198-203.

45. Рудік О.Л., Рудік Н.М. Особливості зонального розміщення посівів олійних культур в Україні та напрямки їх оптимізації. Наукове видання. Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Напрями розвитку сучасних систем землеробства», присвяченої 110-річчю від дня народження професора С. Д. Лисогорова, Херсон 2013. С. 219-225.

46. Рудік Н. М., Рудік О. Л. Особливості розміщення олійних культур в Україні. Сучасний рух науки: тези доп. IX міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Дніпро, 2-3 грудня 2019 р.), 2019. Т. 3. С. 183.

47. Рослинництво (Лабораторно-практичні заняття) / [Городній М. Г., Зубець Г. Г., Бахто Л. М. і ін.]; за ред. М. Г. Городній. К.: Вища школа, 1970. 383 с.

48. Основи наукових досліджень в агрономії., підр. / [Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П.]. Вінниця: ПП. ТД. “Едельвейс і К”, 2014. 332 с.

49. Гаврилюк М.М. Салатенко В.Н., Чехов А. В. Олійні культури в Україні / Київ: Основа, 2007. 415 с.

50. Шеремет Ю.В. Фотосинтетична продуктивність льону олійного в умовах Полісся. Вісник аграрної науки. 2014. №3. С.78-90.

51. Фізіологія сільськогосподарських рослин з основами біохімії. Макрушин М.М., Макрушина Є.М., Петерсен Н.В., Цибулько В.С. К.: Урожай, 1995. 162 с.

52. Дрозд О. М. Продуктивність нових сортів льону-довгунця і льону олійного залежно від способів сівби та системи удобрення : автореф. дис. канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Інститут землеробства УААН. Київ, 2005. 19 с.

53. Юник А. В. Особливості фотосинтетичної діяльності посівів льону олійного (Linum usitatissimum L.) залежно від технології вирощування. Новітні агротехнології. 2019. №7. С. 84-96.

54. Бахмат М. І., Кващук О. В., Хоміна В. Я., Комарніцький В.М. Лікарське рослинництво: Навч.посіб. Камянець-Подільський: ПП «Медобори», 2011. 256 с.

55. Махова Т.В., Полякова. І.О. Вплив строків сівби та норм висіву на формування врожайності льону олійного в зоні степу України / Т.В. Махова, // Современные теоретические и практические аспекты селекции гибридов и сортов масличных культур и разработка технологий их выращивания: межунар.науч.конф., 21-23нояб. 2012г: тезисы докл. Запорожье, 2012. С. 65.

56. Доброван Д.А. Сало Л.В. Формування продуктивності льону олійного сорту Надійний під впливом хелатних мікродобрив реаком, Сучасні енергозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур:

Всеукр. студент. наук.-практ. конф., 27-29 лист. 2012р.: тези допов. Кіровоград., 2012. С. 19-24.

57. Сайко В.Ф., Лобас М.Г., Яшовський І.В. Наукові основи ведення зернового господарства; за ред. В.Ф. Сайка. К.: Урожай, 1994. 336 с.

58. Конституція України, ВВР,1996, №30, ст.. 141, зі змінами №742-VII від 21.02.2014, ВВР, № 11, ст. 143

59. [Електронний ресурс]. Закон «Про охорону прац»і від 14.10.1992 р. /Україна ВР режим доступу: http://www.rada.gov.ua (дата звернення 3.11.2022).

ДОДАТКИ