

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інститут інноватики,
природокористування та інфраструктури

Кафедра агробіотехнологій

ЯВОРСЬКИЙ ВЛАДИСЛАВ ВІКТОРОВИЧ

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛЬОНУ
ОЛІЙНОГО (LINUM USITATISSIMUM L) ЗАЛЕЖНО ВІД
ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Спеціальності: 201 – «Агрономія»
освітньо-професійної програми – «Агрономія»

Кваліфікаційна робота за освітнім ступенем «магістр»

Виконав студент групи АГРм-21

Яворський В. В.

Науковий керівник:

д.с.-г.н., с.н.с. **Шувар А.М.**

Кваліфікаційну роботу допущено до захисту

«__» _____ 2022 р.

Завідувач кафедри

УДК 633.52:632.952

Особливості формування продуктивності льону олійного (*Linum Usitatissimum* L.) залежно від інтенсифікації технології вирощування в умовах Лісостепу західного // Peculiarities oil flax (*Linum Usitatissimum* L.) productivity formation depending on the intensification of cultivation technology in the conditions of the Western Forest Steppe. Яворський В. Кваліфікаційна робота. Кафедра агробіотехнологій. Навчально-науковий інститут інноватики, природокористування та інфраструктури. – Тернопіль, ЗУНУ, 2022.

64 с. текст. част., 11 табл., 130 бібл. джерел.

Результатами експериментальних досліджень встановлено оптимальні норми застосування мінеральних добрив для основного та позакореневого застосування у технології вирощування льону олійного в ґрунтово-кліматичних умовах зони Лісостепу західного України. Доведено можливості інтенсифікації технології вирощування. Дослідження спрямовані на оптимізацію живлення льону олійного з врахуванням його біологічних та сорто-генетичних особливостей

Визначено, що застосування мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{45}K_{60}$ та $N_{45}P_{45}K_{60}$ сприяло підвищенню польової схожості насіння, а застосування комплексного мікродобрива добродій як для оброблення насіння і для позакореневого підживлення у фазу ялинки на фоні удобрення покращило виживання рослин за вегетаційний період.

Така схема удобрення забезпечила максимальні значення площі листової поверхні рослин льону олійного у фазі цвітіння - 71,0 см²/рослину або 51,3 тис.м²/га, приріст до контролю (без добрив) становив 45,2 см²/рослину.

Також внесення мінеральних добрив зумовило нагромадження сухої надземної біомаси льону олійного в динаміці. Зокрема, у фазі бутонізації та цвітіння ці показники зростали до 2,14 т/га та 4,31 т/га, у фазі повна стиглість – до 6,76 т/га. Найвищий приріст сухої маси одержано за позакореневого підживлення комплексним мікродобривом добродій бор 1,5 л/га + оброблення

насіння перед сівбою комплексним мікродобривом добродій (5 кг/т) на фоні добрив $N_{45}P_{45}K_{60}$.

Найвищу врожайність насіння льону олійного сорту Живинка – 2,73 т/га в отримано за внесення повного мінерального добрива $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним оброблянням насіння комплексним мікродобривом добродій (5 л/т) та застосуванні позакореневого підживлення добродій бор в нормі 1,5 л/га. Такий показник продуктивності льону отримано за рахунок формування елементів структури врожаю.

Найвищий чистий дохід (20 263 грн/га) отримано за використання мінерального удобрення в нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним оброблянням насіння комплексним мікродобривом добродій (5 л/т) та додатковому застосуванні позакореневого підживлення добродій бор в нормі 1,5 л/га.

Тому в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу західного для отримання товарного насіння льону олійного сорту Живинка високої якості доцільно вносити повне мінеральне удобрення під передпосівну культивуацію в нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$. Насіння перед сівбою обробляти комплексним мікродобривом добродій нормою 5 л/т. Для позакореневого підживлення використовувати комплексне добриво добродій бор в нормі 1,5 л/га.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. СТАН ТА ОСНОВНІ ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО	8
1.1 Стан та перспективи вирощування льону олійного в Україні та світі	8
1.2 Морфо-біологічні та екологічні особливості льону	12
1.3 Особливості мінерального удобрення льону олійного	14
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	24
2.1 Ґрунтово-кліматичні та погодні умови місця досліджень	21
2.2 Методика проведення досліджень	27
2.3 Технологія вирощування льону в досліді	30
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО	31
3.1 Ріст, розвиток та виживання рослин льону олійного	31
3.2 Формування листової поверхні рослин льону олійного за різних рівнів удобрення	32
3.3. Нагромадження сухої речовини рослинами льону олійного залежно від агротехнологічних прийомів вирощування	34
3.4. Вплив досліджуваних чинників на продуктивність льону олійного	37
3.5. Економічне обґрунтування результатів досліджень	42
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	43
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЛЕННЯ.....	46
ВИСНОВКИ	49
ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51

ВСТУП

Виробництво насіння льону олійного в Україні за останні роки зросло. Ця культура користується попитом як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Його вирощування дозволить вирішити проблеми жиру та білку, покращити структуру посівних площ в різних регіонах України, що свідчить про перспективність розширення площ під цією культурою зокрема і в західному регіоні України. Розвиток галузі льонарства в сучасних умовах неможливий без виробництва високоякісної конкурентоспроможної продукції, яка б користувалась попитом на ринку. Це значно залежить від економічно вигідних технологічних прийомів вирощування культури, які здатні забезпечувати високі врожаї насіння високої якості і короткого волокна.

В умовах Лісостепу західного надійним шляхом підвищення продуктивності льону олійного є удосконалення технології його вирощування, яка повинна базуватися на екологічно ефективних рівнях її інтенсифікації, зокрема збалансованої системи удобрення на фоні інтегрованої системи захисту рослин та адаптивного сортового складу.

Актуальність теми. Вивченням даної питання в різних регіонах України займалися багато науковців (О.І. Поляков, О. Л. Рудик, С. М. Каленська, І.П. Карпець, О.М. Дрозд, А. М. Шувар, В.А. Шваб і ін.). Реалізація біологічного потенціалу сучасних сортів льону олійного в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах можлива лише при повній відповідності технології вирощування вимогам культури до всіх чинників. 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 і завдання досліджень. Мета роботи – встановити оптимальні та економічно обґрунтовані норми основного та позакореневого живлення льону олійного для отримання високих врожаїв насіння льону і підвищення якості отриманої продукції.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити наступні завдання: на основі аналізу даних літературних джерел визначити особливості живлення та удобрення, встановити особливості росту й розвитку рослин льону олійного залежно від впливу норм удобрення, вивчити вплив агротехнологічних чинників на формування площі листків, фотосинтетичного потенціалу сортів, динаміку нагромадження сухої маси рослин, з'ясувати вплив різних рівнів інтенсифікації технології вирощування на формування елементів структури врожаю та рівня врожайності льону олійного, провести економічну оцінку ефективності рівнів інтенсифікації технології вирощування льону.

Об'єкт дослідження – елементи технології вирощування льону олійного, процеси росту, розвитку та формування врожайності льону олійного.

Предмет дослідження – вплив елементів технології вирощування льону на біологічні процеси, біометричні властивості рослин та насіння, показники урожайності.

Методи досліджень. Кваліфікаційну роботу виконано на основі проведених польових та лабораторних досліджень, статистичного аналізу за загальноприйнятими методиками. Також використали розрахунковий метод для визначення показників економічного аналізу отриманих результатів.

Наукова новизна оптимальних 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 поєднанні з комплексним добривом на продуктивність льону олійного.

Практичне значення отриманих результатів полягає в удосконаленні елементів технології вирощування льону олійного на сірому лісовому поверхневому оглеєному типі ґрунті Лісостепу західного, яка забезпечує

отримання високих урожаїв культури льону з високими показниками якості насіння.

Особистий внесок здобувача полягає у закладанні та проведенні наукових дослідів, аналізі отриманих результатів, їх підготовці до публічного захисту та впровадження у виробництво.

Оприлюднення результатів роботи. Основні положення та результати досліджень представлено у тезах на науково-практичній конференції студентів і викладачів кафедри агробіотехнологій Західноукраїнського національного університету (м. Тернопіль, листопад 2022 р.).

РОЗДІЛ 1

ОСНОВНІ ОСОБЛИВОСТІ УДОБРЕННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

1.1 Стан та перспективи вирощування льону олійного в Україні та світі

Льон олійний є однією з найдавніших і перспективних культур, насіння його широко використовують у різних галузях: технічній, харчовій, медичній. Також він є добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур, має досить високий рівень рентабельності виробництва [1].

На сьогодні льон олійний займає понад 3,5 млн га посівних площ у світі. Основними країнами, які вирощують льон олійний, є США (1360 тис. га), Канада (812 тис. га), Індія (930 тис. га), Аргентина (101 тис. га). Останніми роками в Україні спостерігався значний спад льонівиробництва. Та зі зростанням попиту на лляне насіння на міжнародному й внутрішньому ринках поступово підвищується й зацікавленість сільгоспвиробників цією культурою. А це сприятиме збільшенню посівних площ під нею. Динаміка виробництва льону така: 2009 року льоном олійним було засіяно 40,8 тис. га, 2010 р. - 58,9, 2011 р. - 60,3, 2012 р. - 55,8, 2013 р. - 46,1, 2014 р. - 33,7, 2015 р. - 62,2, 2016 р. - 66,8, 2017 р. - 47,3, 2018 р. - 31,5, 2019 р. - 17,7 тис. га. [2].

За останні 35 років у світі реалізується втричі більше рослинної олії, проте потреба за фізіологічними нормами покривається тільки наполовину (9,8 кг/рік на людину) [3].

Льон олійний є стародавня культура. В Індії, Китаї, Єгипті та на Закавказзі його вирощували ще 4-5 тис. років до н.е. За 5 тисяч років до н.е. в Єгипті при похованні мумій їх загортали в полотно з льону. Давні слов'янські племена добре знали культуру льону і вміли виготовляти з нього прядиво, а з насіння - олію. На території сучасної України культура льону відома ще до виникнення Київської Русі. Його почали сіяти в VI столітті, а у Швейцарії знайдено стебла льону з коробочками, насінням та залишки тканин з льону у

фрагментах будівель кам'яного віку. Первинні слов'янські племена також добре знали цю культуру і вміли з льону виготовляти прядиво, а з насіння - олію. На початку Київського періоду Русі льонарством займалися, за свідченням літописців, усі племена. В XII-XVI століттях льон стає основною технічною культурою всіх руських князівств, широко використовується в торгівлі із заморськими країнами, на нього вводиться державне мито. В Україні льон почали сіяти в VI столітті [4].

На теперішній час посівні площі льону олійного у світі займають близько 6 млн./га і в основному зосереджені у США, Канаді, Індії та Аргентині. Останніми роками в Україні відслідковується чітка тенденція до збільшення посівних площі під цією культурою. Так за період 2002 – 2020 років площі зросли з 9,4 до 30,2 тис./га це пов'язане з зростанням попиту на міжнародному та внутрішньому ринках. Так в кращих господарствах урожай насіння з гектара за сприятливих природніх умов сягає 20 ц і більше при середній світовій урожайності 5 – 6 ц/га [5, 6, 7, 8].

Льон олійний є культурою, з якої отримують якісну як технічну, так і харчову олію. Насіння містить до 49% олії, яка швидко висихає (йодне число 165-192). Ляна олія вирізняється від інших рослинних олій власне високим вмістом тригліцеридів поліненасичених жирних кислот (73%): лінолевої – 15-20%, ліноленової – 39-45%, олеїнової 15-20%, пальмітинової та стеаринової – 8-9% [9, 10].

Результати численних наукових досліджень підтверджують високі лікувальні та профілактичні властивості ляної олії та насіння, які зумовлені високим вмістом ліноленової і лінолевої кислот та які не синтезуються в організмі людини й належать до вітамінів групи F. Це має істотну цінність для використання у фармакології, косметичі та медицині. Онкологами визначено профілактичний протипухлинний ефект препаратів з вмістом омега 3, основою із яких є ліноленова кислота, яка є у ляній олії до 70%, що в двічі більше, ніж у риб'ячому жирі. Завдяки вмісту ненасичених жирних кислот (олеїнова, лінолева, ліноленова) ляна олія сприяє зниженню вмісту холестерину в крові [11, 12].

Макуха є добрим концентрованим кормом для тварин. В ній є в середньому біля 34% білку. За кормовими властивостями льонова макуха є найкращою, оскільки легко засвоюється тваринами, підвищує надої ВРХ і вміст жиру в молоці. В 100 кг макухи міститься 115 кормових одиниць і 28,5 перетравного протеїну, в 100 кг шроту-103 кормові одиниці і 18,9 кг перетравного протеїну [13, 14, 15, 16].

Ряд науковців Т.О. Коров'яковська, В.А. Андріяш, З.Б. Борисонік вважають, що при перероблянні соломи олійного льону вихід лубу в середньому становить 22 %. З 1 га посівів льону збирається середньому 2 т соломи, що в перерахунку на луб становить 440 кг. З відходів переробки стебел на волокно-костриці (78 % соломи) виготовляють плити, які використовують у виробництві. Із однієї тони костриці одержують до 1,5 м³ плит [17, 18].

Як стверджують І.О. Полякова, В.М. Мороз, М.Г. Обєдков солома льону жорсткувата і непридатна для згодовування худобі та для підстилки, тому деякі аграрії її пресують і виробляють паливні брикети. Коробочки льону після обмолочування насіння використовують для виробництва активованого вугілля і фурфуролу. Останнім часом дедалі ширше освоюють технологію одержання з короткого льоноволокна котонізоване, тобто бавовноподібне для виробництва змішаних льонобавовняних тканин, медичної вати [19, 20].

Аналіз досліджень, фізичних характеристик волокнистої частини стебел соломи льону олійного за їх довжиною свідчать про те що, в них найбільшу цінність складає середня частина, яка містить найбільшу кількість елементарних волокон, придатних для застосування в різних сферах народного господарства. Загалом в стеблах олійного льону міститься високоякісне волокно, яке має товарну цінність для виробників целюлози і для текстильних виробів із льону [21]. За даними З.Б. Борисоніка, А.Г. Сиверина, А.І. Полякова, що стебла льону олійного містять в середньому 10-15% волокна 4-5-го номерів яке придатне для виготовлення мішків, шпагату, брезентів. Соломка містить більше 55% целюлози і дає можливість використовувати її для виробництва паперової сировини [22, 23].

Господарська цінність льону олійного висока, оскільки він не потребує ручного догляду за посівами, не виснажує ґрунт, майже не уражується шкідниками і хворобами, добрий попередник для озимих зернових культур. Льон володіє фітосанітарними властивостями завдяки тому, що його коренева система в процесі росту і розвитку виділяє природні фунгіцидні речовини, які згубно впливають на хвороботворні патогени, що знаходяться в ґрунті (фузаріоз, альтернаріоз і ін.) [24, 25, 26].

У світі спостерігається тенденція переходу на використання продуктів органічного походження в таких галузях, як виробництво фарб, лаків, ламінату, лінолеуму, мила та ін лляна сировина витісняє поступово продукти нафтопереробки. Автомобільні фірми застосовують лляну сировину для виготовлення деталей внутрішнього оздоблення автомобілів, виробництва бамперів замість пластику. Олію використовують також в шкіряній, миловарній, парфумерній, машинобудівній промисловості і в медицині [27, 28, 29, 30].

Льон олійний серед основних ярих культур вирізняється позитивною стабільною реакцією на покращення технологічних умов його вирощування і тому є культурою інтенсивного типу. При проведенні з ним досліджень в умовах Правобережного Лісостепу України на чорноземі типовому в результаті інтенсифікації технології вирощування урожай насіння зріс з 2,2 до 2,5 т/га [31].

Розрахунки ряду авторів свідчать, що за умови дотримання всіх необхідних агротехнологічних заходів при вирощуванні льону олійного, застосуванні високоврожайних сортів, належному удобренню ґрунту, льон олійний є високорентабельною культурою (110-150 %), яка може приносити значні прибутки аграрному бізнесу. Крім того, завдяки короткому періоду вегетації сільгоспвиробники можуть отримати грошові надходження від продажу даної культури уже в липні-серпні, при цьому природні ризики недоотримати урожай скорочуються [32, 33, 34].

Тому враховуючи широкий спектр застосування лляної продукції в різноманітних галузях народного господарства та наявну тенденцію нарощування потужностей олійно-жирового комплексу України доцільно

збільшувати посівні площі олійного льону в СГ підприємствах різних форм власності. Це дозволить ефективно вирішити проблему жиру та білку, сформує умови для покращення структури посівних площ в різних регіонах України. Також буде сформовано умови для отримання конкурентоспроможної високоякісної продукції на українському ринку і на ринках країн-учасниць СОТ.

1.2 Морфо-біологічні та екологічні особливості культури льону

Льон олійний є однорічною трав'янистою рослиною родини льонових (*Linaceae D*), яка охоплює 22 родини. З них на практиці використовують переважно один рід – *Linum L*, який об'єднує понад 200 видів, серед яких однорічні і багаторічні трав'янисті рослини [35, 36].

Льон олійний є скоростиглою культурою, його вегетаційний період становить – 80-100 днів. Рослини є середньої висоти в межах 50-80 см, одно-, дво- або тристебельні. Коренева система льону є стрижнева, в звичайних польових умовах проникає в ґрунт до 1,6 м. Довжина бічних коренів нечасто перевищує 75-80 см. Основна маса коренів розміщена в верхньому (0-40 см) шарі ґрунту. Розвивається коренева система впродовж всієї вегетації. Середньодобовий приріст коренів в 2,5-3 рази перевищує приріст стебла у висоту [37].

Листки лінійні, ланцетної форми, 26-30 мм завдовжки і 2-4 мм завширшки, зеленого чи сизого кольору з восковим нальотом різної інтенсивності. Розміщені листки на стеблі і гілках густо, здебільшого почергово, на скорочених черешках. Суцвіття – зонтикоподібні китиці, розміщені вони на верхівці стебла і його бічних розгалуженнях. Квітка є п'ятірного типу, симетрична, складається із чашечки, що має п'ять загострених чашолистиків. Плід – п'ятигнізда округла зверху загострена коробочка. Насіння льону є яйцеподібної форми з вузьким загнутим носиком, коричневого кольору з різними відтінками (жовтим або оливковим). Поверхня є блискуча,

гладенька, слизька. Маса 1000 насінин – 6-9 г. В насінні районованих сортів льону олійного, які вирощуються в Україні, міститься 39-48 % олії [38].

Впродовж вегетаційного періоду рослини олійного льону проходять такі фази росту і розвитку: 1 - сходи; 2 - ялинка; 3 - бутонізація; 4 - цвітіння; 5 – дозрівання [39].

Для отримання високих врожаїв олійного льону істотне значення має довжина і інтенсивність освітлення в період вегетації. Сорти льону олійного, які вирощуються в Україні, належать здебільшого до рослин середнього дня. Тривалість вегетаційного періоду становить 70-115 днів [40].

Льон олійний є посухостійкою рослиною і дуже добре переносить нестачу вологи, особливо до фази початок цвітіння, загалом для культури транспіраційний коефіцієнт становить 420-690 [41].

Більш інтенсивно рослини використовують воду під час цвітіння до періоду дозрівання. Однак якщо перед цвітінням і наливом насіння випадає мало опадів і запас їх в ґрунті недостатній, то врожайність льону різко знижується [42].

При формуванні технології вирощування поряд з кліматичними умовами необхідно враховувати і ґрунтовий покрив. Важкі глинисті ґрунти не є придатні оскільки на них легко утворюється кірка, яка перешкоджає появі сходів. Також у важкі ґрунти погано проникає повітря і в них застоюється вода, що сприяє розвитку грибкових захворювань. Легкі піщані ґрунти є бідні на поживні речовини і тому також мало придатні для вирощування льону олійного, оскільки погано утримують вологу [43]. Для культури льону олійного кращими є чорноземні та каштанові ґрунти, які мають дрібно-грудочкувату структуру і з достатній запас вологи.

Високі врожаї льону олійного також отримують на підзолистих і дерново-підзолистих типах ґрунтів за умови їх обробітку і внесенні оптимальних норм добрив. Використання в технологіях різного рівня інтенсифікації хімічних добрив та біопрепаратів у поєднанні з іншими методами захисту рослин (механізація, сівозміни, стійкі до хвороб і шкідників сорти) можна отримати

високі показники врожайності та мінімізувати застосування хімічних препаратів [44].

Живлення – основа правильного формування рослин і одержання високих урожаїв К.А.Тімірязєв вказував на те, що мистецтво землероба в тому, щоб створити найкраще живлення для вирощуваних культури [45].

Для одержання високих і сталих урожаїв льону олійного потрібна наявність в ґрунті достатньої кількості доступних основних для рослин елементів живлення – N, P, K. Крім макроелементів, льон олійний потребує в процесі свого росту розвитку внесення також і мікроелементів (бор, цинк, марганець, кобальт, мідь та ін.). Кожен з цих елементів відіграє важливу роль в рослині і є необхідним для нормального росту і розвитку рослин льону [46, 47, 48, 49].

За даними багатьох дослідників встановлено, що отримання потенційної врожайності олійного льону та його високої якості насіння можливе за умов, якщо будуть помірно-тепла весна; починаючи з фази ялинки і до кінця цвітіння достатня потреба у вологозапасах ґрунту, оскільки ріст рослин проходить нормально при запасах продуктивної вологи ґрунту понад 30 мм в шарі 0-20 см; в період дозрівання найбільш сприятлива є суха, помірна тепла і сонячна погода. Льон олійний належить до рослин середнього дня, що дає можливість його вирощувати в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

1.3 Особливості мінерального удобрення льону олійного

У коренів льону олійного слабка вибіркова здатність до використання різних елементів живлення. Тобто надлишок або нестача в ґрунті азоту, фосфору, калію та ME порушує фізіолого-біологічні процеси росту та розвитку рослин льону, і негативно впливає на врожаї. Надходження у рослини мінеральних елементів проходить відповідно з фізіологічними особливостями кожної фази росту і розвитку рослин льону [50].

Багато авторів стверджує, що найбільше азоту льон засвоює з початку фази появи сходів і до кінця цвітіння, фосфор потрібний впродовж всієї

вегетації, а потреба в калії найбільша під час бутонізації-цвітіння та утворення насіння. Для одержання високого врожаю під льон вносять мінеральні добрива з такою нормою N45-60 P45-60 K45-60 [51, 52, 53].

Засвоєння рослинами льону елементів живлення відбувається нерівномірно. Незначна їх кількість засвоюється рослинами в період від появи сходів до бутонізації і максимум досягає у фазу цвітіння. Якщо до цвітіння льон поглинає близько 30% всього азоту і 15% фосфору, то за період від початку масового цвітіння і до утворення коробочок – 60 %, а фосфору понад 50 %. Надлишкове живлення азотом в період від настання фази ялинки до бутонізації може спричинити вилягання рослин [54, 55].

Внесення фосфорно-калійних добрив збільшує урожай насіння на 5-15 %, а його олійність зростає на 0,8-3,5%. За умови внесення дози азоту 30 кг/га вміст олії в насінні підвищився на 1,18 - 2,21 % порівняно з дозою 45 кг/га д. р. Завдяки аміачному азоту вміст олії підвищився на 1,0 - 4,2%. Також при аміачному живленні зменшилось кислотне і підвищилось йодне число олії [56].

На основі досліджень ВНДІОК встановлено, що внесення повного мінерального добрива (N45P60K60) підвищило урожай насіння олійного льону на 2,6 ц/га. Добрі результати також забезпечило внесення в рядки при сівбі суперфосфату гранульованого. Урожайність підвищилась на 2,9 ц/га [57,58 ,59].

В умовах півдня України (ІЗЗ НААН) на темно-каштанових середньо суглинкових ґрунтах дослідження показали, що внесення N30 на фоні РК добрив урожайність насіння суттєво зросла до неудобреного контролю (на 13,1-29,9 %), а збільшення на фоні N30 доз як P, так і K добрив незначно вплинуло на цей показник. Із збільшенням дози азоту до N60 приріст коливався в межах 36,4-39,2 %. Максимальну врожайність насіння було отримано на фоні живлення розрахункової дози - 1,6 т/га. Найбільший урожай льоносоломи отримали за внесення розрахункової дози добрив – 3,64 т/га. Аналогічно змінювався і врожай всього волокна льону олійного з 1 гектара. Максимальним (0,79 т/га) він був на фоні застосування розрахункової дози, що більше за перевищило контроль на 64,6%, тоді як на інших фонах живлення він коливався

в межах 0,57-0,74 т/га. Також застосування міндобрив підвищило збір олії та протеїну з одиниці площі. [60].

У польовому досліді на чорноземному опідзоленому типі ґрунту вивчали ефективність систем мінерального удобрення (N0-90 P0-90 K0-90) льону олійного (Уманський ДАУ). Встановлено в результаті досліджень, що внесення 1 кг азотних добрив забезпечило отримання 2,5-7,4 кг насіння льону, а для фосфору та калію відповідно 1,7-5,0 і 0,8-2,3 кг. Найефективнішим було застосування N90 під передпосівну культивуацію на фоні P60K60. Ця система удобрення забезпечила отримання 14,5 - 15,9 ц/га насіння [61].

В агроколеджі Індії штату Уттар-Прадеш експериментально доведено в вегетаційних дослідях, що покращення забезпеченості поживного субстрату сіркою підвищувало урожай насіння льону на 5,3-13,8 %, а підвищення забезпечення магнієм не впливало на загальний урожай насіння. Проте таке живлення достовірно підвищувало урожайність соломи. Збільшення дози К підвищувало продуктивність насіння на 22,6 %. Максимальний приріст врожаю насіння (21-38 %) було отримано за внесення N - 37,5 мг + S 20 мг га 1 кг ґрунту [62].

Дослідження щодо вивчення впливу систем удобрення на формування продуктивності олійного льону в ННЦ Інститут землеробства НААН на сірих лісових ґрунтах показали, що внесення міндобрив позитивно вплинуло на формування листової поверхні та динаміку нагромадження сухої речовини рослинами олійного льону. Зокрема, у фазі ялинки внесення міндобрив у дозі P60K90 сформувало площу листової поверхні 15,5 см²/рослину. Застосування N45P60K90 зумовило збільшення площі листкової поверхні до 25,3 см²/роsl. У фазі бутонізації максимальні показники площі листової поверхні (66,2 см²/рослину) отримано за внесення N30P60K90 та у підживлення додатково N15. Внесення міндобрив також збільшувало кількість сухої речовини та інтенсивність її нагромадження. В середньому найнижчий рівень врожайності - 0,86 т/га формувався на варіанті без добрив, а внесення РК добрив сприяло підвищенню врожайності до 1,14 т/га. Найвищу врожайність олійного льону

(2,12 т/га) одержали за внесення N30P60K90 та додатково позакоренево N15 у підживлення [63].

В Пенджабському агроуніверситеті проводили дослідження по удобренню льону. Найбільш ефективним виявилось внесення P40 S20. За роки досліджень урожай насіння льону зростав до 2,9 т/га. Високі дози фосфору (понад 40 кг/га) зумовили зниження врожаю і доступність сірки яка була у ґрунті [64].

В Німеччині в досліджували можливість вирощування олійного льону на ґрунтах з пониженим рівнем природньої родючості. Внесення високих доз N супроводжувалось виляганням посівів, відповідно втратами насіння і зниження врожаю. Тому рекомендованою дозою азоту на даних ґрунтах є не більше 40 кг/га перед сівбою [65].

На дерново-карбонатних ґрунтах Полісся льон олійний забезпечує врожайність насіння 8,5-11,8 ц/га на фоні мінерального живлення N32P32K32 [66].

В умовах Криму найбільший вплив на формування кількості коробочок з однієї рослини льону олійного сорту Південна Ніч мали мінеральне живлення та норма висіву. Максимальна кількість коробочок (19,9 шт.) була за внесення N60 P30 та висіву 5 млн шт./га. При підвищенні дози мінеральних добрив кількість коробочок не зростала [67].

Також в умовах Криму встановлено, що внесення мінеральних добрив в рекомендованих дозах збільшували врожайність на 12,1%, при підвищених – на 30,3%. [68].

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 N60 [69].

Юником А.В. на чорноземах типових малогумусних встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу України для льону олійного сорту Дебют найвища врожайність насіння сформувалась за внесення мінеральних добрив в нормі N60P45K90. Урожайність насіння склала 1,7-1,8 т/га, приріст до контролю без добрив - 23-29 % [70].

У дослідженнях науковців ННЦ Інститут землеробства НААН встановлено, що кращою дозою для олійного льону за якої отримано вищі показники урожайності насіння і волокна є N15P60K60. Вплив чинника удобрення на врожайність насіння становила 23,9-44% [71]. Також за його даними встановлено, що на дерново-середньо підзолистому типі ґрунту льон-межеумок забезпечив більшу врожайність насіння за внесення N15P60K90. Врожайність насіння при цьому зросла на 0,31 т/га, (на контролі - 1,54 т/га). [72].

Внесення стартових доз мінеральних добрив (50 кг/га нітроамофоски) є обов'язковим під час висівання в умовах Півдня України. Це дає змогу рослинам краще розвиватись у початковий період росту, коли в ґрунті ще є достатньо вологи. В більш посушливі роки припосівне внесення комплексне добриво давало до 35 % приросту врожаю. Внесення навесні тільки N призводить до переростання рослин, підвищене формування волокна в стеблах, затримки фази досягання на 15 днів [73].

Як зазначає Г.М. Господаренко, надмірне живлення льону олійного азотом знижує вміст в його насінні жиру та підвищує вміст білку. При цьому льон не тільки вилягає, але й знижується якість волокна. Оптимальне живлення рослин фосфором і калієм підвищує стійкість рослин проти вилягання і грибних хвороб, олійність насіння зростає на 2-4 % та пришвидшується його дозрівання [74].

За даними В.Б. Ковальова, О.М. Дроздана варіантах внесення N15-30P60K90 зростала урожайність насіння на 0,31 т/га (0,9-1,1 т/га до контролю), тобто використання добрив підвищило врожайність насіння льону олійного [75].

За даними досліджень Е.В. Прокопенка більший вплив на врожай насіння льону отримують на фоні P60K60 з внесенням N під передпосівну культивуацію у дозі N60–90, кг д. р. Таке удобрення забезпечує збільшення врожайності насіння на 4,0-5,4 ц/га (без добрив – 10,5 ц/га). Застосування азотних добрив на фоні P60K60 у дозі 30 та 60 кг/га д. р. збільшило вміст олії до 45,1 та 45,6% (на контролі 42,9%). Внесення N90 не призвело до подальшого його зростання. В

насінні льону олійного більші показники вмісту білку забезпечило відповідно удобрення N90P60K60 та N90P90K90– 25,1 та 25,2 %. Застосування дози добрив N60–90P60K60 збільшило масу 1000 насінин на 4-9 %. [76].

Ранньовесняне внесення комплексних добрив (нітроамофоска по 17%) для сортів льону олійного інтенсивного типу за даними досліджень М. Слісарчука в дозі N51P51K51 під було отримано 3,5-4,0 т/га насіння [77].

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 [78].

В умовах північного Лісостепу за даними Ю.С. Вишнівської на сірих лісових ґрунтах вища індивідуальна продуктивність та урожай льону олійного сортів Ківіка (1,96 т/га) і Блакитно-помаранчевий (2,12 т/га) сформовано за внесення міндобрив у нормі N30P60K90 та додатково N15 у підживленні. На контролі – 1,16 і 0,86 т/га відповідно [79, 80].

Позакореневе підживлення істотно впливає на інтенсивність фотосинтезу, ріст і розвиток рослин, дихання, діяльність ферментів, стійкість до несприятливих умов середовища та хвороб. Воно також сприяє покращеному постачанню кореням асимілянтів. Це обумовлює збільшення їх поглинаючої поверхні, посилення всього внутрішньоклітинного обміну. Стимулюючи та оптимізуючи надходження поживних речовин, підживлення значно посилює проходження процесі фотосинтезу в листках, усуваючи таким чином дію негативних чинників на урожай [81].

Найбільша потреба в поживних речовинах є в період інтенсивного росту, коли у рослин проходить нагромадження сухої речовини і розвиток органів плодоношення (бутонізація, цвітіння і плодоутворення). Тому до цього періоду повинно бути проведене підживлення рослин (азотними і мікродобривами), тобто через 15-20 днів після сходів льону [82].

Результати досліджень на Хмельницькій ДСГДС на чорноземі опідзоленому середньосуглинковому свідчать, що позакореневе обприскування

посівів комплексними добривами зумовило інтенсивне розгалуження рослин і утворення у льону олійного додаткових листків і коробочок. Початок фенологічних фаз (ялинка, бутонізація і цвітіння) на оброблених ділянках спостерігався на 2-3 дні раніше, ніж на контролі [83].

Вплив різних форм азотних добрив вивчали в Інституту фізіології рослин АНУРСР та Українського НДІ землеробства на лучно-чорноземному опідзоленому та підзолистому легко суглинистому ґрунті. Форми азотних добрив - сірчаноокислий амоній і натрієва селітра на фоні РК добрив. Завдяки аміачному азоту на відміну від нітратного, вміст олії в насінні льону підвищився на 1,0-4,2 %. Також при аміачному живленні зменшилось кислотне і підвищилось йодне число олії льону [84].

Вчені аграрії та вчені хіміки встановили, що для рослин більш ефективними є біологічно активні мікроелементи у формі хелатів. Достатність поживних речовин у ґрунті ще не визначає рівень продуктивності олійного льону. Для формування високих врожаїв культури поживні речовини повинні бути нею засвоєні в повному обсязі та за сприятливих умов [85]. За даним Г.М. Господаренка, збільшення урожайності олійного льону за внесення мікродобрив складає: 1,0 ц/га від В та Мо, 0,9 ц/га - Zn, Cu, і Со, 1,1 ц/га від Mn [86].

Вчені [87, 88] зазначають, що міндобрива істотно активізують біологічну активність ґрунту, але підвищені дози пригнічують чисельність ґрунтової мікрофлори на кислих слабобуферних дерново-підзолистих ґрунтах.

Листкове підживлення є ефективним для швидкого корегування дефіциту поживних речовин за несприятливих умов (тривалі періоди холодної і похмурої погоди, засуха і ін.), для зняття стресу після застосування пестицидів. Кращим з азотних добрив для даного підживлення є карбамід. Ним доцільно поєднувати внесення сірки і магнію ($MgSO_4 + H_2O$) та інших МЕ. Це в 2 – 3 рази прискорює поглинання магнію через листки за одночасного внесення з карбамідом. Позакореневе підживлення нутривантом плюс олійним підвищило засвоєння мікроелементів (N, P, Mg, Ca, S) з ґрунту кореневою системою льону на 5-10%. Підвищилась і врожайність та якість товарної продукції льону олійного [89].

Високоєфективним заходом покращення родючості ґрунту та збільшення продуктивності льону є застосування органо-мінеральної системи удобрення: соломи зернового попередника разом зі сівбою на сидерат культури родини капустяних (редька олійна, гірчиця біла та ін.) сумісно з внесенням мінеральних добрив в дозі N30P45K60. [90, 91].

Використання для позакореневого живлення льону олійного сульфату магнію прискорює перетворення азоту з мінеральних форм, значно підвищує потенціал рослин, покращує їх розвиток та збільшує загальну продуктивність культур у сівозміні. Він сприяє активізації процесу поглинання азоту рослинами льону і нагромадження його в генеративних органах. Найкраще для позакореневого підживлення використовувати магній сірчаноокислий семиводневий із вмістом магнію - 16,4% та сірки 9,9 % [92,93].

Дослідники В.В. Лихочвор О.В. Ровна, встановили, що вищу продуктивність олійний льон формує за внесення на фоні N30P60K90 використання позакоренево підживлення карбамідом, застосування 5% сульфату магнію та нутривант плюс олійний (2 кг/га) у фазі ялинки та на початку бутонізації. Приріст до контроль становив 1,68 т/га від мінеральних добрив та 0,44 т/га при позакореневих підживленнях [94].

Позакоренево підживлення рослин на фоні мінеральних добрив у ранніх фазах росту і розвитку льону істотно вплинуло на біометричні показники рослин. Зокрема на кількість сформованих коробочок, яка в середньому на 1 рослині становила - 23-41шт., висоту рослин - 60,3-69,9 см, площу листової поверхні, яка зростає на 120-250 % порівняно з контролем [95].

Вирощування олійного льону також зумовлює отримання побічної продукції – льоносоломи, з якої після перероблення отримують коротке волокно. За вартістю воно незначно дешевше від основної продукції (насіння) [96, 97, 98].

Науковці акцентують також увагу виробників на високій пластичності культури льону олійного, його високої посухостійкості, відсутності специфічних шкідників і хвороб, значної стійкості проти осипання, доброї придатності до збирання серійними зернозбиральними комплексами,

застосування розповсюджених засобів захисту, наявності серійного комплексу ґрунтообробних, допоміжних, посівних знарядь та машин. Також для даної культури характерною є невисока потреба в основних елементів живлення. Це робить технологію вирощування льону олійного доступною для великих товаровиробників і невеликих фермерських господарств [99,100,].

На зменшення площ посіву льону-довгунцю в зонах Полісся та Лісостепу Західного помітна позитивна тенденція зростання площ посіву льону олійного, який є якісною альтернативою для високотехнологічних олійних культур, зокрема для соняшнику і ріпаку, площі під якими в окремих господарствах виходять за межі оптимального науково обґрунтованого співвідношення культур у сівозмінах [101].

Значне зростання обсягів вирощування олійного льону в зоні Лісостепу спричинено стабільним попитом на насіння культури як в країнах Єврозони і світі [102]. Для степової зони розширення площі вирощування льону олійного та ін. олійних культур є високоефективним заходом зростання стабільності виробництва як олії, так і насіння, істотне збільшення ефективності використання ґрунтово-кліматичного потенціалу. Також можна очікувати позитивного впливу на структуру посівних площ і умови розміщення посівів озимих зернових культур [103].

Узагальнення результатів досліджень з вище наведеного свідчить, що система удобрення льону олійного потребує удосконалення для реалізації генетичного потенціалу даної культури за показниками врожайності та якості насіння.

Оптимізація живлення льону макро- і мікроелементами у відповідні етапи його органогенезу є основним шляхом досягнення зазначеної мети. Традиційна система удобрення льону на сьогодні не може створити умови для отримання зазначених показників на бажаному для виробництва рівні. Ефективним вирішенням даного питання є основне удобрення в оптимальній нормі та позакореневе підживлення, яке через збалансованість, сприяє інтенсивнішому розвитку рослин льону внаслідок стимуляції кореневої системи, листкової поверхні та ін.

Цей агрозахід здатний створити умови для ефективного регулювання процесу формування врожаю та підвищення його якості.

Тому дослідження спрямовані на оптимізацію живлення льону олійного з врахуванням його біологічних та сортогенетичних особливостей є актуальними.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні та погодні умови місця досліджень

Територія Лісостепу України за кліматичними та ґрунтовими умовами поділяється на три зони: східну, центральну і західну. Наші дослідження проведено в зоні Лісостепу західного, до якої входять Тернопільська, частково Львівська, Івано-Франківська, Рівненська, Волинська і Чернівецька області [104]. «Клімат зони є помірно теплий з достатньою кількістю опадів на заході і малою – на півдні. Найнижчі температури повітря в південній її частині в середньому за січень сягають мінусової відмітки у межах 7-8° С. У напрямку до заходу температура поступово підвищується й складає – 4-6° С. У липні середня температура повітря у західному Лісостепу становить 18-19° С, у східній його частині – 19-20° С. Середня тривалість безморозного періоду на переважній частині території зони складає 160-170 діб, а дати останніх морозів відмічаються в середині квітня. Річна сума опадів складає 670-880 мм, з яких на теплий період припадає біля 72%» [105].

Особливістю клімату Лісостепу західного є його одноманітність: літо порівняно прохолодне, а – тепла. Також характерним є поступовий і тривалий перехід від однієї пори року до іншої. Вологість повітря рідко знижується до критичної. Відновлення періоду вегетації припадає на середину березня – початок квітня, а закінчується він восени – на початку листопада. Тривалість вегетаційного періоду складає в середньому 210 діб.

Перехід середньодобової температури повітря через 10°С весною проходить на території досить рівномірно й припадає на третю декаду квітня. Восени цей період у зворотному напрямку наступає в першій декаді жовтня. Період до середньодобової температури вище 10° С триває в середньому 150-160 діб. Західна частина Лісостепу, у якій проводили дослідження, належить до помірно теплої, достатньо зволоженої кліматичної зони, оскільки суми температур повітря понад 10° С тут сягають 2300 – 2600° С, а ГТК за той самий

період дорівнює 1,5-1,8. Перехід від одного сезону до іншого відбувається досить повільно [105].

Дослідження щодо вивчення продуктивності культури льону олійного залежно від елементів інтенсифікації технології вирощування проведено на базі ДПДГ «Оброшино» Інституту СГ Карпатського регіону НААН на сірому лісовому поверхнево оглеєному типі ґрунті у 2022 році. Перед закладанням досліду відбирали зразки ґрунту з верхнього горизонту (0-20 см) і визначали основні показники родючості (табл. 2.1). За чинною градацією такий ґрунт має дуже низьке забезпечення N, середнє P₂O₅ і низьке – K₂O. Реакція ґрунтового розчину була слабокисла з наближенням до нейтральної. Рельєф дослідних ділянок рівнинний.

Таблиця 2.1

Агрохімічна характеристика сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту (0-20см) у 2022 р.

Гумус, %	pH сольове	Сума ввібраних основ, мг-екв/100г ґрунту	Легко гідролізований N, мг/кг ґрунту	P ₂ O ₅ рухомий, мг/кг ґрунту	K ₂ O обмінний мг/кг ґрунту
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-ілювіальний, бурувато-сірий, пухкий, горохувато-грудкуватий;

Еh-підзолистий, слабогумусований, білястий, плитчастий, пухкий;

Іе-ілювіальний, перехідний;

І - ілювіальний, темно-бурий, дуже щільний;

Рк-материнська порода, лесоподібний суглинок, безформенно-грудкувата, пухка, трубочки CaCO₃.

Метеорологічні умови під час проведення досліджень у 2022 році істотно відрізнялись за основними гідротермічними показниками (тепло, волога) від середньобогаторічних показників (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Метеорологічні дані (Гідрометеорологічний пост ІСГКР НААН, пункт спостереження – Оброшине) 2022 рік.

	І декада	ІІ декада	ІІІ декада	За місяць	І декада	ІІ декада	ІІІ декада	За місяць
	березень				квітень			
Т-ра	-0,8	1,4	7,1	2,6	5,2	5,5	8,9	6,5
норма	-1,7	0,1	3,1	0,5	6,1	7,0	9,0	7,4
опад	2,7	–	14,6	17,3	31,0	6,1	44,9	82,0
норма	15	14	15	44	16	16	19	51
	травень				червень			
Т-ра	13,1	14,6	14,1	13,9	19,1	18,4	21,5	19,7
норма	11,5	13,4	13,7	12,9	15,6	16,0	17,2	16,3
опад	2,2	2,8	19,3	24,3	11,0	14,6	5,7	31,3
норма	24	30	31	85	30	30	33	93

У 2022 році відновлення вегетації озимих відзначено 26.03, що є на рівні середньобаторічних значень. Проте з 2 квітня зафіксовано значне зниження температур, що призвело до тимчасового припинення вегетації озимих. Сніговий покрив утворився 3 квітня та утримувався протягом доби. Зранку 4 квітня спостерігали промерзання ґрунту до 2–3 см.

У березні і травні спостерігали значне зменшення кількості опадів порівняно з багаторічними значеннями. За норми відповідно 44 мм і 85 мм у березні випало 17,3 та у травні – 24,3 мм. Температури повітря перевищили середні значення на 2,1 і 1,0 °С. посушливими виявилися І і ІІ декади травня, під час яких випало 9 % норми (5 мм) опадів за норми 54 мм. Також посушливим виявився червень, коли впродовж місяця випало 30 % опадів від норми (93 мм). Тобто спостерігаємо аномальну ситуацію, коли лише у третій декаді травня ГТК відповідав оптимальному рівню зволоження 1,24 (оптимальне ГТК 1,1-1,5, зона забезпеченого зволоження 1,0-1,3). У 1-й та 2-й декадах травня значення ГТК відповідало зоні іригації 0,17–0,19 (іригація - ГТК менше 0,5) і 1-й декаді червня – слабе зволоження – 0,58 (сухе землеробство ГТК 0,5-0,7).

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).

Впродовж вегетації рослин визначали запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–20 см та 0–40 см по етапах органогенезу. Доступна волога для рослин у посівному горизонті ґрунту 0–10 см має мати оптимальні значення 14–15 мм, а в орному – понад 20 мм. Для процесу формування якісного насіння найбільш сприятливою є температура повітря, яка не перевищує 25 °С за продуктивної вологи ґрунту на рівні оптимальних параметрів польової вологоємкості (у горизонті 0–20 см – 30–40мм; 0–100см – 180–200мм).

За даними М.С. Кулика, зменшення запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту до 19 мм варто прийняти за початком посушливого періоду, а до 9 мм – початком сухого періоду.

На початок цвітіння спостерігали подальше зменшення запасів продуктивної вологи під льоном. В орному шарі ґрунту вони становили від 7,5 до 13,4 мм.

2.2 Методика проведення досліджень

Задля виконання науково-дослідної роботи були проведені польові та лабораторні дослідження. В польових умовах впродовж 2022 року було закладено дослід: Продуктивність льону олійного залежно від інтенсифікації технології вирощування в умовах Лісостепу західного. Схема досліду передбачала наступні варіанти:

1. Контроль (без добрив);
2. N₃₀P₄₅K₆₀;
3. N₄₅P₄₅K₆₀;
4. N₄₅P₄₅K₆₀ + добрідій (5 кг/т);
5. N₄₅P₄₅K₆₀ + добрідій (5 кг/т) + добрідій бор (1,5 л/га);

Повторність досліду чотирикратна. Кількість варіантів - 5, облікова площа дослідної ділянки – 25 м², загальна площа елементарної дослідної ділянки – 36 м². Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методика з наукових досліджень у рослинництві [106, 107].

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 (флутриафон, 25 г/л + тіабентазол 25 г); органо-мінеральне добриво Добродій (5 кг/т). Добродій бор – для позакореневого внесення 1,5 л/га.

Для проведення досліджень використовували сорт льону олійного **Живинка**. Сорт створено в інституті олійних культур НААН. Занесений до Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2018 р. Сорт льону олійного належить до харчового напрямку.

Ознаки сорту **Живинка**. Тривалість періоду вегетації - 88-92 діб. 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.

Характеристика комплексного мінерального добрива Добродій. ДОБРОДІЙ - Органо-мінеральне добриво, забезпечує потужний розвиток потужної кореневої системи, захист рослини від стресових явищ, відродження корисної біоти у ґрунті. Норма при оброблянні 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, успішне запилення, 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: В – 170 г/кг. Містить регулятори росту. Мікроелементи в його складі хелатовані карбоновими кислотами.

В досліді проводили наступні обліки, спостереження та аналізи рослинного матеріалу та ґрунту:

- перед сівбою в шарі ґрунту 0-20 см відбирали зразки для агрохімічного аналізу ґрунту який визначали за загальноприйнятими методиками [108], а саме: рН сольової витяжки (КСІ)-потенціометрично на рН-метрі; гідролітичну кислотність - за Каппеном; гумус - за Тюріним; легкогідролізований азот - за Корнфільдом; рухомий фосфор - за Кірсановим; обмінний калій - за Кірсановим; сума ввібраних основ - за Каппеном-Гільковіцем.

Польову схожість насіння та фенологічні спостереження проводили відповідно до Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Відмічали час настання таких фаз: сходів, ялинки, бутонізації, цвітіння, рання жовта стиглість, повна стиглість.

У фазах ялінки, цвітіння, рання жовта стиглість визначали динаміку нагромадження у рослинах льону сухої надземної біомаси. Проби рослин брали з кожного повторення – зразок зважували, висушували до повітряно-сухої маси. [106].

Підрахунок густоти рослин визначали на закріплених площадках (0,25м²) у чотирьох місцях по діагоналі в період повних сходів та перед збиранням врожаю на кожному варіанті в двох несуміжних повтореннях з метою встановлення виживання рослин [107].

Структурний аналіз врожаю льону олійного визначали наступним чином: за 1-2 днів до збирання врожаю брали сноповий матеріал з площі 0,25 м² з кожного повторення. У фази ялінки, цвітіння, рання жовта стиглість проводили біометричні аналізи. Для цих аналізів відбирали рослини з 0,25 м² з двома несуміжними повтореннями.

Збір врожаю проводили подільською методом прямого комбайнування суцільним способом із зважуванням насіння та перерахунком на вологість 12%.

На варіантах також визначали якісні показники насіння: вміст олії - екстракційним методом, масу 1000 насінин шляхом зважування в грамах.

Економічну оцінку елементів технології вирощування льону олійного проводили розрахунковим методом із використанням технологічної карти.

Математичну обробку результатів досліджень виконували методом дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу із використанням Excel.

2.3 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 культивуації на глибину 6-8 см. Мінеральні добрива вносили під передпосівну культивуацію.

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 – препаратом фюзілат (1,8 л/га).

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

РОЗДІЛ 3.

РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

3.1 Ріст, розвиток та виживання рослин льону олійного

Для оптимального забезпечення рослин елементами живлення, енергійного їх росту та розвитку, використання рослинами свого потенціалу є оптимальна густота стояння рослин. Від густоти стояння залежить кількість вологи, CO₂ і світла, якими вони будуть забезпечені впродовж періоду вегетації. В загущених посівах рослини формують недостатньо виповнене насіння, що зумовлює до зниження продуктивності [25].

Погодні умови помітно вплинули на формування густоти стояння рослин в посівах та запаси продуктивної вологи в ґрунті в період сходів. Достатня кількість вологи в ґрунті сприяла дружній появі сходів льону і густота стояння рослин на цей період була сформована достатньою та на період збирання врожаю була в оптимальних межах.

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. 3.1).

На удобрених варіантах досліді (N₃₀P₄₅K₆₀ та N₄₅P₄₅K₆₀) польова схожість насіння була в межах 89,2-90,4 % і децю була вищою на 0,5-1,5 %, щодо варіанту без добрив (контроль) – 89,2%, що мало вплив на формування рослин на час сходів.

Густота рослин на всіх варіантах з удобренням N₄₅P₄₅K₆₀ на період сходів становила 7,18-7,23 млн шт./га та перевищувала варіант без добрив на 0,04-0,09 млн шт./га.

Густота стояння рослин льону олійного залежно від удобрення, 2022 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)	7,14	6,51	0,63	11,4	89,2
N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀	7,18	6,52	0,65	11,0	89,7
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀	7,18	6,54	0,64	11,2	89,8
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ + добродій (5 кг/т)	7,26	6,56	0,70	10,4	90,7
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ + добродій (5 кг/т) + добродій бор (1,5 л/га)	7,23	6,56	0,67	10,8	90,4

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 6,56 млн шт./га, та перевищувала контроль на 0,04-0,07 млн шт./га.

3.2 Формування листової поверхні рослин льону олійного за різних рівнів удобрення

Урожайність льону олійного значно залежить від розміру і продуктивності асиміляційного апарату. Наростання площі листової поверхні, інтенсивність фотосинтезу є складовими, що визначають швидкість нагромадження органічної маси й показника структури врожаю. Відповідно і величина врожаю значно залежить від сумарної площі поверхні листків на одиниці площі посіву. А тому найбільш продуктивними будуть посіви з оптимальними за розміром і площею листків, ходом її формування та структурою. Отримання високих врожаїв можливе лише при формуванні у рослин оптимального за розмірами та тривалістю роботи фотосинтезуючого апарату, забезпеченні високої інтенсивності та якісного напрямку роботи останнього, найоптимальніше використання продуктів фотосинтезу на процеси росту і розвитку рослин [109].

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 м²/га, фотосинтетичний потенціал 1,77 млн.м². днів та ЧПФ - 5,67-5,87 г/м²/добу формується за норми висіву 8 млн шт./га і внесення добрив N₅₂₋₇₁P₁₆₋₂₁K₃₆₋₅₁ і забезпечують отримання насіння льону олійного 1,45-1,47 т/га» [110].

Аналіз результатів проведених нами у 2022 році досліджень показав, що передпосіне оброблення насіння льону комплексним мікродобривом добрودій в рекомендованій дозі (5 л/т) окремо та в поєднанні з позакореневим підживленням на фоні мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₆₀ позитивно впливало на формування площі листової поверхні впродовж вегетаційного періоду (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Площа листової поверхні льону олійного залежно від позакореневого підживлення, 2022 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
Без добрив (контроль)	7,8	5,6	15,1	10,8	25,8	18,4
N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀	17,3	12,4	38,2	27,4	58,7	42,1
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀	16,9	12,2	37,0	26,6	57,8	41,5
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ + добрودій (5 кг/т)	17,6	12,8	41,7	30,3	66,0	47,9
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ + добрودій (5 кг/т) + добрودій бор (1,5 л/га)	17,9	13,0	44,3	32,0	71,0	51,3
$\bar{X} \pm S\bar{X}$	15,5±2,1		36,3±5,39		57,2±7,1	
V, %	20,1		23,9		25,6	

Зокрема, у фазі ялинки позакоренево підживлення рослин комплексом мікроелементів на фоні мінеральних добрив забезпечило збільшення площі листової поверхні до 17,6-17,9 см²/рослину, а на 1 гектарі відповідно до 12,8-13,0 тис.м²/га.

Позитивну дію позакореневого підживлення також отримано у фазі бутонізації рослин льону. За такої ж системи удобрення показники площі листової поверхні становили 42,0-44,6 см²/ рослину або 30,1-31,9 тис.м²/га, що було більше на 2,7-4,6 тис.м²/га, ніж у варіантах з використання тільки мінеральних добрив (без добрив - 15,1 см²/рослину, або 10,8 тис.м²/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 71,0 см²/рослину або 51,3 тис.м²/га, приріст до контролю (без добрив) становив 45,2 см²/рослину або 32,9 тис.м²/га, а до фону N₄₅P₄₅K₆₀ – 6.4 см²/рослину або 9.8 тис.м²/га.

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

Процеси утворення та нагромадження органічної речовини виступає інтегральним показником фізіологічних та біохімічних процесів, які відбуваються в організмі рослини. Суха речовина охоплює групи мінеральних і органічних сполук різних рівнів. «За хімічним складом мінеральна частка сухої речовини —це оксиди Na, K, Ca, Mg, Fe та ангідриди сірчаної, фосфорної, соляної та ін. кислоти; органічна-білки, жири, клітковина і безазотисті екстрактивні речовини. Утворення сухої речовини в рослинах характеризується динамічним балансом, який виражається надходженням мінеральних речовин з ґрунту і утворенням внаслідок фотосинтезу органічних сполук, а з другого боку, витратами накопичених у рослинах органічних речовин на процеси дихання» [111].

Колектив авторів стверджує, що потужність листового апарату виражають чистою продуктивністю фотосинтезу, яка визначає співвідношення добового приросту сухої маси рослин до площі їх листової поверхні. В більшості випадків вона досягає 5-12 г, але може коливатись в межах від 0,1 г до 20 г сухої речовини на 1м² площі листя за добу [112, 113, 114].

Дослідження, проведені нами, показали, що за динамікою росту та розвитку рослин спостерігалось збільшення нагромадження сухої речовини. Разом з тим змінюється і цей показник і під впливом систем удобрення та конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

Нагромадження сухої надземної біомаси в рослинах в процесі досліджень визначали за основними фазами росту та розвитку рослин олійного льону. По мірі росту та розвитку рослин льону спостерігали збільшення виходу сухої маси. Нагромадження сухої речовини рослинами льону олійного в період вегетації відбувалось нерівномірно і залежав від норм мінеральних добрив (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Нагромадження сухої надземної біомаси рослинами льону олійного с. Живинка залежно від удобрення, 2022 р.

Варіанти	Фаза розвитку				
	показники	ялинка	бутонізація	цвітіння	повна-стиглість
Контроль (без добрив)	г/10рос.	1,24	2,14	4,33	6,76
	т/га	0,88	1,53	3,09	4,82
N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀	г/10рос.	1,74	4,80	10,27	14,17
	т/га	1,25	3,45	7,37	10,17
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀	г/10рос.	1,86	5,30	12,09	14,39
	т/га	1,35	3,84	8,77	10,43
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ + добродій (5 кг/т)	г/10рос.	1,74	4,99	11,61	13,91
	т/га	1,26	3,61	8,39	10,06
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ + добродій (5 кг/т) + добродій бор (1,5 л/га)	г/10рос.	1,95	5,98	13,76	16,86
	т/га	1,42	4,32	9,95	12,19
$\bar{X} \pm S\bar{X}$		1,3±0,22	3,7±0,91	7,9±2,19	8,7±1,89
V, %		18,3	24,0	28,2	23,4

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 $1,24 \pm 0,22$ т/га за середньої варіабельності показника $V=18,3$ %. У фазі бутонізації та цвітіння ці показники зростали до $2,14,6 \pm 0,91$ т/га та $4,31 \pm 2,19$ т/га за досить високої варіабельності показника відповідно $V=24,0\%$ і $V=28,2$ %. У фазі повна стиглість цей показник склав $6,76 \pm 1,89$ т/га за високої варіабельності показника $V=23,4$ %. 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 добрідій (5 кг/т) на фоні добрив ($N_{45}P_{45}K_{60}$) забезпечувало найвищий рівень накопичення сухої речовини і становив $1,95$ г/на 10 рослин або $1,42$ 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 $5,98-13,76$ г/на 10 рослин або $4,32-9,95$ т/га, що було на $4,31-9,15$ 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 $13,91-16,86$ г/на 10 рослин або $10,06-12,19$ т/га. На контролі (без добрив) ці показники склали $6,76$ г/на 10 рослин або $4,82$ т/га.

Отже за результатами досліджень нами встановлено, що найвищий приріст сухої маси у 2022 році одержано протягом вегетаційного періоду з позакореневого підживлення комплексним мікродобривом добрідій бор $1,5$ л/га + обробляння насіння перед сівбою комплексним мікродобривом добрідій (5 кг/т) на фоні добрив ($N_{45}P_{45}K_{60}$).

На показники формування біомаси мало вплив і зміна динаміки росту льону олійного. Внесення мінеральних добрив прискорює ростові процеси, внаслідок чого рослини мають більшу висоту щодо контролю (без добрив). Загальна висота рослин олійного льону по фазах розвитку залежала від мінерального живлення порівняно до контролю. Отримано в результаті досліджень позитивний вплив оброблення насіння перед сівбою препаратом добродій (5 кг/т) в поєднанні з позакореневим підживленням комплексним мікродобривом добродій бор (1,5 л/га) на фоні $N_{45}P_{45}K_{60}$ на біометричні показники рослин.

Живлення мінеральними добривами $N_{30}P_{45}K_{60}$ та $N_{45}P_{45}K_{60}$ показало, що в фазі ялинки висота рослин збільшилась на 1,1-1,2 см у фазі бутонізації на 4,4-5,2 см, у фазу цвітіння на 4,3-5,3 см, у фазі дозрівання на 3,2 см порівняно (до контролю (без добрив)).

За проведення позакореневого підживлення комплексним мікродобривом добродій бор (1,5 л/га) на фоні $N_{45}P_{45}K_{60}$ у фазу ялинки, порівняно з контролем (без добрив) отримано приріст висоти рослин 1,37 см, у фазу бутонізації приріст висоти рослин склав 7,1 см, у фазу цвітіння -7,4 см, а у фазу дозрівання – 5,7 см.

3.4. Вплив досліджуваних чинників на продуктивність льону

Формування врожаю – це складний продукційний процес, який визначається генетичною програмою рослини із зовнішніми умовами. Щоб забезпечити високий урожай, необхідно мати повну інформацію про всю багатогранність дії окремих чинників і їх взаємодію, що беруть участь у рості і розвитку рослин, вміти передбачати реакцію рослин на них. Величина врожаю визначається такими процесами як фотосинтез, ріст і розвиток, повітряний, водний і тепловий режими, мінеральне живлення, структура рослин, архітектоніка посіву [115].

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 культивуацію 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 оброблення насіння та позакореневого застосування (табл. 3.4).

Використання мінерального удобрення в нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$ забезпечило показник врожайності на рівні 2,36 т/га, тобто дозволило отримати приріст врожайності 1,05 т/га порівняно до контролю та 0,89 т/га порівняно до варіанту з використанням 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 обробленням 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) – 1,47 т/га) та 0,37 т/га при застосуванні. Внесення позакореневого підживлення сприяло зростанню врожаю на 8,0 % порівняно до удобрення $N_{45}P_{45}K_{60}$.

Таблиця 3.4

Вплив удобрення на врожайність насіння льону олійного, 2022 р.

Варіанти	Врожайність насіння, т/га					Приріст врожайності, т/га	
	I повт.	II повт.	III повт.	IV повт.	сер.	до конт- ролю	до фону
Контроль (без добрив)	1,44	1,42	1,51	1,49	1,47	-	-
$N_{30}P_{45}K_{60}$	2,37	2,41	2,36	2,3	2,36	0,89	-
$N_{45}P_{45}K_{60}$	2,46	2,54	2,55	2,51	2,52	1,05	0,16
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т)	2,53	2,56	2,76	2,58	2,61	1,14	0,25
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добродій (5 кг/т) + добродій бор (1,5 л/га)	2,71	2,76	2,8	2,63	2,73	1,26	0,37
НІР _{0,05} , т/га	0,095						

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

Загалом найвищу врожайність насіння льону олійного – 2,73 т/га в отримано за умови внесення повного мінерального добрива $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним оброблянням насіння комплексним мікродобривом добродій (5 л/т) та застосуванні позакоренового підживлення добродій бор в нормі 1,5 л/га.

Зазначені показники продуктивності льону отримано за рахунок формування показників структури врожаю. Формування елементів структури врожайності льону олійного залежить не тільки від погодних умов, які складаються впродовж вегетаційного періоду, але і від сортових особливостей, норм висіву насіння, строків збирання та від обробляння насіння від хвороб і шкідників протруйниками. Урожайність насіння льону перебуває в прямій залежності від густоти стояння рослин. Із структурних компонентів урожайності велике значення має також кількість коробочок на рослині, кількість насінин в одній коробочці і на рослині, а також маса 1000 насінин. Льон олійний має високу галузистість, що створює умови для утворення більшої кількості коробочок. Розгалуження рослин та утворення коробочок негативно корелюють з густотою рослин на одиниці площі, тому високі норми висіву негативно впливають на формування кількості коробочок на рослині [116, 117, 118].

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 – 14,9 шт.).

Найбільшу кількість коробочок (20,4 штук на рослині) отримано у варіанті внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним оброблянням насіння комплексним мікродобривом добродій (5 л/т) та з використанням у позакоренове підживлення комплексного мікродобрива добродій (1,5 л/га) при кількості коробочок на варіанті без добрив – 14,9 шт./рослину (табл. 3.5).

Застосування різних способів внесення комплексного мікродобрива добрід також зумовило приріст кількості насінин на рослину в межах 38,1-41,6 шт. Внесення основного удобрення в різних нормах зумовило приріст кількості насінин на рослині на 31,6- 33,3 шт. при кількості їх на контролі 49,6 шт.

Поєднання основного та позакореневого підживлення підвищували масу 1000 г насінин у льону на 0,05-0,10 г. Найвищий показник 6,21 г було отримано у варіанті удобрення $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним оброблянням насіння комплексним мікродобривом добрід (5 л/т) та з використанням у позакореневе підживлення комплексного мікродобрива добрід (1,5 л/га). На контролі цей показник становив 6,11 г.

Таблиця 3.5

Вплив удобрення на структурні показники льону олійного, 2022 р.

Удобрення	К-сть коробочок на рослині, шт.	К-сть насінин з 1 рослини, шт.	Маса 1000 насінин, г	Продуктивність однієї рослини, г
Контроль (без добрив)	14,9	49,6	6,11	0,452
$N_{30}P_{45}K_{60}$	19,3	81,2	6,15	0,964
$N_{45}P_{45}K_{60}$	19,5	82,9	6,16	0,996
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добрід (5 кг/т)	19,9	87,7	6,16	1,075
$N_{45}P_{45}K_{60}$ + добрід (5 кг/т) + добрід бор (1,5 л/га)	20,4	90,2	6,21	1,143
$NP_{0,05}$	0,112	1,56	0,04	0,023

Обрахунок маси насіння з однієї рослини показав, що на варіантах з мінеральним удобренням спостерігалось істотне підвищення цього показника, щодо контролю (без добрив). Приріст до контролю складав 0,203 - 0,252 г.

Найбільшу масу насінин з однієї рослини (1,134 г) отримано при застосуванні мінеральних добрив в нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним оброблянням насіння льону олійного комплексним мікродобривом добрід (5 л/т) та при додатковому застосуванні у фазу ялинка позакореневого

підживлення мікродобривом добродій бор в нормі 1,5 л/га (на контролі – 0,452 г на 1 рослину).

Отже, найвищі показники елементів структури урожаю і продуктивність однієї рослини (1,134 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.

Також нами встановлена пряма сильна кореляційна залежність між елементами структури врожаю льону і врожайністю залежно від удобрення. У середньому за час досліджень коефіцієнт кореляційної залежності (r) врожайності льону від кількості коробочок на рослині, насінин на рослині, маси 1000 насінин та маси насіння з 1 рослини був високим і становив відповідно 0,97; 0,98; 0,87 та 0,98. Найбільший вплив на врожай мали такі показники, як кількість коробочок на рослині, кількість насінин на одній рослині і маса насіння з 1 рослини, менший – маса 1000 насінин.

Різні рівні удобрення також мали вплив на вміст волокна в стеблах та його фізико-механічні властивості (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Вміст волокна в рослинах льону олійного та його фізико-механічні властивості залежно від удобрення, 2022 р.

Варіант	Урожайність соломи, т/га	Вміст волокна в стеблі, %	Збір волокна, т/га	Міцність волокна (кН)
Контроль (без добрив)	1,12	12,7	0,26	11,2
N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀	2,62	14,6	0,38	14,8
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀	2,76	14,9	0,41	15,2
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ + добродій (5 кг/т)	2,68	14,7	0,39	15,4
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ + добродій (5 кг/т) + добродій бор (1,5 л/га)	2,66	14,6	0,39	16,7
НІР _{0,5}	0,08		0,05	

За даними окремих досліджень українських вчених в різних регіонах України «мінеральні добрива у сприятливому за погодними умовами році підвищували урожайність волокна на 2-3 ц/га або 18-20 % а в посушливому на 12-15 %» [119].

За даними В.Г. Рибачка «за внесення мінеральних добрив (N17P40K45 і N34P80K90) вміст волокна в соломці льону олійного підвищився відповідно на 0,2-0,8% і 0,4-0,9% щодо контролю (без добрив) 15,3% за норми висіву 7,4 і 10 млн. насіння на гектар» [120].

Наші дослідження свідчать, що вищий врожай льоноволокна (0,41 т/га) забезпечує застосування мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₆₀. Даний показник вищий, ніж на контролі (без добрив - 0,26 т/га)) на 0,15 т/га.

Відповідно на цьому ж варіанті у стеблах рослин вміст волокна збільшився до 14,9 %, тоді як на інших варіантах з використанням позакореневих підживлень він був нижчий на 2,1-2,4 %. Найменший вміст волокна 12,7 % відмічено на контролі (без добрив).

Внесення мінерального добрива (N₄₅P₄₅K₆₀) підвищило міцність льоноволокна на 3,0 кН порівняно до контролю (без добрив – 11,2 кН).

3.5. Економічне обґрунтування результатів досліджень

З розвитком ринкових відносин в Україні «у сільськогосподарському виробництві особливої уваги набуває вирішення завдання здешевлення рослинницької продукції, щоб її собівартість була на рівні світових стандартів. Лише за цих умов вона може бути конкурентоздатною, як на внутрішньому і на зовнішньому ринку збуту. Знизити собівартість рослинницької продукції, в тому числі насіння льону олійного можна за рахунок зниження витрат на їх виробництво і підвищення продуктивності посівів культур, які вирощують» [121, 122].

Для визначення показників економічної ефективності досліджуваних чинників за вирощування льону олійного за основу ми брали наступні показники: виробничі затрати, вартість валової продукції (насіння, коротке

волокно), чистий прибуток, собівартість і рівень рентабельності. В основу розрахунків покладені нормативні затрати праць і засобів на виробництво льонопродукції (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Економічна ефективність застосування удобрення у технології вирощування льону олійного, 2022 р.

Варіанти	Загальні затрати, грн/га	Врожайність, т/га	Ціна*, грн/т	Валовий дохід, грн/га	Чистий дохід, грн/га	Собівартість, грн/т
Контроль (без добрив)	14748	1,47	17 000	24905	14748	10067
N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀	20086	2,36	17 000	40120	20086	8511
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀	20189	2,52	17 000	42755	20189	8028
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ + добродій (5 кг/т)	20148	2,61	17 000	44328	20148	7727
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ + добродій (5 кг/т) + добродій бор (1,5 л/га)	20263	2,73	17 000	46325	20263	7436

Аналіз економічної ефективності використання удобрення під льон олійний показує, що застосування основного фону удобрення та позакореневого підживлення на фоні N₄₅P₄₅K₆₀ супроводжується збільшення затрат на їх закупівлю та внесення. Однак при цьому від їх внесення зростає і чистий дохід. Найвищий його показник (20 263 грн/га) отримано варіанті використання мінерального удобрення в нормі N₄₅P₄₅K₆₀ в поєднанні з передпосівним оброблянням 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) – 14 748 грн./га з найвищою собівартістю - 10 067 грн./т.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Однією з актуальних екопроблем залишається погіршення екологічного стану для орних земель, їх забруднення токсинами, поступове зниження родючості ґрунту. Тому завдання науковців стає розроблення заходів щодо збереження наявного фонду земель України, підтримання їх родючості на високому рівні, підвищення стійкості с/г культур до зростаючих техногенних навантажень.

На сьогодні сільськогосподарські угіддя мають сталу тенденцію до погіршення. За даними Держкомзему України «10,7 млн. га (25,8%) сільськогосподарських угідь складають кислі ґрунти, 2,3 млн. га (5,4%) – солонцюваті і 1,7 млн. га (4,1%) – засолені. Окрім того, 1,9 млн. га сільськогосподарських угідь займають перезволожені, 1,8 млн. га – заболочені і 0,6 млн. га – кам'янисті. Більше 20% території України забруднено різними токсичними сполуками, в тому числі значні площі забруднені радіоактивними ізотопами. Геологічні негативні явища поширені більш як на 50% території України» [123].

Тобто в Україні триває негативна тенденція зниження якості та родючості ґрунтів і загалом істотно погіршується екологічний стан земельних ресурсів.

Одним із актуальних важливих чинників, які дестабілізують екологічну ситуацію в країні є сільськогосподарська розораність територій. Надмірне розорювання земель, в т.ч. схилів, сприяло порушенню екологічно-збалансованого співвідношення площ ріллі, лісів, луків і водойм, а це негативно вплинуло на стійкості агроландшафтів.

Сівозміна зостається важливою складовою формування продуктивної здатності ґрунтів. Результати наукових досліджень багатьох вчених засвідчать про зростання «чинника сівозмін як функціональної моделі системи землеробства задля вирішенні основних проблем його розвитку – сталої та високої продуктивності сільськогосподарських культур для забезпечення відтворення актуальної родючості ґрунтів і охорони довкілля» [124].

За ефективного освоєння зональних науково-обґрунтованих систем сівозмін разом з іншими агротехнологічними ефективними заходами можна значно підвищити продуктивність сільгоспугідь (на 40-50 %), забезпечуючи при цьому і відтворення родючості ґрунтів і збереження стану навколишнього середовища.

За сьогоднішніх ринкових відносин, прогресуючих кліматичних змін наявні також значні зміни у використанні сільгоспугідь (значно зріс попит на кон'юктурні культури на внутрішньому та зовнішньому ринках зумовлений ростом населення планети). Існуюча структура посівних площ повинна бути скорегована на адаптацію до особливостей природно-кліматичних умов конкретної ґрунтово-кліматичної зони та матеріально-технічних можливостей сільгоспідприємств.

У науковій схемі запровадження ефективних сівозміни закладено можливість ефективного використання родючості ґрунту, максимально – біологічного потенціалу агрокультур та ефективно - агрокліматичних ресурсів – суми активних температур та наявних атмосферних опадів, органічних, мінеральних та комбінованих добрив, інтегрованої системи захисту агроценозів, сільськогосподарської техніки, інноваційних технологій, трудових ресурсів для формування високого врожаю та збереженні і підвищенні родючості ґрунту, довкілля.

Сівозміна залишається центральною об'єднавчою ланкою сучасних зональних ландшафтних систем землеробства. На неї накладають, як на основу, інші суміжні ланки системи – захист ґрунту та від ерозійних процесів, його обробіток, інноваційні системи ефективного живлення та способи внесення добрив, інтегрований захист с/г рослин від комплексу шкідливих організмів,

насінництва та сортозміни, запровадження систем меліорації, організації прогресивної форми оплати праці та ін.

В умовах нестійкого і недостатнього природного зволоження у зв'язу із змінами клімату в різні ґрунтово-кліматичних зонах України для істотного покращення водного режиму ґрунтів і стабілізації систем землеробства використовують також зрошення. Регулювати нестійкий водний режим за потреби при нестачі опадів та короткочасних посухах, які все частіше присутні, необхідно шляхом запровадження різних видів поливів, які сприяють більшому використанню кліматичних та ґрунтових ресурсів, генетичного потенціалу сортів та гібридів с/г культур, адаптивних систем їх удобрення та інтенсивних технологій вирощування культур.

За переходу до ринкових умов господарювання вплив систем зрошення зростає, а в окремих випадках перетворює його на обов'язковий захід. Саме це для багатьох агрокультур є вирішальним етапом в інноваційних технологіях їх інтенсивного вирощування. Від напрямку антропогенного розвитку та його шкодочинності на ґрунти залежить їх здатність ефективно виконувати важливі біосферні та соціальні функції.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЛЕННЯ

Основним законом, який гарантує право громадян на безпечні та нешкідливі умови праці, є Конституція України [125]. В ній питанням охорони праці присвячені три статті: 43, 45 та 46.

В статті 43 Конституції України записано: «Кожен має право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею, яку він вільно обирає або на яку вільно погоджується. ... Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці, заробітну плату, не нижчу від визначеної законом» [125], також «Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється» [125].

Держава створює сприятливі умови для повної зайнятості усього працездатного населення, дає рівні можливості для громадян у виборі професії та роду діяльності, здійснює програми професійного навчання. Роботодавець зобов'язаний забезпечити кожному працівнику нешкідливі умови праці відповідно до вимог безпеки та гігієни праці.

Кожен працюючий має законне право на відпочинок (ст. 45 Конституції України). Це забезпечує «надання щотижневого відпочинку, оплачуваної щорічної відпустки, встановлення скороченого робочого дня для окремих професій та виробництва, скороченої тривалості роботи у нічний час. Кожен працюючий має право на відпочинок» (стаття 45 Конституції України) [125].

Проведення аналізу виробничого травматизму у державному підприємстві дослідному господарстві «Оброшино» Львівського р-ну Львівської області проводили на підставі щорічних звітів про нещасні випадки на виробництві (форма 7-ТНВ) за 2019-2021 рр. Для аналізу умов праці нами було означено конкретне робоче місце працівників, які заняті на приготуванні робочих розчинів ЗЗР з метою оприскування культури льону олійного та інших культур, які є в господарстві. Відомо, що для отримання товарної продукції льону неможливе без застосування сучасних ЗЗР і тому вимагає постійного

ентомологічного та фітопатологічного моніторингу на полі та безпечного їх внесення.

У результаті проведеного аналізу нами зроблено висновок про стан охорони праці в господарстві «Оброшино» і встановлено, що він є на високому рівні і відповідає діючому Закону України «Про охорону праці» [126]

Шкідливі речовини за ступенем впливу на людський організм поділяють на «чотири класи, для яких встановлено діапазони значень ГДК:

I клас – надзвичайно небезпечні, ГДК до 0,1 мг/ м³

II клас – високонебезпечні, ГДК 0,1...1,0 мг/ м³

III клас – помірно небезпечні, ГДК 1,1...10 мг/ м³

IV клас – малонебезпечні, ГДК більше 10 мг/ м³

Заходи боротьби із запиленістю:

- зволоження матеріалів, повітря
- санітарно-гігієнічні заходи заміна технологічних процесів;
- герметизація устаткування;
- розміщення устаткування, яке виділяє пил, в окремих приміщеннях;
- вологе прибирання приміщень» [127];

Основним завданням заходів санітарної гігієни для людей є запобігти дії шкідливих виробничих факторів на людський організм, зберегти здоров'я робітників та попередити профзахворювання. На території господарства наявні обладнані виробничі приміщення та ділянки відповідно до «Санітарних норм». Господвір та машинно-тракторний парк заасфальтовані, наявна територія огорожена лісосмугами.

В зимовий період ремонт СГ техніки здійснюють в закритих пристосованих приміщеннях, опалювальних пунктах техобслуговування та з дотриманням Правил пожежної безпеки.

Всі робітники, які приймають участь у виконанні технологічних операцій щодо вирощування дині, забезпечені засобами індивідуального захисту згідно Положення [128].

Медогляд працівників проводять 1 раз на рік згідно графіку. Для

робітників, які працюють з міндобривами та отрутохімікатами наявний скорочений робочий день. Ці працівники безкоштовно отримують спецодяг та засоби ІЗ [129].

Техніка безпеки при сівбі льону. Загальні вимоги безпеки розроблені за ДСТУ: «1.1. До роботи на сівалці при висіванні протруєного насіння допускаються тільки чоловіки в віці від 18 до 55 років, які пройшли медичний огляд, виробниче навчання, здавши екзамен кваліфікаційній комісії, отримавши відповідне посвідчення, а також пройшовши інструктажі, ввідний і на робочому місці з охорони труда. Проведення інструктажів і перевірка знань повинні реєструватися в спеціальному журналі. 1.2. Періодичний медичний огляд, виробниче навчання і перевірка знань кваліфікаційної комісії проводиться не ріже одного разу в 12 місяців. 1.3. До самостійної роботи допускаються робітники, пройшовши стажування не менше ніж 3 зміни під керівництвом майстра (бригадира) або досвідченого робітника і які оволоділи практичними навичками безпечного виконання робіт. Дозвіл на виконання самостійних робіт (після перевірки отриманих знань і навичок) дає керівник роботи. Допуск до самостійної роботи фіксують датою і підписом інструктуючого в журналі реєстрації –інструктажу на робочому (особовій карточці інструктажу). 1.4. Робітник повинен мати при собі посвідчення на право робіт на сівалці з відміткою про допуск до роботи. Прострочені посвідчення, медична книжка не дійсні» [130].

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА

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

1. Дослідження спрямовані на оптимізацію живлення льону олійного з врахуванням його біологічних та сорто-генетичних особливостей є актуальними. Оскільки льон олійний має слаборозвинену кореневу систему і тому є чутливою культурою до мінерального живлення.

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 була в межах 89,2-90,4 % і перевищувала на 0,5-1,5 % варіант без добрив (контроль) – 89,2%. 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 (воно зросло на 0,8-1,0 %), і перед збиранням врожаю густота рослин знаходилась в межах 6,56 млн шт./га, та перевищувала контроль на 0,04-0,07 млн шт./га.

3. Максимальних значень площа листової поверхні рослин льону досягла у фазі цвітіння за позакореневого підживлення у фазі ялинки. Внесення у підживлення добродію 1,5 л/га разом з обробленням насіння 5 л/т на фоні добрив забезпечило площу листової поверхні 71,0 см²/рослину або 51,3 тис.м²/га, приріст до контролю (без добрив) - 45,2 см²/рослину.

4. Внесення мінеральних добрив зумовило нагромадження сухої надземної біомаси льону олійного в динаміці. Зокрема, у фазі ялинки вона становила $1,24 \pm 0,22$ т/га, у фазі бутонізації та цвітіння ці показники зростали до $2,14,6 \pm 0,91$ т/га та $4,31 \pm 2,19$ т/га, у фазі повна стиглість - $6,76 \pm 1,89$ т/га. Найвищий приріст сухої маси у 2022 році одержано протягом вегетаційного періоду за позакореневого підживлення комплексним мікродобривом добродій бор 1,5 л/га + оброблення насіння перед сівбою комплексним мікродобривом добродій (5 кг/т) на фоні добрив ($N_{45}P_{45}K_{60}$).

6. Найвищу врожайність насіння льону олійного сорту Живинка – 2,73 т/га в отримано за умови внесення повного мінерального добрива $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним оброблянням насіння комплексним мікродобривом добродій (5 л/т) та застосуванні позакореневого підживлення добродій бор в нормі 1,5 л/га. Такий показник продуктивності льону отримано за рахунок формування елементів структури врожаю. Найбільшу кількість коробочок (20,4 штук на рослині) отримано за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним оброблянням насіння комплексним мікродобривом добродій (5 л/т) та з використання у позакоренево підживлення комплексного мікродобрива добродій (1,5 л/га) при кількості коробочок на варіанті без добрив – 14,9 шт/рослину.

7. Застосування різних способів внесення комплексного мікродобрива добродій також зумовило приріст кількості насінин на рослину в межах 38,1-41,6 шт. Внесення основного удобрення в різних нормах зумовило приріст кількості насінин на рослині на 31,6- 33,3 шт. при кількості їх на контролі 49,6 шт.

8. Найвищий врожай льоноволокна (0,41 т/га) забезпечує застосування мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{60}$. Даний показник вищий, ніж на контролі (без добрив - 0,26 т/га)) на 0,15 т/га.

9. Найвищий чистий дохід - 20 263 грн/га отримано за використання мінерального удобрення в нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$ в поєднанні з передпосівним оброблянням насіння комплексним мікродобривом добродій (5 л/т) та додатковому застосуванні позакореневого підживлення добродій бор в нормі 1,5 л/га.

ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА

В ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу західного для отримання товарного насіння льону олійного сорту Живинка високої якості доцільно вносити повне мінеральне удобрення під передпосівну культивуацію в нормі $N_{45}P_{45}K_{60}$. Насіння перед сівбою обробляти комплексним мікродобривом добрідій нормою 5 л/т. Для позакореневого підживлення використовувати комплексне добриво добрідій бор в нормі 1,5 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Махно Ю., Товстановська Т., Сагайдак Є. Найцінніша з сільгоспкультур. Аграрний тиждень. 2014. № 3-4 (281). С. 52–54
- 2 [Електронний ресурс]. режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/lon-oliynu-osoblyvosti-vyroshchuvannya> (дата звернення 3.11.2022).
- 3 Яковенко Т.М. Олійні культури України. К.: Урожай, 2005. 408 с.
- 4 Зінченко О.І., Салатенко В. Н, Білоножко М.А. Рослинництво. Підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
- 5 Товстановська Т. Кислицька І., Ю. Махно Льон – альтернатива соняшнику?! Agroexpert. 2012. №4 (45) С. 34-35.
6. [Електронний ресурс]. режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/rentabelnist-oliynyh-kultur-u-2021-roci> (дата звернення 4.11.2022).
7. Полякова І.О. Повернення слов'янської культури / Хімія, агрономія, сервіс. 2008. № 5. С.17-18.
- 8 Єщенко В. Хто перед льоном / В. Єщенко, С. Коваль // The Ukrainian Farmer. 2012. №2. С. 80-82.
- 9 Дзюбайло А. Г., Шувар А. М., Рудавська Н. М., Дорота Г. М., Тимків М. Ю. Оцінка сортів льону олійного за продуктивністю в зоні Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Вип. 68 (2), 2020. С. 53-65.
10. Shuvar A. Formation of the flax agrocenosis within the organic production in the forest and steppe zone of Western region. Part of monograph : Sustainable development foothill and mountainous regions: agriculture, crop production, plantbreeding and seed production, feed production, animal husbandry, economy /under the general editorship of the candidate of economic sciences, associate professor Stasiv O. F. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2020. P. 103-129.
- 11 Кравців Р.І. Паска М.З., Личук М.Г. Ляна олія. Сільський господар. 2006. №1-2. С. 25-26.

12 Махно Ю. Найцінніша з сільгоспкультур / Аграрний тиждень. 2014. №3-4(281). С. 52–54.

13 Насінництво і насіннезнавство олійних культур / [Гаврилюк М.М., Соколов В.М., Рижеева О.І. та ін.]; за ред. М.М. Гаврилюка. К.: Аграрна наука, 2002. 224 с.

14 Дрозд У.Ф., Шпек М.П., Лях В.О. Олійність насіння сортів льону в різних умовах вирощування / Наук.-техн. бюл. ІОК. НААН. 2010. Вип.15. С.45–48.

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

16 Рослинництво: підручник [Каленська С.М., Шевчук О.Я., Дмитришак М.Я, та ін.]; за ред. О.Я. Шевчука. К.: НАУУ, 2005. 502 с.

17 Коровяковська Т.О. Привабливість інноваційних технологій переробки льону олійного для сільськогосподарських підприємств. Зб. тез. між.наук.конф., 21-23 лист. 2012р. Запоріжжя, 2012. С. 29

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

19 Полякова І.О. Повернення слов'янської культури / І.О. Полякова // Хімія, агрономія, сервіс. 2008 №5 С.17–18

20 Мороз В.М., Динник А.В., Бойко Є.І. Успадкування кількісних ознак міжвидовими гібридами льону. Зб. наук. пр. “Інституту землеробства УААН”. Київ, 2005. Вип. 4 С. 120–127.

21 Тіхосова Г.А., Бойко Г.А., Головенко Т.М. Фізичні характеристики волокнистої частини стебел соломи льону олійного за довжиною стебел. Вісник Хмельницького національного університету. 2012. №3. С. 246–249.

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

23 Поляков А.И. Ручка В.А., Никитенко О.В. Влияния орошения на продуктивность сортов льна масличного в условиях южной степи Украины / Наук.-техн. бюл. “Інституту олійних культур” 2006. Вып.11. С. 152-156

24 Олефіренко В.І. Захист рослин: Навчальний посібник / В.І. Олефіренко, М.В. Скалій. К.: Інтас, 2007. 301 с.

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

26 Яковенко Т.М. Олійні культури України. / Яковенко Т.М. К.: Урожай, 2005 408 с.

27 Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур.-2-е вид., випр. / Лихочвор В.В. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 808 с

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

29 Гаркавенко Ю. Олійний прогноз. Агробізнес сьогодні. 2011. №10(209) С.12–13

30 Кравців Р.Й. Паска М.З., Личук М.Г. Ляна олія. Сільський господар. 2006. №1-2. С. 25-26

31 Козленко О.М. Стабільність та пластичність олійних культур в умовах Правобережного Лісостепу. Зб. наук. праць. ННЦ. “Інститут землеробства УААН. Київ. 2010. Вип.4. С. 137-142.

32 Байдюк С. А. Економічна ефективність вирощування льону олійного в сільськогосподарських підприємствах Черкаської області. Зб. наук. праць. Уманського Національного Університету Садівництва. 2012. Ч.2 вип.77. С. 57-62

33 Шувар А.М. Вплив форм азотних добрив на продуктивність льону олійного в умовах Лісостепу Західного. *Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур НААН*. 2018. № 26. С. 108-114.

34 Шабанов Е. Льон олійний є привабливим для господарств Півдня України завдяки стійкості до посух та високому попиту на його насіння. / Е. Шабанов // *The Ukrainian Farmer*. – 2012. – №3. – С. 64-66

35 Комаров В.Л. Походження рослин. К.: Держсільгоспвидав УРСР, 1948. 208 с

36 Льон олійний: біологія, сорти, технологія вирощування / А.В. Чехов, О.М. Лапа, Л.Ю. Міщенко, І.О. Полякова. К.: [Б. в.], 2007. 59 с

37 Єщенко В., Коваль С. Хто перед льоном. *The Ukrainian Farmer*. 2012. №2 С. 80-82.

38 Заєць С.О. Заверюхін В.І. Льон олійний на півдні України. *Деловой агрокомпас*. Херсон: “Стар”, 2005. №3. С. 28-31.

39 Растениеводство / [Вавилов П.П., Гриценко В.В., Кузнецов В.С. и др.]; под ред. П.П. Вавилова [5-е изд.] М.: Агропромиздат, 1986. 512 с.

40 Єщенко В. Коваль С. Хто перед льоном. *The Ukrainian Farmer*. 2012. № 2 С. 80-82.

41 Карпець І.П., Дрозд О.М. Якість продукції льону-довгунця і олійного за різних способів сівби й удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 8. С. 21–24.

42 Філіп’єв І.Д. Біднина І.О., Степанова І.М. Витрати елементів живлення льоном олійним на формування врожаю. *Таврійський науковий вісник: зб. наук пр.-Херсон: Айлант, 2008. Вип.61. С. 12-16.*

43 Дмитренко Т.Ф. Якісні показники олії з насіння льону різних груп в зоні Полісся. *Агропромислове виробництво Полісся*. Вип.4. 2011. С. 121-123

44 Шувар А.М. Продуктивність льону олійного залежно від агротехнічних чинників в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54. Ч. II., С. 120-123

45 Рослинництво. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур / [Білоножка М.А., Шевченко В.П., Алімов Д.М. та ін.]; за ред. М.А. Білоножка. К.: Вища школа, 1990. 292 с.

46 Полякова І.О. Повернення слов’янської культури. *Хімія, агрономія, сервіс*. 2008. № 5. С.17–18.

47 Шувар А.М. Ефективність фунгіцидів на посівах льону олійного в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво : міжвід. тем. наук. зб.* 2010. вип.52. С.105–108.

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

49 Gubbels G.H., Kenoschuk E.O. Effekt of suding rate on plantand and seed chara cterics of new flex cultivars. Canad I. Plant. 1989. 69 p.

50 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.

51 Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів : НВФ «Українські технології», 2008. 312 с.

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

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

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

55 Рослинництво. Підручник / Зінченко О.І., Салатенко В. Н, Білоножко М.А. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.

56 Дмитренко П.О. Добрива та якість врожаю. К.: Урожай. 1965. 261 с.

57 Технологія виробництва продукції рослинництва: підручник [Танчик С.П., Дмитришак М.Я., Алмов Д.М. та ін.]; за ред. С.П. Танчика. К.: Слово, 2008. 988 с.

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

59 Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив. К.:ЗАТ “Нічлава”, 2002. 344 с.

60 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

61 осподаренко 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.

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

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

64 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.

65 Ludorf K. *Nat der olleinanbam bei uns Chancen.Tor agrar*, 1988. P. 36-37.

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

67 Арсланова Л. Е. Суській 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

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

69 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.

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

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

72 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.

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

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

75 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.

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

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

78 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.

79 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.

80 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.

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

82 Сизов И.А. Особенности прохождения стадийных изменений различными сортами и формами льна. Труды по прикл. ботан., генет. и селек. Т.29, вып.2. (Технические культуры). Л., Сельхозиздат, 1952. С. 69-123

83 Деревянский В. Дополнительный урожай. Зерно. 2013. №2(83). С. 136–144.

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

85 Булигін С.Ю. Мікроелементи в сільському господарстві: 3-є вид. доповнене. Д., Січ; 2017. 100 с.

86 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

87 Методологія оперативної діагностики впливу природних та антропогенних навантажень на функціональну стійкість кислих ґрунтів : науково-методичне видання / Ю. Л. Цапко, К. О.Десятник, А. С. Холодна , В. М. Калініченко , А. І. Огородня, В. В. Зубковська, Мешреф Радван Бахаа. Харків : Смуґаста типографія, 2017. 17 с.

88 Чешко Н. Ф. Рухомість речовин у ґрунті: термодинамічний підхід: монографія. Київ : Аграрна наука, 2015. 144 с.

89 Паламарчук В.Д. Поліщук І. С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій в рослинництві. ФОП Данилюк В. Г. Вінниця, 2011. 432 с.

90 Knignitskaya L. Agrotechnical and biological methods 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.

91 Волощук М. Д., Книгніцька Л. П. Формування урожайності льону-довгунцю 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/

92 Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив. К.:ЗАТ “Нічлава”, 2002. 344 с.

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

94 Ровна О.В., Лихочвор В.В. Вплив агротехнічних факторів на продуктивність льону олійного сортів різного екологічних типів. Передгірне та

гірське земляробство і тваринництво: міжвід. темат. наук. зб. Львів-Оброшино. 2014. Вип.56 ч.1. С.162-169.

95 Ровна О.В., Лихочвор В.В. Вплив агротехнічних факторів на продуктивність льону олійного сортів різного екологічних типів. Передгірне та гірське земляробство і тваринництво: міжвід. темат. наук. зб. Львів-Оброшино. 2014. Вип.56 ч.1. С.162-169.

96 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. Рибачака (м. Житомир, 19–20 листоп. 2015 р.). Житомир, 2015. С. 121–123.

97 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.

98 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.

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

100 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

101 Наукове обґрунтування напрямів адаптації систем землеробства до кліматичних змін та забезпечення продовольчої безпеки. / Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Дробітько А. В., Білий В. М., Рудік О. Л. та ін. *Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України* : колект. моногр. / за ред. чл.-кор. НААН Вожегової Р. А. Херсон : Олді-плюс. 2018. С. 8-39; 575-692

102 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.

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

104 Маринич О.М., Пархоменко Г.О., Петренко О.М, Шищенко П.Г. Удосконалена схема фізико-географічного районування України. *Укр. геогр. журн.* 2003. № 1. С. 16-20.

105 Рябенко А.Й. Агрокліматичний довідник по Львівській області. К. : Держсільгоспвидав УРСР, 1959. 94 с.

106 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.

107 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.

108 Методи аналізів ґрунтів і рослин: Навч. посіб. / [С.Ю. Булигін, С.А. Балюк, А.Д. Міхновська и др.]. Харків, 1999. 157с.

109 Островской Л.К. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений. К.: Наукова думка, 1989. 144 с.

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

111 Макрушин М. М. Фізіологія сільськогосподарських рослин з основами біохімії. К.: Урожай, 1995. 162 с.

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

113 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.

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

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

116 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: междунар. науч. конф., 21-23 нояб. 2012г: тезисы докл. Запорожье, 2012. С. 65.

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

118 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.

119 Дрозд О.М. Продуктивність льону довгунцю і межеумка залежно від способів сівби та добрив. Зб. наук. праць Інституту землеробства УААН. Київ. 2004. Вип.1 С. 95-101.

120 Рибак В.Г. Рибак М.Ф., Шваб С.Б. Вплив елементів технології на показники якості льону олійного. Зб. наук. праць Уманського Національного Університету садівництва. 2010. Ч. І. Вип.74. С. 39-46.

¹²¹ Сайко В.Ф., Лобас М.Г., Яшовський І.В. Наукові основи ведення зернового господарства; за ред. В.Ф. Сайка. К.: Урожай, 1994. 336 с.

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

123 Паньків З. П. Ґрунти України: навчально-методичний посібник. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 112 с

124 Проблеми рільництва в Україні у контексті глобальних змін клімату та воєнного стану. Шувар І.А., Шувар Б.І., Корпіта Г.М., Lipińska Н. , Teresa Wyłupek, Waldemar Martyn, Andrzej Sambor. Інноваційні технології в рослинництві: матеріали V Всеукраїнської наукової інтернет-конференції (25 травня 2022 р., м. Кам'янець-Подільський). Кам'янець-Подільський: Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», 2022. С.182-187.

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

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

127 Екологічна токсикологія : навчально-методичний посібник / Мирослава Петровська. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 116 с.

128 0.00-4.26-96 Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту

129 ДНАОП 0.00-3.01-98 Типові норми безкоштовної видачі спецодягу, спецвзуття та інших засобів захисту працівників сільського господарства № 449/2889 від 14.07.98р. 5 с.

130 ДСТУ 2189-93 ССБП Машина сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. 4 с.