

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ,
СЕЛЕКЦІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ**

Кафедра
(назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: « ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ І МІНЕРАЛЬНОГО
ЖИВЛЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ
СТЕПУ УКРАЇНИ »**

Виконав: здобувач вищої освіти за ОПП Еколого-економічне
рослинництво спеціальності 201 Агрономія Ступеня вищої
освіти магістр
Денної форми навчання

Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти

Керівник: _____

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)

Рецензент: _____

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)

Полтава – 2023року

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.....	5
1. ІСТОРІЯ, СУЧАСНІСТЬ, ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ(огляд літератури).....	8
1.1 Історія льонарства, і наукові дослідження виду.....	10
1.2 Актуальний стан і перспективи економічного використання продукції Linum usitatissimum L.....	16
1.3 технологія вирощування, вплив на врожайність та якість льону.....	28
2. МІСЦЕ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	46
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	54
4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.....	59
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	64
6. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА.....	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	72
ДОДАТКИ.....	80

Вступ

В умовах повномасштабного вторгнення перед фермерськими господарствами, і перед фермерами в цілому постає нагальна проблема, це рентабельне використання посівних площ.

Крім рентабельності, в умовах зменшення придатних до обробітку земельних ресурсів, і складності в експорті аграрної продукції, потрібно обирати, які культури доцільніше вирощувати, їх попит на внутрішньому ринку, стабільність самого ринку і цін, прибутковість і конкурентоспроможність культури, її чутливість до погодних умов, можливість переробки культури у готову продукцію, та враховувати конкуренцію.

Також важливо взяти до уваги можливість використання сировини у виробництві лікарських засобів, і насамперед екологічність усього етапу виробництва.

Враховуючи складні економічні умови та обмеження у розмірі земельних ресурсів, фермери та сільські господарства стикаються з основною проблемою – вибором культур для вирощування, які б не лише були рентабельними, але й забезпечували стійкий прибуток. Разом з тим, важливо враховувати його попит на внутрішньому ринку, стабільність цін, а також можливість використання сировини для виробництва лікарських засобів, що підвищує привабливість цієї культури в контексті сучасних викликів у сільському господарстві.

Взявши до уваги всю проблематику цього питання, та складну ситуацію на сільськогосподарському ринку, провівши аналіз ми дійшли висновку, зупинити нашу увагу на такій культурі як льон олійний.

Олійний льон є культурою яку вирощують зі стародавніх часів. Важко назвати основоположників розвитку льонарства, проте, за 4-5 тис. років до н.е. вже по території Індії, Китаю, Єгипту, та країнах Закавказзя простягалися посіви льону. Ще з того часу люди почали розвивати та переробляти культурний льон, і навчилися робити з нього тканину, та олію. Сучасними гігантами-виробниками льону олійного є такі країни як: США (1360 тис. га), Канада (812 тис. га), Індія (930 тис. га), та Аргентина (101 тис. га). Але порівняно з минулими роками у світі спостерігається тенденція до скорочення посівних площ.

Також важливим аспектом є переробка льону. Переробка льону відбувається в багатьох країнах світу через широкий спектр використання цих рослин у текстильних, харчових, фармацевтичних та інших галузях.

Китай є єдиною з найбільших країн у світі, що займається виробництвом та переробкою. Китай виробляє льняні волокна, льяльну олію та інші продукти з льону для внутрішнього споживання та експорту.

Канада є однією з провідних країн у виробництві та переробці олійного льону. Канадська льняна олія має свою високу якість і застосування як у харчовій, так і у фармацевтичній промисловості.

Франція виробляє високоякісні льняні текстильні вироби, включаючи білизну, одяг та багато інших текстильних виробів. Також вона спеціалізується на виробництві високоякісної льняної олії.

Ці країни володіють великим досвідом та технологічними можливостями для виробництва різних продуктів на основі льону, а їхні вироби можуть бути популярними на світовому ринку.

На території України, ще до виникнення Київської Русі, слов'янські племена опанували вміння працювати з цією культурою, та вже тоді могли виготовляти з льону прядиво, а з насіння олію.

У 1950-х роках найбільшими льонарськими областями були Миколаївська, Кіровоградська, Донецька, Луганська, Запорізька та Дніпропетровська. Проте з часом у 1955 році в зв'язку з перенесенням вирощування льону у Казахстан на цілині землі, розвиток льонарства на території України призупинився, і так аж до 90-тих років. Потім зберігалася тенденція на збільшення посівних площ льону, але з 2015 року відбувалося коливання розмірів засіяних земель льоном, від 66,8 тис. га у 2016 році, до 17,7 тис. га у 2019 році.

Популярність льону у світі, серед фермерів, зумовлена можливістю вирощувати його в різних кліматичних зонах, невибагливістю цієї культури до вологості, і витривалості під час засухи, також впливає стійкість до хвороб, і відносно не високі витрати на вирощування, та можливість краще комбінувати сівозміни, тому що льон рано звільняє поле, та є гарним попередником для озимих і ярих культур. Також важливим є те, що льон є екологічно чистою культурою, оскільки він вирощується з обмеженим використанням пестицидів і хімічних добрив. Вирощування льону може підтримувати принципи сталого розвитку та екологічної відповідальності.

Для виробника важливим є те що льон можна переробити на олію вміст якої може сягати 45-55% в насінні, на макуху яка може містити до 33,5% білка та близько 9% жиру і за кормовими якостями випереджає макуху з інших рослин, тому що має кращу засвоюваність серед тварин. Також може зацікавити виробництво на основі льону: дієтичних добавок, зволожуючих засобів косметики, та навіть виробництво лікарських засобів, які можуть чудово справлятися з опіками.

Пересічного громадянина також є чим зацікавити. Льняна олія містить омега-3 жирні кислоти, які корисні для серця та мозку. Вони також багаті антиоксидантами та волокнами, що сприяють загальному здоров'ю. Льняна олія може бути використана для салатів, заправок та додавання в страви. Подрібнене льняне насіння можна додавати до сніданків, йогуртів або випічок для покращення смаку та текстури. Добавки на основі льняної

олії використовуються як доповнення до дієти для покращення здоров'я шкіри, волосся та серця. Вони також можуть бути корисними при числі запорів. Льняна олія використовується в косметичних засобах, таких як креми для догляду за шкірою та волоссям, маючи зволожуючі та живильні властивості. Льняна тканина відома своєю високою якістю та природним виглядом. Вироби з льону, такі як сорочки, сукні та білизна, можуть бути привабливими для тих, хто цінує натуральні матеріали та стильні речі.

Для більш детального визначення ефективності цієї культури ми плануємо провести дослідження, яке дозволить нам з'ясувати, чи є льон олійний конкурентоспроможною культурою в теперішніх реаліях.

РОЗДІЛ 1

ІСТОРІЯ, СУЧАСНІСТЬ, ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Разом із зростанням чисельності населення посилюється попит на різноманітні продукти і ресурси, такі як продукти харчування, корм для тварин, сировина для виробництва, ліки, джерела енергії, будівельні та інші цінні матеріали. Значна частина цієї біологічної маси спеціально вирощується для задоволення потреб людства. Проте, виробництво в такому великому масштабі має серйозний вплив на навколишнє середовище, і результатом є чисельні проблеми у соціальній, екологічній, виробничій та економічній сферах.

Ці проблеми включають в себе: розорення лісів, вирубку дерев, забруднення водних джерел і викиди парникових газів, вирощування рослин і утримання тварин в свою чергу вимагає великих земельних площ, води, добрив, а також енергії та праці. Це призводить до виснаження земельних ресурсів та економічних затрат. Для вирішення цих проблем необхідне більш повне використання біологічного потенціалу вирощуваних культур і розумне використання вже утвореної біологічної маси. Це може включати в себе удосконалення методів вирощування, впровадження технологій, спрямованих на зменшення втрат і впливу на довкілля, а також розробку сталих систем виробництва і споживання, які допоможуть збалансувати потреби людей і зберегти навколишнє середовище для майбутніх поколінь. [1, 2, 3].

Підсумовуючи все вище зазначене, перспективний напрямок передбачає розробку, наукове обґрунтування та впровадження технологій, які максимізують потенціал сільськогосподарських культур, таких як льон олійний. Ця культура не тільки вписується в систему землеробства Степової та Лісостепової зони в Україні, але й може мати важливу роль у збалансуванні зернового та олійного виробництва, яке зараз є провідним [4].

За останні п'ятнадцять років льон олійний завоював прихильність виробників і відновив втрачені позиції. Обсяг його вирощування зріс у середньому до 48,6 тис. га між 2009 і 2012 роками з 2,27 тис. га посівів у 2000 році. Але за останні п'ять років урожайність культури залишилася незмінною та становила 0,874 т/га.

Льон олійний є однорічною рослиною раннього ярого розвитку, яка не вимагає конкретного розміщення залежно від зони вирощування, і зарекомендувала себе як «добрий» або «допустимий» попередник для озимих зернових культур. Поширення культури пов'язане з біологічними властивостями – посухостійкістю та високою пластичністю.

Ця культура має об'єктивну перевагу у вирощуванні через її здатність до прибуткового виробництва. За умови виробничих витрат на рівні 470 доларів США на тону, що відповідає витратам на вирощування зернових культур, і стабільних цінах на європейських ринках розміром 450 доларів за тону, точкою беззбитковості для цієї культури є урожайність на рівні 1,24 тонни на гектар. При врожайності 1,8 тони на гектар рентабельність становить 45,5%, а при врожайності 2,2 тони на гектар - відповідно 77,8%. [5].

В Україні, як і в країнах колишнього Радянського Союзу, льон олійний вирощується головним для отримання зерна. Проте важливо відзначити, що солома, яка залишається на полі, містить приблизно 10–15% волокна, яке може бути використане для практичних цілей. Ця солома може бути використана в різних галузях, таких як текстильна промисловість, виробництво паперу, виготовлення будівельних матеріалів та мати інші промислові застосування [6, 7].

Незважаючи на можливість використання соломи льону в інших галузях, таких як хімічна, паперова, будівельна та енергетична, ці галузі наразі малорозвинені або практично не функціонують в Україні та інших країнах пострадянського простору. Важливо, що країни, такі як Канада, Німеччина, Франція та Польща, вже мають потужності для переробки та використання соломи льону олійного [8, 9, 10, 11].

Досвід фірм Duvafibrilne, Caniva Skand Buir Insulation доводить, що за сучасних технологій, та при врахуванні вартості волокна від 900 до 1300 доларів США, переробка соломи є прибутковою, та може збільшити рентабельність льону олійного [12].

В Україні розвиток і впровадження таких технологій здається обмеженим через кілька ключових факторів. По-перше, відсутність систематизації та контролю за оцінкою наявної сировинної бази, як з позиції обсягів, так і якості соломи, що може перешкодити розвитку цієї галузі. Важливо мати чітку картину щодо доступності та якості сировини для ефективної переробки.

По-друге, недостача сучасних технологій вирощування льону олійного, зосереджених на отриманні високоякісної сировини для подальшої переробки, може бути іншою перешкодою. Важливо розробити та впровадити ефективні методи вирощування льону, які б забезпечили високу врожайність і якість волокна.

Для розвитку цієї галузі в Україні можуть бути корисними дослідження та розробки нових технологій виробництва льону, а також інвестиції в модернізацію інфраструктури для переробки соломи та виробництва волокна. Такі заходи можуть сприяти підвищенню рентабельності вирощування льону олійного і розвитку цієї галузі.

1.1 Історія льонарства, і наукові дослідження виду

Льон є дуже адаптивною культурою, яка в основному вирощується в зоні помірного клімату "Старого світу". Різні напрямки використання льону в сільському господарстві, різниця в кліматичних умовах для його вирощування, а також природна відмінність між сортами льону призводять до різноманітності виду цього, як з точки зору анатомічних особливостей, так і з точки зору вимог до навколишнього середовища.

Перші археологічні свідчення про вирощування культурного льону, *L. usitatissimum*, належать до неоліту. різні історичні періоди вирощування льону відігравали важливу роль у різних частинах світу, зокрема в Ассирії, Індії, Китаї, Закавказзі та в Давньому Єгипті, і Месопотамії [13, 14].

Вже в давні часи спостерігалася зональна та побутова специфіка використання льону як рослини, яка мала багато різних продуктів, таких як їжа, отримання олії та виготовлення виробів із волокна. Археологічні знахідки підтверджують, що скіфські племена активно використовували вироби з льону у своєму побуті в II і I тисячоліттях до нашої ери. Грецький історик Геродот своїми описами підтверджував, і зазначав важливу роль льону в культурі і господарстві племен скіфів.

Льонарство, як промисел з виробництва волокна та виробів із нього, розвивалося активно на території Київської Русі. Перші знахідки рослин льону в Прибалтиці відзначаються у IX столітті, хоча сліди тканин із льону в могилах свідчать про використання цих рослин набагато раніше.

На території Київської Русі активно розвивалося льонарство, як промисел з виробництва волокна та виробів із нього. Хоча перші знахідки рослин льону в Прибалтиці відзначаються у IX столітті, археологічні докази вказують на використання цих рослин для виробництва тканин у ще більш ранні періоди.

Цей факт свідчить про те, що вирощування та обробка льону були важливою галуззю господарства і культури в історії Прибалтики та Київської Русі, і вони сприяли розвитку текстильної промисловості в цьому регіоні. [15].

У зоні Полісся в результаті попиту промисловості виникло значне товарне виробництво льону-довгунця. Вирощування льону олійного, зі свого боку, було концентроване в південних губерніях. У 1831 році були спроби поширення вирощування льону на великих площах на території Херсонщини. Один із ініціаторів у цій справі був, І. Демоль, який являвся членом Одеського товариства сільських господарів. За попитом на льняне насіння у Франції та

Англії Одеса почала експортувати його в 1837 році, вивозивши близько 600 тисяч пудів цього продукту [16].

У довоєнний та післявоєнний період льон-кучерявець вирощувався в зонах Степу та частково Лісостепу України, і він був другою за популярністю олійною культурою після соняшника, протягом тривалого періоду "конкуренції" між цими двома культурами, площі під льоном зменшувалися, і наприкінці 1950-х років вирощування льону було переміщено до Казахстану.

Найвищі показники в Україні щодо площі вирощування та урожайності льону-кучерявця були досягнуті в період з 1975 по 1991 роки. У цей час виробництво льону було на піку свого розвитку в Україні [17, 18,].

Упродовж 20-го століття спостерігалось зменшення площі вирощування льону-довгунця, водночас площа вирощування льону олійного збільшилася. На сьогоднішній день Канада є одним із найбільших світових виробників льону олійного і виробляє приблизно 35,8% світової продукції. До інших провідних країн-виробників цього виду льону входять Бразилія (19,5%), Сполучені Штати Америки (13,5%) і країни Європейського Союзу (6,5%).

З іншого боку, найбільшими імпортерами сировини льону олійного є країни Європейського Союзу, такі як Франція, Німеччина, Великобританія та Італія. Це пояснюється великим попитом на рослинну олію в цих країнах для різних цілей, включаючи харчову промисловість та промислову переробку [19].

Льон належить до сімейства льонових (Linaceae Dum.) і об'єднує 22 родини. Практичний і економічний інтерес передусім має рід *Linum*, в якому налічується понад 200 видів. Цей рід включає однорічні та багаторічні трав'янисті життєві форми. Серед них особливе значення має льон олійний (*Linum usitatissimum* L.), який є основним видом, використовуваним у сільському господарстві та промисловості для отримання олії та волокна [20].

Більшість видів роду *Linum* L. дійсно характеризуються широкою екологічною амплітудою, що означає, що вони можуть рости та процвітати в різних екологічних умовах та різних типах середовища. Ця адаптивність дозволяє різним видам льону успішно існувати в різних регіонах світу, де вони можуть відповідати різним кліматичним та ґрунтовим умовам [21].

Вид *Linum usitatissimum*, який є культурним льоном, належить до біологічного типу терофітів, і це малорічна трав'яниста монокарпічна рослина. Важливо зауважити, що, незважаючи на те, що на території України можуть існувати різні види льону (за висхідними джерелами стає відомо про існування 22-28 видів), культурний льон *Linum usitatissimum* вирощується лише у господарському вирощуванні, і він не зростає в дикому стані на території України [22, 23].

Сучасне поширення льону (*Linum usitatissimum*) частково пов'язане із вторинним місцем зростання як культурної рослини. Іноді льон може виростати в дикому стані поблизу місць, де вирощувався в минулому. Це пов'язано з його здатністю до самосіву та вторинного росту. У таких випадках, коли льон виростає поза контролем сільськогосподарських полів, його можна визнати ергаціофітом, тобто рослиною, яка природно росте в близькості місць людської діяльності.

За окремими свідченнями, льон може дичавіти, але вагомий внесок у світове виробництво льону на вироблення культурних сортів, які вирощуються на спеціальних полях з наданням високоякісного розчину та волокна [24].

Льон олійний (*Linum usitatissimum*) виявляє великий поліморфізм, що спостерігається в результаті останнього культивування людиною та переселення в різні зони. Це означає, що ці рослини можуть мати різні форми та характеристики залежно від областей вирощування та селекційних впливів.

Льон олійний також характеризується великою здатністю до схрещування між зовнішніми підвидами та формами. Це робить його генетично різноманітним і дозволяє селекціонерам створювати нові сорти з покращеними характеристиками, такими як врожайність, якість волокна і вміст, а також стійкість до шкідників і хвороб. Така генетична різноманітність робить льон олійним об'єктом для селекційних робіт у сільському господарстві [25, 26].

Походження культурного льону і його таксономічна систематика є предметом досліджень та обговорень серед вчених. Існує кілька гіпотез щодо походження цієї культурної рослини, і не існує єдиного прийнятого варіанту. Один із можливих сценаріїв включає з великої кількості видів дикого льону, які були культивовані та селекціоновані людиною впродовж тисячоліть.

Також систематика льону може бути складною через його великий поліморфізм та здатність до гібридизації між ефективними видами. Це важливо до різних поглядів на класифікацію видів і підвидів льону.

У наукових дослідженнях і обговореннях, надалі продовжується вивчення цього рослинного виду, і цей факт може розкрити більше деталей щодо його походження та таксономії [12,27].

За результатами останніх досліджень, культурний льон має три основні центри походження – Індो-Абисинський; Середньо-Південно Західноазіатський; Передньоазіатський [28].

Льон має різне використання в різних регіонах світу. Наприклад, в Південно-Східній Азії його вирощують переважно для отримання олії, тоді як в Малій Азії його використовують як джерело волокна та олії. У Єгипті льон має

подвійне призначення, що пояснюється об'єктивними причинами. Форми льону, що походять з північних районів, мають ознаки, які сприяють виробництву волокна [29].

Поділ на шість типів льону культурного, який був проведений вченими Інституту луб'яних культур, відображає різноманітність і поліморфізм цієї культурної рослини. Ось перерахування цих типів:

1. Довгунець (*L. usitatissimum* L.):

Цей тип має свої особливі риси та використовується для певних цілей у сільському господарстві та промисловості.

2. Межеумок (*L. intermedium* Czer):

Льон межеумок відрізняється своєю специфічною природою і використовується у певних галузях господарства і промисловості.

3. Кучерявець (*L. humile* Mill):

Культурний льон кучерявець має свої унікальні характеристики, які корисні в сільському господарстві та промисловості.

4. Крупнонасінний (*L. latifolium* L.):

Цей вид льону має великі насіння та інші особливості, що використовуються в окремих галузях господарства і промисловості.

5. Сланкий напівозимий (*L. bienne* Mill):

Льон сланкий напівозимий володіє своїми власними характеристиками і може бути використаний для специфічних цілей у галузях сільського господарства та промисловості.

6. Стрибунець (*L. crepitans* Dum):

Цей вид льону також має свої особливості та може бути корисним для певних цілей у сільському господарстві та промисловості. Цей підхід дозволяє враховувати різноманітність льону культурного та використовувати його найлучшим чином для різних галузей господарства та промисловості. [30].

Льон олійний – це більш господарська назва, яка охоплює два підвиди: межеумки та кучерявці, серед яких особливо цінними є межеумки (*intermedia*).

Дійсно, умови вирощування грають ключову роль у формуванні морфологічних та анатомічних параметрів рослин, і це може призводити до значного поліморфізму в одній і тій же культурній рослині. Враховуючи амплітуду коливань умов, зокрема географічних широт, та

різних агротехнічних факторів, важко чітко класифікувати різні варіанти льону культурного на різновиди за зовнішніми характеристиками.

Ця різноманітність та адаптивність льону культурного свідчать про його потенціал для вирощування в різних умовах та для різних цілей. Важливо проводити наукові дослідження та селекційну роботу для розвитку сортів льону, які б найкраще відповідали конкретним умовам вирощування та потребам сільського господарства та промисловості.

Урахування цієї різноманітності та адаптивності може сприяти покращенню вирощування та використанню льону культурного в Україні та інших регіонах з різними кліматичними та географічними умовами.

1.2 Актуальний стан і перспективи економічного використання продукції *Linum usitatissimum* L.

З урахуванням корисних властивостей льняного насіння, воно часто включається до раціону харчування як додаток до різних страв або вживається у вигляді льняної олії. [31, 32].

Незважаючи на те, що насіння довгунцевого і олійного льону містять трохи різну кількість олії, їх можна використовувати однаково для відповідних цілей. У разі соломи сортів олійного льону ситуація трохи складніша. Сорти льону біологічної кучерявці мають коротшу соломину та містять менше лубу, тому практично не можуть служити джерелом текстильних волокон. Проте завдяки великій висоті стеблової частини та вмісту волокна їх все ж можна використовувати для видобуття волокна, виробництва вати, паперу, будівельних матеріалів і упаковки.

В Україні, довгий час, волокно льону олійного не використовувалося в промисловості, і залишки соломи зазвичай або спалювалися, або вносилися в ґрунт як добриво. [33, 34, 35, 36]. З розширенням області використання та покращення технології обробки льону, поняття "якість волокна" зазнало суттєвих змін.

Для текстильної промисловості високу цінність буде мати довге волокно яке є міцним і має високу тонину. Коротке волокно найчастіше використовують у виробництві нетканих і композитних матеріалів, де головним параметром є міцність. У виробництві целюлозних продуктів, навпаки, важливе розщеплення на менші волокнисті комплекси з низьким вмістом домішок.

Свій стандарт якості, бажано мати кожній галузі застосування льону, який визначав би властивості волокна та методи їх вимірювання. Комплексне використання льону олійного є актуальним завданням для країн, що

виросшують цю культуру, а також для тих регіонів, де зменшується доступність сировини льону-довгунця.

[37-39].

Україна має значний обсяг вирощування льону олійного, проте дослідження цього об'єкта, на жаль, досі не отримали великого розвитку. Більшість досліджень, які проводились, зосереджені на використанні насіння, і часто це дослідження мають загально-декларативний характер без значних інноваційних впроваджень.

На жаль, інформація щодо фізико-механічних і технологічних властивостей соломи олійного льону, а також впливу технології вирощування, дійсно дуже обмежена. Важливо проводити додаткові дослідження, щоб краще зрозуміти ці аспекти та розвивати інноваційні методи використання всієї рослини, а не лише насіння, включаючи можливості переробки стебла соломи олійного льону для більш широкого використання в різних галузях промисловості. [40]. Достатня кількість відомих наукових робіт, які розкривають економічний потенціал переробки стебел соломи олійного льону, свідчить про доцільність використання серійних ліній переробки. Однак відсутність в Україні подібних виробництв, можливо, пов'язана з різними факторами, такими як відсутність інфраструктури, інвестицій, або відсутність попиту на ринку на такі продукти.

Зазвичай розвиток нових видів виробництва потребує підтримки від уряду, приватного сектору та дослідницьких установ. Можливо, у майбутньому буде інтерес до встановлення таких виробництв в Україні, особливо якщо економічна доцільність підтвердиться на практиці та знайдуться інвестори, які готові вкладати в цей сектор. [41, 42, 43]. Відновлювальні сировини стають все більш важливими у сучасному виробництві, оскільки зменшують негативний вплив на довкілля і зменшують відчуження ресурсів.

Історичні приклади використання соломи льону для виробництва целюлози та паперу можуть бути важливими доказами того, що цей підхід має потенціал для успішного впровадження в сучасній промисловості. Важливо проводити додаткові дослідження та розвивати технології для оптимізації використання соломи льону в цих цілях та створення відповідної інфраструктури для виробництва та переробки. [44].

Історичні обставини та обмеження можуть спонукати до розвитку нових технологій та використання альтернативних сировин для виробництва важливих продуктів, таких як банкноти. У разі обмежень поставок сировини льону-довгунця із Європи під час перших і других світових війн це стимулювало пошук альтернативних джерел сировини.

Декострикація соломи, очищення від домішок та підготовка до виробництва паперу, дійсно, може бути складним етапом технологічного процесу. Проте розвиток та вдосконалення цих технологій могли б стати важливим кроком у забезпеченні сталого джерела сировини для виготовлення банкнот та інших важливих продуктів. [45, 46, 47].

Віспанії льон та коноплі використовують як сировину для целюлозно-паперового та хімічного виробництва. Використання рослинних волокон у цих галузях може мати екологічні переваги та сприяти сталому виробництву.

Це також свідчить про потенціал цих рослин як важливих сировинних ресурсів для різних галузей промисловості. Розвиток та оптимізація технологій для використання льону та конопель у виробництві целюлози та хімічних продуктів може мати позитивний вплив на галузі, які використовують ці матеріали, а також сприяти сталому розвитку. [48, 49].

Спеціальну целюлозу із льону виробляють, у Франції та Чехії, до останнього часу, у Великобританії. Цей процес включає в себе зазвичай повний цикл, від вирощування сировини до отримання кінцевого продукту. З отриманої целюлози виготовляють цигарковий папер.

Використання такої целюлози для виготовлення цигаркового паперу вказує на різноманітність можливих застосувань волокон льону та інших рослин у паперовій промисловості. Це також підкреслює важливість досліджень та розвитку технологій для оптимізації використання різних видів сировини та зменшення впливу на довкілля. [50].

Учені Херсонського національного університету розробили вітчизняну технологію видобуття целюлози із волокон льону олійного, де вміст костриці не перевищує 1,5%. Ця технологія передбачає використання ефективної термічної обробки з використанням доступних та економічно вигідних хімічних реагентів. [51].

У сучасному світі льон став потенційно важливим джерелом целюлозомісткої сировини для, харчової, медичної, та хімічної промисловості, а також для виробництва матеріалів, що відрізняються високою енергетичною ефективністю при згоранні. [7]. Отримання целюлози з льняного волокна найкраще проводити з короткого низькосортного волокна, яке часто називають "двійкою." Це коротке волокно отримують під час переробки льону олійного і має ряд переваг для виробництва целюлози.

Серед цих переваг можна виділити:

1. Високий вміст целюлози: "Двійка" волокно містить велику кількість целюлози, яка є ключовим компонентом для виготовлення паперу та інших целюлозних продуктів.
2. Коротка довжина волокна: Це коротке волокно спрощує обробку та подальше подрібнення на целюлозні волокна під час виробництва.

3. Економічна ефективність: Використання "двійки" для отримання целюлози може бути більш ефективним з економічної точки зору, оскільки льон олійний є джерелом цього типу волокна.

Отже, використання короткого низькосортного волокна "двійка" з льну олійного є розумним вибором для отримання льняної целюлози завдяки його високому вмісту целюлози та ефективності у виробництві.

Канада має розвинені технології та значний досвід у переробці солом льону олійного. Навіть при акценті на вирощуванні льону для текстильної промисловості, прядивний льон все ж широко використовується на промислових масштабах для різних цілей. Цей використовується для виготовлення целюлози, паперу, композитних матеріалів, геотекстилю, фільтрів та будівельних матеріалів.

У додаток до цього, льон використовується для створення захисних бар'єрів від водної та повітряної ерозії, як матеріал для мульчування багаторічних насаджень. Також його використовують як джерело палива та підстилки на фермах. Цей багатоцільовий підхід до використання льону олійного свідчить про широкий спектр можливостей, які ця культурна рослина надає в сільському господарстві та промисловості Канади. [45, 52, 53]. Сучасні генетичні дослідження дозволяють розробляти нові сорти льону олійного, які можуть використовуватися як для отримання високоякісного насіння, так і для використання солом. Ці нові сорти мають визначені показники, які дозволяють отримувати якісне насіння та солом з високою вартістю у різних галузях промисловості. [54].

У Канаді спостерігається розвиток ринку використання солом льону. Schweitzer – Mauduit Canada виступає як провідний покупець і переробник, який закупає великі обсяги солом (від 80 до 120 тисяч тонн). Вони організовують процес заготівлі якісної солом та виплачують фермерам за право її збирати, пропонуючи від 12,5 до 25 доларів за гектар. Важливо зауважити, що зараз лише 15-20% загального обсягу солом використовується, хоча інші джерела оцінюють обсяги використання на рівні 7-10%. [55]. Фабрика Durafibre Inc., яка належить компанії Cargill Ltd., спеціалізується на виробництві стиснутих матеріалів під назвами "Durafibre" та "Durafill" і використовує приблизно 55 тисяч тонн солом льону олійного у своєму виробництві. [56]. Проте, деякі фактори, такі як забур'янені низькорослі посіви, забруднення пластиком, наявність лубу та розташування віддалених масивів, не стимулюють інтересу до переробки. У таких умовах середня вартість волокна оцінюється на рівні 800 доларів за тонну, тоді як вартість костриці складає всього 50 доларів за тонну. [57].

Основним питанням є встановлення ціни та якості сировини. Тому Composites Innovation Centre Manitoba Inc., організація, що спеціалізується на впровадженні композитів в Канаді, розглядає три можливі варіанти для переробки продукції з льону:

1. Проведення збору та переробки соломи льону олійного, з наданням компенсації для сільськогосподарів як додаткового джерела доходу (як побічного застосування).
2. Організація спеціалізованого вирощування льону олійного з метою подвійного використання (за допомогою керованої системи).
3. Вирощування льону-довгунця без акценту на насіннєвий врожай (система з використанням луб'я).

У варіанті з побічним використанням соломи при середньому врожаї 1,75 тонни на гектар і ціні 24 долари за тонну, компенсаційні виплати фермерам надаються у розмірі 8 доларів за тонну. У випадку спеціалізованого вирощування, де очікується врожайність 3,1 тонни на гектар і компенсація для фермерів становить 25 доларів за тонну.

Волокна льону мають важливі переваги, такі як відмінні теплоізоляційні та звукопоглинальні характеристики, низька щільність, висока міцність, економія енергії під час виробництва композитів, проста утилізація, екологічність та можливість відновлення ресурсу. [58, 59, 14, 60, 61]. Унікальні характеристики лляного волокна роблять його ідеальним матеріалом для виготовлення різних продуктів. Серед них неткані ізоляційні матеріали, фільтри для різних цілей, матеріали для поглинання нафтопродуктів, геотекстиль, композитні матеріали та біологічно активні речовини. До того ж, модифіковане лляне волокно володіє високою адсорбційною здатністю, що робить його чудовим адсорбентом для різних застосувань [58]. Світовий ринок ізоляційних матеріалів оцінюється на рівні 1 мільйон тонн. У цьому контексті, лляні матеріали вирізняються численними перевагами, зокрема в аспекті їхніх екологічних характеристик та можливостей утилізації. Активний розвиток виробництва цих матеріалів спостерігається в країнах, таких як Велика Британія, Німеччина та країни Скандинавії [62].

З початку 2003 року в Європі було заборонено використання у будівництві утеплювачів із азбесту та мінеральної вати. Тому країни, такі як Німеччина, Австрія, Франція та Данія, успішно використовують виробництва, які використовують коротке волокно льону як сировину. Це запровадження сучасних технологій стало справжньою революцією в індустрії будівельних матеріалів. Нідерландський інститут будівельної біології та екології NIBE, а також Фінський центр досліджень будівельних технологій VTT визнали матеріали для теплоізоляції із льону найбільш доцільними для житлових приміщень, оскільки вони забезпечують оптимальні температурні умови, бактеріальну безпеку та контроль вологості повітря. [63].

Використання волокна льону олійного для створення композитних матеріалів має значний потенціал. Це призводить до помітного полегшення виробів, зниження витрат виробництва та підвищення

екологічної дружності порівняно з технологіями, що використовують скловолокно.

Навіть якщо біоволокна не можуть забезпечити такий високий рівень міцності, як карбонові матеріали, вони ідеально підходять для задоволення потреб масового ринку і широко використовуються в країнах Європи (особливо в Німеччині, Італії та Франції), США, а також очікується їхнє поширення в країнах Азії (як-от Японія, Китай, Корея та Індія) та Північній Америці [64]. Так, енергетичні витрати на виробництво композитних матеріалів із біотекстилю становлять лише 60% порівняно з матеріалами, що використовують синтетичні волокна. Це свідчить про важливу роль біодеградабельних матеріалів, таких як біотекстиль, в зменшенні впливу на навколишнє середовище та раціональному використанні енергії в промисловому виробництві. [65].

Композитні матеріали, створені на основі біологічних волокон, мають безліч важливих переваг. Вони є менш ламкими, легкими, міцними та пружними, не утворюють ріжучих країв, стійкими до різних температурних умов, легко поєднуються між собою, поглинають звук та вібрацію. Ці матеріали широко застосовуються в промисловості, зокрема в машинобудуванні. Наприклад, у 2007 році з 19 тисяч тонн композиту, який використовувався в автомобільній промисловості, 64,2% були виготовлені із волокон льону. Важливо також відзначити, що виробництво тканинної основи із льону, включаючи вирощування та переробку, вимагає вп'ятеро менше енергії, ніж синтетичні матеріали. [66].

Спосіб прямого спалювання соломи льону може бути найбільш простим способом утилізації, але менш раціональним з точки зору отримання теплової енергії. Він включає спалювання соломи у вигляді рулонів або тюків у звичайних котлах, таких як Q Plus Agro (виробництва Heiztechnik), TTS «VESKO-S» (виробництва Defro), EKOPAL RM KСс-100, TC-350 M (виробництва НТЦ «Біомаса») та інші. Цей метод може бути обґрунтованим лише в разі утилізації матеріалу, який не підходить для подальшої переробки або є відходами виробництва.

За результатами досліджень, тепла енергія, яку можна отримати з соломи льону олійного, становить 17,67 МДж/кг при вологості 8,1%, в той час як пелети з неї мають теплову енергію 19,17 МДж/кг. Це свідчить про те, що використання соломи у формі пелет є більш ефективним способом отримання теплової енергії з цього матеріалу порівняно з прямим спалюванням [67].

Більш раціональним та перспективним підходом є використання технологій для вилучення волокна з льону. Дослідження, проведені до цього часу, зазвичай спрямовані на зони Полісся та Північного Степу та спрямовані на отримання продукту з льону олійного шляхом переробки короткого волокна льону-довгунця. У таких схемах солома залишається

на полі для отримання трости, що в більшості випадків є малопридатною через неблагоприятні метеорологічні умови.

Однак існують інші технології, які передбачають руйнування пектинів та лігнінів шляхом механічної обробки, замочування, використання ферментів, хімічних речовин, пару, ультразвук, електроімпульси та інші методи. Ці підходи дозволяють ефективно вилучати волокно з льону та використовувати його для різних цілей, включаючи виробництво біотекстилю, композитних матеріалів, ізоляційних матеріалів та інших продуктів. Такі технології сприяють оптимізації використання льону в промисловості та зменшенню відходів [60, 68].

Наразі в Україні відсутня ефективна технологія для приготування трости із соломи льону олійного через сухість зони його основного вирощування. З технологічних причин виконання такого процесу є малоефективним. Ваша пропозиція щодо штучного зволоження соломи за допомогою дощувальних агрегатів прямо на полі може бути розглянута як один із можливих способів вирішення цієї проблеми.

Заволоження соломи може полегшити її обробку та подальше вилучення волокон. Однак, при цьому потрібно враховувати ефективність та витрати зволоження, а також можливість відновлення оптимальних умов для росту льону в майбутньому. Такий підхід може стати перспективним, але потребує подальших досліджень та практичних випробувань для оцінки його ефективності та впливу на сільське господарство. [69]. Розробка ефективної технології для обробки соломи льону олійного на сухих полях, що вирощується в Україні, є важливою задачею. Пропоноване рішення полягає у впровадженні штучного зволоження соломи на місці збирання. Це дозволить зменшити втрати та забезпечити оптимальні умови для подальшої обробки та виготовлення трости. Важливо враховувати фінансову ефективність цього підходу та здатність до максимального використання льону олійного для виробництва біотекстилю та інших продуктів.

Порівняння бавовняної та лляної целюлози показує їхні схожі технологічні характеристики. Проте, лляна целюлоза видається більш перспективною у випадках, коли потрібна нітрація, виробництво карбоксиметилцелюлози, мікрокристалічної целюлози, сорбентів, кормів, композитних матеріалів, будівельних матеріалів, ізоляційних матеріалів та виготовлення паперу.

Науковці з Leibniz Institute for Agricultural Engineering (ATB) в Канаді успішно розробили технологічні лінії, які дозволяють ефективно переробляти льон та коноплі з врахуванням вимог міжнародних ринків сировини за конкурентоспроможними цінами. Ці технології дозволяють перетворити тресту та соломку цих культур у високоякісне волокно для різних технічних застосувань. Вміст костриці в такому волокні становить близько 2%, що порівняно низько в порівнянні з 7% на традиційних виробничих лініях [70]. Декортикаційна машина є ключовим елементом цієї технології. [71].

Розробка спеціальних сортів льону олійного, призначених для певних цілей, може значно покращити ефективність його переробки та використання. Також важливим є вдосконалення технології вирощування льону олійного з подвійним призначенням і вивчення фізико-механічних властивостей соломи в рамках існуючих технологічних процесів збирання. Це сприятиме розширенню можливостей використання, забезпечить ефективну переробку та виробництво високоякісних матеріалів.

Успішність вирощування льону, якість отриманої сировини і економічна вигідність цієї культури значно впливають на кліматичні та ґрунтові умови, які мають регіональні особливості. Тому адаптивні технології вирощування льону потребують зваження на місцеві умови та можуть бути спрямовані на оптимізацію результатів в кожній конкретній зоні вирощування. [72, 73, 74, 75].

Досягнення найвищої продуктивності в насіннєвому або луб'яному вирощуванні льону можливе, якщо агрокліматичні умови вирощування ідеально відповідають біологічним потребам цих культур у формуванні насіння або волокна. [76].

Вирішення цієї проблеми передбачає впровадження адаптивного підходу в сільському господарстві та раціональне використання природних ресурсів. Клімат є важливим фактором у цьому контексті, і цей підхід включає в себе оцінку стану аграрного сектору та використання відомих методів оцінки ресурсів на обмежених територіях, включаючи агрокліматичні показники. Досліджені окремі кліматичні, ґрунтові та економічні аспекти цього питання, проте його складність вимагає подальших наукових досліджень, зокрема в контексті пластичного вирощування льону. [72, 77].

Аналіз виробництва льону олійного в Україні протягом 2000-2017 років базується на даних, наданих Державною службою статистики України, зокрема, на періодичних звітах "Посівні площі сільськогосподарських культур". Ці дані вказують на зміни в посівних площах та обсягах сировини, вирощеної в Україні протягом цього періоду. Льон олійний є культурою, яка не має статусу основної або основної культури в сільському господарстві України. Зазвичай він вирощується як "страхова культура", тобто для захисту від можливих негативних наслідків для інших культур. Ця практика призводить до значних коливань у площах посіву та обсягах виробництва льону олійного в різні роки.

Такі коливання є об'єктивними через статус культури і вимагають від фермерів адаптації своїх посівних площ і практик вирощування в залежності від потреб і ризиків у конкретних умовах.

Вирощування льону олійного в Україні, зокрема в зонах Полісся та Лісостепу, характеризується низькими площами посіву порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами. За поданими даними, у зоні Полісся площа посіву льону олійного становила 0,49, а в зоні Лісостепу - 0,37. Проте в останні п'ять років спостерігалось прискорення вирощування льону олійного в окремих областях України, зокрема в Івано-Франківській, Рівненській, Полтавській, Тернопільській, Черкаській та Чернівецькій областях.

Це може свідчити про поширення вирощування цієї культури в окремих регіонах України та інтерес фермерів до льону олійного як сільськогосподарської культури. Прискорення може бути пов'язано з підвищенням попиту на льон та покращенням умов для його вирощування в цих областях.

Україна має низьку урожайність льону олійного, і ця урожайність суттєво коливається в окремі роки. Важливо відзначити, що урожайність залежить від багатьох факторів, таких як кліматичні умови, ґрунтовий стан, сівозмінна, агротехнічні методи та інші технологічні фактори.

Згідно з наведеними даними, зона Лісостепу в Україні є більш сприятливою для вирощування льону олійного порівняно зі зоною Степу. Урожайність в зоні Лісостепу в середньому перевищує урожайність в зоні Степу майже в 1,6 рази. Крім того, у зоні Лісостепу спостерігається найвища стабільність урожайності протягом років, що свідчить про більш сприятливі умови для вирощування льону олійного в цій зоні.

Ці дані можуть бути корисними для ідентифікації оптимальних регіонів в Україні для вирощування льону олійного та розробки та впровадження відповідних агротехнологій з метою підвищення урожайності цієї культури. Коливання урожайності льону олійного в регіонах Полісся та Степу свідчать про великий вплив погодних умов на вирощування цієї культури в цих зонах. Низька стабільність урожайності може бути наслідком несприятливих кліматичних умов, таких як недостатні опади, посухи, або надмірні опади та інші природні фактори, які можуть негативно вплинути на вирощування льону.

Також можливо, що технологічні аспекти вирощування льону не враховують зональних особливостей цих регіонів, що також може призвести до коливань урожайності. Порушення технологічних заходів може погіршити ситуацію та зробити вирощування менш стійким до негоди.

Для підвищення стабільності урожайності льону олійного в цих регіонах можуть бути важливими такі заходи, як вдосконалення агротехніки, введення сучасних методів контролю за погодними умовами, а також вирощування сортів, які більш адаптовані до зональних особливостей.

1.3 технологія вирощування, вплив на врожайність та якість льону

Linum usitatissimum L. виявляє певну вимогливість до попередників, вимагаючи чергування культур. Ця рослина відома своєю властивістю "грунтовтоми", і тому рекомендується повертати її на той самий ґрунт лише раз кожні 5-7 років. [123]. Повторне вирощування льону-довгунця призводить до значного збільшення рівня бур'янів на відсоток, а саме на 10,6–44,6%. Також це може призвести до погіршення структури ґрунту та незначного збільшення кислотності. Типові прояви "грунтовтоми" включають в себе відчутний спад урожайності насіння, а саме на 53,5–58,3%, а також на соломі льону довгунця, що складає 39,6–44,4%. Ці явища стають помітними вже на четвертий рік беззмінного вирощування льону-довгунця. Якщо в сівозміні поля домінує вирощування льону олійного на площі, де його насиченість перевищує 12–17%, це може призвести до зниження врожайності та прибутковості цього виду сільськогосподарської діяльності. Льон має певні вимоги до попередників, які включають у себе забезпечення сприятливого фітосанітарного стану ґрунту, наявність достатнього запасу вологи та поживних речовин, а також необхідний час для проведення необхідних заходів щодо обробітку ґрунту. [79, 80]. Визначення оптимального місця для вирощування льону важливо враховувати, оскільки оцінки стосовно ґрунтових умов та попередників можуть відрізнятися залежно від конкретного регіону. [81]. Льон олійний та льон-довгунець зазвичай культивуються після вирощування озимих та ярих зернових культур у найбільш підходящих сівозмінних ланках. Також вони можуть бути вирощені після культурації зернобобових культур та вирощування картоплі. Однак найвищі врожаї, особливо на ґрунтах з обмеженими запасами поживних речовин, можна досягти, якщо льон вирощується безпосередньо після багаторічних трав. [82, 83].

Льон у районах з властивим недостатнім та непостійним зволоженням вважається цінним попередником для більшості озимих та ярих злакових, інших зернових та технічних культур. [84].

В умовах недостатнього зволоження найвищі врожаї льону олійного спостерігаються при вирощуванні після парової пшениці озимої та інших зернових культур у складі оптимальної сівозміни. Проте, в роки з вищою вологою, високі врожаї також можна досягти, якщо використовувати односкосовий попередник у вигляді багаторічних трав. [85, 86].

На Півдні правобережного Лісостепу України дослідження показали, що витрати весняних запасів вологи протягом вегетації практично не залежать від попередників і обмежуються метровим шаром ґрунту. У роки з недостатніми опадами в осінньо-зимовий період найнижчі запаси ґрунтової вологи зафіксовані після вирощування кукурудзи та особливо буряків цукрових. [85]. Водні витяжки залишків сої, кукурудзи та гороху сприяли підвищенню схожості льону. З іншого боку, рештки льону й, особливо, буряків цукрових

помітно уповільнювали ріст льону, і в польових умовах спостерігалось зменшення висоти рослин. [87].

Найвищу продуктивність при вирощуванні льону олійного забезпечує послідовність попередників, така як ярі колосові та горох, і це досягається без помітного зниження врожаю. Вирощування льону олійного після гречки, сої та кукурудзи також припускається, але при цьому слід бути готовим до меншої продуктивності. На найгірший попередником вважають буряки цукрові, і повторні вирощування льону не рекомендовані. [88]. За думкою багатьох вчених, соняшник, ріпак, сафлор красильний, суданська трава, сорго та зернова кукурудза є невідповідними попередниками для льону олійного. [89, 6, 90].

Льон олійний є цінним попередником як для ярих, так і для озимих культур. У сівозмінах Степової зони України льон олійний рекомендується вирощувати після пшениці озимої. Наприклад, у конкретних умовах Одеської області, де урожайність сорту Ніконія складала 5,25 т/га для гороху та 4,71 т/га для льону олійного, виявляється, що урожайність пшениці озимої після льону олійного становила 4,15 т/га, що перевищує урожайність пшениці після стерні, яка становить 2,88 т/га [91].

Зональність спостерігається в системі обробки ґрунту, і основні заходи обробки різняться в залежності від регіону. Для основного обробітку загальні рекомендації включають такі методи: звичайний і покращений зяб; напівпаровий спосіб; обробіток шар за шаром; дворазова обробка шар за шаром; та заходи проти ерозії ґрунту. [92].

У регіонах з високим рівнем вологості, для вирощування льону-довгунця та льону олійного, часто використовується система напівпарового обробітку після попередніх культур. За допомогою цієї системи можна забезпечити більший контроль за рівнем бур'янів в ґрунті [93]. Система класичної обробки ґрунту включає в себе послідовні кроки, які включають лушення та полицеву оранку після відростання бур'янів, а також наступні етапи, такі як культивація та боронування. Після культур, які зазнали затримки у рості, обробка ґрунту виконується з використанням звичайного зябу. Основний обробіток ґрунту, який може бути полицевим або безполицевим, зазвичай проводиться на глибину 18–24 см, проте не глибше, ніж глибина окультуреного горизонту. На підставі аналізу циклічності ростових процесів льону довгунця та їх впливу на врожайність, В. Г. Дідор рекомендує для дерново-середньопідзолистих оглеєно-супіщаних і сірих лісових легкосуглинкових ґрунтів використовувати поверхневе розпушування ґрунту за допомогою дискових інструментів на глибину 10–12 см. У випадку дерново-глейових ґрунтів, які осушені гончарним дренажем, рекомендується проводити оранку на глибину 20–22 см і наступне рихлення підорного шару на глибину 30–40 см [94]. А. М. Малієнко рекомендує виконувати поверхневе розпушування ґрунту за допомогою дискових інструментів на глибину 10–12 см на дерново-середньопідзолистих оглеєно-супіщаних і сірих лісових легкосуглинкових ґрунтах. На дерново-

глейових ґрунтах, які осушені гончарним дренажем, рекомендується проводити оранку на глибину 20–22 см, з подальшим рихленням підорного шару на глибину 30–40 см. [95] на супіщаних ґрунтах дерново-підзолистого типу у Поліссі найбільш доцільним методом обробітку перед вирощуванням льону-довгунця є дискування на глибину 10–12 см або безполицеве розпушування на глибину орного шару після попереднього дискування. У зоні змінної вологості рекомендується використовувати комбіновану систему обробітку ґрунту. Ці рекомендації ґрунтуються на дослідженнях, проведених М. В. Калієвським. [96] Зниження глибини обробітку з 25–27 см до 15–17 см призводило до певного погіршення умов. Однак дослідник рекомендує проводити полицеву оранку з котком на глибину 15–17 см, або замінювати традиційний полицевий обробіток глибоким безполицевим розпушуванням, які є ефективними методами обробітку ґрунту. [97, 79]. В умовах достатнього зволоження, застосування напівпарового зяблевого обробітку є ефективним методом для успішного усунення малорічних бур'янів. Зяблевий комбінований обробіток ґрунту застосовується у бездошових умовах і проявляє високу ефективність у боротьбі з багаторічними бур'янами. Глибина основного розпушування ґрунту перед вирощуванням льону може змінюватися в межах від 14 до 24 см або навіть більше, в залежності від конкретних умов і вимог культури [98, 99].

У умовах зони недостатнього зволоження, для вирощування льону олійного, найбільш ефективним виявляється застосування зяблевого комбінованого обробітку ґрунту. Цю рекомендацію підтверджують дослідження, проведені Т. Г. Товстановською та І. О. Поляковою в Степу України [100] Наукові дослідження, проведені А. М. Крохмалю, підтверджують, що в зоні Степу найбільш оптимальним варіантом обробітку ґрунту для вирощування льону є зяблевий полицевий обробіток після оранки. Переваги зяблевого полицевого обробітку ґрунту над безполицевим підтверджені науковими дослідженнями, проведеними А. М. Крохмалем [101]. Дослідження, проведені Інститутом олійних культур НААН на чорноземах звичайних, показали значне зменшення врожайності насіння льону олійного при поверхневому обробітку ґрунту. Проте, варіанти полицевої оранки та безполицевого розпушування на аналогічну глибину демонстрували практично однакові результати [102].

Незалежно від ґрунтово-кліматичної зони, важливим аспектом в системі зяблевого обробітку ґрунту є своєчасне та якісне проведення першого обробітку, який виконується після збирання попередника. [84]. У випадку наявності багаторічних бур'янів, рекомендується використовувати системні гербіциди суцільної дії в комплексі заходів основного обробітку ґрунту для ефективного управління ними [100]. Наукові дослідження, проведені українськими науковими установами, показують, що оптимальна щільність будови орного шару для льону, в середньорічних умовах зволоження, становить 1,20 г/см³ на дерново-підзолистих ґрунтах легкосуглинкового й супіщаного гранулометричного складу [99, 104].

На плодородних окультурених ґрунтах рівноважна щільність практично збігається з оптимальною для льону і зазвичай становить в діапазоні від 1,1 до 1,3 г/см³ [104]. На плодородних окультурених ґрунтах, у таких умовах, можливе використання системи мінімального обробітку ґрунту. Ця система була підтверджена як ефективна, особливо в умовах Лісостепової зони України [105, 106, 98].

Вивчення різних систем обробітку ґрунту в провінції Саскачеван, Канада, показало, що виробничі витрати для вирощування льону олійного не суттєво коливаються. Найвищий чистий прибуток був отриманий при використанні систем мінімального та нульового обробітку, які сприяли збереженню вологості, але вимагали збільшених витрат на гербіциди [107].

На сільськогосподарській дослідній станції в Саха АРЕ було встановлено, що більш доцільним і економічно обґрунтованим є розпушення ґрунту чизельним культиватором на глибину 13 см [108].

Як крайній прояв мінімалізації обробітку ґрунту під льон олійний, можливе використання технології NO-TILL (нульова обробка). Проте, важливо враховувати, що це вимагає узгодження з нормами висіву і, можливо, змін в агротехніці вирощування льону для забезпечення оптимальних умов для росту та розвитку рослин.

Комплекс передпосівного обробітку включає ранньовесняне боронування та культивування. Для кращої ефективності ці операції рекомендується виконувати комбінованими передпосівними агрегатами типу ККП-6 Кардінал, АПБ-6, Європак 600, Компактор, Комбінатор ЛК-4, Унімат, Україна-АПБ-6, АРВ-8,1-0,2. У посушливих умовах обмежений фактором часу. На полях, які відведені під сівбу льону олійного і вирівняні після осіннього вирівнювання, весною проводять лише культивування на глибину 5–6 см. На інших ділянках цю операцію виконують після ранньовесняного боронування важкими або середніми зубовими боролами. У посушливих умовах також важливим заходом є прикочування ґрунту відразу після сівби. [109].

Результати численних досліджень підтверджують значущий вплив внесення добрив на врожайність господарсько-цінної продукції, включаючи льон-довгунець та льон олійний. Добрива можуть покращити рост і розвиток рослин, збільшити урожайність і якість продукції, а також вплинути на оптимальне використання ґрунтового ресурсу та нутрієнтів для рослин. Отже, правильна практика внесення добрив грає важливу роль у досягненні більш високих врожаїв льону та інших сільськогосподарських культур [110, 111]. Слід відзначити, що системи мінерального живлення для льону-довгунця та льону олійного відрізняються через специфіку ґрунтово-кліматичних зон, де вони вирощуються, а також через різні цілі виробництва основних продуктів. [94]

У льонарських господарствах Республіки Білорусь рекомендується використовувати розрахунковий метод для визначення доз добрив. Наприклад, для досягнення запланованого врожаю волокна в межах 0,7–2,0

т/га рекомендована доза азоту змінюється від 25 до 35 кг/га, фосфору – від 15 до 110 кг/га, калію – від 40 до 180 кг/га. Також важливо коригувати дозу добрив, враховуючи попередник культури, оскільки він може вплинути на потреби рослин у поживних речовинах. [112].

Оптимальним співвідношенням між азотом (N), фосфором (P_2O_5) та калієм (K_2O) для мінеральних добрив у вирощуванні льону-довгунця в Україні є 1:2:3. Рекомендовані дози мінеральних добрив на світло-сірих та дерново-підзолистих ґрунтах легкого механічного складу складають $N_{30}-P_{60}K_{60}-90$, а на сірих середньосуглинкових – $N_{20}P_{40}K_{60}$.

Фосфорні та калійні добрива найкраще вносити під час основного обробітку ґрунту або під час останньої осінньої культивуації. Азотні добрива оптимально вносити навесні перед передпосівною культивуацією. Локальне та припосівне внесення добрив сприяє підвищенню ефективності добрив, але важливо, щоб вони знаходилися в стабільно вологому шарі ґрунту для максимального використання рослинами. [84]. На підставі агробіологічних принципів вирощування льону-довгунця рекомендовані норми мінеральних добрив наступні: азот (N) - 15–30 кг/га, фосфор (P_2O_5) - 30–90 кг/га, калій (K_2O) - 60–105 кг/га. Такі дози добрив допоможуть задовольнити потреби рослин у живленні та сприяти досягненню більш високих врожаїв льону-довгунця [94, 113, 114].

Важливо враховувати, що рівень мінерального живлення може змінюватися в залежності від попередника та обробітку ґрунту. Наприклад, в системі зернотрав'яної ланки, де під пшеницю озиму було внесено 30 т/га гною під багаторічні трави, найкращі економічні показники було досягнуто за внесення добрив у кількості $N_{15}P_{45}K_{60}$ під льон-довгунець. Порівнюючи продуктивність нових сортів льону-довгунця та льону олійного на дерново-середньопідзолистих пилувато-супіщаних ґрунтах в зоні Полісся України, О. М. Дрозд [115] рекомендує вносити мінеральні добрива під ці культури у наступних дозах: $N_{15}P_{60}K_{90}$. За таких умов було досягнуто найвищого врожаю насіння та волокна, а також отримано кращі економічні результати вирощування.

Проте слід відзначити, що динаміка асиміляційних процесів та споживання елементів живлення рослинами льону олійного і льону-довгунця має деякі відмінності. Досліди, проведені вченими Німеччини, свідчать про схожість динаміки накопичення сухої речовини у рослинах льону-довгунця та льону олійного. Однак через більшу частку насіння у масі рослин льону олійного, вміст азоту та фосфору у надземній масі рослин збільшується порівняно з льоном-довгунцем. Споживання калію, кальцію та азоту із ґрунту переважало у льону-довгунця, тоді як споживання фосфору та магнію було однаковим для обох культур. [116].

Система мінерального живлення льону олійного має свої особливості. На відміну від льону-довгунця, який є провідною культурою в сівозміні, льон олійний відноситься до так званих «нішевих культур», і тому розміщується

так, щоб використовувати залишки добрив, внесених під основну, переважно зернову культуру. Тому більшість вчених, враховуючи зональні рекомендовані дози, також враховували особливості попередника та дози добрив, внесених під нього.

В умовах Полісся України за результатами польових досліджень було встановлено, що ефективною нормою добрив є внесення N34P80K90. Це призвело до збільшення урожайності насіння льону олійного на 0,09–0,13 т/га [117]. В умовах незрошуваних площ півдня України на темно-каштановому середньо-суглинковому ґрунті було виявлено, що оптимальний режим живлення досягається при застосуванні розрахункової дози мінеральних добрив (N105P10K20) та внесенні N60P60K30. Це призвело до отримання максимального врожаю насіння в кількості 1,67 т/га та соломи в кількості 3,64 т/га. При внесенні N60P60K30 було отримано близькі врожаї насіння (1,49 т/га) та соломи (3,39 т/га) [118].

Загалом, можна визначити, що межа економічно обґрунтованого мінерального живлення при вирощуванні льону олійного в системах обробітку ґрунту на Півдні України складається в діапазоні N45–60P40–60K30–40. [90, 109].

Ранній строк сівби для льону обґрунтований, оскільки льон проростає при температурі 3–5°C та має високу холодостійкість. Вибір оптимального строку сівби також повинен враховувати кліматичні умови та типи ґрунтів в конкретному регіоні, щоб забезпечити найкращі умови для проростання та розвитку рослин.

Для льону-олійного і льону-довгунця рекомендовані строки сівби можуть відрізнятися в залежності від конкретних умов та регіонів, але взагалі, ранній строк сівби, коли температура ґрунту досягла необхідного рівня для проростання льону, може забезпечити кращий старт для рослин і сприяти високим врожаям. [119].

Оптимальні умови для сівби льону-довгунця включають прогрівання верхнього шару ґрунту на глибині 5–10 см до температури 7–8°C. Це допомагає забезпечити кращі умови для проростання насіння та початкового росту рослин. Температура ґрунту важлива, оскільки вона впливає на швидкість проростання насіння і ініціює процеси гермінації та росту.

Оптимальний строк сівби може варіюватися в різних регіонах та умовах. Професійні агрономи часто розробляють рекомендації щодо найкращого строку сівби для конкретного регіону, враховуючи місцеві кліматичні умови та типи ґрунтів. Це допомагає максимізувати врожайність та забезпечити успішний виріст рослин. [66].

Результати досліджень на чорноземах звичайних свідчать про значний вплив строку сівби на водоспоживання та врожайність льону-довгунця. Пізня сівба призвела до збільшення водоспоживання на 358 м³/га, що означає більший обсяг вологи, необхідний для росту та розвитку рослин. Однак, це також спричинило зменшення урожайності з рівня 2,09 т/га до 1,15 т/га. Коефіцієнт

водоспоживання збільшився на 1,69 рази, що свідчить про меншу ефективність використання води при пізній сівбі.

Це підкреслює важливість вибору оптимального строки сівби, який враховує кліматичні умови та типи ґрунтів, а також має на меті оптимізацію водоспоживання та врожайності. Час оптимальної сівби льону визначається на основі різних факторів, включаючи кліматичні умови та попередник культури. У зонах з кращим вологозабезпеченням, зазвичай, перевага надається сівбі льону після ярих зернових культур. Це може бути обґрунтовано тим, що ярі зернові культури, такі як пшениця чи ячмінь, залишають більше залишків вологи в ґрунті для льону, а також можуть залишити добрива, які корисні для льону.

Проте важливо також враховувати місцеві умови, кліматичні особливості та конкретні характеристики ґрунту для кожної області або регіону. Тому рекомендації щодо строки сівби можуть відрізнятися залежно від конкретної локації. [90, 24, 109, 121]. У зоні Степу рекомендується проводити сівбу льону трохи раніше, разом із сівбою інших культур, одночасно з початком фізичної стиглості ґрунту. [122, 17, 25].

Льон може галужити, але його вплив на продуктивність посіву є значно меншим порівняно з потенціалом зернових колосових культур. Тому для льону дуже важливо мати оптимально загущений та рівномірний стеблостій [123].

Рекомендованою нормою висіву для зони Полісся України є розсів 22–25 мільйони схожих насінин на гектар [124]. При таких умовах росте оптимальний тип рослини, який сприяє підвищенню врожайності соломи та покращенню якості волокна. Кожна рослина зазвичай формує від однієї до трьох коробочок [125].

Згідно з дослідженнями, проведеними В. В. Лихочвор, [93] найвищий врожай насіння досягається при густоті рослин на момент збирання від 300 до 500 штук на квадратний метр. Якщо льон вирощується з метою отримання як олії, так і волокна, то рекомендується збільшити норму висіву на 10–15 кілограмів, що еквівалентно створенню більш густої посівної, зі значенням від 500 до 700 рослин на квадратний метр. Норма висіву насіння в більшості випадків може коливатися від 4 до 6 мільйонів штук на гектар, і вона зазвичай залежить від ґрунтово-кліматичних умов, часу та методу сівби. [126, 117].

Описуючи технологію вирощування льону в умовах України, Т. Г. Товстановська та І. О. Полякова [100] рекомендують застосовувати рядкову сівбу з інтеррядієм в 15 см. Норма висіву рекомендується на рівні 4-5 мільйонів схожих насінин на гектар, що відповідає 30-40 кілограмам на гектар. Сівбу проводять на глибину 3-5 см.

Згідно з О. Масляним [90], вирощування льону олійного вимагає раннього строки сівби, який передбачається після завершення сівби ранніх ярих культур та початку сівби цукрових буряків зі збереженням аналогічного міжряддя.

Рекомендована норма висіву в таких умовах становить 7 мільйонів штук схожих насінин на гектар. У випадку ранніх строків сівби, норму можна зменшити до 5 мільйонів штук на гектар, а в пізні строки – збільшити до 9 мільйонів штук на гектар.

Відповідно до рекомендацій Л. Е. Арсланова [122] для степового Криму на чорноземах південних малогумусних ґрунтах оптимальна норма висіву льону олійного становить 5 мільйонів штук на гектар. У той же час, Ю. М. Гобеляк, розглядаючи умови Одеської області, рекомендує використовувати норму висіву на рівні 6–6,5 мільйонів штук на гектар [17].

У дослідженнях, проведених в Інституті олійних культур НААН, було показано, що зміна норми висіву льону олійного сорту Водограй з 3 до 9 мільйонів штук на гектар мала значний вплив на врожайність та збір жиру. Найкращі результати були отримані при нормі висіву 6 мільйонів штук на гектар. Г. О. Минкіна, вивчаючи агротехнічні аспекти вирощування льону олійного при зрошенні на півдні України, рекомендує використовувати звичайну рядову сівбу з нормою висіву на рівні 9 мільйонів штук на гектар. [112].

Є думка, що льон олійний може адаптувати свою продуктивність до різних методів сівби, що дозволяє використовувати різні схеми висіву. Ці схеми можуть бути суцільною рядовою, вузькорядною, перехресною, стрічковою або широкорядною, в залежності від умов вирощування і вимог виробництва. Вибір оптимального методу сівби може бути здійснений з урахуванням конкретних ґрунтових, кліматичних та агротехнічних умов. Ця гнучкість у методах сівби допомагає досягти оптимальних результатів у вирощуванні льону олійного в різних регіонах [127, 111].

У результаті досліджень на чорноземах південних областей Одеської області, Ю. М. Гобеляк виявив, що звичайний рядовий спосіб сівби має перевагу над двострічковим на 0,4 тонні на гектар і над широкорядним (на 45 см) на 0,71 тонни на гектар [17]. Більшість наукових досліджень, включаючи ті, що проводились в аналогічних ґрунтово-кліматичних умовах, підтверджують переваги зменшення ширини міжряддя [27]. Застосування перехресного способу сівби може супроводжуватися додатковими витратами та ускладненнями при збиранні врожаю. У той же час, широкорядні посіви можуть бути більш вигідними на полях з великою кількістю бур'янів або при вирощуванні органічної продукції.

Догляд за посівами льону може включати досходове та післясходове боронування за допомогою легких зубових борін, захист рослин від шкідливих організмів, а також підживлення рослин для покращення їх росту та розвитку. [25]. Дослідження Інституту олійних культур НААН показали, що боронування посівів у фазу ялинки, що призводить до зменшення густоти стояння рослин на 0,24–0,26 млн штук/га при рядовій сівбі та на 0,26–0,69 млн штук/га при перехресній сівбі, сприяє збільшенню урожайності насіння на 0,043 та 0,040 т/га відповідно. [128].

Переваги вибіркового застосування гербіцидів на посівах льону в системі інших заходів, які залежать від погодних умов року, попередника та типу забур'яненості, підтверджують інші наукові дослідження [129, 87].

Повільний ріст стебла у фазі розвитку ялинки пояснюється низькою чутливістю льону до зростаючих рівнів ростових речовин. Ця характеристика призводить до високої стійкості льону, яка є типовою для двосім'ядольних видів, до дії гербіцидів. Якщо висота рослин перевищує 10 см, стійкість до гербіцидів відчутно знижується. Грамініциди не виявляють такої високої токсичної дії, проте суміші бакових препаратів мають більшу токсичність, і тому рекомендується надавати перевагу окремому застосуванню цих препаратів [84].

Для боротьби з бур'янами в посадках льону олійного може бути використане боронування сітчастими або легкими боронами, коли висота рослин становить 5-8 см. Ця дія є ефективним заходом для додаткового захисту від бур'янів [121]. Вирощування льону за технологією широкорядної сівби передбачає виконання протягом вегетаційного періоду культури 2-3 культивацій, проведених на відстані 6-8 і 8-10 см глибиною. Цей підхід є актуальним з точки зору органічного виробництва [122].

З призначеної дози азоту (N15) на тлі добрив з азотом, фосфором та калієм (N30P60K90) на сірих лісових ґрунтах виявлено позитивний ефект на вирощування льону олійного. Цей підхід спостерігався в фазах росту (ялинка) та бутонізації рослин. Результатом було збільшення кількості коробочок на кожній рослині, що в свою чергу призвело до збільшення індивідуальної продуктивності і досягнення рекордних врожаїв - 1,78 тонн на гектар для сорту Ківіка та 1,91 тонн на гектар для сорту Блакитно помаранчевий [130].

При недостатньому забезпеченні ґрунту фосфором, підживлення суперфосфатом (0,15 т/га) у фазу ялинка може бути цілком обґрунтованим, але це рекомендовано робити лише в разі наявності достатньої кількості вологи в верхньому шарі ґрунту.

Технології збирання льону-довгунця і льону олійного суттєво відрізняються. Для збереження повної довжини стебла льон-довгунець збирають бранням (висмикуванням рослин), в той час як льон олійний зазвичай збирають за допомогою скошування. Отже, технічне обладнання для збирання цих культур відрізняється.

Основною проблемою при збиранні льону-довгунця є досягнення балансу між двома протилежними процесами: отримання якісного льоноволокна та якісного насіння. Фізіологічна стиглість насіння та волокна досягається неодноразово, що створює виклики для оптимального збирання цієї культури [131]. Наразі існують три основні технології збирання льону олійного: снопова (яка використовується в селекційній роботі), комбайнова та роздільна. Між ними можуть бути певні відмінності в часі проведення, послідовності та технологічних процесах збирання і первинної обробки сировини.

Зазначено, що найбільш перспективними є технології комбайнового та роздільного збирання льону-довгунця. Це свідчить про важливість розвитку та впровадження сучасних технологій для покращення виробництва цієї культури. [132].

Комбайнова технологія для льону олійного включає в себе процес брання льону з одночасним очищенням насіннєвих коробочок та подальшим розстиланням стебел у стрічку або зв'язуванням їх у снопи для негайного використання. Ця технологія базується на використанні спеціальних льонокомбайнів, таких як ЛК-4А, ЛКВ-4А (ЛКУ-1,5) та інших модифікацій. Вона дозволяє збирати льон та очищувати його на полі, що спрощує процес вирощування та збору цієї культури. [133].

Технологія роздільного збирання для льону олійного включає в себе процес брання льону, розстилання його в стрічки по полю, і по мірі підсихання льону піднімання маси та одночасне очищення насіннєвих коробочок, а також розподіл стрічки соломи на льонищі. Ця технологія вимагає використання спеціального обладнання, такого як льонобралка ТЛН-1,5А (ЛНБ-1,5) та підбирач-молотарка стрічок ПМЛ-1.

У процесі збирання, організаційно в залежності від погодних умов, обсягів збирання та інтенсивності дозрівання, можуть використовуватися обидві технології - роздільна та комбайнова. В кінці фази зеленої стиглості та на початку жовтої стиглості льон-довгунець рекомендується збирати за роздільною технологією, а пізніше переходити до комбайнкової. Це дозволяє оптимально використовувати технології в залежності від умов та стадій дозрівання культури. [134]. Вибір технології для збирання льону олійного дійсно зумовлений різноманітними факторами, включаючи погодні умови, якість волокна та економічні результати. Роздільна технологія, описана як європейський тип, спрямована на отримання довгого волокна та передбачає вилежування необмолоченого льону та його подальше збирання в рулони. Ця технологія може бути вигідною, якщо головною метою є отримання високоякісного льоноволокна.

Проте, при виборі технології також важливо враховувати погодні умови та вимоги до дозрівання культури, які можуть варіюватися в різних регіонах та урожайних сезонах. Комбінована стратегія, яка використовує як роздільну, так і комбайнову технологію в залежності від умов та етапів дозрівання, може бути оптимальним варіантом для досягнення найкращих результатів якості та економічної ефективності. [135]. Обмолот та обчісування льону зазвичай проводяться на льонопереробних підприємствах безпосередньо перед первинною обробкою соломи. Розстелена льоносоломка піддається процесу вилежування протягом 15-25 діб. Під впливом тепла, вологи та світла, за допомогою дії мікроорганізмів, відбувається відділення волокна від деревини, перетворюючи соломку на тресту.

Аеробні гриби, зокрема *Cladosporium herbarum*, грають важливу роль у цьому процесі, розкладаючи пектинові речовини, які склеюють волокнисті пучки з тканинами стебла. Сонячне проміння сприяє відбілюванню волокнистого шару. Найкращі умови для діяльності грибів складаються при температурі 16-18°C та вологості повітря на рівні 60%. Під час процесу вилежування соломки, її рекомендується періодично обертати або перемішувати.

Отриманий після вилежування треста може бути зібраний в снопи або рулони для подальшого транспортування та обробки на льонопереробних підприємствах [136]. Технології, які передбачають отримання короткого волокна, включають скошування льону та обмолот насіння, як це робиться за допомогою аналогів зернозбиральних комбайнів. Підсушені стебла льону, як валки соломи, збираються та транспортуються в рулонах на переробні підприємства. За подібною схемою, з відповідними модифікаціями, може проводитися збирання посівів низькоякісного та зрідженого льону-довгунця.

Основною відмінністю технології збирання льону-довгунця є більша складність та багатоступінчастість операцій, необхідність використання спеціального технічного обладнання та різниця в часі проведення різних процесів. Однак деякі технологічні елементи можуть бути використані в побудові технології збирання льону олійного з подвійним використанням, з відповідними адаптаціями та модифікаціями для вирощуваної культури.

[94, 137, 138]. Льон олійний в основній зоні вирощування зазвичай збирають двома основними технологіями: прямою та роздільною. Льон олійний має деяку стійкість до осипання при збиранні, подібно до зернових колосових культур.

Пряме комбайнування застосовують у фазі повної стиглості на чистих полях, де всі рослини дозрівають одночасно, а також у випадку опадів під час збирання. Проте при повному дозріванні насіння має вологість близько 12%, тоді як стебла можуть бути значно вологішими, навіть більше 40%. Це може призвести до проблем з різанням та намотуванням стебел на обертові частини комбайна.

Якщо льон росте далі після першої стиглості, а поле має високу забур'яненість, рекомендується провести десикацію (знищення бур'янів) або використовувати роздільну технологію збирання. Роздільне збирання рекомендується проводити в фазі біологічної стиглості рослин, коли близько 75% коробочок вже побуріло. У цей момент вологість насіння складає близько 20-25%, коробочок - 40-45%, а стебла можуть мати вологість до 60% і більше. В цей час маса насіння та олійність досягають свого максимуму.

З погляду використання насіння льону для виробництва олії, роздільний спосіб збирання може бути перевагою, оскільки при прямому комбайнуванні можливі втрати врожаю через незадозрівані коробочки та ризик зігрівання маси насіння через недостатнє вимолочування [139, 140].

Згідно з даними В. Б. Ковальова [141] та інших, в зоні Полісся при збиранні льону можливе використання льонокомбайну ЛК-4А як для прямого комбайнування, так і для роздільного збирання. Проте важливо відзначити, що урожайність насіння за комбайнаною технологією є вищою на 1,13-0,23 тони на гектар порівняно з роздільним збиранням. Це може бути важливим фактором при виборі оптимальної технології для вирощування льону в даній регіоні, особливо з огляду на врожайність та економічний результат.

За даними І. М. Дударєва [142] в умовах Західного Полісся України для збирання льону олійного подвійного використання рекомендується застосовувати комбайнову та комбіновану технології для льону-довгунця з відповідним технічним обладнанням. Він також виокремив нові комбайнові та комбіновані технології, які, ймовірно, можуть бути більш ефективними та відповідати специфіці умов в цьому регіоні.

Ці рекомендації можуть бути важливими для сільськогосподарських підприємств та фермерів в регіоні Західного Полісся, які вирощують льон олійний. Вибір оптимальної технології збирання та обробки льону великою мірою впливає на якість та кількість врожаю, а також на ефективність вирощування цієї культури в даному регіоні.

Інноваційна комбайнова методика включає в себе етапи комбайнового зрізування або брання стебел, формування паралельних стеблових стрічок та обмолочування. Після обмолоту, стрічка розстиляється для наступної обробки, та насіння піддається первинному очищенню. Процес обмолоту сприяє однорідному процесу вилежування та прискорює перетворення соломи в тресту, що сприяє її подальшому обробленню. Готовий матеріал підбирається та упаковується у рулони чи тюки, готові до зберігання та подальшої переробки.

Інноваційна роздільна технологія передбачає етапи брання льону та формування стеблових стрічок, де відбувається подальше підсушування маси рослин та дозрівання насіння. Льонопідбирач-молотарка відокремлює масу рослин, відрізає суцвіття із коробочками від стебла та обмолочує їх, розстиляючи стебла на полі. Після цього, подальші технологічні процеси для нових комбайнових та комбінованих методів ідентичні.

Умови в зоні Степу, які передбачають відсутність спеціалізованої техніки, роблять вищезгадані рекомендації неприйнятними. Тому технологія вирощування льону олійного з подвійним використанням повинна базуватися на наявному серійному обладнанні для збору зерна.

Висновки до розділу 1

1. Льон культурний (*Linum Usitatissimum*) є рослиною з широким ареалом поширення та довгою історією вирощування, а також різнобічними можливостями використання. Під впливом цілеспрямованого селекційного вибору, була виділена дві виробничо-технологічні групи цієї культури – льон-

довгунець та льон олійний. Різниця між ними більш виражена завдяки технологічним характеристикам та географічному розташуванню.

Льон олійний включає два підвиди: межеумки (*Linum Usitatissimum* L. subsp. *Intermedium*), який є більш важливим, і кучерявці (*Linum Usitatissimum* L. subsp. *Humile*). Через схрещування і вплив зовнішнього середовища, чітке розмежування між цими підвидами важко провести. Параметри рослин змінюються значно в залежності від густоти посадки, рівня вологості, температурних умов і тривалості світлового дня на різних географічних широтах.

2. Льон культурний відзначається значним поліморфізмом у своїх анатомічних, морфологічних та фізико-технологічних характеристиках, що залежать від агрокліматичних умов та умов вирощування. Ця рослина надає можливість використовувати різні аспекти її використання, включаючи основні та додаткові продукти.

Льон культурний виробляє волокнистий і олійний матеріал на рослині в різні періоди росту, і оптимальні параметри для їхньої продуктивності можуть відрізнятися. Анатомічно, стебла льону культурного мають схожу структуру, і відмінності між ними, головним чином, полягають у кількісних показниках.

3. Технології вирощування двох груп льону культурного спрямовані на формування рослин з протилежними морфологічними та технологічними характеристиками. Це досягається шляхом вибору відповідних сортів, методів обробки стебла та процедур збирання. Технічні можливості вирощування та збирання льону олійного відповідають стандартній технології і можуть бути застосовані в різних агрокліматичних зонах України. Проте вирощування льону-довгунця можливе тільки в областях з відповідними умовами.

Хоча довгунцева та олійна групи льону мають певні різниці у морфологічних параметрах насіння та вмісті олії, насіння має подібні споживчі властивості. Проте їхня солома відрізняється як зовнішніми ознаками, так і вимогами до спеціалізованих технологій для збору та подальшої обробки.

4. В Україні спостерігається стагнація виробництва льону-довгунця та поживлення виробництва льону олійного. Льон низький розглядається як другорядна "нішева" олійна культура, і використовується головним чином як засіб страхівки в сільському господарстві. Основні регіони вирощування льону включають Степову та Лісостепову зони, де облаштовано відповідно 69,9% та 20% загальної площі під посівами льону.

На підставі таких факторів, як середня врожайність культури, коефіцієнт варіації врожайності, фактична та розрахункова максимальна врожайність, відсоток загибелі посівів та відповідність ґрунтово-кліматичним умовам, можна визначити, що ці регіони є найбільш сприятливими для вирощування льону. Вирощування льону в зоні Лісостепу здається більш підходящим, тоді як зона Степу вважається екстремальною для цієї культури.

Льон відіграє важливу роль у сільському господарстві України, оскільки він забезпечує сировинну незалежність, сприяє зайнятості та збільшенню доходів

сільського населення, і відповідає попиту на природні та екологічно чисті продукти на міжнародному ринку. Наявні обсяги вирощування льону олійного в Україні також дозволяють організовувати переробку його соломи. З точки зору агроєкології, льон олійний в системах землеробства є чинником екологічної стабільності та важливим джерелом білково-олійної сировини, що обумовлює його присутність у сівозмінах. Переміщення вирощування льону олійного із Півдня на Північ призводить до збільшення співвідношення стебло/насіння, підвищення вмісту лубу та міцності в стеблах, що підвищує цінність соломи як сировини.

5. Великобританія, США, Канада, Іспанія, Чехія, Франція дивляться на льон як перспективне джерело сировини з високим вмістом целюлози для різних галузей, таких як хімічна, харчова, медична промисловість і виробництво матеріалів з високою енергетичною ефективністю при згоранні. Вчені в Україні також внесли інноваційний внесок в сферу "Зеленої хімії" і розвинули технології, які дозволяють технічно переробляти соломку льону олійного для виділення і подальшої обробки лубу.

Встановлено, що в регіонах, де загальна довжина стебел льону не перевищує 45 см і вміст лубу становить 13%, доцільно використовувати технологію скошування з мінімальною висотою зрізу і використовувати соломку для хімічної переробки, виробництва будівельних матеріалів або отримання сировини для целюлозно-паперової промисловості. У випадках, коли загальна довжина стебла становить від 45 до 50 см, і вміст лубу перевищує 16%, технологія скошування дозволяє використовувати соломку для виділення короткого волокна, виробництва будівельних матеріалів, нетканих виробів або для потреб целюлозно-паперової промисловості. У регіонах, де загальна довжина стебла перевищує 50 см і вміст лубу становить понад 18%, рекомендується застосовувати технології збирання льону-довгунця для виділення короткого волокна і виготовлення текстильних виробів. Посіви льону олійного з низькою загальною довжиною стебла, менше 40 см, не вважаються цінними для отримання текстильного волокна, але їх можна використовувати в будівельних матеріалах та як джерело палива.

В Україні відсутня технологія вирощування льону олійного з подвійним використанням, і технологічні аспекти цієї проблеми досліджені недостатньо. Аналіз літературних джерел свідчить, що врожайність льону олійного залежить від багатьох природних і агротехнологічних факторів. Невивчені аспекти включають вибір сортів для умов беззрошення, структуру фітоценозу льону олійного, вплив строків сівби та норми висіву на врожайність, а також вплив методів збирання на врожайність та якість продукції льону. У зв'язку з цим, є потреба в науковому обґрунтуванні і розробці технології вирощування льону олійного на землях центральної України, які не підлягають зрошенню. Ця потреба обумовила проведення досліджень, результати яких відображені в даній кваліфікаційній роботі.

Розділ 2. МІСЦЕ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ґрунтові умови і характеристики пов'язані з фізичними та хімічними властивостями ґрунту, які визначаються відношенням між твердими, рідкими і газовими фазами. У випадку льону, його стійкість до ґрунту може бути вплинута як легкими, так і важкими фракціями ґрунту, відомими як гранулометричний склад.

Льон, подібно до інших сільськогосподарських культур, має найкращий ріст та розвиток в ґрунтах зі щільністю в межах $1,1 \dots 1,3 \text{ г/см}^3$ [80,81]. Чрезмерна щільність ґрунту унеможлиблює нормальний розвиток кореневої системи рослини і створює недоступні області для вологи. Це ускладнює переміщення води та повітря в ґрунті, що має негативний вплив на доступність поживних речовин для рослин.

Незважаючи на природну стійкість до посух льону олійного, важливою передумовою для досягнення високої врожайності є належний рівень вологозабезпечення посівів. Величина загального споживання води, а також ефективність та особливості використання вологи рослинами льону були піддані аналізу за допомогою різних факторів. Збільшення біологічної маси рослин, яке виникає внаслідок підвищення рівня мінерального живлення, супроводжується підсиленою утилізацією вологи.

Сільськогосподарські культури мають відмінні потреби в мінералах, різний паттерн споживання живильних речовин під час свого життєвого циклу і виведення із біологічного врожаю. Зараз вважається, що близько половини збільшення врожаю досягається завдяки використанню мінеральних добрив.

Льону олійному властива підвищена потреба у доступних поживних речовинах під час початкових стадій вегетації через обмежену здатність кореневої системи рослин до ефективного забору живильних елементів. Азотне живлення є особливо важливим, оскільки воно впливає на апікальне домінування та процес формування базального галуження в рослинах льону олійного.

Для рослин, таких як льон олійний, низький вміст доступних форм фосфатів є дуже важливим. Для культури, такої як льон олійний, режим фосфору визначається не стільки його споживанням, скільки розчинністю фосфорних сполук, оскільки в ґрунті зазвичай є значні загальні запаси фосфору. Тому важливими факторами є динаміка вологості та біологічної активності ґрунту.

Калій відіграє значущу роль у білковому, вуглеводному та водному обмінах, сприяє активації ферментів, що регулюють обмінні процеси. Цей мікроелемент має позитивний вплив на продуктивність льону. Рослини льону відносяться до "калієфільних" культур, тобто вони особливо вимагають високого змісту калію для нормального росту та розвитку.

Сільськогосподарські культури мають генетично зумовлену тривалість як періоду вегетації, так і окремих важливих біологічних та агротехнічних періодів. Однак варто враховувати, що ці генетичні особливості можуть бути

вплинуті умовами середовища, метеорологічними умовами та методами агротехніки.

Зазвичай, будь-які зміни, спрямовані на поліпшення умов для задоволення потреб рослини, сприяють подовженню тривалості активного вегетаційного періоду загалом і окремих етапів формування органів рослини зокрема. Це, в свою чергу, позитивно впливає на урожайність та якість врожаю. [28, 71, 102].

У відомій науковій літературі зазначено, що рослини можуть поглинати елементи живлення нерівномірно та мати різний вміст цих елементів в різних фазах їх росту та розвитку. Ця нерівномірність обумовлена як фізіологічними змінами в рослині протягом її життєвого циклу, так і впливом різних чинників, таких як властивості ґрунту, погодні умови, агротехнічні методи вирощування та сортові особливості. Ці фактори сприяють змінам у забезпеченості рослин поживними речовинами протягом різних стадій росту та розвитку, що може впливати на якість та продуктивність культури, такої як льон.

Досліди були проведені протягом трьох років, з 2020 по 2022 рік, на дослідному полі, розташованому у північній частині Степу України. Це дослідне поле знаходиться в Кіровоградській області, в Олександрійському районі, у селі Недогарки і належить ФГ "СІМФО".

Розташування Кіровоградської області на перетині лісостепової та степової зон призводить до великої різноманітності природних умов в цьому регіоні. Поверхня області, в основному, представлена плато або підвищеною хвилястою рівниною, яку перерізають густі річкові долини, балки і яри. Середня висота над рівнем моря варіюється в межах 150 - 200 метрів. Проте в області існує значна варіація абсолютних висот, яка обумовлена різними природними умовами на її території.

Клімат Кіровоградської області можна охарактеризувати як помірно-континентальний з недостатньою кількістю опадів і чітко вираженими порами року. Середньорічна кількість опадів в області коливається від 499 до 582 мм, з середнім значенням приблизно 515,7 мм. Найбільше опадів зазвичай випадає в липні, досягаючи 102,4 мм, в той час як найменше опадів зафіксовано в жовтні, коли вони становлять всього 21,4 мм.

Лісостепова частина області відчуває вплив вологих повітряних мас з Атлантичного океану, тоді як степова зона перебуває під впливом континентальних повітряних мас, що приходять із сходу. Вся область піддається впливу заходячих повітряних мас з помірних широт, що визначає кліматичні особливості регіону.

Клімат Кіровоградської області супроводжується різними небезпечними явищами погоди, включаючи сильні дощі, град, ожеледиці, пилові бурі і інші. В степовій зоні, особливо часто спостерігаються пилові та чорні бурі, а також суховії, які можуть завдати значних збитків сільському господарству, призводячи до втрат врожаю або його повної втрати.

Ґрунти в Кіровоградській області відрізняються високою родючістю. У північній частині області переважають чорноземи, які можуть бути

потужними малогумусними з вмістом гумусу навколо 5,0 % або середньогумусними з вмістом гумусу трохи більше 5,5 %. Тут також можна знайти чорноземи різного ступеня реградації, а також чорноземи опідзолені, темно-сірі опідзолені та сірі опідзолені ґрунти з різними властивостями та характеристиками.

Водна ерозія ґрунтів є серйозною проблемою в регіоні Кіровоградської області. Водні ресурси області включають річки, водосховища, ставки та підземні води. У Кіровоградській області протікає 1599 великих, середніх і малих річок, загальна їх протяжність становить 7233,6 км. Крім того, тут існують 2996 ставків і 57 водосховищ. Велика частина річок у регіоні відноситься до категорії "малих річок" з довжиною до 10 км, і багато з них навіть не мають офіційних назв.

Річки області входять до басейнів Дніпра і Південного Бугу, і основними річками в межах області є Інгулець, Тясмин, Синюха, Велика Вись, Чорний Ташлик, Ятрань і Інгул.

Кіровоградська область славиться своєю родючістю ґрунтів за площею та природною родючістю. Однак значна частина її території була розорана, і ця розораність становить 71,7 %.

Північна частина Кіровоградської області характеризується наступними типами ґрунтів: потужні чорноземи, які мають невеликий вміст гумусу близько 5,0%, і середньогумусні чорноземи, які мають трохи більший вміст гумусу, близько 5,5%. Також на цих територіях зустрічаються чорноземи різного ступеня реградації, а також чорноземи опідзолені, темно-сірі опідзолені та сірі опідзолені ґрунти.

У південно-східних районах Кіровоградської області найпоширенішими є чорноземи звичайні, які бувають середньо- та малогумусні. У південній частині області зазвичай зустрічаються чорноземи звичайні малогумусні малопотужні, і в цих районах можуть бути невеликі поклади карпатських ґрунтів.

Проте через високий рівень розораності земель в області спостерігається деградація ґрунтів та поширення опустелення. Це призводить до втрати біологічного розмаїття, а також впливає на водні ресурси, включаючи малі річки.

Загальна площа земельного фонду в Кіровоградській області складає 2458,8 тисяч гектарів. З цієї площі 2032,1 тисяч гектарів, або 82,7%, використовуються для сільськогосподарських потреб, що свідчить про високий рівень використання земель для сільського господарства. Структура сільськогосподарських угідь включає наступне: рілля займає 71,7% площі, багаторічні насадження - 1,0%, сіножаті та пасовища - 9,84%. Розорюваність земель становить 71,8% від загальної площі суші.

На дослідному полі ґрунтовий покрив складається з чорнозему звичайного типу, який має низький вміст гумусу в орному шарі, всього 5%. Щодо характеристик ґрунту, то в ньому міститься 6,4% загального азоту, 50-60 мг/кг рухомого фосфору і 350-400 мг/кг обмінного калію в абсолютно сухому стані.

Завдяки високим запасам загального та рухомого азоту в ґрунті спостерігається активний процес нітрифікації.

Ґрунтовий покрив має сприятливі водно-фізичні характеристики. Він володіє водотривкою зернистою структурою завдяки важкому гранулометричному складу, високому вмісту гумусу та насиченості іонами кальцію (Ca^{2+}) і магнію (Mg^{2+}). Ґрунт має пухке складення з щільністю в межах 1,1-1,25 г/см³, що є сприятливим для вирощування льону. Водопроникність ґрунту висока, і він має високу вологоємність і повітряємність. Загальний запас продуктивної вологи в ґрунті становить від 90 до 150 мм. Натуральна родючість цих ґрунтів відзначається як висока (66-73 бали), але є нестача вологи для задоволення потреб рослин. [143].

Кліматичні умови у досліджуваному регіоні є помірно континентальними. Протягом років проведення досліджень, гідротермічні умови виявили різницю. Кількість опадів протягом вегетаційного періоду льону (травень-липень) становила 170 мм у 2020 році, а в 2021 та 2022 роках відповідно 177 мм і 101,3 мм. Гідротермічні коефіцієнти вологості, розраховані за методикою Г.Т. Селянінова, складали відповідно до років 0,94, 0,93 та 0,57. Ці значення свідчать про середню посушливість у 2021 і 2022 роках та слабку посуху в 2020 році. Це впливає на рівень врожайності льону олійного.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) обчислювали за наступною формулою [144]:

$$\text{ГТК} = (10 \times \sum O) / \sum t,$$

де:

$\sum O$ - сума опадів за період із середньодобовими температурами повітря вище 10 °С, у міліметрах;

$\sum t$ - сума температур, у градусах Цельсія, за період із середньодобовими температурами повітря вище 10 °С.

Досліди проводилися з дотриманням загальних практик, прийнятих у галузі землеробства та рослинництва. Кожен експеримент був повторений тричі для надійності результатів. Розміри дослідних ділянок становили 12 м², а розміри облікових ділянок - 10 м².

Досліди були проведені за використання сортів льону олійного Айсберг (середньостиглий) і Дебют (ранньостиглий). Ці сорти є технологічними, відзначаються тим, що не вилягають та не обсіпаються, що сприяє збору врожаю з мінімальними втратами. Сорт Айсберг був створений Інститутом олійних культур НААН [145].

У дослідях була використана агротехніка, яка є типовою для даної зони вирощування льону олійного. Рослини льону сіяли в зернових полях після пшениці озимої. Основна обробка ґрунту проводилася за допомогою системи зяблевого комбінованого обробітку. Після збирання попереднього урожаю, виконувалось дискування за допомогою БДВП-4,2 на глибину 8-10 см, а також, при необхідності, виконувалася культивация для боротьби з бур'янами. Добрива, такі як нітроамофоска та аміачна селітра, вносилися під час основної обробки ґрунту на глибину 20-22 см відповідно до схеми дослідів.

З осіннього періоду виконувалося вирівнювання поверхні ґрунту шляхом суцільної культивування та боронування. Весною, якщо ґрунт досягав стану фізичної стиглості, застосовувалося боронування важкими зубовими бородами і проводилася передпосівна культивування.

Сівба проводилася сівалкою СН-16 на відстань між рядами 15 см, із загальною кількістю приблизно 6 мільйонів схожих насінин на гектар. Ця операція виконувалася наприкінці квітня, коли температура ґрунту на глибині, на якій знаходилися насіння, становила 8-10 °С. Розрахунки виконувалися з урахуванням результатів наукових досліджень [144].

Для досягнення високих результатів у вирощуванні льону олійного, було вжито кілька специфічних кроків. Саме на початку квітня, коли температура ґрунту на глибині закладення насіння перевищувала 8-10 °С, здійснювалася сівба льону олійного сорту Айсберг (середньостиглий) і Дебют (ранньостиглий) за допомогою сівалки СН-16. Кількість висіву становила приблизно 6 мільйонів схожих насінин на гектар. Для стимулювання рівномірного висходження рослин, проводили прикочування посівів.

В наступній фазі, коли рослини досягали висоти близько 10 см (фаза "ялинка"), використовували спеціальну бакову суміш гербіцидів, яка включала в себе Агрітокс 500 та Лорен. Це було зроблено з метою захисту рослин від бур'янів та шкідників.

Для оприскування рослин і процедури десикації, використовувався передовий самохідний оприскувач Теснома Laser 3000. Врожай льону олійного збирали шляхом прямого комбайнування, при вологості насіння в діапазоні 20-25%. Збір урожаю проводився на обліковій ділянці, за допомогою методу суцільного обмолоту рослин. Всі ці кроки та технічні рішення сприяли досягненню високого врожаю льону олійного при мінімальних втратах.

В плані внесення добрив для кожного сорту льону олійного використовувалися такі схеми:

1. У контрольній групі добрива не вносили.
2. Перша схема включала в себе внесення азоту (N) у кількості 45 кг/га, фосфору (P) у кількості 30 кг/га та калію (K) у кількості 30 кг/га.
3. Друга схема передбачала внесення азоту (N) у кількості 60 кг/га, фосфору (P) у кількості 45 кг/га та калію (K) у кількості 45 кг/га.

Ці схеми були використані для визначення впливу різних добривних режимів на врожайність та розвиток льону олійного обох сортів.

Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Незважаючи на високу посухостійкість і пластичність цього виду льону, льон олійний найбільше страждає від дефіциту вологості під час формування та розвитку генеративних органів[146]. Критичний період, коли ця рослина особливо потребує вологи, настає приблизно за два тижні до початку цвітіння (травень) і закінчується через два тижні після цвітіння (червень). [147].

Розглядаючи вологе забезпечення, можна визначити, що найсприятливішим у цьому плані був 2021 рік. У 2021 році, при найменших опадах в травні (40,6 мм), був відмінний запас вологи в ґрунті вже з квітня (43 мм), і в червні відбулися найпотужніші опади (102,4 мм). Рис. 1 показує, що найнижчі опади в квітні спостерігалися у 2020 році (8,4 мм), а найбільші в травні (85,9 мм), що створило сприятливіші умови для проростання льону, ніж у 2022 році. У червні, коли льон олійний перебував у фазі цвітіння, опади були більш сприятливими в 2020 році (58,7 мм) порівняно з 2022 роком (26,5 мм), і це вплинуло на врожайність цієї культури.

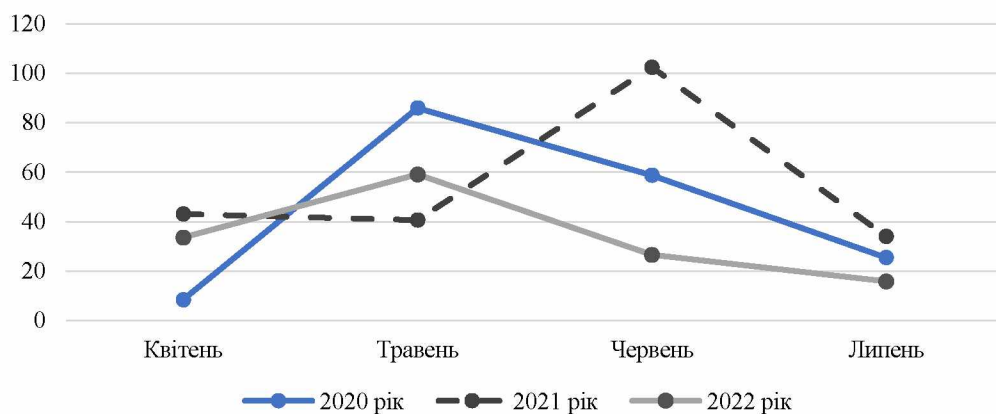


Рис. 1. Кількість опадів у Кіровоградській області, 2020–2022 рр., мм

За вегетаційний період льону олійного (травень-липень) Кіровоградська область отримала найбільшу кількість опадів у 2021 році, яка становила 177 мм. Це було на 4,1% більше, ніж у 2020 році і на 57,2% більше, ніж у 2022 році. Високий рівень опадів у 2021 році сприяв підвищенню врожайності льону олійного в порівнянні з іншими роками. Зокрема, у 2020 році врожайність

становила 1,12 т/га та 1,38 т/га, у 2021 році вона зросла до 1,55 т/га та 1,86 т/га, а у 2022 році впала до 0,86 т/га та 1,31 т/га [148, 149].

На основі наших досліджень встановлено, що врожайність насіння льону олійного під впливом різних доз мінеральних добрив значно підвищилася. Наприклад, для сорту Айсберг у найбільш сприятливому 2021 році врожайність зросла до 1,82 т/га при застосуванні N60P45K45, що близько до потенційної врожайності в межах 1,8-2,0 т/га.

Загалом, середнє підвищення врожайності при внесенні N45P30K30 становило 33,3% для сорту Дебют і 31,7% для сорту Айсберг (таблиця 1). При удобренні N60P45K45 врожайність сорту Дебют зросла на 44,8%, а сорту Айсберг - на 43,3%. Найвищий рівень врожайності льону олійного сорту Дебют - 1,72 т/га - було досягнуто в 2021 році при внесенні N60P45K45, що відповідає потенційному рівню в межах 1,7-1,9 т/га.

Таблиця 1

Врожайність льону олійного дослідних сортів за різних доз мінеральних добрив (середнє за 2020–2022 рр.), т/га

Сорт	Схема мінерального удобрення за роками			Середня врожайність
	2020	2021	2022	
	Без добрив			
Дебют	0,87	1,19	0,83	0,96
Айсберг	0,96	1,26	0,89	1,04
	N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀			
Дебют	1,15	1,58	1,11	1,28
Айсберг	1,27	1,67	1,17	1,37
	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅			
Дебют	1,25	1,72	1,21	1,39
Айсберг	1,37	1,82	1,28	1,49

Важливо відзначити, що погодні умови мають значний вплив на врожайність дослідних сортів льону олійного (рис. 2).

Наприклад, у 2021 році врожайність сорту Дебют зросла на 36,8-37,6% при застосуванні різних систем удобрення, а для сорту Айсберг - на 31,3-

32,8%. Вищі врожайності спостерігалися з удобренням N60P45K45. Проте в 2022 році негативні погодні умови призвели до зниження врожайності обох сортів. Відносно 2021 року врожайність скоротилася на рівні 30%, і це важливо враховувати. Специфічно, для сорту Дебют втрати становили 3,2-4,6% відносно 2021 року, і для сорту Айсберг втрати становили 6,6-7,3% відносно 2021 року і менше в порівнянні з 2020 роком.

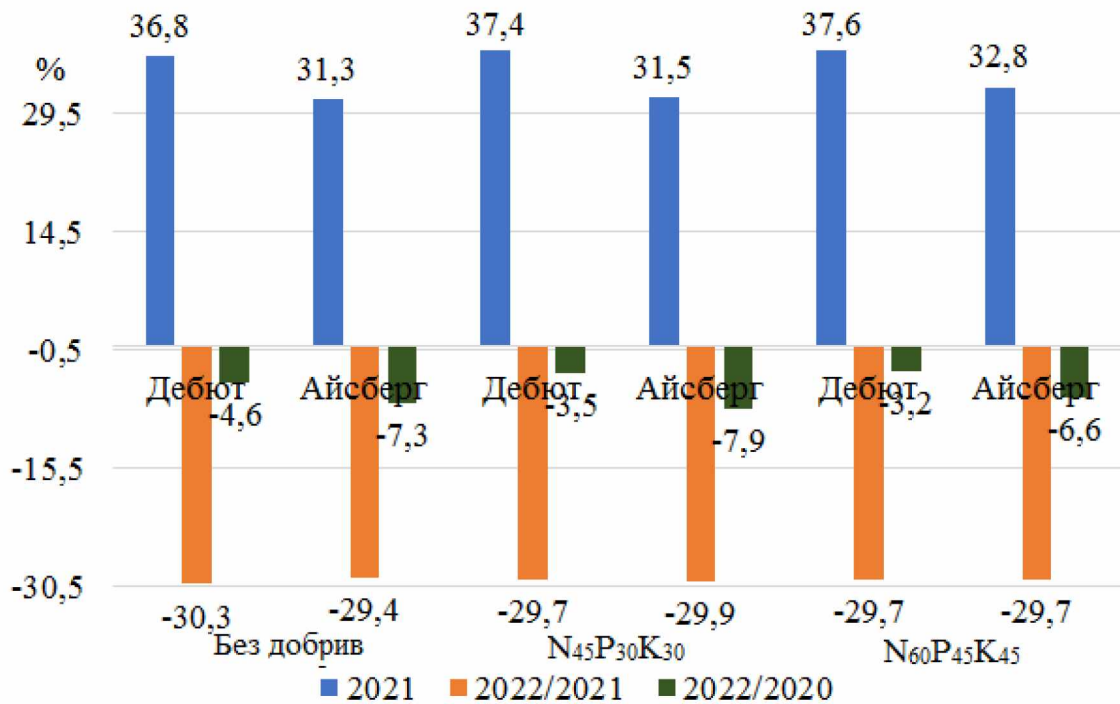


Рис. 2. Вплив погодних умов на врожайність дослідних сортів льону олійного за різних норм внесення добрив, 2021–2022 рр.

Діаграма на рисунку 2 ілюструє, що застосування удобрень N₄₅P₃₀K₃₀ і N₆₀P₄₅K₄₅ дозволяє знизити втрати врожайності льону олійного внаслідок несприятливих погодних умов. Наприклад, для сорту Дебют у 2022 році втрати врожайності відносно 2021 року та 2020 року скоротились на 2% і 24% відповідно при внесенні N₄₅P₃₀K₃₀. Втрати врожайності цього сорту при удобренні N₆₀P₄₅K₄₅ не були значно відмінними від менших доз. Однак вплив удобрень на врожайність сорту Айсберг у 2022 році був менш однозначним і різноманітним.

З проведених досліджень випливає, що кількість опадів протягом років досліджень (2020-2022 рр.) не мала істотного впливу на врожайність льону

олійного. Проте сухі погодні умови у 2022 році суттєво знизили врожайність обох дослідних сортів. В порівнянні з 2021 роком, втрати врожайності становили близько 30%, і для сорту Дебют це склалося приблизно на 3,2-4,6%, а для сорту Айсберг – на 6,6-7,3%.

Внаслідок проведених досліджень було виявлено, що врожайність насіння льону олійного зростала під впливом різних доз мінеральних добрив. Наприклад, в найбільш сприятливому 2021 році, врожайність сорту Айсберг під впливом добрив N60P45K45 сягнула 1,82 тонни на гектар. Середнє зростання врожайності для обох сортів було при удобренні N45P30K30 і складало відповідно 33,3% для сорту Дебют і 31,7% для сорту Айсберг.

Ці показники стали ще значущими, оскільки в умовах удобрення N60P45K45 знизилося вплив погодних умов на врожайність льону олійного. Особливо це стосується сорту Дебют, де врожайність підвищилася на 44,8%.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

У контексті переходу до ринкової економіки в Україні, господарські рішення та організація технологій виробництва стають більш об'єктивно зорієнтованими на досягнення економічної результативності, якості продукції та екологічної безпеки підприємств. Це означає, що виробничі обсяги, хоча і важливі, більше не є єдиними чинниками визначення успішності підприємства. Замість цього, враховуються такі критерії, як прибутковість, якість виробленої продукції та її конкурентоспроможність на ринку, а також збалансованість та сталість виробничих процесів.

Зважаючи на ці фактори, підприємства в Україні вимушені були переглянути свої стратегії та пристосувати їх до нових умов. Ефективне використання ресурсів та оптимізація виробничих процесів стали більш актуальними завдяки посиленню конкуренції. Крім того, підприємства звертають увагу на питання сталого розвитку та екологічної безпеки, оскільки це може мати вирішальний вплив на їх репутацію та сприйняття споживачами.

Опис економічної ефективності вирощування льону олійного на території Кіровоградської області передбачає розгляд різних аспектів, таких як собівартість, прибутковість та вплив різних агротехнологічних заходів та кліматичних умов на результативність вирощування.

1. Собівартість вирощування: Собівартість вирощування льону олійного залежить від різних факторів, включаючи тип ґрунту, технологічні рішення, кількість витратних матеріалів (насіння, добрива, агрохімікати), витрати на зрошення тощо. Додаткові заходи, такі як вирощування із міжряддям 45 см і збільшення норми висіву, можуть збільшити собівартість вирощування.

2. Прибутковість: Прибутковість вирощування льону олійного визначається рівнем врожайності та ринковою ціною на насіння. Додаткові агротехнологічні заходи, такі як збільшення норми висіву, можуть призвести до збільшення врожайності та відповідно підвищення прибутковості. Однак, вони можуть також призвести до додаткових витрат.

3. Кліматичні умови: Кліматичні умови в Кіровоградській області, зокрема кількість опадів та температурний режим, можуть значно впливати на врожайність льону олійного. Річні варіації в опадах та температурі можуть створювати коливання в урожайності.

4. Витрати на агротехнологічні заходи: Вирішення питань про використання додаткових агротехнологічних заходів, таких як зрошення та внесення мінеральних добрив, потребує уважного розгляду витрат та впливу на врожайність і прибутковість. Ці додаткові витрати мають бути виправданими економічно.

Загальна ефективність вирощування льону олійного визначається балансом між вищезазначеними факторами. Оптимальні агротехнологічні рішення та раціональне управління витратами можуть позитивно впливати на економічну ефективність вирощування льону олійного. Рішення щодо

застосування додаткових заходів повинні базуватися на детальному економічному аналізі та урахуванні специфічних умов вирощування в Кіровоградській області, включаючи кліматичні умови та ринкові фактори.

Отже, в умовах ринкової економіки, підприємства повинні бути більш гнучкими, адаптивними та враховувати не лише обсяги виробництва, але й важливі аспекти, які визначають їх економічний успіх, якість продукції та екологічну безпеку. [78].

Це вимагає проведення економічного аналізу та використання спеціальних методів для дослідження функціонування систем взаємопов'язаних економічних процесів та господарських комплексів. Також важливо вивчати темпи, пропорції та тенденції їх розвитку та розкривати глибинну сутність окремих елементів технології, які можуть призвести до різних відхилень та впливів.

Олійні культури є важливим складовим сектором аграрної економіки України. Вони задовольняють внутрішні потреби країни і водночас визначають її експортний потенціал у сфері сільськогосподарського комплексу. За думкою економістів, основним напрямком підвищення ефективності вирощування насіння олійних культур є зниження собівартості виробництва, переважно за рахунок зменшення частки загальних витрат у структурі собівартості продукції [77].

Оскільки ціни на насіння льону високі на ринку і вони експортуються, це робить вирощування цих культур прибутковим, близьким до соняшника. Також існують привабливі можливості для переробників льону, зокрема для льонозаводів.

Підвищення рентабельності можливе шляхом диверсифікації виробництва та фокусування на виробництві різноманітних видів кінцевої продукції для різних секторів господарства України та зарубіжних ринків. На основі розрахунків технологічних карт видно, що найбільш витратними агротехнологічними заходами є внесення мінеральних добрив. Використання добрив за нормою N45P30K30 потребує додатково 2,15 тисяч гривень на гектар, а за нормою N60P45K45 - 2,99 тисяч гривень на гектар.

Додаткові заходи, такі як вирощування льону олійного із міжряддям 45 см і збільшення норми висіву, призводять до додаткових витрат. Розрахунки показали, що застосування різних засобів інтенсифікації призвело до збільшення собівартості виробництва льону олійного. Найбільший вплив на собівартість справили зміни у ширині міжряддя культури та застосування зрошення.

В умовах природного зволоження, найнижчу собівартість отримано при нормі висіву 6 млн шт./га і вирощуванні із міжряддям 15 см. У відсутності зрошення, внесення мінеральних добрив призводить до постійного збільшення собівартості виробництва насіння.

Аналіз структури витрат вказує на те, що частка витрат на агрохімікати зростає під час інтенсифікації технологій вирощування льону, збільшуючись від 4,3% до 40,6%.

Економічний аналіз виявив, що визначення оптимальних строків сівби дозволяє досягти економічних переваг, при цьому не потрібні додаткові технологічні витрати. Додаткові витрати пов'язані зі збиранням та транспортуванням додаткової продукції, а в більш пізній період - з додатковою обробкою ґрунту.

При збільшенні норми висіву на кожен градацію витрати середньо збільшувалися на 46 грн/га. Важливо відзначити, що собівартість насіння мала тенденцію до зростання при перевищенні норми висіву понад 6 млн штук на гектар. Найбільший прибуток в розмірі 6,43 тис. грн/га був отриманий при сівбі в ранні строки, коли ґрунт має фізичну стиглість, та при встановленні норми висіву на рівні 6 млн штук на гектар. Відкладення сівби на 10 днів призвело до зменшення прибутковості до 5,95 тис. грн/га, а відкладення на 20 днів - до 3,79 тис. грн/га.

Отже, відкладення сівби понад 10 діб після набуття ґрунтом стану фізичної стиглості призводить до різкого зменшення прибутковості вирощування культури. Структура виробничих витрат практично не змінюється внаслідок зміни строків сівби. Проте, при підвищенні норми висіву від 4 до 12 млн шт./га, частка витрат на насіння в структурі витрат зростає з 11,2% до 27,5%.

При вирощуванні льону олійного із збиранням прямим комбайнуванням без десикації витрати склали 8,94 тис. грн/га.

1. Вирощування льону олійного, з врахуванням принципів системності та адаптивності, дозволяє досягти значної економічної та енергетичної ефективності завдяки застосуванню інтенсифікаційних факторів. Використання соломи для технічної переробки підвищує загальну продуктивність вирощування і приносить значний позитивний екологічний внесок.

2. Максимальний рівень прибутковості вирощування насіння льону олійного досягається при використанні добрив за нормою N60P45K45, сівбі із міжряддями 15 см та без зрошення. У цих умовах, при встановленні норми висіву на рівні 6 мільйонів штук на гектар, прибуток складає 7,58 тисяч гривень на гектар.

3. Максимальний прибуток вирощування льону олійного досягається при оптимальних строках посіву і встановленні норми висіву на рівні 6 мільйонів штук на гектар. В цих умовах прибуток становить 6,43 тисяч гривень на гектар. Зміщення сівби на 10 діб знижує прибутковість, а вирощування сорту Айсберг в умовах природного зволоження забезпечує найвищий прибуток на рівні 6,78-6,88 тисяч гривень на гектар.

Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Загальна мета охорони праці на сільськогосподарських підприємствах полягає в створенні умов, які забезпечують безпеку та здоров'я працівників. Важливими аспектами є зменшення ризику травм та загроз для здоров'я працівників, а також покращення загальних умов праці на аграрних підприємствах.

1. Законодавство і нормативи: Охорона праці на аграрних підприємствах повинна дотримуватися національного законодавства та нормативних актів, що стосуються безпеки і здоров'я на робочому місці. Це включає в себе відповідні закони, постанови, стандарти та правила. Знайомство з цими правилами є важливим для впровадження правильних практик та дотримання вимог.

Законодавство та нормативи щодо охорони праці на аграрних підприємствах України базуються на вітчизняних нормативах та враховують особливості сільськогосподарського сектору. Ось загальний огляд основних законів і нормативів:

1.1 Закон України "Про охорону праці": Цей закон встановлює загальні принципи та вимоги щодо охорони праці у всіх сферах господарської діяльності, включаючи аграрний сектор. Він регулює права та обов'язки роботодавців та працівників щодо безпеки і здоров'я на робочому місці.

1.2 Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Положення про організацію виробничого контролю за додержанням законодавства про охорону праці": Ця постанова регламентує порядок проведення виробничого контролю за додержанням законодавства про охорону праці на підприємствах, включаючи аграрні.

1.3 Гігієнічні нормативи: Державні санітарні норми та правила визначають вимоги щодо якості повітря, води, ґрунту, освітлення, температурних режимів, які повинні враховуватися на аграрних підприємствах.

1.4 Нормативи безпеки праці на сільськогосподарських машинах і обладнанні: Україна має спеціальні нормативи і стандарти безпеки для сільськогосподарської техніки, включаючи трактори, комбайни, іншу сільськогосподарську техніку.

1.5 Інструкції та положення: Закон вимагає, щоб на аграрних підприємствах розроблялися інструкції та положення з охорони праці для конкретних видів робіт і обладнання. Ці документи визначають конкретні правила та процедури безпеки.

1.6 Контроль та інспекції: Україна має систему державних інспекцій, які здійснюють контроль за додержанням вимог щодо охорони праці. Інспекції можуть проводити планові або позапланові перевірки на аграрних підприємствах і накладати санкції за порушення вимог безпеки.

Ці закони та нормативи спрямовані на забезпечення безпеки працівників на аграрних підприємствах та враховують особливості сільськогосподарського

сектору, включаючи роботу з сільськогосподарською технікою, обробку землі та роботу з хімічними речовинами. Важливо ознайомитися з конкретними законами і нормативами, які стосуються вашого аграрного підприємства, і дотримуватися їх вимог для забезпечення безпеки працівників.

2. Оцінка ризиків: Оцінка ризиків - це процес визначення, які ризики можуть виникнути на аграрному підприємстві, і як їх уникнути або зменшити. Ця оцінка включає аналіз різних аспектів робочих процесів, обладнання, хімічних речовин, природних факторів тощо. Оцінка ризиків допомагає визначити заходи щодо безпеки та розробити план дій.

3. Навчання та інструктаж: Працівники аграрних підприємств повинні бути навчені правилам безпеки та отримати відповідні інструкції щодо безпечної роботи. Це включає в себе навчання щодо користування сільськогосподарською технікою, правилами взаємодії з хімічними речовинами, процедурою дії під час надзвичайних ситуацій і багато іншого.

4. Захисне спорядження: Працівники повинні бути забезпечені відповідним захисним спорядженням. Наприклад, це може включати в себе захист від шуму (гарнітура для вух), захист від впливу хімічних речовин (спеціальний одяг та рукавички), робочий одяг із захистом від механічних пошкоджень (кевларові куртки, захисні шоломи тощо).

5. Медичний контроль: Проведення регулярних медичних оглядів дозволяє виявити можливі захворювання, пов'язані з роботою на аграрному підприємстві, і вчасно приймати заходи для запобігання проблемам зі здоров'ям. Також важливо забезпечити доступ до медичної допомоги у випадку травм чи нагальних станів.

6. Пожежна безпека: Пожежна безпека на аграрних підприємствах включає в себе встановлення та підтримання пожежних систем та вивчення першої допомоги при обробці сільськогосподарських матеріалів, які можуть спричинити пожежу. Протипожежні дії та евакуаційні плани також є важливою частиною пожежної безпеки.

7. Впровадження технологічних рішень: В сучасному аграрному виробництві технології грають важливу роль у покращенні безпеки і ефективності робочих процесів. Використання сучасної сільськогосподарської техніки з автоматичними системами керування і моніторингу дозволяє зменшити ризики та підвищити продуктивність.

Загальна мета охорони праці на аграрних підприємствах полягає в забезпеченні безпеки та здоров'я працівників, зменшенні ризиків травм та небезпеки для здоров'я, а також в покращенні умов праці на сільськогосподарських підприємствах.

1. Загальні вимоги

1. Перед початком збирання врожаю, усі відповідні технічні засоби, агрегати та автомобілі повинні бути перевірені та налагоджені щодо систем живлення, змащення, охолодження та запалювання. Крім того, вони повинні мати

- справні іскрогасники та бути обладнані первинними засобами пожежогасіння. Для комбайнів та тракторів це включає два вогнегасники, дві штикові лопати і дві мітли, а для кожного автомобіля - вуглекислотний або порошковий вогнегасник та штикову лопату. Корпуси комбайнів, автомобілів-цистерн - заземлені металевим ланцюгом, що торкається землі.
2. Усі працівники, які беруть участь у збиранні врожаю, повинні пройти обов'язковий протипожежний інструктаж.
 3. Трактори, комбайни та інші самохідні машини, які мають електричний пуск двигуна, повинні бути обладнані вимикачем для відключення акумулятора від споживача струму. Електропроводка повинна бути справною та надійно закріпленою. Клеми акумулятора, стартера та генератора повинні бути захищені від можливого потрапляння на них струмопровідних предметів.
 4. Тимчасові польові стоянки, місця для зберігання тракторів, комбайнів та автомобілів повинні бути розташовані на відстані не менше 100 метрів від хлібних полів, токів та скирд. Заборонено стоянку автомобілів, тракторів та інших транспортних засобів на території, де зберігаються грубі корми.
 5. Розміщення зернотоків має відповідати таким вимогам: відстань від будівель та споруд повинна бути не менше 50 метрів, а від хлібних полів - не менше 100 метрів. Ворота в зерносховищах повинні відкриватися на зовнішню сторону і не повинні бути завалені жодними предметами.
 6. Протипожежні розриви від пункту приготування трав'яного борошна до будівель, споруд та цистерн із пально-мастильними матеріалами повинні становити не менше 50 метрів. Відкриті зберігальні приміщення для грубих кормів повинні мати протипожежний розрив не менше 150 метрів.
 7. У закритих складах грубих кормів загальний вимикач електропостачання розташовують поза будівлями на негорючій стіні або в окремо розташованій шафі або ніші, яку після завершення робіт запломбовують. Дерев'яні опори всередині зерноскладів повинні бути покриті вогнезахисним матеріалом.
 8. Горючі конструкції навісів, під якими розташовані агрегати для виробництва вітамінного борошна, мають бути оброблені вогнезахисними матеріалами.
 9. Витратний бак повинен розташовуватися поза приміщенням агрегату на відстані не менше 2 метрів від зовнішньої стіни, яка виготовлена із негорючих матеріалів. Паливопроводи мають бути виготовлені із металевих труб та обладнані двома вентилями: один знаходиться біля агрегату, а інший — біля паливного баку.
 10. Заборонено вирощувати колосові культури на смугах відведення залізничних та автошляхових доріг. Копиці скошеної трави на цих смугах повинні розташовуватися на відстані не менше 30 метрів від хлібних полів.
 11. Під час збору зернових культур заборонено палити соломі, спалювати рештки рослин після жнив, і розпалювати вогнища на полях.

2. Вимоги пожежної безпеки до початку робіт

1. Під час воскової стиглості хлібних полів необхідно розділити їх на ділянки площею не перевищуючи 50 тон. Між цими ділянками рекомендується створити прокоси завширшки не менше 8 метрів. Скошену соломку з прокосів слід відразу ж видаляти. Також, в середині прокосів слід проорати смуги шириною не менше 4 метрів.
2. Території, що межують з лісовими масивами, автомобільними шляхами та залізницями, слід обрізати, включаючи видалення скошеної рослинності, і обробити смугою завширшки не менше 4 метрів.
3. Перед початком роботи перевірте збиральну техніку на товстість і надійність приєднання вихлопної труби до патрубку випускного колектора та колектора до блока двигуна, а також переконайтеся, що всі трактори мають належні капоти.
4. Потрібно встановити обмежувач на тросово-рамочну волокушу, що запобігає ковзанню кільця по тросу.
5. Місця встановлення вентиляторів для процесу досушування грубих кормів у закритих приміщеннях слід обгородити.
6. На сушільних агрегатах та агрегатах для приготування трав'яного борошна, які працюють на рідкому паливі, обов'язково перевірте наявність приладів контролю теплоносія та автоматики для відключення палива у разі згасання факела в топці, підвищення температури та падіння тиску перед форсункою.

3. Вимоги пожежної безпеки під час збирання зернових

1. Під час роботи комбайна з підбирачем слід вдавати увагу, щоб пружинні зубці підбирача не потрапляли в середину кожуха барабана. Якщо це сталося, негайно зупиніть комбайн і видаліть зубці з кожуха. У разі появи ознак пробивання прокладок випускного колектора та його з'єднання з двигуном, припинити роботу до їх заміни.
2. У разі поломки комбайна слід вивести його з хлібного масиву на відстань не менше 30 метрів для проведення ремонтних робіт. Місце виконання зварювальних робіт повинно бути очищене від стерні та інших горючих матеріалів.
3. Радіатори двигунів, вали бітерів, соломонабивачів, транспортерів, підбирачів, шнеки та інші вузли і деталі збиральних машин слід регулярно очищати від пилу, соломи та зерна. Це допоможе уникнути перегріву і забезпечить нормальну роботу техніки. Не дозволяється застосовувати паяльні лампи для випалювання пилу з радіаторів.
4. Заправлення збиральної техніки слід проводити в денний час за межами поля, з використанням паливозаправників, при заглушених двигунах машини, і на відстані не менше ніж 30 метрів від хлібних масивів. Це важливо для зменшення ризику пожежі та збереження безпеки під час заправки.
5. Під час групового збору зернових, важливо включити в склад збирально-

транспортних бригад спеціальні автомобілі, які обладнані для тушіння можливих пожеж, які можуть виникнути під час процесу збору та транспортування зерна.

6. На хлібних полях, що мають площу понад 25 гектарів та де проводиться збір врожаю, необхідно бути готовими до можливості пожежі. В цій ситуації рекомендується мати плуг для швидкого утворення пожежної смуги. Поруч також має бути розташований трактор, готовий до негайного втручання.

4. Вимоги пожежної безпеки при заготівлі грубих кормів

- Під час використання тросово-рамочної волокуші з трактором, необхідно регулювати довжину троса так, щоб відстань між трактором і соломою становила не менше 5 метрів.
- Під час роботи Трактори та автомобілі, що працюють на механічному завантаженні і на транспортуванні грубих кормів, обладнують іскрогасниками. Вони не повинні під'їжджати до скирт, штабелів ближче 3-х метрів.
- Під час завантаження автомобіля кузова слід мати заглушеним двигун. Перед виїздом необхідно очистити вихлопну трубу від грубих кормів та ретельно оглянути місце стоянки.
- Скирти і штабелі можна розміщувати на відстані не менше 15 метрів від ліній електропередач, 20 метрів від доріг та 50 метрів від будівель і споруд.
- Одна скирта не повинна мати площу основи більше 300 м², а штабель пресованого сіна і соломи - 500 м². На відстані 5 метрів від основи скирти повинна бути оброблена захисною смугою шириною не менше 4 метрів.
- Відстань між протипожежними розривами для скирт, де зберігається сіно з підвищеною вологістю, повинна складати не менше 20 метрів. Якщо скирти розміщені парами, то відстань між ними повинна бути не менше 6 метрів, і між сусідніми парами - не менше 30 метрів. Між парами проорюються смуги завширшки 4 метри.
- Під час утворення сінних копиць з високим вмістом вологи, необхідно встановлювати металеві труби для вимірювання температури на різних глибинах протягом 60 днів. Якщо температура досягає 50°C, то копицю слід розібрати і висушити.
- Сушіння сіна за допомогою штучних установок можна проводити лише за допомогою обладнання заводського виробництва.
- При використанні вентиляторів для досушування у закритих спорудах, їх розміщують зовнішньо на відстані 1 м від негорючих стін та 2,5 м від горючих перешкод. Повітропроводи повинні бути зроблені з негорючих матеріалів, а повітрозабірний отвір вентилятора має бути захищений від потрапляння сіна або соломи металевою сіткою, де розмір отворів не перевищує 25x25 мм.
- Під час проведення процесу сушіння під навісом (у скирті, копиці тощо), вентилятор також розміщують на відстані 2,5 метра від навісу. Кабель або

провід, який живить двигун вентилятора, слід прокладати в землі.

- Місця, де постійно зберігають грубі корми, повинні бути обладнані системами захисту від ударів блискавки та обгороджені для забезпечення безпеки.

5. Вимоги пожежної безпеки до зерноскладів, зерносушарок

- Зерносховища повинні бути окремими спорудами і забороняється зберігати в них небезпечні матеріали та встановлювати будь-яке устаткування.
- При завантаженні зерна насипом слід уникати тертя транспортерної стрічки об конструкцію транспортера. Необхідно забезпечувати, щоб рівень зерна був нижчий цієї стрічки, а відстань від верху зерна до горючих конструкцій, світильників та електропроводів становила не менше 0,5 метра.
- Усередині приміщень для зберігання зерна не слід використовувати машини з внутрішніми горючими двигунами, електропобутові прилади або саморобні електронагрівачі.
- Між зерноскладом і пересувним сушильним агрегатом має бути збережено відстань не менше 10 метрів.
- Дизайн сушильних агрегатів має передбачати запобігання виліту іскор. Димові труби слід оснащувати іскрогасниками, і в місцях їх проходження через горючі конструкції, передбачити протипожежний захист.
- Розпалювати сушарки смолоскипами не дозволяється, а на твердому паливі - за допомогою горючих речовин.
- У разі виявлення несправностей в приладах теплоносія та системах автоматики безпеки слід негайно зупинити роботу.
- Відсутність нагляду під час роботи сушарки заборонена. Регулярний моніторинг температури зерна через відбирання проб кожні дві години обов'язковий. Це необхідно для забезпечення безпечності та якісного сушіння.
- При наповненні сушильної камери зерном слід забезпечити, щоб над сушильними коробами або жалюзі був зерновий шар товщиною не менше 0,4 метра.
- Щодоби після роботи сушарки важливо виконувати процедуру очищення вантажно-розвантажувальних механізмів від пилу і зерна.

6. Вимоги пожежної безпеки при приготуванні і зберіганні вітамінно-трав'яного борошна

- Необхідно подрібнювати зелену масу до довжини не більше 30 мм і подавати її безперервно у сушильний барабан. Частинки, які довше за ці параметри, можуть впасти з повітряного потоку і нагрітися в сушильному барабані, спричинюючи тління.
- Якщо виникло горіння в сушильному барабані, необхідно вивести 150 кг продукту з зони загрози перед пожежею. Після успішного гасіння пожежі, перший вихід продукту, який був евакуйований (200 кг), повинен бути розміщений окремо і контролюватися протягом наступних 48 годин.

- Готове трав'яне борошно, яке запаковане в мішки, має бути витримане під навісом принаймні протягом 48 годин для зниження температури продукту.
- Мішки з борошном розміщують у стопці по два в ряду, не перевищуючи висоту 2 метри..
- Трав'яне борошно слід зберігати в окремому приміщенні або в окремому складі з протипожежними стінами і перекриттями, оснащеними незалежним виходом і ефективною вентиляцією. У складі проходи між рядами, які укладені в штабелі, повинні бути 1 м, а вздовж стін - 0,8 м.
- Важливо уникати вологості у приміщенні для зберігання борошна, а також інших матеріалів і речовин.
- Для запобігання самозайманню зберіганого борошна важливо регулярно вимірювати та контролювати температуру. [150, 151]

Розділ 6. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

У 2000 році Україна приєдналася до європейської ініціативи щодо збереження природи, прийнявши Закон "Про Загальнодержавну програму формування національної екомережі України на 2000-2015 роки". Створення національної екомережі стало важливим кроком для інтеграції України в міжнародну систему співробітництва в галузі природоохоронних заходів.

Для збереження біологічного і ландшафтного різноманіття на території Кіровоградської області була прийнята обласна програма формування національної екологічної мережі. Ця програма була затверджена рішенням Кіровоградської обласної ради від 24 січня 2003 року № 141 і охоплювала період з 2003 по 2015 роки. Її метою було підтримати та зміцнити різноманіття природних екосистем та біорізноманіття на обласному рівні.

Прийняття цієї програми відкрило можливість для проведення досліджень території області, які раніше були обмежені внаслідок відсутності фінансування. Тепер залучені науковці з обласного еколого-експертного центру "Довкілля", фахівці з державного управління охорони навколишнього природного середовища та представники громадських організацій мають змогу більш системно та регулярно займатися науковими дослідженнями на території області. Це сприяє покращенню знань про екологічну ситуацію в області та допомагає в розвитку більш ефективних стратегій охорони природи. У період з 2004 по 2006 роки були проведені наукові польові дослідження на території області, розподілені за адміністративними районами. Під час цих досліджень було зібрано фактичний матеріал, який дозволив обґрунтувати можливість розміщення різних компонентів екологічної мережі в відповідних місцях області. На основі цих досліджень були створені попередні схеми регіональної екомережі для області в межах обстежених районів, та складені відповідні звіти. Ці дії сприяли більш детальному вивченню і обґрунтуванню мережі для охорони природи на території області.

У 2007 році було проведено узагальнення та уточнення даних, пов'язаних із складовими елементами екомережі, використовуючи результати наукових досліджень, проведених в попередні роки. На основі цих даних була складена текстова частина проекту регіональної схеми національної екологічної мережі на території Кіровоградської області, проведена оцінка її ефективності і підготовлені картографічні матеріали. В регіональній схемі екомережі зазначено наявність 99 регіональних центрів біорізноманіття та 186 екологічних коридорів. Ці дані вказують на важливий крок у розвитку охорони природи на території області.

Усі важливі території були створені на основі існуючих об'єктів та територій природно-заповідного фонду. Режим функціонування таких об'єктів природно-заповідного фонду, які включені до переліку ключових територій, визначається відповідно до чинного законодавства України, зокрема Закону "Про природно-заповідний фонд України" і положень, які регулюють функціонування цих об'єктів.

Меридіональні природні коридори національного і регіонального значення охоплюють лише території річкових долин в межах їх прибережних захисних смуг. Департаментом екології та природних ресурсів обласної державної адміністрації була створена електронна версія топографічної карти області, на якій нанесена регіональна схема екологічної мережі. Ця схема була схвалена рішенням обласної ради від 23 червня 2017 року під номером 329 "Про затвердження регіональної схеми екологічної мережі Кіровоградської області".

Затвердження регіональної схеми екологічної мережі Кіровоградської області сприяє забезпеченню цілісності функцій екосистемних компонентів екомережі, збереженню ландшафтної та біорізноманітної різноманітності, місць життя та росту цінних видів тваринного і рослинного світу, генетичного резерву, маршрутів міграції тварин через поєднання територій та природоохоронних об'єктів, а також інших територій, які мають важливу цінність для збереження навколишнього природного середовища.

Основні екологічні проблеми області

Визначення найважливіших екологічних проблем регіону базується на оцінці стану довкілля області, з використанням соціально-економічних та статистичних показників, таких як обсяги викидів та скидів забруднюючих речовин, індикатори якості водних та атмосферних ресурсів, у тому числі нормативи для водних ресурсів та атмосферного повітря, а також нормативи для скидів забруднюючих речовин у водні водоймища. Оцінка враховує просторові та часові аспекти прояву негативних екологічних процесів. Основні фактори та критерії для визначення найважливіших екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням атмосферного повітря викидами забруднюючих речовин від промислових підприємств у Кіровоградській області, включають:

1. Кількість і типи забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря від промислових підприємств.
2. Обсяги викидів цих речовин у відповідний рік, і їхнє порівняння з попередніми роками для визначення тенденцій.
3. Визначення джерел викидів та виділення найбільш забруднюючих галузей промисловості у регіоні.
4. Оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я людей і стан навколишнього середовища.
5. Заходи, які приймаються для зменшення викидів та поліпшення стану атмосферного повітря.

У Кіровоградській області основними джерелами забруднення атмосферного повітря є підприємства, що здійснюють виробництво металів та виробництво олії та тваринних жирів. У 2020 році викиди забруднюючих речовин в атмосферу зменшилися порівняно з 2019 роком, але проблема залишається актуальною.

Важливо проводити моніторинг та вживати заходів для подальшого зменшення викидів та забезпечення безпеки довкілля та здоров'я населення. Контроль за якістю атмосферного повітря в населених пунктах Кіровоградської області здійснюється лабораторіями спостереження за забрудненням атмосфери II групи Кіровоградського центру з гідрометеорології. За їхніми даними за 2021 рік в атмосферному повітрі міст області були зареєстровані середньорічні концентрації забруднюючих речовин.

У місті Кропивницький, середньорічні концентрації пилу становили 1,4 ГДК, а концентрація формальдегіду склала 1,2 ГДК. У місті Олександрія середньорічні концентрації пилу також дорівнювали 1,4 ГДК. У місті Світловодськ середньорічні концентрації пилу склала 0,67 ГДК, і концентрація формальдегіду була 0,47 ГДК.

Для оцінки якості атмосферного повітря порівнюють середньорічні концентрації забруднюючих речовин з ГДК (гранично допустимою концентрацією). У разі перевищення ГДК це може свідчити про проблеми з якістю повітря та потребу у вжитті заходів для зменшення забруднення та збереження здоров'я населення.

Забруднення повітря є надзвичайно важливим аспектом екологічних досліджень у Кіровоградській області, оскільки жителі регіону мають право на дихання чистим повітрям і заслуговують на знання про стан забруднення повітря та пошук шляхів для його покращення. Відповідно до нормативно-правових актів, контроль за якістю атмосферного повітря здійснюється відповідними органами і службами на державному та регіональному рівнях. Згідно з постановою Кабінету Міністрів України та розпорядженням голови обласної державної адміністрації, управління якістю атмосферного повітря в Кіровоградській області здійснює департамент екології, природних ресурсів та паливно-енергетичного комплексу. Ця установа відповідає за контроль за якістю повітря та вжиття заходів для зниження рівнів забруднення повітря, забезпечуючи тим самим дотримання екологічних норм та стандартів для захисту здоров'я населення і збереження навколишнього середовища.

Ці заходи є важливими для забезпечення сталого розвитку та збереження екологічної безпеки в області.

Запуск системи моніторингу атмосферного повітря є кроком у напрямку оперативного збору і аналізу інформації про якість повітря в регіоні. Ця система надасть можливість вчасно виявляти та оцінювати рівень забруднення атмосфери, що, в свою чергу, допоможе приймати ефективні управлінські рішення та контролювати ситуацію. Це важливо для забезпечення безпеки та здоров'я населення, а також для збереження довкілля та природного середовища.

Щодо забруднення водних об'єктів скидами забруднюючих речовин, особливу увагу слід звертати на контроль за водоспоживанням і збором стічних вод від промислових підприємств і підприємств житлово-

комунального господарства. Система моніторингу цих водних об'єктів дозволить оперативно виявляти та відслідковувати рівні забруднення, а також вживати необхідні заходи для зменшення викидів та покращення якості води в річках, озерах, інших водоймах та водних джерелах в регіоні. Важливо наголосити на необхідності збереження водних ресурсів та забезпеченні чистого та безпечного водопостачання для населення та природи.

Звітні дані свідчать про значний обсяг забору та використання води в Кіровоградській області, при цьому набагато менший обсяг води було використано для питних та санітарно-гігієнічних потреб. Значна частина води була використана для виробничих потреб та зрошення, що свідчить про інтенсивне використання водних ресурсів у промисловості та сільському господарстві області.

Найважливішою проблемою є скидання недостатньо очищених вод у поверхневі водні об'єкти. Такий вид скидів є найбільш небезпечним для навколишнього середовища та водних ресурсів, оскільки він може призвести до забруднення водних об'єктів та забруднення питної води. Збільшення обсягу недостатньо очищених вод у порівнянні з попереднім роком є звідси насторожуючим та вимагає ретельного аналізу та вжиття заходів для зменшення скидів такого типу.

Заборони скидання недостатньо очищених вод у водні об'єкти та заохочення до використання більш екологічно чистих технологій очищення стоків можуть сприяти зменшенню негативного впливу на водні ресурси області та покращенню їх якості.

1.3) Проблеми щодо умов скидання шахтних і кар'єрних вод у водні об'єкти: Серйозні питання виникають у зв'язку із скиданням немінералізованих шахтних вод без очистки. Це призводить до значного забруднення водних об'єктів та може мати серйозний вплив на екологічну ситуацію в регіоні.

1.4) Забруднення підземних водоносних горизонтів:

- Наявність місць акумуляції комунальних і побутових відходів;
- Сільськогосподарські та інші угіддя, на яких застосовуються добрива, пестициди та інші хімічні речовини;
- Промислові майданчики підприємств, поля фільтрації, свердловини та інші гірничі виробки.

Всі ці фактори призводять до забруднення підземних вод і можуть вплинути на якість питної води та екологічну ситуацію в регіоні.

1.5) Порушенням гідрологічного та гідрохімічного режиму малих річок регіону:

Значна кількість малих річок на території області вимагає уваги щодо збереження їхнього гідрологічного та гідрохімічного режиму. Встановлення режимів експлуатації ставків та водосховищ, санітарних попусків із водойм є важливими заходами для збереження стану малих річок та запобігання їхньому висиханню.

1.6) Утилізацією відходів гірничодобувної, металургійної, енергетичної та інших галузей промисловості:

Правильна утилізація відходів є важливим аспектом в охороні навколишнього середовища. Незадовільна утилізація може призвести до забруднення ґрунту та водних об'єктів. Строго контролювана та відповідна утилізація відходів є необхідною для забезпечення екологічної безпеки та збереження природних ресурсів.

За наданими статистичними даними, в Кіровоградській області спостерігається значне зменшення обсягу утворених відходів у 2020 році порівняно з попередніми роками. Загальний обсяг відходів за 2020 рік становить 498,7 тис. тонн, що на 98,67% менше, ніж у 2019 році.

Зокрема, в 2019 році було утворено 37,410 млн. тонн відходів, що на 1,3% менше, ніж у 2018 році. Важливо відзначити, що понад 90% у структурі утворюваних в області відходів складають відходи виробничої діяльності ПрАТ "Центральний гірничо-збагачувальний комбінат".

Зменшення обсягу утворених відходів може бути наслідком різних факторів, таких як зменшення виробництва на підприємствах, впровадження більш ефективних технологій та процесів у виробництві, або впливу екологічних програм та стандартів. Важливо продовжувати вживати заходи для зменшення утворення відходів та їхнього впливу на навколишнє середовище. Уранодобувна промисловість в Кіровоградській області грає важливу роль, оскільки область має значні запаси урану, які становлять більшість загальних запасів в Україні (83%). Видобуток урану на території області є монопольним (100%).

Запаси урану в області були розвідані в різних ступенях, і на території області розробляються чотири родовища. Уран є важливою корисною копалиною, яка використовується для виробництва ядерної енергії та в інших галузях промисловості. Проте видобуток урану та зв'язані з ним процеси можуть мати значний вплив на навколишнє середовище, включаючи водні ресурси та ґрунти, тому важливо вживати заходи для забезпечення сталої та екологічно безпечної діяльності уранодобувної промисловості, враховуючи законодавство та нормативи в галузі охорони довкілля.

Проблеми, пов'язані з природно-заповідним фондом в Кіровоградській області, включають:

1. Неузгодженість і недосконалість законодавства: Відсутність чіткої координації і нормативного регулювання між різними законами (земельними, лісовими, природоохоронними) може ускладнювати створення та управління природно-заповідними територіями.
2. Відсутність економічних стимулів: Відсутність ефективних механізмів стимулювання для створення нових об'єктів природно-заповідного фонду та відшкодування збитків землекористувачам може ускладнювати створення та діяльність заповідників та інших природоохоронних територій.

3. Відсутність механізму викупу земельних ділянок: Брак механізмів для викупу земельних ділянок для природоохоронних цілей може гальмувати створення нових заповідників та природно-заповідних територій.

Вирішення цих проблем може вимагати удосконалення законодавства, створення інструментів економічного стимулювання та змін у підходах до земельного використання. Такі заходи сприяють розвитку природно-заповідного фонду та збереженню біорізноманіття в області.

Зазначені проблеми, пов'язані з природно-заповідним фондом, включають:

1. Відмова організацій та державних органів у наданні погоджень для заповідання територій через корпоративні або індивідуальні інтереси у приватизації цінних земельних ділянок. Це може призводити до труднощів у створенні нових природоохоронних територій та погіршувати збереження природних ресурсів.

2. Складнощі щодо передачі територій та об'єктів природно-заповідного фонду. Процедура передачі таких територій під охорону може бути довгою та складною, особливо, коли земельні власники або орендарі мають протидіючий ставлення до такого заходу.

3. Складнощі щодо визначення меж в натурі та розроблення земельних документів для існуючих територій та об'єктів природно-заповідного фонду. Недостатнє фінансування робіт землевласниками може призводити до затримок у проведенні цих дій.

4. Відсутність фінансування на місцевому рівні та недостатнє фінансування на державному рівні для виконання заходів щодо створення нових об'єктів природно-заповідного фонду та збереження існуючих. Недостатнє фінансування може обмежувати розвиток та збереження природно-заповідних об'єктів.

Розв'язання цих проблем може вимагати удосконалення законодавства, залучення громадськості, ефективних механізмів фінансування та більшої уваги до природно-заповідних питань на рівні держави та місцевих громад. Проблеми, що вимагають вирішення на міжнародному рівні:

1. Відсутність міжнародних інвестицій в галузі переробки та утилізації твердих побутових відходів. Міжнародна співпраця та інвестиції можуть допомогти впровадженню більш ефективних та екологічно чистих технологій для обробки та використання твердих побутових відходів.

Проблеми, що вимагають вирішення на міжнародному рівні:

1. Відсутність міжнародних інвестицій в галузі переробки та утилізації твердих побутових відходів. Міжнародна співпраця та інвестиції можуть допомогти впровадженню більш ефективних та екологічно чистих технологій для обробки та використання твердих побутових відходів.

Проблеми загальнодержавного значення:

1. Забруднення атмосфери викидами промислових підприємств та автотранспорту. Вирішення цієї проблеми може включати в себе прийняття

більш суворих екологічних стандартів та застосування чистих технологій у промисловості та транспорті.

2. Забруднення водних об'єктів недостатньо очищеними стічними водами від комунальних господарств та промислових підприємств. У вирішенні цієї проблеми важлива роль належить вдосконаленню системи очищення стічних вод та впровадженню сучасних технологій обробки.

3. Забруднення навколишнього природного середовища твердими побутовими відходами. Вирішення цієї проблеми може включати в себе ефективну систему відокремленого збору та переробки відходів, а також популяризацію переробки та утилізації.

4. Виснаження та деградація землі внаслідок вирубки лісосмуг та недотримання сівозмін сільськими господарствами (виробниками). Сільське господарство повинно бути більш стало та екологічно ефективним, а лісосадіння та відновлення лісу можуть допомогти в боротьбі з цією проблемою.

5. Відсутність сучасних механізмів стосовно заповідання територій в умовах відсутності вільних територій та безконтрольного використання земель для сільськогосподарського виробництва. Вирішення цієї проблеми може включати в себе удосконалення земельного законодавства та впровадження механізмів для контролю за використанням земель.

6. Створення загальнодержавної комплексної системи моніторингу стану навколишнього природного середовища. Це важливе завдання, яке вимагає співпраці різних галузей та владних структур для збору та аналізу даних щодо стану природного середовища.

Вирішення цих проблем вимагатиме співпраці всіх зацікавлених сторін, включаючи владні структури, громадські організації та міжнародні організації.

Проблеми місцевого значення:

1. Відсутність сучасних полігонів твердих побутових відходів в населених пунктах області або заводів з переробки твердих побутових відходів. Ця проблема може бути вирішена шляхом співпраці з місцевими владними органами для створення сучасних місць утилізації та переробки відходів.

2. Перевищення середньорічних гранично допустимих концентрацій в атмосферному повітрі в містах обласного зазначення, зокрема, Кропивницький та Олександрія по пилю. Розв'язання цієї проблеми включає в себе вдосконалення системи контролю за якістю повітря та прийняття заходів для зменшення забруднення.

3. Відсутність Регіонального плану управління відходами. Розробка і впровадження плану управління відходами може допомогти ефективному вирішенню проблеми обробки та утилізації відходів в області.

Проблеми, вирішення яких не вимагає залучення значних матеріальних (фінансових) ресурсів:

1. Паспортизація місць видалення твердих побутових відходів - сільських, селищних та міських сміттєзвалищ. Це може бути реалізовано зусиллями місцевих органів та спеціалізованих служб для документування місць утилізації відходів.
 2. Покращення стану поводження з твердими побутовими відходами, розробка схем санітарного очищення населених пунктів та правил благоустрою територій населених пунктів, ліквідація несанкціонованих сміттєзвалищ, впровадження роздільного збирання відходів від населення, рекультивація сміттязвалищ, експлуатація яких недоцільна. Ці завдання важливі для покращення управління відходами та забезпечення більшої чистоти місцевості.
 3. Еколого-просвітницьке виховання населення. Просвітницька робота та навчання населення про важливість екології можуть сприяти зменшенню негативного впливу на довкілля.
 4. Будівництво нових або реконструкція існуючих очисних споруд. Покращення і модернізація очисних споруд може допомогти покращити якість очищення стічних вод і зменшити вплив на навколишнє середовище.
 5. Створення обласної електронної системи моніторингу. Впровадження сучасних моніторингових систем може полегшити збір і аналіз даних про стан навколишнього середовища.
- Вирішення цих питань може сприяти покращенню екологічної ситуації в Кіровоградській області і сприяти створенню більш здорового та безпечного середовища для мешканців регіону [152].

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Оптасюк О. М., Шевер М. В. Рід *Linum* L. у флорі України. Київ: Альтерпрес, 2011. 276 с.
2. Поляков О. І. Агротехнічні і біокліматичні особливості формування урожайності і якості насіння соняшника, сої, льону олійного, кунжуту, ріжю, молочаю олійного в південному Степу України: дис... д-ра с.-г. наук. Запоріжжя, 2011. 34 с.
3. Радченко О. В. Розвиток наукових досліджень для вирощування льону олійного в Криму. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант, 2008. Вип. 56. С. 65–70
4. Щербаков В. Я., Лазер П. Н., Яковенко Т. М. Сучасний стан та перспективи виробництва олійних культур в Україні. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.* Херсон: Айлант, 2004. Вип. 33. С. 10–18.
5. Кириченко В. В. Визначення оптимальних параметрів виробництва олійних культур: метод. реком. Харків: «Магда LTD», 2012. С. 67–78.
6. Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н., Чехов А. В., Федорчук М. І. Олійні культури в Україні: навч. посіб. Київ: Основа, 2008. 347 с.
7. Рудік О. Л. Сировинний потенціал льону олійного та перспективи його використання в медицині. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2016. Вип. 96. С. 104–111.
8. Карпець І. П., Вареник С. О., Габенєць В. В. Льонарство України та Франції. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 3. С. 83–84.
9. Bagley C. Properties of Flax Fibre Reinforced Composite Materials C. Bagley, T. d'Anselme, J. Guyader Works of INF, 1997. P. 385–386.
10. Kozłowski R., Mankowski J. Composite materials strengthened by plants natural fibres for motor industry. *FAO Intersessional Consultation on Fibres*. 15–16 November, 1999. P. 29–34.
11. Mieleniak B. Lowcost «Compak» board based on vegetable fiber. *Wood Bas. Pan. Int.* 1985. № 1. P. 70–77.
12. Caramaro L. Flax Polypropylene Textiles for Composite Materials L. Caramaro, C. Joly, R. Gauthier Techtextil symposium, 1994. Lecture no 321. 6 p.

13. Танфильев Г. И. Очерк географии и истории главнейших культурных растений. Одесса: Гос. изд-во Украины, 1923. С. 155–158.
14. Kessler R.W. , R. Kohler. New Strategies for exploiting flax and hemp. Chemtech. December. 1996. P. 34–42.
15. Расиныш А. П. Материалы к истории культурных и сорных растений на территории Латвийской ССР до XIII в. н. э. Растительность Латвийской СССР сборник. Рига. 1958. Т. II. С. 129–132.
16. Кругла Н. А. Історія розвитку льонарства в Україні: друга половина XIX XX століття: автореф. дис... канд. історич. наук. Київ, 2002. 15 с.
17. Гобеяк Ю. М. Підвищення продуктивності льону олійного в умовах південного Степу України шляхом оптимізації агрозаходів посівного комплексу: автореф. дис... канд. с.-г. наук. Херсон, 2008. 19 с.
18. Карпець І. П., Вареник С. О., Габенєць В. В. Льонарство України та Франції. Вісник аграрної науки. 2004. № 3. С. 83–84.
19. Morvan C., AndimeOnzighi C., Girault R., Himmelsbach D. S., Driouich A. Akin D. E. Building flax fibres more than one brick in the walls. Plant Physiology and Biochemistry. 2003. P. 935–944.
20. *Linum grandiflorum* Desf. National Plant Germplasm System. GRIN-Global, USA. 2009. [Електронний ресурс]. URL: <https://npgsweb.arsgrin.gov/gringlobal/taxonomyde-tail.aspx?22335> (дата звернення: 22.12.2022).
21. Оптасюк О. М., Коротченко І. А. Еколого-ценотична характеристика видів роду *Linum* L. Український ботанічний журнал. 2011. Т. 68. № 1. С. 64–75.
22. Доброчаева Д. М. Семейство Леновые Linaceae Dum. Определитель высших растений Украины: Киев: Наукова думка, 1987. С. 216–218.
23. Hugonia longipes H. Perries. Linaceae – Conspectus of the vascular plants of Madagascar. 2015. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/conspectus/linac.shtml> (дата звернення: 22.12.2022).
24. Протопопова В. В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. Киев: Наукова думка, 1991. 201 с.

25. Нікішенко В. Л., Малярчук М. П., Заєць С. О. Льон олійний. Технологія вирощування: наук.-метод. реком. Херсон: ВАТ «Херсонська міська друкарня», 2009. 12 с.
26. Товстановская Т. Г. Изменчивость селекционно ценных признаков у льна масличного. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2010. № 15. С. 57–61.
27. Хоміна В. Я. Агротехнологічне і теоретичне обґрунтування технологій вирощування лікарських і ефіроолійних ультру в умовах Лісостепу: монографія. Кам'янець-Подільський, 2015. 185 с
28. Красільнікова Л. О., Авксентьева О. О., Садовниченко Ю. О. Анатомія рослин. Рослинна клітина, тканини, вегетативні органи: підручник. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2013. С. 159–195.
29. Рудік О. Л. Минуте, сучасність та перспективи льонарства в Україні. *Професор С. Л. Франкфурт – видатний вчений агробіолог, один із дієвих організаторів академічної науки в Україні*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ 18 листопада 2016 р.). Київ: ТОВ «Наш формат», 2016. Ч. 2. С. 347–348.
30. Логінов М. І., Чувага В. І., Гілязетдінов Р. Н. Класифікатор ознак рослин виду *Linum usitatissimum* L. Суми: СНАУ, 2010. С. 23–25.
31. Рудік О. Л., Рудік Н. М. Вплив заходів вирощування на склад жирних кислот насіння льону олійного. Лікарські рослини. *Традиції та перспективи досліджень*: матер. III міжнар. наук.-конф. «Березоточа» (м. Херсон, 14–15 липня 2016 р.). Київ: ТОВ «ДІА», 2016. С. 127–131.
32. Тараймович І. В. Можливості розширення асортименту продуктів харчування за рахунок місцевої олійної сировини. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2015. № 13. С. 167–171.
33. Горач О. О. До питання комплексного використання льону олійного. *Інноваційні напрями в селекції, технології вирощування та переробки технічних культур*: матер. наук.-практ. конф. молодих вчених (Глухів, 24 грудня 2009 р.).
34. Лазер П. Н., Рудік О. Л., Князев О. В. Агроєкологічна оцінка сортів льону олійного за комплексною продуктивністю насіння та соломи в умовах Південного Степу України. *Современные теоретические и практические аспекты селекции гибридов и сортов масличных культур и разработка технологий их выращивания*: сб. тез. межд. науч. конф. Запорожье, 2012. 33 с.
35. Лещук Н. В., Павлюк Н. В., Брновицька М. А. Наукове обґрунтування гармонізації назв біологічних таксонів відповідно до міжнародних вимог UPOV. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.

2012. № 3. С. 65–73.

36. Тараймович І. В. Особливості первинної переробки стебел льону олійного в умовах Західного Полісся. *Технологічні комплекси*. 2010. № 2. С. 1–12.
37. Рудік О. Л. Оцінка продуктивності посівів льону олійного залежно від технології його використання. Біосферні основи землеробства в ХХІ столітті: матеріали міжнар. наук.-техніч. інтернет-конф. (м. Київ, 2 листопада 2015 р.). Київ, 2015. С. 39–44.
38. Рудік О. Л. Розширення можливостей застосування сортів льону олійного при вирощуванні в зоні сухого Степу України в умовах зрошення. Зрошуване землеробство сьогодення, проблеми, перспективи: матеріали регіон. наук.-практич. інтернет-конф., до 80-річчя проф. В. Х. Ківера (м. Дніпро 23 лист. 2017 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2017. С. 130–132.
39. Рудік О. Л. Сировинний потенціал льону олійного та перспективи його використання в медицині. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2016. Вип. 96. С. 104–111.
40. Клевцов К. М., Соболев О. А., Князев О. В. Перспективи розширення сировинної бази текстильної промисловості. *Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины*. 2009. № 11 (5). С. 67–72.
41. Клевцов К. М., Соболев О. А., Князев О. В., Горач О. О. Техніко-економічна оцінка ефективності первинної переробки льону олійного в умовах Південного регіону України. *Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины*. 2010. № 1 (16). С. 76–81.
42. Семак Б. Б. Обґрунтування доцільності використання лляних волокон для формування вітчизняного ринку екотекстилю. *Агро-Світ*. 2011. № 3. С. 11–15.
43. Тіхосова Г. А., Головенко Т. М., Меньяйло І. О. Економічна доцільність та перспективи переробки стебел льону олійного на території Херсонської області. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2011. Т. 2. № 5. С. 87–92.
44. Atchison J. E. Worldwide capacities for nonwood plant fiber pulping increasing faster than wood pulp capacities. *TAPPI Proceedings, Pulping Conference*, 1988. P. 25–45.
45. Dillman A. C. Paper from flax. *Yearbook of Agriculture*, 1943–47. P. 750–752.

46. Gold sborough, G.H. «Seed flax straw potential for extending its utilization», ARS–2011, Agricultural Research Service, U.S.D.A., April, 1963. P. 22-25
47. Wells S.D. Decortication and pulping of seed flax straw. TAPPI, 1953. № 4
48. GonzálezGarcía S, et al. Life cycle assessment of raw materials for nonwood pulp mills Hemp and flax. *Resour Conserv Recy* 2010, 32–40.
49. Hedjazi S, Kordsachia O, Patt R, Latibari J, Tschirnere U. Alkaline sulfiteanthraquinone ASAQ pulping of wheat straw and totally chlorine free TCF bleaching of pulps. *Ind Crop Prod*, 2009. 29. P. 27–36
50. Kaup M., Karus M. novaInstitut GmbH 2000 Hanf, Flachs und andere Naturfasern für Spezialzellstoffe in der EU Eine Marktstudie, Hrsg. novaInstitut, Nürth, September, 2000. P. 84-93.
51. Спосіб вирощування льону олійного технічного призначення на фоні природного та штучного вологозабезпечення в умовах Сухого Степу України: пат. Україна, МПК 2015.01 A01B7900. № 95959; заявл. 31.07.2014; опубл. 12.01.2015, Бюл. № 2.
52. Norton A. J., Bennett S. J., Hughes M., Dimmock J. P. R. E., Wright D., Newman G., Harris I. M., Edwards-Jones G. Determining the physical properties of flax fibre for industrial applications the influence of agronomic practice. *Annals of Applied Biology*. 2006. 149 (1). P. 15–25.
53. Rennebaum H., E. Grimm, K. Warnstorff, Diepenbrock W. Fibre quality of linseed *Linum usitatissimum* L. and the assessment of genotypes for use of fibres as a byproduct. *Industrial Crops and Products*. 2002. P. 201–215.
54. Ryan McKenzie, Melissa Roach, Naomi Hotte, Mary DePauw, Neil Hobson, Susan Koziel, Corey Davis, John Vidmar, Raju Datla, Michael K. Deyholos
55. Saskatchewan Agriculture Food and Rural Revitalization SAFRR 2004a Oilseed Flax Straw Management. URL: httpwww.agr.gov.sk.cadocscropsoilseedsflax_straw_management.pdf.
56. Anon. 1999. Durafibre Inc. of Cargill Limited Processors of flax fiber. Ag Fiber Technology Showcase. <httpwww.agrotechfiber.comshowcasedurafibre.html>.
57. Jessop Avenue Canadian Flax Straw Present and Future End Use Options International Conference on Flax and Other Bast Plants, 2008. P. 281–289.
58. Березовський Ю. В. Технічні рішення процесу переробки льняної сировини. *Наука та інновації*. 2017. Т. 13, № 3. С. 25–37.

59. Akin D. E. Standards for Flax Fibre. ASTM International Standards Worldwide, In Standardization News, September 2005. www.astm.org/SNEWSSEPTEMBER_2005_akin_sep05.html.
60. Nadh C. An update canadian oilseed flax straw utilization Cargill, Inc. Central Research Minneapolis. 2000. Vol. 12. No 3. P. 52-55.
61. Samadi A., Mahmoodzadeh A., Gottapeh A. H., Torkamani M. R. Cytogenetic studies in four species of flax (*Linum spp.*). *Journal of Applied Sciences*. 2007. No 7(19). P. 2832-2839
62. Western Economic Diversification website "Canadian Agrivalue Interests in the Canadian Standards Strategy. URL: <http://www.wd.gc.ca/carptsresearch/agrivalue/26e.asp>
63. Борисов Ю. И. Льняной комплекс. *Технический текстиль*. 2003. №6. С. 12–16.
64. Marketing report market potential for biofibres to replace Eglass in composite materials. *Composites Innovation Centre Rev.* 2007. 4 April. P. 182-184.
497. Mazza G. Functional Foods Biochemical and Processing Aspects Technomic Publishing Company, Inc., 1998. P. 4–59.
65. Brosius, D. Natural Fiber Composites Slowly Take Root Auto Interiors Still Dominate Consumption Composites Technology Archive. 2006. November 6. P. 237-238
66. Holbery, J., Houston, D. Natural Fibre Reinforced Polymer Composites in Automotive Applications, JOM The TMS Member Journal, November 2006. P. 80–86.
67. Bayartogtokh Rentsen Characterization of flax shives and factors affecting the quality of fuel pellets from flax shives For the Degree of Master of Science.
68. Oilseed Flax Straw Management Saskatchewan Agriculture, Food and Rural Revitalization. March 2004.
69. Горач О. О. Розробка технології одержання трести із соломи льону олійного з використанням штучного зволоження: автореф. дис... канд. техн. наук. Херсон, 2009. 24 с.
70. Pecenka R., Fiirll C., Gusovius H.J. Economic production and processing of agricultural fibre plants for high quality applications in automotive, building and furniture industry XVII-th World Congress of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR). Canada June 13-17, 2010.
71. Munder F., Fiirll C., Hempel H. 2004 Results of an advanced technology for decortication of hemp, flax and linseed. *Molecular Crystals and Liquids Crystals*. P. 893–907.

72. Барановський М. До питання про нову схему сільськогосподарського районування України. *Часопис соціально-економічної географії*. Харків. 2015. Вип. 181. С. 44–49.
73. Бодян Р. С. Вплив ґрунтовокліматичних умов зони вирощування на урожайність сортів льону-довгунця. *Луб'яні та технічні культури*. 2014. Вип. 3. С. 107–111
74. Примаков О. А., Маринченко І. О., Козорізенко М. П. Шляхи розвитку льонарства в Україні. *Економіка АПК*. 2013. № 11. С. 32–37.
75. Чехова І. В., Чехов С. А., Шкурко М. П. Вітчизняний ринок льону. *Економіка України*. 2017. № 1. С. 52–63
76. Левчук Г. М., Войтович О. М. Реакція різних генотипів льону олійного на дію абіотичних факторів. *Науково-технічний бюллетень Інституту олійних культур УААН*. 2009. № 14. С. 130–136.
77. Тонюк М. О., Концеба С. М. Шляхи підвищення економічної ефективності виробництва насіння олійних культур у регіоні. *Економіка АПК*. 2015. № 3. С. 28–33.
78. Заришняк А. С., Жилкін В. А., Мельник Ю. Ф. Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінних різних ґрунтовокліматичних зон України / за ред. М. Д. Безуглий. Київ, 2008. 44 с.
79. Калієвський М. В. Поживний режим ґрунту під посівами льону олійного за різних заходів і глибин основного обробітку: матеріали Всеукр. конф. молодих вчених. Умань, 2007. С. 76–78
80. Медведєв В. В. Плотность сложения почв. Харьков. 2004. 243 с.
81. Крикунов В. Г. Ґрунти і їх родючість. Київ: Вища школа, 1993. 287 с.
82. Грабак Н. Х. Організація сівозмін за різних умов господарювання. *Основи ведення сільського господарства та охорона земель: навч. посіб.* Київ: Професіонал, 2006. С. 178–200.
83. Рудик А. Л. Агротехнологические аспекты в оценке выращивания льна масличного двойного использования. *Экология и строительство*. 2016. № 3. С. 15–22.

84. Голобородько П. А., Логінов М. І., Ситник В. П. Ресурсозберігаюча технологія вирощування льону-довгунця: практичні рекомендації. Глухів: ГДПУ, 2006. С. 6–11.
85. Коваль С. П., Єщенко В. О. Весняні запаси ґрунтової вологи та їх витрачання за вегетацію льону лійного після різних попередників. *Вісник ХНАУ*. 2009. № 3. С. 135–139
86. Ручка В. О. Деякі елементи технології вирощування льону олійного в умовах півдня України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. Запоріжжя. 2002. Вип. 5. С. 161–163.
87. Єщенко В. О. Алелопатична дія водних витяжок з надземних рослинних решток різних попередників на схожість, початковий ріст і висоту рослин льону олійного. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2008. Вип. 69. С. 16–19
88. Єщенко В. О., Коваль С. П. Формування врожайності льону олійного після різних попередників. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2011. Вип. 75. С. 16–19.
89. Безбабченко А. В., Шевалдин Д. М., Новиков Э. В., Корабельников А. Р. Линия для производства однотипного льноволокна, нетканых материалов и межвенцовых утеплителей. *Наукові нотатки*. 2012. Вип. 39. С. 47–54.
90. Масляний О. Вирощування олійного льону на півдні України. *Агроном*. 2005. № 28. С. 78–79.
91. Когут І. М. Формування урожаю, якості зерна і насіння озимої пшениці при викоистанні олійних культур як попередників в умовах південного Степу: автореф. дис... канд. с.-г. наук. Херсон, 2009. 18 с.
92. Білявський Ю. А. Агроекологічна ефективність добрив та способів основного обробітку сірих опідзолених ґрунтів в умовах Полісся: автореф. дис... канд. с.-г. наук. Київ, 2002. 18 с.
93. Лихочвор В. В., Петриненко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: Українські технології, 2006. 730 с.
94. Дідора В. Г. Агро-біологічні основи вирощування льону-довгунця в Поліссі України: автореф. дис... д-ра с.-г. наук. Київ, 2001. 31 с.
95. Малієнко А. М. Наукові основи обробітку дерновопідзолистих супіщаних ґрунтів Полісся України: автореф. дис... канд. с.-г. наук. Київ,

1997. 24 с.

96. Калієвський М. В. Ефективність мінімалізації основного зяблевого обробітку ґрунту при вирощуванні льону олійного. *Збірник наукових праць УДАУ*. 2007. Вип. 65. С. 79–86
97. Каленська С. М., Шевчук О. Я., Дмитришак М. Я., Козяр О. М., Демидась Г. І. Олійні культури. Рослинництво: підручник. Київ: НАУУ, 2005. С. 330–332
98. Калієвський М. В. Основний обробіток ґрунту під льон олійний після пшениці озимої в південній частині правобережного лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук. Київ, 2008. 33 с
99. Круть В. М., Медведев В. В., Грабак І. Л., Озераяський Л. А. Теоретичні основи обробітку ґрунту. Обробіток ґрунту в системі інтенсивного землеробства / за ред. В. М. Крутя. Київ: Урожай, 1986. 136 с.
100. Товстановська Т. Г., Полякова І. О. Агробіологічні особливості вирощування льону олійного в Україні. *Агроном*. 2007. № 1 (15). С. 156–157.
101. Крохмаль А. Н. Влияние различных систем удобрения и обработки почвы в севообороте на продуктивность льна масличного. *Научные труды Крымского ГАТУ*. Симферополь. 2005. Вып. 89. С. 209–218.
102. Нікітчин Д. І., Гуцаленко А. П., Ручка В. О. Вивчення елементів інтенсивної технології вирощування льону олійного на насіння в умовах півдня України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. Запоріжжя. 1997. Вип. 2. С. 218–219.
103. Медведев В. В., Лактіонова Т. М. Критерії якості порового простору орних ґрунтів. *Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. темат. наук. зб.* Київ. 2011. Вип. 75. С. 6–14
104. Карташов С. Г., Городецький Е. Ю., Дудка В. С., Москалюк А. А. Вплив оптимальної щільності ґрунту для різних сільськогосподарських культур на врожайність. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2012. Вип. 78. С. 22–27.
105. Гудзь В. П., Приймак І. Д., Рибак М. Ф. Адаптивні системи землеробства: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2007. С. 148–158.
106. Ізюмова О. Г. Фізичні властивості чорнозему опідзоленого в зоні впливу цементного виробництва. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 2. С. 45–50.
107. CROPWAT. A computer program for irrigation planning and management. FAO UN. URL: <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en/>

(дата звернення: 14.09.2021).

108. Lafond G. P., Zentner R. P., Geremia R., Derksen D. A. The effects of tillage systems on the economic performance of spring wheat, winter wheat, flax and field pea production in eastcentral Saskatchewan. 2005. P. 70-75.
109. Рекомендації по вирощуванню льону олійного науково-практичні рекомендації. Запоріжжя: Дніпропетровський металург, 2012. 20 с.
110. Ковальов В. Б., Рудик Р. І. Вплив різних форм азотних добрив на врожайність і якість льону-довгунця. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. 2000. №10. С. 120–125.
111. Nitu Ion, Drăcea Maria, Rizea Aurel. Cultura iriului de ulei pe solurile sărăturate in curs de ameliorare Cereale si plante tehn. 1993. № 2. P. 10–11.
112. Оккерт А. В. Вплив норм висіву на формування продуктивності льону олійного Водограй. *Науково-технічний бюлетень ІОК УААН*. Запоріжжя: Диво, 2013. Вип. 18. С. 118–121.
113. Маційчук В. М. Вплив удобрення й норм висіву на формування врожайності нових сортів льону довгунцю. *Землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* Київ: ВД «ЕКМО», 2007. Вип. 79. С. 87–91.
114. Шалівський С. В., Рибак М. Ф. Продуктивність сортів льону довгунцю залежно від способу сівби та рівня мінерального живлення. *Землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* Київ: «ЕКМО», 2009. Вип. 81. С. 94–98.
115. Дрозд І. Ф., Шпек М. П., Лях В. О. Олійність насіння сортів льону в різних умовах вирощування. *Науково-технічний бюлетень ІОК НААН*. 2010. № 15. С. 45–48.
116. Aufhammer W., Wagner W., Kaul H.P., Kubler EV Strahlungsnutzung durch Bestände olreicher Kornerfruchtarten Winterraps, Ollein und Sonnenblume im Vergleich J. Agron. Crop Sc. № 4. P. 277–286.
117. Шваб С. Б., Мирончук В. П. Врожайність льону олійного залежно від норм висіву насіння та удобрення. *Землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* Київ: «ЕКМО», 2007. Вип. 79. С. 110–114.
118. Біднина І. О. Вміст олії в насінні льону олійного залежно від удобрення в неполивних умовах Степу: матеріали наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів з інноваційного розвитку систем землеробства та агротехнологій в Україні (м. Чабани 10–12 грудня 2007 р.). Чабани, 2007. С. 90–91.

119. Афонин М. И., Лукуть Т. Ф. Влияние сроков сева на формирование урожая льна-долгунца. Пути повышения урожайности полевых культур. 1985.
Т. 16. С. 90–96.
120. Голуб И. А., Снопов А. Н. Подготовка к севу и формирование урожая льна-долгунца. *Агроном*. 2007. № 1. С. 158–164.
121. Чехов А. В., Лапа О. М., Міщенко Л. Ю., Полякова І. О. Льон олійний: біологія, сорти, технологія вирощування. Київ, 2007. 55 с.
122. Арсланова Л. Е. Формування врожаю льону олійного залежно від агротехнології вирощування в умовах Степової зони Криму: автореф. дис... канд. с.-г. наук. Херсон, 2013. 20 с.
123. Рудік О. Л. Вплив елементів посівного комплексу на ефективність вирощування льону олійного в умовах Півдня України. *Сучасні технології вирощування зернових, бобових та технічних культур*: матеріали міжнар. наук.-практич. інтернет-конф., присвяч. 140-річчю створ. ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» (м. Херсон 22 травня 2014 р.). Херсон, 2014. С. 327–333.
124. Баранник В. Г., Голобородько П. А., Гілязетдінов Р. Н. Ресурсозберігаюча технологія вирощування льонудовгунця / за ред. П. А. Голобородька. Глухів: ІЛК УААН, 2001. 29 с.
125. Мирончук В. П. Продуктивність льону довгунця від норм висівання насіння. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства» УААН*. Київ: «ЕКМО», 2010. Вип. 12. С. 114–117.
126. Романчук Т. В., Бережна А. М. Вплив строків сівби та норм висіву на продуктивність льону олійного. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих наук*: зб. матеріалів І Всеукр. наук.-практ. конф. студ. та молодих учених. Запоріжжя: ЗНУ, 2011. С. 39–40.
127. Hemmond J. A. A flax production systems analysis Nosht Dakota Farm
Res. 1973. Vol. 30, № 4. P. 17–22.
128. Махова Т. В., Поляков О. І. Вплив агроприйомів вирощування на елементи продуктивності та врожайність льону олійного сорту кініка.
Науково-технічний бюлетень ІОК НААН. Запоріжжя: Дніпровський металург, 2013. Вип. 18. С. 113–117.
129. Голобородько П. А. Захист посівів льону від бур'янів. *Агроном*. 2005.
№ 2. С. 76–77.

130. Вешнівська Ю. С. Вплив системи удобрення на структуру та врожайність сортів льону олійного. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2011. № 34. С. 92–96.
 131. Мирончук В. П. Якість волокнистої продукції льону-довгунцю залежно від строків збирання. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства» УААН*. Київ: ЕКМО, 2010. Вип. 4. С. 30–35.
 132. Дударєв І. М. Аналіз технологій збирання льону-довгунця.
- Сільськогосподарські машини: зб. наук. статей*. Луцьк, 2009. Вип. 19. С. 47–54.
133. Гречкосій В. Відродження галузі. *Агробізнес*. 2010. № 12. С. 176–177.
 134. Дідух В. Ф. Дударєв І. М., Кірчук Р. В. Збирання та первинна переробка льону-довгунця: монографія. Луцьк: ЛНТУ, 2008. 215 с.
 135. Дударєв І. М. Універсальна технологія збирання та післязбиральної обробки льону. *Технологічні комплекси*. 2012. № 12 (56). С. 148–152.
 136. Дідора В. Г., Малиновський А. С., Дереча О. А. Льонарство: підручник / за ред. В. Г. Дідори. Житомир: Житомирський національний агроєкологічний університет, 2008. 488 с.
 137. Бобирь С. В., Кузьміна Т. О., Бабіч С. С. Товарознавчі властивості льоно-сировини для армування геотекстильних полотен. *Товарознавчий вісник*. 2014. №7. С. 33–40.
 138. Рудік О. Л., Рудік Н. М. Особливості зонального розміщення посівів олійних культур в Україні та напрямки їх оптимізації. *Напрями розвитку сучасних систем землеробства: матер. міжнар. наук.-практич. інтернет-конф., присвяч. 110-річчю від дня народж. проф. С. Д. Лисогорова*. Херсон, 2013. С. 219–225.
 139. Сай В. А. Технологія вирощування, збирання та первинної переробки льону олійного. Луцьк: ЛНТУ, 2012. 168 с.
 140. Федосова Н. М. Расширение возможностей использования масличного льна. *Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины*. 2010. № 1 (16). С. 115–116.
 141. Ковальов В. Б., Дмитренко Т. Ф., Юрченко Л. М. Вплив технологій збирання на врожайність насіння різних груп льону та на вихід олії.

Механізація та електрифікація сільського господарства. 2011. Вип. 95. С. 174–180.

142. Dudarev I., Kirchuk R. Reasoning of technology and design parameters of oil flax harvesting machines. *Agricultural engineering. 2011. Vol. 33. No. 1. P. 37–42.*
143. Резніченко В.П., Ковальов М.М. Забезпеченість азотом гумусного горизонту чорноземів типового та звичайного в умовах північного Степу України. *Таврійський науковий вісник. 2019. № 107. С. 303–311. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.107.39.*
144. Рудік О.Л. Агроекологічне обґрунтування і розробка базисних елементів технології вирощування льону олійного подвійного використання в умовах Півдня України : автореф. дис. ... д-ра с.-г. н. : 06.01.09 «Рослинництво» ; Херсонський державний аграрний університет. Херсон, 2019. 42 с.
145. Реєстр сортів та гібридів (діючі, станом на жовтень 2022 року) Інституту олійних культур НААН. URL: <http://imk.zp.ua/index.php/naukovi-rozrobky/reiestr-sortiv> (дата звернення: 3.08.2023).
146. Лазер П.Н., Рудік О.Л. Елементи адаптивної технології вирощування льону олійного в зоні південного Степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2013. Вип. 18. С. 99–105.*
147. Єременко О.А., Тодорова Л.В., Покопцева Л.А. Вплив погодних умов на проходження та тривалість фенологічних фаз росту та розвитку олійних культур. *Таврійський науковий вісник. 2018. Вип. 99. С. 45–52.*
148. Рослинництво України 2021 : статистичний збірник. Київ : Державна служба статистики, 2022. 183 с.
149. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах у 2022 році. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2023/sg/pvzu/pvzu_2022.xlsx.zip (дата звернення: 5.08.2023).
150. Інструкція про вимоги ПБ під час збирання врожаю та його зберігання <https://oppb.com.ua/docs/instruktsiya-pro-vymogy-pb-pid-chas-zbyrannya-vrozhayu-ta-jogo-zberigannya>
151. Охорона праці на малих агропідприємствах та фермерських господарствах <https://oppb.com.ua/news/ohorona-praci-na-malyh-agropidpryyemstvah-ta-fermerskyh-gospodarstvah>
152. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2021 рік https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/11/Kirovogradska-obl-_2021.pdf

