

Центральноукраїнський національний технічний університет
Центр заочної та дистанційної освіти
Кафедра загального землеробства

«Допущено до захисту»
Зав. кафедрою загального землеробства,
к.б.н., професор
_____ Микола Мостіпан
«__» _____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

**Вплив елементів технології вирощування на
врожайність льону олійного в Степу України**

Виконав здобувач вищої освіти
II курсу, групи АГ 21 МЗ
ОПП «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
_____ Суровий С.Л.
«__» _____ 2022 р.

Керівник, доцент, к.с.-г.н.
_____ Лариса Сало
«__» _____ 2022 р.

Рецензент
_____ Тетяна Стельмах
«__» _____ 2022 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Центр заочної та дистанційної освіти

Кафедра загального землеробства

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Галузь знань: 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність: 201-Агрономія

Освітньо-професійна програма: Агрономія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загального
землеробства

_____ Микола Мостіпан
“ ____ ” _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Суровому Сергію Леонідовичу

1. Тема роботи Вплив елементів технології вирощування на врожайність льону олійного в Степу України
2. Керівник роботи Сало Л.В., кандидат сільськогосподарських наук, доцент
затверджений наказом ЦНТУ “ 17 ”серпня 2022 року № 13
3. Строк подання роботи до захисту 4 грудня 2022 року
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи. встановити оптимальну норму висіву льону олійного та фон азотного живлення при використанні технології No-Till з метою формування максимального рівня врожайності насіння та визначити економічну ефективність досліджуваних елементів технології.

Завдання:

- визначити величину врожаю насіння льону олійного за різних норм висіву насіння на двох фонах застосування азотних добрив;
- виявити вплив норм висіву насіння за різних мінеральних фонів на формування морфологічних показників та показників структури врожаю льону олійного;
- розрахувати економічну ефективність вирощування льону олійного залежно від застосування мінеральних добрив та різних норм висіву насіння;

5.Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування результатів досліджень	Малаховська В.О., викладач		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ П/П	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд наукової літератури, охорона праці та довкілля	14.10.2022 р.	
2.	Місце та умови проведення досліджень	21.10.2022 р.	
3.	Результати досліджень та їх аналіз	15.11.2022 р.	
4.	Економічне обґрунтування результатів досліджень	18.11.2022 р.	
5.	Висновки, список літератури, вступ.	25.11.2022 р.	

Дата видачі завдання

« 17 » серпня 2022 р.

Підпис керівника

_____Лариса Сало

Завдання прийнято до виконання

« 17 » серпня 2022 р.

Підпис здобувача

_____Суровий С. Л.

Зміст

Вступ	5
Розділ 1. Історія льону олійного, місце в систематиці та біологія, особливості азотно-сірчаного живлення (огляд літератури)	8
1.1. Походження та шляхи використання льону олійного	8
1.2. Систематика льону олійного та його ботанічна характеристика	16
1.3. Біологічні особливості льону олійного	20
1.4. Особливості азотно-сірчаного живлення льону	28
Розділ 2. Характеристика місця та умов проведення досліджень	33
2.1. Організаційно-економічні умови господарства	33
2.2. Ґрунтово-кліматичні ресурси господарства та їх значення у формуванні врожайності сільськогосподарських культур	35
РОЗДІЛ 3. Спеціальна частина	40
3.1. Методика проведення досліджень	40
3.2. Результати досліджень та їх аналіз	45
3.2.1. Врожайність насіння льону залежно від фону та норми висіву	45
3.2.2. Морфологічні показники рослин льону залежно від удобрення та норми висіву	52
3.2.3. Показники структури врожаю насіння льону	57
Розділ 4. Економічна оцінка результатів досліджень	63
Розділ 5. Охорона праці та довкілля в агрокультурі	66
5.1. Законодавчий захист охорони праці	66
5.2. Охорона довкілля в сільськогосподарському виробництві	67
Висновки та пропозиції виробництву	70
Список використаних джерел	71
Додатки	78

Вступ

Один із вагомих представників ринку олійних культур льон олійний є безумовно експортно-орієнтованою культурою. За свідченням Олени Гесової, аналітика ринків зернових, олійних та бобових культур, в 2021/22 маркетинговому році частка експорту в урожаї льону зросла до 83% [1].

Однак вже в 2022/23 маркетинговому році прогнозують скорочення площ даної культури під впливом ключового фактора – війни, оскільки до 32 відсотків потенційної посівної площі – це тимчасово окуповані території.

Актуальність теми. Як можна врятувати український ринок льону? Очевидно, науковим підходом до вирощування цієї цінної культури. Однією із важливих складових технології вирощування льону олійного є система обробітку ґрунту. Зазвичай цю культуру вирощують за традиційною системою, основою якої є оранка. Альтернативою може бути застосування технології No-Till або так званий нульовий обробіток ґрунту. Особливо актуальний він в посушливих умовах Степу України, оскільки зменшує залежність врожаю від погодних умов [2].

Серед прийомів, які забезпечують високу продуктивність культури, важливе місце належить мінеральному живленню, особливо азотному. А оскільки для олійних культур необхідна сірка, застосування такого добрива, як сульфат амонію, є оптимальним рішенням проблеми.

Крім того, врожайність та економічна ефективність вирощування льону олійного напряму залежать від норм висіву насіння. Тому є актуальним вдосконалення даних елементів технології вирощування льону олійного з метою оптимізації виробництва насіння.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема наукових досліджень була обрана відповідно до наукової тематики кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету.

Мета і завдання досліджень – встановити оптимальну норму висіву льону олійного та фон азотного живлення при використанні технології No-Till з метою формування максимального рівня врожайності насіння та визначити економічну ефективність використання мінеральних добрив.

Для вирішення поставленої мети передбачалося дослідити та визначити:

- величину врожаю насіння льону олійного за різних норм висіву насіння на двох фонах застосування азотних добрив;
- вплив норм висіву насіння за різних мінеральних фонів на формування морфологічних показників рослин льону олійного;
- характер формування окремих показників структури врожаю залежно від досліджуваних факторів;
- економічну ефективність вирощування льону олійного залежно від застосування мінеральних добрив та різних норм висіву насіння;
- провести математичний аналіз впливу факторів на врожайність льону олійного.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у встановленні впливу трьох норм висіву на елементи урожайності насіння льону при використанні одинарної та подвійної норми внесення сульфату амонію за технологією No-Till. Сформовані також рекомендації по застосуванню отриманих результатів у виробництві. Протягом трьох років досліджень було визначено особливості розвитку рослин льону олійного сорту Водограй.

Практичне значення роботи полягає в розробці рекомендацій по вирощуванню льону олійного.

Особистим внеском автора роботи є участь в розробці програми досліджень, проведенні спостережень та обліків, в отриманні результатів та їх аналізі, написанні роботи під керівництвом наукового керівника, доцента Сало Лариси Віталіївни.

Апробація результатів роботи. Результати роботи були оприлюднені автором у вигляді доповіді на II Міжнародній науково-практичній

конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва» 17-18 листопада 2022 року.

Публікації. Результати досліджень викладені у вигляді статті у збірнику тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва».

Розділ 1. Історія льону олійного, місце в систематиці та біологія, особливості азотно-сірчаного живлення (огляд літератури)

1.1. Походження та шляхи використання льону олійного

Культура льону – чи не найдавніша з використовуваних в історії людства. Як свідчать знахідки археологів, залишки льону відносяться до шарів неоліту. Ця рослина була відома людям ще з часів кам'яної доби, рештки насіння та виробів з льону були знайдені в давніх пальових будівлях на швейцарських озерах [3].

Нині відомо, що льон який був дуже схожий на сучасну рослину, був відомий у країнах Африканського континенту в Шумерії, Месопотамії Персії, пізніше почали вирощувати льон в Ассирії, Вавилоні та Стародавньому Єгипті а також в азійській частині нашої планети - в Індії, Китаї, на Кавказі. Льон вважався найдавнішою культурною рослиною Європи та Азії. Одним словом, там, де були відмічені найбільш розвинені цивілізації, скрізь червоною ниткою проходить наявність використання льону в тому чи іншому вигляді [4].

З ботанічної точки зору це був період розвитку так званих утилізаційних систем, тобто, використання рослин ставилося в основу їх вивчення і класифікації. Особливо розвиненим тоді був зонально-побутовий підхід використання рослин, наприклад: харчове використання, технічне, текстиль тощо. Скіфські племена, які, до речі, мігрували тодішньою територією України, теж широко використовували вироби з льону у побуті, про що свідчать матеріали розкопок II та пізніших віків до нашої ери, а також це підтверджено працями грецького історика Геродота.

За різними джерелами вік льону нараховує понад 7 -10 тисяч років, наприклад, лляну тканину в Індії почали виготовляти ще за 9 тисяч років до нашої ери. На жаль, зараз не відомо як це тоді робили індійці. Це не єдині

відомості про якість обробки лляної сировини. Древні цивілізації володіли технікою прядіння, яка дозволяла виготовляти надзвичайно прозору і легку льняну тканину, таку, що п'ять її шарів просвічували, а сам одяг проходив крізь обручку.

Жителі древнього Єгипту добре знали фізичні та хімічні властивості льону і використовували його дуже широко – від одягу для немовлят до сувоїв, якими обгортали мумії єгипетських царів. Справа в тому, що з часом будь-які тканини стають субстратом для розвитку бактеріальних та грибкових збудників хвороб, тоді як льон не руйнується завдяки кремнезему, який в ньому міститься.

Як стверджують вчені, льон вже тоді мав декілька різновидів. Одна з них мала назву віссон. Тканина, виготовлена з волокна цього різновиду була дуже тонкою, але міцною і, звісно, дуже дорогою. Це був своєрідний символ влади. Саме її використовували, як обгортку в процесі бальзамування мумій. Усі вироби з льону, які лежали в гробницях тисячоліття, збереглися найкраще серед інших тканин.

Цікавим є ще один факт. В текстильному виробництві є таке поняття, як номер нитки. Всі, хто шив хоч раз в житті, знають, що чим менший номер, тим товща нитка. Наприклад, в'язати крючком серветки чи комірці можна, використовуючи нитку за номером 10. Нитки, які мають номер 80-90, це вже фактично шовк. Так ось, коли вчені визначили номер ниток, з яких були зіткані сувої єгипетських мумій, отримали чотиризначне число! Мало того, вивчивши текстиль, який виготовляють із сучасних сортів льону, вчені прийшли висновку, що виготовити із сировини сучасних сортів такий номер нитки неможливо.

Довжина елементарного волокна сучасних сортів льону може змінюватися від 20–30 до 120 мм, а у поперек до 20–30 мікрон. По усій довжині елементарні волокна трохи зміщуються один відносно одного, формуючи безперервний пучок по усій довжині стебла. Спостерігається

також незначне скручування волокон по спіралі, це також впливає на його механічні властивості. З біохімічної точки зору, волокна льону складаються з целюлози більше, ніж на 80%, є також пектинові речовини та лігнін [5]. Отже, це був якийсь інший різновид льону, втрачений назавжди.

В італійському місті Турин знаходиться відома усьому світу знаменита Туринська плащаниця. Як свідчить Біблія, це полотно, яким обгорнули тіло Ісуса після смерті і яке зберегло відбиток його тіла. Вона теж була виготовлена з дуже якісної лляної тканини.

Плащаниця збереглася до наших часів, вона досі є об'єктом досліджень і викликає подив і захоплення науковців і простих людей.

Жоден матеріал не володіє такою повітропроникною здатністю як льон. Це найкращий “дихаючий” продукт. Крім того, льон швидко вбирає вологу і одночасно її віддає, добре висихає.

У Стародавній Греції, де лляні тканини використовували дуже широко (від одягу для грецької знаті до вітрил для кораблів). Відомо, що мокрий льон стає міцнішим, і ця властивість робить лляну тканину унікальною для використання на морі. Врожаї ж льону в Греції були невисокі а сировина - низької якості.

Найцінніший високосортний льон експортували з Колхиди, де виробляли відоме сардинське полотно. У ті давні часи вироби з льону цінувалися на вагу золота. Про це є свідчення навіть в легендах, наприклад, знаменита подорож Ясона на кораблі Арго (так звані аргонавти). Вони плавали у Колхиду по золоте руно. Зараз багато істориків вважають, що в основі цієї легенди є реальні факти. Можливо, цим золотим руном була лляна тканина?

Лляні тканини мали і інше використання. У військові часи лляні пов'язки використовували для порятунку поранених від сепсису і гангрені.

Льон завжди був символом світла і чистоти.

Останні наукові дослідження виділяють три головні осередки походження культурного льону – Індо-Абисинський; Середньо-Південно Західноазіатський; Передньоазіатський [6].

Вчені звертають також увагу на зональну особливість використання льону. Так, наприклад, в межах Південно-Східної Азії його вирощують виключно задля олії, в регіонах Малої Азії льон використовують для отримання волокна та олії, Єгипет має подвійне використання.

Форми, що мають північне походження, мають ознаки важливіші для отримання саме лляного волокна [7]. Зразки південних регіонів переважно акцентовані на репродуктивну частину, що передбачає отримання олієнасіння. Південні раси льону, розповсюджені в Україні, на Північному Кавказі у південно-східній частині Європи є проміжними формами, ближчими до довгунців.

Якщо більш детально розглянути причину широкого використання льону, то можна виділити три основних теми.

Перш за все, технологія вирощування льону, яка вже багато століть використовується людством, не завдає шкоди ґрунтам і навколишньому середовищу, оскільки для його вирощування потрібно значно меншу кількість добрив та пестицидів, ніж для інших сільськогосподарських рослин.

По-друге, це унікальна рослина, у якої може бути використана кожна її частина. З волокна льону виготовляють високоякісну тканину і папір [8].

Доведено, що лляна тканина не накопичує статичний заряд. Так, в будинках з лляними шпалерами саме завдяки зниженню полів статичної електрики, складається особливий здоровий мікроклімат, який позитивно впливає на загальне самопочуття нашого організму. Тому в таких будинках люди набагато рідше хворіють і страждають від головного болю. Це природно покращує денну продуктивність і позитивне сприйняття навколишнього світу.

Використання льняної тканини для виготовлення одягу та постільної білизни, набагато зменшить можливість отримати різного роду захворювання.

Крім того, льон гігроскопічний, він має високу теплопровідність та повітропроникність. Він допомагає організмові регулювати тепло, тобто: взимку зігріває, а спекотного літа знижує температуру тіла. В спекотну погоду під льняною тканиною температура шкіри буде на 3-4 градуси нижче, ніж під шовковою тканиною чи будь-яким бавовняним виробом.

Льон зносостійкий та міцний, не електризується, і це добре не тільки для волосся, він менше брудниться, бо не збирає на собі пил.

Папір, який включає в себе компоненти льону, відрізняється своєю міцністю і довговічністю. Саме тому багато країн світу, в тому числі Сполучені Штати Америки, використовують льон, як компонент для виготовлення грошових купюр.

Стебла льону є сировиною для виготовлення костроплит і костроблоків (будівельний матеріал); також костру використовують в якості палива; насіння та олія є популярною біодобавкою, яку використовують для боротьби з величезною кількістю захворювань; також льяна олія використовується при виробництві олійних фарб і мила.

По-третє, льон має цінні лікувальні властивості. Він володіє гіпоалергенними властивостями, і завдяки кремнезему, який у ньому міститься, пригнічується розвиток бактерій. Саме використання постільної білизни або одягу з льону пришвидшує загоєння на тілі порізів, сонячних опіків та інших пошкоджень.

Цей природний антисептик використовують також у офіційній медицині. Наприклад, льяні бинти сприяють швидкому загоєнню ран.

Льяна хірургічна нитка після загоєння шва розсмоктується через 2-3 місяці без будь-яких наслідків для організму. Льяні нитки залишаються єдиним шовним матеріалом на планеті, що використовується в хірургії. Ці

нитки після загоєння ран не потребують зняття зі швів, оскільки людський організм позитивно реагує на льон. Він не відчужує ці волокна і має унікальну здатність розчинити в собі клітини льону без найменшого залишку та без шкоди. Тому в нинішній ситуації в Україні завдяки лляним ниткам вдається заощадити значну кількість часу на порятунок наших бійців, потерпілих в бойових діях, тим більше в антисанітарних умовах.

Завдяки антигрибковим властивостям, якими володіє льон, устілки для взуття з льону є дуже гігієнічними.

Відомо, що волокно з льону в декілька разів знижує гамма-випромінювання, захищає від сонячної радіації та послаблює електромагнітні хвилі, які випромінює промислова та побутова техніка. Тому лляну тканину часто використовують як робочий одяг на підприємствах для працівників [9].

У насінні льону олійного може міститися від 42 до 50% швидковисихаючої олії, яка утворює гладеньку блискучу плівку. Йодне число лляної олії високе і становить 165-192 або 175-195 [10, 11]. Залежно від сорту та умов вирощування, до її складу входить п'ять жирних кислот: олеїнова (Омега – 9) - 17,6%, ліноленова (Омега - 3) – 56,6%, лінолева (Омега – 6) – 14,5%, пальмітинова – 5,7% і стеаринова – 3%,. Йодне число лляної олії становить в межах близько 165-192. Найважливіша з них Омега-3, яка міститься в достатній кількості, лише в риб'ячому жирі і в лляній олії. Ось чому лляна олія має специфічний запах риб'ячого жиру [5]. Решта Омег присутні крім лляної, в соняшниковій, соєвій, рапсовій, гірчичній, оливковій олії.

Лляна олія займає перше місце серед харчових олій за біологічною цінністю. В ній є до 46% вітаміну F, який людський організм не може синтезувати самостійно, лише засвоювати ззовні. Також лляна олія містить в великій кількості вітаміни, особливо A і E.

Олія та насіння льону мають протизапальну і обволікаючу дію, їх використовують як лікарський засіб при захворюваннях кишково-шлункового тракту [10].

Ненасичені жирні кислоти, описані вище, прискорюють обмін холестерину в крові, та сприяють розщепленню і виведенню його з організму, поліпшують загальний обмін речовин, знижують ризик алергічних реакцій. Препарати з вмістом лляної олії є незамінним засобом для лікування опіки та запалення. Відомі дані, що лігніни лляної олії зменшують ризик онкологічних захворювань.

Лляну олію використовують і у харчовій промисловості для виготовлення маргарину. У насінні льону містяться білки – до 18%, вуглеводи – близько 12%, органічні кислоти, амінокислоти, ферменти, глікозиди та ін..

Лляна олія також є сировина для лакофарбової промисловості і виготовлення натуральних оліф. Також варто також додати, що її активно використовують у шкіряній промисловості. Ще з неї виготовляють лінолеум. тобто, діапазон використання олії льону дуже великий.

Льон доволі швидко перебрався на території нинішньої України вирощуванням льону займались ще до виникнення Київської Русі [12]. В джерелах зі Сходу є цьому підтвердження, автори описують слов'ян в одязі з лляної тканини. Про широке поціновування льону в ті часи свідчить відомість, що Великий князь Київський Ярослав вніс особливий параграф у церковний статут, а саме "Про покарання за крадіжку льону та лляного одягу". Це було на початку II тисячоліття [4].

Найдавніше в Україні льон вирощують на Поліссі. Літописець Нестор описує, що коли на свято Успіння Богородиці у монастирі скінчилася олива (деревна олія) для лампад, ченці знайшли вихід, надавивши олії з лляного насіння.

У довоєнні часи льон займав 41,9 % з обсягу використання волокна в текстильній промисловості України (до речі, середньоазійський бавовник займав 49,3 %). Рентабельність льонарства в господарствах була високою і доходила до 200 %. З усіх прибутків в рослинництві льонарство давало до 60 відсотків.

Також в Україні була створена і працювала потужна база з переробки лляної сировини. До кінця минулого століття в Україні працювало до п'ятидесяти льонозаводів загальною потужністю виробництва 130 тис. т волокна на рік [15].

В Україні льон поширений в багатьох областях, довгунець більше в Північно-Західному регіоні, олійний – на півдні України.

Перші спроби сіяти льон на великих площах були зроблені на Херсонщині у 1831 році. Початківцем у цій справі був І. Демоль - член Одеського товариства сільських господарів. Він врахував попит на лляне насіння у Франції та Англії і сприяв експорту з Одеси майже 600 тисяч пудів в 1837 році [14].

Нині льон за даними ФАО займає у світі близько 3,5 млн. га посівних площ. І понад 3 млн. га з них засівають льоном олійним. Аналіз динаміки ринку даної культури свідчить про підвищення попиту на лляну олію, яку використовують головним чином на технічні цілі. В зв'язку з цим льон олійний залишається перспективною сільськогосподарською культурою. Він має біологічні особливості, такі як короткий вегетаційний період та посухостійкість, які роблять його культурою, придатною для вирощування в зоні Степу України [15].

За даними Державної служби статистики України посівні площі та валовий збір олійних культур у 2018, 2019 та 2020 роках склав відповідно 32,1, 17,7 та 15,2 тис.га. Валовий збір при цьому становив 23,6, 16,4 та 14,6 тис.т. За розрахунками завідувача сектору економіки Інституту олійних культур НААН Ірини Чехової у 2021 році рентабельність вирощування льону

склала 149%. За рівнем рентабельності льон перевищує ріпак, а за прибутковістю гірчицю [16].

Оскільки льон олійний є однорічною рослиною раннього ярого типу розвитку, він не залежить від зони вирощування та оцінюється як «добрий» чи «допустимий» попередник під озимі зернові культури. Цьому сприяють його біологічні властивості, такі як висока пластичність та посухостійкість.

Поширення використання льону олійного є першочерговим питанням як для країн виробників культури, так і для тих, де сировинна база льону-довгунця скорочується [17, 18]. Найбільш відомими закордонними фірмами, які проводять пошукові роботи, займаються розробкою технологій переробки соломи льону олійного є такі, як Німецька «DiloTemaфа», Бельгійська компанія «Charle&Co», Французька «Laroche», та Римський дослідний центр IPZS в Італії.

Однак в Україні дослідження льону олійного, які особливо поширилися в останні п'ять років, переважно спрямовані на використання насіння і не мають вагомих інноваційних впроваджень. Авторами стверджується, що продуктивність льону, якість його сировини а також економічна ефективність вирощування даної культури значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, що мають зональне поширення, і визначають вектор адаптивних технологій вирощування культури [19, 20].

Технологію вирощування льону олійного досі часто реалізують за «залишковим» принципом, який призводить до порушень технології. Це викликає значні коливання площ вирощування, урожайності та валового збору насіння льону олійного.

1.2. Систематика льону олійного та його ботанічна характеристика

Серед ботаніків досі не існує одностайної думки щодо походження культурного льону та його місця в таксономічній систематиці. Усі підвиди культурного льону легко схрещуючись між собою, дають плодове

потомство навіть між окремими видами. В результаті окультурення та переміщення людиною в інші зони, льон проявляє значний поліморфізм й характеризується великим різноманіттям форм [21].

Після вивчення ботаніко географічного поширення та мінливості, була сформульована думка, що культура льону за походженням є поліфілетична, тобто бере початок від кількох видів, об'єднаних в один *L. usitatissimum*. Також були визначені центри формоутворення льону – це райони Азії та Середземноморського узбережжя. Серед них група з крупним насінням та великими квітками генетично пов'язана з узбережжям Середземного моря, а дрібнонасінна та дрібноквіткова – приурочена до Південно-Західної Азії

Більшість видів із роду *Linum* L. відносно визначальних екологічних факторів характеризується широкою екологічною амплітудою [21]. За біологічним типом та життєвою формою рослин вид *Linum usitatissimum* представлений терофітами, малорічними трав'янистими монокарпіками. І хоча на території України нараховують 22–28 видів за різними джерелами, культурний льон *L. usitatissimum* зустрічається лише у сільськогосподарському вирощуванні і в дикому стані ніде не зростає [21–24].

Згідно ботанічної класифікації, льон відносять до виду *Linum usitatissimum* L. (льон звичайний) родини Льонові (*Linaceae* L.), в яку входять близько 22 роди та до 200 видів однорічних і багаторічних, в основному, трав'янистих рослин. До окультурених увійшли виключно однорічні форми льону з плодами, які не розтріскуються [10].

За сучасною ботанічною класифікацією льон звичайний поділяють на п'ять підвидів, найбільш відомі є наступні три: євразійський– (*subsp. eurasiaticum* Vav. et Ell), середземноморський– (*subsp. mediterraneum* Vav. et Ell), проміжний– (*subsp. transitorium* Ell.) Льон олійний входить до євразійського підвиду.

Льон-довгунець вирощують для якісного волокна, але з насіння також добувають олію. Найбільший же урожай насіння і вихід олії одержують з льону-межеумка і льону-кучерявцю, які часто об'єднують в одну групу - льон олійний [22].

Дещо детальніше зупинимося на описі льону-кучерявця (*v. brevimulticaulia*). Це трав'яниста однорічна низькоросла рослина заввишки 30-50 см. Стебло циліндричне, тоненьке, гладеньке.

Важливою ознакою, яка впливає на врожайність насіння льону олійного та льону довгунця є супротивне галуження. Частіше всього у льону виділяють три, а за деякими джерелами – два види галуження. Галуження може відбуватись у основі стебла та галуження суцвіття.

Дослідниками була також відмічена значна залежність цих ознак від впливу посухи й високих температур. Також встановлено, що умови південних зон сприяють саме галуженню, а не росту стебла у висоту, проте визначальне значення має площа живлення. Так, за густоти 10 тис. шт./м² навіть у схильних до галуження форм формувалося не більше трьох стебел.

Адаптаційна здатність рослин льону до площі живлення забезпечується механізмами регуляції кількості пагонів відповідно до конкретних умов місця зростання [25]. У льону діє чітке підпорядкування почерговості пробудження (або відчуження) базальних і пазушних бруньок згідно до наявності ресурсів для забезпечення головного пагону та пагонів вищого порядку. Як пояснює автор, це результат апікального домінування, завдяки якому підтримується ієрархічність розвитку та різноякісність пагонів [26].

Листки у льону сидячі, форма ланцетна, гладенькі з восковим нальотом, завдовжки 26-30 мм, ширина 2-4 мм колір зелений або сизий, листкорозміщення почергове, на стеблі кріпляться густо.

Суцвіття – зонтикоподібна китиця. Квітка актиноморфна, п'ятисиметрична, колір пелюсток варіює від білого до усіх відтінків синього та рожевого, є також жовті форми. Тичинок п'ять, маточка з п'ятигніздною

зав'яззю, у кожному гнізді розташовано по два насінні зачатки, у кожного з яких після запліднення утворюється по одній насініні. Максимально в одній коробочці може сформуватися 10 насінин, хоча ми зустрічали у виробництві формування до 12 насінин. Це відбувалося за рахунок формування додаткової камери, хоча дане явище не є закріпленою біологічною ознакою.

Льон відносять до самоzapильних рослин, хоча є доведена можливість перехресного запилення за допомогою комах та вітру при певних погодних умовах від 0,15 до 1,25% особин.

Напередодні цвітіння приймочка маточки вже зріла, до моменту розкриття квітки пиляки підрастають до рівня приймочки, забезпечуючи самоzapилення. У ясні дні квітки льону розпускаються о 5-6 годині ранку, а до 9-10 години пелюстки опадають. Початок розкриття квіток льону та опадання пелюсток визначається погодними умовами й може тривати від п'яти годин за посушливих умов, до десяти годин – за похмурної погоди. У похмурі дні та при низьких температурах початок і кінець цвітіння настає на одну дві години пізніше. У дощову погоду квіти не розкриваються. Тривалість цвітіння залежить також від сортових особливостей [27].

Після закінчення цвітіння ріст рослин у висоту припиняється і вже через кілька днів із зав'язі квітки утворюється сформована коробочка з насінням. Кількість коробочок на рослині варіює від 30 до 60 та більше. Довжина 6-8 мм, ширина 6-7 мм. Дозрівання льону відбувається в тій самій послідовності, що і цвітіння.

Через більш виражене галуження період цвітіння льону олійного триваліший. Початок від верхівкової квітки головного пагону, потім цвітіння поширюється на квіти гілочок другого та наступних порядків.

Насіння різних відтінків від світло-жовтого до темно-коричневого кольору, пласкувате, яйцеподібне з вузьким, злегка загнутим носиком. Поверхня гладенька, блискуча, при намочуванні слизька від набухання слизу. Довжина 3,2 – 4,8 мм., ширина 1,5-2,2 мм., маса 1000 шт. змінюється від 3 до

13 г. Маса 1000 насінин сучасних сортів льону олійного призначення може змінюватися від 6,5 до 9,0г. Як правило, у льону довгунця насіння менше за розмірами та масою. Маса та колір насіння є спадковими сортовими ознаками. Насіння містить від 35 до 50% висихаючої олії, йодне число 175–195.

Співвідношення маси насіння : солома у волокнистих форм складає 0,1–0,2, а у олійних – більше 0,2.

Коренева система льону розвинена слабо, до 85% маси коренів розташоване в шарі 0-25см. Вона представлена головним стрижневим коренем, який проникає у ґрунт на глибину більше 1м, та дрібних корінців, розташованих у верхньому шарі ґрунту. Від загальної маси рослини коренева система становить лише 9-15%. Засвоювана здатність кореневої системи незначна, врожайність відчутно знижується за нестачі легкозасвоюваних поживних речовин.

1.3. Біологічні особливості льону олійного

Від сівби до збирання врожаю рослини льону проходять такі основні фенологічні фази: сходи, ялинка, бутонізація, цвітіння, достигання. Проходження фаз розвитку, інтенсивність росту та продуктивність рослин залежать від умов вирощування, сортів, агротехніки, тощо [28, 29].

Вимоги до тепла у льону виражені сильно. Мінімальна температура проростання для насіння льону складає 3-5 °С, сходи можуть без особливих наслідків переносити зниження температур до -4 °С, а, за окремими джерелами, навіть до -6 °С. Більш стійкі до низьких температур посіви на стадії проростків. Рослин можуть пошкоджуватись весняними заморозками, що викликає зрідження посівів і посилює базальне галушення.

На початкових етапах онтогенезу вимоги до тепла є практично незмінними. На генеративній стадії розвитку льон олійний потребує більш високих температур. Оптимальною для фази цвітіння є температура в

діапазоні 20–22 °С, зниження температури в період наливу насіння до 12°С зменшує олійність на 2–3%

Олійні різновиди льону більш стійкі до негативного впливу посухи завдяки більш розвиненій кореневій системі. Однак і їх транспіраційний коефіцієнт високий - до 690 одиниць, що значно вище, ніж у зернових культур. У дослідженнях Полякова О. І. відмічено великий діапазон коливання коефіцієнта водоспоживання льону олійного в зоні проведення – від 1216 до 2460 м³/т при вирощуванні без зрошення і від 1380 до 1470 м³/т на зрошенні [29]. При нестачі вологи у першій половині вегетації, льон помітно скорочує фази розвитку, що негативно впливає на врожайність.

Найбільше води льон потребує під час інтенсивного росту стебла та цвітіння. Нестача в ґрунті води під час бутонізації та цвітіння призводить до відмирання апікальної частини стебел і навіть до загибелі посівів.

Після цвітіння льон стає менш вибагливим до вологи. Мало того, інтенсивні дощі у цей період можуть оптимізувати розвиток грибкових захворювань, вилягання і підгнивання. При значній вологості стебел значно ускладнюється механізоване збирання, якість сировини погіршується.

Відносно попередників, то головними вимогами льону до них є сприятливий фітосанітарний стан ґрунту, достатні запаси вологи та поживних речовин.

Так, найвищу продуктивність посіви льону олійного забезпечують після ярих колосових та гороху, також після гречки, сої й кукурудзи. Небажаним попередником льону олійного цукрові буряки, а недопустимим повторні його посіви [30]. Більшість дослідників вважають поганими попередниками для льону олійного соняшник, ріпак, ріцину, суданську траву і сорго а також зернову кукурудзу. Сам же льон олійний є цінним попередником і для ярих, і для озимих культур [31].

У зоні достатнього зволоження під льон олійний після ранніх попередників, як правило, застосовують систему напівпарового обробітку, що забезпечує кращий контроль над забур'яненістю ґрунту [32].

У межах зони нестійкого зволоження рекомендують застосовувати комбіновану систему обробітку ґрунту. За результатами досліджень М.В. Калієвського [33] зменшення глибини обробітку з 25-27см до 15-17см викликало погіршення умов проростання насіння. Тому автор пропонує проводити полицеву оранку з котком на глибину 15-17см, чи замінити традиційний обробіток глибоким безполицевим розпушуванням.

Однак в сучасних умовах деградації ґрунтів та в зв'язку зі слабкою кореневою системою льону під дану культуру все частіше застосовують технології NO-TILL, задля мінімалізації обробітку ґрунту. Однак, як стверджують виробничники науковці, це потребує узгодження із нормою висіву [34]. оскільки системі ґрунт – рослина відбувається як прямий, так і зворотній вплив. Позитивна дія кореневої системи льону олійного на структуру ґрунту та формування агрономічно-цінних агрегатів проявляється в розущільненні орного та підорного шарів.

Щодо впливу термінів сівби, то вони помітно відрізняються в різних ґрунтово-кліматичних зонах. Так встановлено, що ранні строки сівби льону олійного забезпечують максимальний його врожай. Вони можуть співпадати із сівбою ранніх ярих культур.

Слід зазначити, що в зонах з кращим вологозабезпеченням сівба вслід за ярими зерновими культурами має перевагу, тоді як в зоні Степу строки сівби слід обирати раніше, при переході ґрунту до стану фізичної стиглості, або одночасно із сівбою ярих зернових [14, 35].

Сівба культури при настанні ґрунтом стану фізичної стиглості нормою висіву 6 млн шт./га забезпечує найвищу урожайність насіння 1,34 т/га та соломи 1,75 т/га. Збільшення норми висіву покращує фізико-механічні та технологічні показники стебел льону [36].

Як було зазначено вище, густота стояння рослин, яка залежить від норми висіву насіння та ширини міжрядь, має значний вплив на формування врожайності культури льону. Льон відноситься до культур, які до світла маловимогливі. Довгий день та відносно невелика інтенсивність сонячного світла, це обов'язкова умова при якій досягається нормальний ріст та розвиток рослин. Рання сівба та зменшена тривалість дня затримують процеси розвитку рослин. При інтенсивному сонячному освітленні покращується гілкування.

З одного боку, формування високого врожаю можливе при густоті стояння 100-200 рослин/м². Втім, рослини льону погано борються із забур'яненістю, тому для зниження засміченості рекомендують загущувати посіви до 400-500 рослин/м². Згідно з дослідженнями, проведеними В. В. Лихочвор та В. Ф. Петриненко [32], найвищий врожай насіння отримали при густоті рослин на час збирання 300-500 шт./м². При подвійному використанні культури для отримання і олії, і волокна, норму висіву збільшують на 10–15 кг, що відповідає загущенню у 500-700 шт./м².

В дослідях Інституту олійних культур НААН зміни норми висіву льону олійного сорту Водограй із 3 до 9 млн. шт./га показали найвищу врожайність та збір олії при нормі висіву 6 млн. шт./га [37]. Встановлено також, що норма висіву 6 млн. шт./га забезпечує найвищу урожайність насіння 1,3–1,34 т/га.

Норми висіву олійного льону вивчали у різні роки науково–дослідні установи. Твердження щодо слабкої залежності урожаю культури від норми висіву насіння у літературних джерелах як підтверджується, так і заперечується.

Догляд за посівами льону передбачає такі операції, як до- та післясходове боронування легкими зубовими боронами, захист від шкідників та хвороб і підживлення [32]. Дослідження Інституту олійних культур НААН показали, що зменшення густоти стояння рослин шляхом боронування посівів у фазу ялинки при рядовій сівбі на 0,24-0,26 млн.шт./га, а при

перехресній сівбі на 0,26-0,69 млн.шт./га, викликає підвищення врожайності насіння на 0,43 та 0,40 ц/га [36].

Економічний поріг шкодочинності бур'янів у посівах льону-довгунця складає 10-20 шт./м² малорічних та 1-3 багаторічних рослин. Так, за наявності 5 штук бур'янів/м² втрати врожаю склали 0,9%; при 10 шт./м² – 1,8%; при 15 шт./м² – 2,7%; при 25 шт./м² – 4,7% а 50 шт./м² – 8,5% [26].

У більшості сільськогосподарських культур генетично закріпленими ознаками є як сама тривалість періоду вегетації, так і протікання окремих біологічних періодів формування рослин. Проте, чітко визначених показників не існує, є лише окреслені межі, на які впливає ряд факторів, таких як умови середовища, метеорологічні фактори та прийоми агротехніки культури.

Підбираючи оптимальний комплект, який більш повно відповідає їх біології рослини і покращує забезпеченість її потреб, можна впливати на подовження тривалості активної вегетації взагалі а також окремих етапів органогенезу для позитивного впливу на урожайність та якість продукції [27]. Зміна вологозабезпеченості, рівня мінерального живлення та відмінності у розміщенні рослин на площі поля впливає на тривалість фаз росту й розвитку льону олійного.

Вимоги до ґрунту. Льон олійний потребує структурного родючого й окультуреного ґрунту зі слабо кислою реакцією ґрунтового розчину.

Оптимальна кислотність для льону олійного складає рН 5,9-6,5. Якщо точніше, то на важких ґрунтах цей показник знаходиться в межах рН 6,0-6,7, а на легких за гранулометричним складом ґрунтах цей діапазон зміщується в кислий бік рН 5,5-6,0. При вищій кислотності ґрунту льон олійний може пригнічуватися через токсичну дію іонів алюмінію на кореневу систему, оскільки вони є отруйними речовинами. Крім того, в кислому середовищі кореневі волоски блокуються іонами гідрогену, ослизнюються і відмирають.

Коренева ж система льону не в достатній степені розвинена і кількість корінців є обмеженою.

На карбонатних ґрунтах коренева система льону страждає від надлишку кальцію та дефіциту бору. Пригнічуюче діють на льон олійний також іони хлору, це необхідно враховувати при виборі форм калійних добрив під культуру.

Найкраще льон росте на дерново-підзолистих суглинистих або суглинисто-супіщаних ґрунтах. Також льон дає добрі врожаї на добре забезпечених добривами дерново-підзолистих супіщаних і дерново-буроземних ґрунтах.

В той же час легкі піщані й супіщані ґрунти для нього малопридатні, оскільки вони бідні на поживні речовини та погано утримують вологу. Непридатними є також заболочені й солонуваті ґрунти. На піщаних ґрунтах льон страждає від посухи. Важкі глинисті ґрунти повільно прогріваються навесні а після дощу утворюють кірку, яка є перешкодою для сходів та створення оптимального повітряного режиму. Сіяти льон на кислих торфових ґрунтах не рекомендується взагалі [24, 31].

В зв'язку зі слабо розвинутою кореневою системою льон олійний вимагає легкодоступних форм елементів живлення. Родючість ґрунту потрібно створювати штучно шляхом внесення добрив, обробітком ґрунту, особливо на ґрунтах, які мають низьку природну родючість.

У дослідженнях поведених Бідною в умовах півдня України, залежно від фону мінерального живлення, загальний винос елементів живлення складав: азоту 41,5-52,9 кг, фосфору 17,0-22,3, калію 22,5-28,3 кг на кожен тону насіння. Співвідношення між макроелементами в середньому складало 2,3 : 1 : 1,3. Покращення мінерального живлення супроводжувалося зростанням виносу та збільшенням вмісту кожного з елементів в одиниці маси продукції [38].

В цілому, льон витрачає на утворення одиниці сухої маси вдвічі, а то й втричі більше поживних речовин, ніж зернові колосові.

На формування 1 т насіння рослинам льону необхідно засвоїти 70-80 кг азоту, 25 кг фосфору та до 50-60 кг калію.

Рослини льону олійного мають досить короткий вегетаційний період, а у кореневої системи досить слабка вбирна здатність, тому культура добре реагує на удобрення. Оптимальними дозами є $N_{45-60} P_{60-80} K_{70-90}$. Фосфорні та калійні добрива рекомендують вносити під основний обробіток, азотні краще навесні, під передпосівну культивуацію, приділяючи особливу увагу рівномірності їх внесення.

Засвоєння елементів живлення льоном олійним відбувається нерівномірно: основна кількість фосфору надходить в рослини у період від сходів до фази ялинки, більша частина азоту - від фази ялинки до цвітіння а калію - в період від бутонізації до кінця цвітіння [32].

Критичні періоди в живленні основними елементами проявляються у льону в наступні періоди: нестача азоту найбільшою мірою появляється у період від сходів до бутонізації, фосфор критично необхідний від сходів до фази ялинки, а калій – в період бутонізації.

В цілому, як свідчить аналіз джерел наукової літератури, система живлення льону олійного досліджена менш ґрунтовно ніж льону-довгунцю [39, 40]. Очевидно, це пояснюється більш тривалим часом культивування останнього.

Безумовно, що загальна динаміка формування біологічної маси і споживання елементів живлення у льону олійного та льону довгунцю є подібною, однак є ряд принципових особливостей, які необхідно враховувати, а щодо критичних періодів, то вони взагалі різняться. За результатами досліджень на вилугуваних чорноземах, вміст азоту в насінні льону олійного залежно від фону мінерального живлення, коливався від 3,40 до 3,96%, тоді як у соломі – від 0,61 до 0,81%, уміст фосфору змінювався у

межах 1,17–1,33 та 0,18–0,27% відповідно, а калію було 0,92–0,97 та 1,29–1,4%. Частка насіння у загальному виносі рослинами льон основних елементів живлення складала відповідно 84,5, 86,2% та 44,1% [26].

В дослідженнях В.А.Болюка ефект від внесення мінеральних добрив за величиною був аналогічним до ефекту від зрошення. Так, якщо у фазі ялинки істотне збільшення площі листків не спостерігали навіть на найбільших в досліді фонах живлення, то в надалі відмічали достовірні переваги у кожного з варіантів їх застосування.

Показник площі листків при цьому зростав відповідно кількості внесених добрив. У фазі бутонізації теж спостерігалось збільшення на 6,03–9,66%, у фазі цвітіння – на 7,29–14,7 а у фазі зеленої стиглості – на 10,2–14,5%. На фоні зрошення зростання складало 6,73–10,6%; 8,66–15,4; та 6,88–13,5% відповідно. Істотне збільшення показника площі листків при застосуванні різних систем живлення відмічали також в дослідженнях в інших зонах [41]. Як свідчать результати, вже при першому визначенні показника більш рівномірний розподіл рослин по поверхні поля забезпечував більшу площу листків.

Роботами інших авторів в ґрунтово-кліматичних зонах України в різні роки досліджень була також встановлена значна варіабельність таких ознак льону олійного, як висота рослин, кількість коробочок, маса насіння та ін., що обумовлює необхідність додаткових спостережень [28].

Льон олійний, в цілому, позитивно реагує на внесення мінеральних добрив. Також на врожайність його насіння добре впливає післядія органічних і мінеральних добрив, які вносили під культуру попередник. Однак, найбільший рівень врожайності можна забезпечити внесенням добрив безпосередньо під льон.

Найбільш ефективним Н. Демчук вважає застосування добрив шляхом внесенням їх під основний обробіток а також під час сівби у рядки. Максимум елементів мінерального живлення льон потребує від початку

сходів до цвітіння. Найбільший приріст урожаю в дослідях льон забезпечив за умови внесення повного мінерального добрива у нормі $N_{45-60} P_{60} K_{45}$. Однак, авторка наголошує, що норми добрив слід уточнювати в кожному конкретному господарстві відповідно до родючості ґрунту, запланованого рівня врожаю, агротехніки вирощування, тощо [42].

Надлишок елементів живлення негативно впливає на стійкість до вилягання, вміст олії, веде до затримки утворення бутонів та квіток, нерівномірного дозрівання та ускладнення збирання урожаю.

Льон досить не рівномірно засвоює елементи мінерального живлення. На початку вегетації льон олійний має підвищені вимоги до рівня родючості ґрунтів, оскільки його коренева система розвинена досить слабо і має низьку здатність до засвоювання елементів живлення з важкодоступних сполук.

1.4. Особливості азотно-сірчаного живлення льону

Незважаючи на невеликий рівень споживання азоту рослинами льону олійного на початку вегетаційного періоду, для отримання високого врожаю насіння необхідна забезпечити його достатню кількість в рослині. Як було сказано вище, критичний період живлення льону олійного азотом - це період від фази «ялинки» до бутонізації.

При чому, в даний період необхідна невелика його кількість, оскільки надлишкове живлення азотом у цей період викликає вилягання стеблостою рослин, а за умов посушливої погоди може навіть викликати підгоряння рослин. Незбалансоване внесення азотних добрив може, крім вилягання рослин, знизити також вміст жиру, причому, вміст протеїну при цьому підвищується. Надлишок азоту може також спричинити затримку утворення бутонів та квіток [43, 44].

В інтерв'ю, даному Ю. Носенком, про використання добрив говориться наступне. З добривами у господарстві експериментували багато як в основне внесення восени, так і навесні. Було відзначено, що льон особливо не

реагував ні на фосфор, ні на калій. Швидше за все, вважає автор, йому вистачає цих елементів, які залишилися від попередників. Тому основну увагу в господарстві приділили в основному азотному живленню. В господарстві вносять від 40 до 50 кг/га азоту у вигляді сульфату амонію перед сівбою [45].

Чому саме сульфат амонію. Льону, як будь-якій олійній культурі, потрібна сірка. Сірка – важливий компонент всіх форм життя, оскільки це складова у структурі трьох головних амінокислот: метіоніну, цистину та цистеїну. Ці амінокислоти входять до складу 99% усіх відомих білків, виявлених у всіх живих істотах (бактеріях, грибах, вищих рослинах), включно з людиною. Без сірки неможливе створення білкових сполук, які є основою життя на планеті. Тому без сірки розраховувати на гарний врожай не варто [46].

При визначенні ступеня забезпеченості рослин необхідними поживними елементами вміст рухомої сірки у ґрунті визначають обов'язково. Наявність та кількість рухомої сірки у ґрунті тісно пов'язана зі складом материнських ґрунтотвірних порід, головним напрямом ґрунтотвірного процесу, віддаленістю від промислових джерел, пов'язаних з мімічним виробництвом а також із особливостями виробництва сільськогосподарських культур. Практично вся сірка в орних ґрунтах України входить до складу негідролізованих органічних сполук, тобто знаходиться у важкорозчинній і недоступній формі для рослин.

Сірка є мезоелементом, тобто, її необхідно дещо менше, ніж макроелементів азоту, фосфору та калію, але значно більше, ніж типових мікроелементів. Її нестача позначається, перш за все, на кількості і якості врожаю. Візуальна діагностика дефіциту сірки в рослинах малопомітна, зовнішній прояв нагадує азотне голодування – таке ж пожовтіння та знебарвлення листків (хлороз), витягування та зменшення товщини стебел, уповільнений розвиток [45].

Щоб правильно діагностувати нестачу сірки, слід звертати увагу на листки. Хлороз на молодому листі за дефіциту сірки пояснюється тим, що сірка не здатна переміщуватися з нижніх ярусів листків до молодих частин рослини, як, наприклад, азот. Якщо при нестачі азоту нижні листки, частіше всього, відпадають, то при сірчаній недостатності спостерігається лише посвітління і пожовтіння, але не опадання листків. Щоб виявити дефіцит елементу найбільш точно, для більшості польових культур, в тому числі, льону олійного слід провести аналіз тканин рослин.

До інших специфічних симптомів дефіциту сірки можна віднести хлороз молодих листків або некроз верхівки у світло-зелених листків. Також відмічають невеликий веретеноподібний ріст із утворенням коротких стебел. Відбувається затримка розвитку рослини та досягання насіння.

Найчастіше дефіцит сірки спостерігають на ґрунтах із низьким вмістом органічної речовини, звітрених ґрунтах із високим вмістом заліза, а також на ґрунтах легкого гранулометричного складу. Такі ґрунти якраз характерні для півночі та півдня України.

Ще однією особливістю є те, що сірка, наявна в ґрунті на початку сезону, може легко промиватися в нижні шари або втрачатися з поверхневим стоком, особливо за умов холодної дощової весни. Втрати в цьому випадку можуть досягати п'ятдесяти відсотків. Внесення сірковмісних мінеральних добрив легко знімає дану проблему. Наприклад, сірка, яка входить до складу сульфату амонію, при внесенні на поверхню ґрунту майже без втрат залишається в орному шарі за рахунок зв'язаного стану в гранулі добрива.

Як було відмічено вище, дефіцит сірки залежить не тільки від біології культур та характеристики ґрунту, а також від технологій, які використовують в кожному конкретному господарстві. Цей дефіцит часто спостерігається на полях, де застосовують систему обробітку No-Till. При використанні безвідвальної системи, з кожним наступним сільськогосподарським сезоном мінералізується все менша кількість

органічної речовини. Поверхневі залишки накопичуються щороку, і вміст органічної речовини повільно збільшується у зв'язку зі зменшенням механічного впливу на ґрунт. Одночасно з цим мінералізація сірки уповільнюється. Тож така комбінація зниження мінералізації і збільшення посівів призводить, врешті решт, до дефіциту сірки в ґрунті.

Цінним є той факт, що сірковмісні добрива, такі як сульфат амонію, окрім внесення сірки мають ще один плюс для прихильників No-Till технології, адже за рахунок вмісту азоту в доступній для мікроорганізмів формі вони прискорюють розкладання поживних залишків і соломи при внесенні восени після збирання врожаю.

За погодних умов, які ми спостерігаємо в останній час, особливо на бідних ґрунтах, азот необхідно вносити в будь-якому разі, і, насамперед — сульфат амонію, вважає Г.Опанасенко, агроном-консультант, керівник та засновник СТОВ «Вруно» [47].

При внесенні його в умовах господарства, він не вимився, зафіксувався на поверхні ґрунтових колоїдів. Потім частину його використовує рослина, бо амонійну форму вона використовує завжди в першу чергу, ніж нітратну. Нітратна надходить до рослини під впливом вологи, тоді як амонійна — під впливом електронних зв'язків. І в даних умовах дуже важливою є сірка.

Як стверджують аналітики, на сучасному ринку сільськогосподарської сірки переважають чотири основні продукти, що разом становлять 80 % світового споживання. Головний з них, це сульфат амонію, він становить 40 % від загальної кількості. Інший продукт, який містить сірку, це простий суперфосфат, його частка 21 %. Далі по 9 та 7% становлять відповідно сульфат калію та сульфат магнію. Крім того, є ще ряд комплексних добрив з різним вмістом сірки [46].

Порівняно з іншими добривами, сульфат амонію містить найбільший відсоток сірки, не менше 24 %. Основними перевагами даного добрива є хімічна стійкість та низька гігроскопічність, а також легкодоступна форма

для рослин, що дозволяє їм засвоювати сірку одразу після її внесення. Сульфат амонію є одним із найпоширеніших представників сірковмісних добрив у світі - його загальний об'єм торгівлі у 2018 році склав 13,3 млн.т.

Людство в процесі свого існування споживає гігантську кількість біомаси (продуктів харчування, кормів, сировини, лікарських засобів, джерел енергії та ін.). Процес виробництва вже досяг значних обсягів і потребує значних земельних, матеріальних, трудових та фінансових ресурсів, та ще і негативно впливає на біосферу. Внаслідок цих змін сформувалися проблеми соціального та екологічного характеру, що потребують їх вирішення для встановлення балансу між потребами людини та можливостями екосистеми. Одним із таких варіантів вирішення питань є максимальне використання біопотенціалу сільськогосподарських культур [29].

Проаналізувавши наукові джерела можна зробити висновок, що питанням агротехніки льону олійного на даний момент приділяють пильну увагу. В основному вивчають питання росту та розвитку, проводять дослідження з пошуку оптимальних норм висіву і оптимальних строків сівби, та проводяться пошуки оптимальної системи удобрення льону олійного. Але основними і пов'язаними між собою є питання удобрення культури з використанням та оптимізацією норм висіву насіння. Це підкреслює актуальність обраної нами тематики досліджень.

Розділ 2. Характеристика місця та умов проведення досліджень

2.1. Організаційно-економічні умови господарства

Дослідження впливу норм висіву та мінеральних добрив на формування врожайності насіння льону олійного проводили протягом 2019-21 років. Дослідні ділянки виділяли в межах польового посіву в господарстві ПСП «Едельвейс2» Апостолівського району Дніпропетровської області.

Господарство розташоване на півдні області за 135 км від м. Дніпра (по прямій лінії) та на відстані 170 км — автошляхами.

Згідно агроґрунтового районування України, господарство розташоване в зоні Степу, підзоні південного Степу в межах Правобережної провінції Баштансько-Олександрівського району [48].

Основний вектор господарства спрямований на вирощування зернових і технічних культур. Основними культурами в різні роки діяльності господарства серед зернових були пшениця озима, ячмінь озимий, серед технічних льон олійний, соняшник, ріпак.

Площа орної землі в господарстві становить 820 га, відсоток від загальної площі господарства досить високий і складає 99%. Структура посівних площ господарства насичена як зерновими, так і технічними культурами. Однак, основна частина ріллі зайнята зерновими: пшениця, ячмінь (55-60%), а також соняшником. Площа, зайнята під льоном олійним, становила до 25% від ріллі. Льон є одним із основних компонентів чотирипільної сівозміни.

Рівень врожайності у господарстві досить високий. Показники, які характеризують рівень інтенсифікації землеробства, наведені в таблиці 2.1.

Погодні умови року мають помітний та беззаперечний вплив на рівень середньої врожайності по господарству. Про це свідчать показники з таблиці 2.1. Так у 2019 році умови склалися сприятливо для більшості культур, особливо для озимого ячменю. Врожайність льону і ріпаку, навпаки, була

дещо зниженою. Тоді як 2020 рік був надзвичайно напруженим за погодніми умовами, що і викликало зниження врожайності таких культур, як пшениця, ячмінь та соняшник.

Таблиця 2.1

Врожайність с.-г. культур у господарстві (2019-2021рр.), ц/га

Культура	2019	2020	2021	Середня за 3 роки
Озима пшениця	39	33	60	44
Озимий ячмінь	45	38	58	47
Соняшник	23	18	32	24
Ріпак	20	22	30	24
Льон олійний	13	15	18	15

Останній рік досліджень характеризувався максимальним рівнем врожайності усіх сільськогосподарських культур. Умови вегетаційного періоду були надзвичайно сприятливими. в зв'язку з цим озимої пшениці отримали вдвічі більше, ніж у попередні роки, решта культур також сформували на 20-50% вищий врожай. Аналіз врожайності по роках свідчить про високий потенціал господарства у збільшенні виробництва рослинної продукції.

Аналіз показників таблиці 2.2 свідчить, що господарство забезпечене сучасною технікою в достатній мірі. Це дозволяє проводити всі необхідні технологічні операції. Приблизний перелік основної сільськогосподарської техніки відображений в таблиці, ілюструє цей висновок.

Тривалий час в господарстві культивується ґрунтозберігаюча технологія вирощування сільськогосподарських культур за системою так званого нульового обробітку ґрунту No-Till. Тому багато знарядь використовується для неї.

Крім того, в господарстві використовують сучасні знаряддя для внесення добрив: Amazone ZA-M 1001 Special, для сівби: такі як сівалки точного висіву John Deere 7200, Turbosem 19-60, Flexi-coil, для догляду за

посівами: обприскувачі Berthoud Tracker 3200 та Богуслав Титан 24 та збирання врожаю: комбайни John Deere 9660 та Claas Mega 204.

Вся техніка має задовільний технічний стан і грамотно використовується та зберігається.

Таблиця 2.2

Основна сільськогосподарська техніка господарства

Вид с.-г. техніки	Марка
Трактори:	Case Magnum 310
	MT3-892
	John Deere 8520R
Комбайни:	John Deere 9660
	Claas Mega 204
Автомобілі:	Логістика винаймання
Культиватори:	John Deere 2210
	ТЕХНОПОЛЬ АК 9,7
Обприскувачі:	Berthoud Tracker 3200
	Богуслав Титан 24
Сівалка точного висіву:	John Deere 7200
	Turbosem 19-60
	Flexi-coil
Розкидач мінеральних добрив:	Amazone ZA-M 1001 Special -
Плуги:	Lemken Vari Diamant 8

Тобто, необхідною технікою технікою господарство забезпечене. Виключення складають лише вантажівки, які за необхідності господарство винаймає.

2.2. Ґрунтово-кліматичні ресурси господарства та їх значення у формуванні врожайності сільськогосподарських культур

Згідно останніх результатів обстеження ґрунтів України, на території господарства розповсюджені Чорноземи південні малогумусні на лесових породах (змиті і не змиті). Даний тип ґрунтів сформований під кострицево-ковиловою рослинністю на лесах в умовах посушливого клімату. При незначній кількості опадів спостерігалось слабе промивання і, як наслідок,

неглибоке проникнення коренів рослин углиб ґрунту. В зв'язку з цим південні чорноземи мають короткий гумусований профіль. Товщина профілю даних ґрунтів збільшується зі сходу на захід.

Зона Степу, до якої відноситься господарство, має напружений гідротермічний режим, що викликало послаблену акумуляцію гумусу.

Діагностичними характеристиками профілю є ущільнення перехідних горизонтів, більш виражене з півночі на південь.

На глибині від 50 до 120 сантиметрів є ущільнений шар з вираженою білозіркою. Також у материнській ґрунтотвірній породі на глибині понад 2 м залягає гіпс.

Чорноземи південні мають акумулятивний тип профілю: $H/k + H_{pk} + Ph_k + P_k + P_s$ або $H/k + H_{p(i)k} + Ph_{(i)k} + P_k + P_s$. Їх профіль схожий до чорноземів звичайних неглибоких, але з більш коротким переходом до материнської породи та ущільненням в перехідних горизонтах.

Щодо вмісту гумусу, який є важливою характеристикою родючості, то його міститься в ґрунтах з важким гранулометричним складом 2,5-4,3%, в середньосуглинкових від 2 до 3% а у легкосуглинкових та супіщаних лише 0,4-2%. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної, рН 6,8-7,6. Сума увібраних основ коливається від 3 до 50 мг-екв/100 г ґрунту. Кількість обмінних іонів натрію незначна, від 0,1 до 1 мг-екв/100 г ґрунту. Дані ґрунти мають достатньо високий рівень потенційної родючості, але їм бракує вологи [49-51].

Вже доведено, що відбулись помітні зміни у кліматі зони проведення досліджень. Але дана територія все ще відноситься до помірно-континентальної. Усі пори року добре виражені.

Зими малосніжні. Товщина снігового покриву взимку на відкритих ділянках становить 10см, максимальна до 30см. Стійкий сніговий покрив утворюється в першій декаді грудня, але бувають відхилення як в один, так і в інший бік. Середня висота снігового покриву коливається в грудні в межах

1-5см, в січні 4-6см, лютому 7-9см і в перших двох декадах березня 4-8см. Сніговий покрив зберігається не більше 80 днів

Зима нестабільна, в першій половині часто помірна, пізніше – холодна. Опади вкрай нерівномірні. Відчувається вплив континентальних повітряних мас, що приходять зі сходу та півночі, це викликає критичні умови перезимівлі озимих культур. Перехід середньодобових температур повітря вище $+5^{\circ}\text{C}$ визначає початок польових робіт, який настає в основному в першій декаді квітня. Часто холодний період триває до квітня. В квітні і в травні трапляються нічні заморозки. Але з початку до середини квітня середньодобова температура повітря вже, як правило, переходить поріг 5°C . І саме на цей момент припадає сівба ранніх ярих культур а також повноцінне відновлення вегетації озимих.

Літо стає все більш посушливим у другій половині та характеризується високими температурами. Опади нерівномірні, часто у вигляді злив. Влітку все частіше дмуть північні або південно-західні вітри. Метеорологічне літо (коли температури вище 15°C), зазвичай триває 112-130 днів, від другої декади травня до другої декади вересня, але можливі часові зсуви в той чи інший бік.

Середня температура липня сягає $+22,1^{\circ}\text{C}$, у лютому це $-4,5^{\circ}\text{C}$. Щодо кількості опадів, їх 439 мм на рік (Табл. 2.3), найбільше випадає в теплу пору року (квітень - жовтень) до 304 мм.

Більша частина опадів випадає у вегетаційний період, як правило, з кінця травня до початку серпня. Опади нерідко мають зливовий характер, тому значна частина води втрачається в результаті стікання. Найбільший дефіцит вологи спостерігається з третьої декади квітня по другу декаду травня а також у серпні-вересні. Такі умови мають негативний вплив на сходи ярих культур.

Динаміка річних і місячних опадів по роках може змінюватися. В дощові роки опадів буває значно більше середніх багаторічних даних, а в

посушливі роки – менше. Середньорічна відносна вологість повітря становить 60-65%, найнижча – 45%, буває в травні та червні [52].

Слід зазначити, що за роки досліджень у 2019 році випало 281,5 мм, а у 2020 році цей показник був 369,7 мм, що можна пояснити вкрай посушливими літніми місяцями.

Коливання температур в зимові місяці від додатних до від’ємних часто створюють несприятливі умови для перезимівлі озимих культур. Постійний сніговий покрив починає танути у другу декаду лютого і в першу декаду березня. Період танення снігу триває приблизно два місяці.

Для визначення впливу метеорологічних умов на врожайність та якість насіння льону олійного наводимо характеристику метеорологічних умов років дослідження більш детально.

Вегетаційний період на території, куди входять землі господарства, триває 209 днів, а сума середньодобових температур – вище 5⁰С – складає 3036⁰С.

Як видно з таблиці 2.3, де наведені середньомісячні показники опадів та температури повітря за роки досліджень, перший рік досліджень характеризувався досить холодною та сніжною зимою. Але вже з березня температура почала наростати і протягом весни була дещо вищою за середньобагаторічні показники.

Таблиця 2.3

Метеорологічні умови протягом 2019-2021 рр. та середньобагаторічні показники

Показники за період, рр	По місяцях												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Температура, °С													
2019	-4,8	-0,1	4,3	10,1	17,5	23,0	20,7	21,2	16,3	11,5	2,3	0,1	12,0
2020	0,3	1,7	6,7	9,0	13,2	21,5	22,6	21,8	18,5	13,2	3,7	-0,2	11,0
2021	-2,1	0,9	5,8	7,8	17,0	20,6	24,2	21,6	18,2	12,7	3,3	-0,3	11,1
Середньо багаторічні	-5,7	-4,3	0,5	8,3	15,3	18,6	20,0	19,4	14,7	8,1	2,3	-2,3	8,0
Опади, мм													
2019	57,3	12,8	10,2	37,1	54,0	27,6	24,1	16,2	20,4	21,8	-	-	281,5
2020	11,4	52,4	24,3	6,1	98,4	36,8	29,4	0	58,0	37,4	13,7	1,8	369,7
2021	8,3	21,3	18,9	38,5	67,5	77,0	64,0	73,5	33,4	26,1	15,2	2,3	446,0
Середньо багаторічні	28	27	23	32	41	62	60	44	34	23	31	34	439

Весна 2019 року характеризувалась також значними опадами, особливо у квітні-травні ці показники перевищували середньобаторічні.

З літніх місяців найбільш жарким видався червень, потім температура дещо знизилась, десь до рівня середньо багаторічної. Опадів було вкрай мало впродовж усіх трьох літніх місяців.

З вересня помітно похолодало і температура продовжувала знижуватись до кінця року. Опади спостерігались лише у вересні та жовтні.

Зима і початок весни 2020 року були безморозні, температура перевищувала середньобаторічні показники. Втім, опадів було мало, особливо у квітні. Дощі почалися лише у травні. В цілому у 2020 році випало 369,7 мм опадів, що значно менше від середньобаторічної норми. Особливо посушливими були липень-серпень – періоди формування основного врожаю сільськогосподарських культур. Це викликало значні втрати врожайності.

Друга половина літа була надзвичайно спекотною, а опадів випало втричі менше, ніж в середньому за роки. Осінь була теплою і вологою, морози почалися лише в грудні, а опади до цього часу майже припинилися.

Температура у 2021 році була середньою між 2019 та 2020 роками. Лише липень виділявся ще більш високими температурами.

Режим опадів у 2021 році досліджень був більш сприятливим. У цьому році за вегетаційний період випало 320,5 мм, що було вище попереднього року і багаторічних даних. Це позитивно вплинуло на врожайність більшості сільськогосподарських культур, в тому числі льону.

Отже аналіз погодних умов та основних ґрунтів господарства вказують, що їх показники, в основному, сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур, за винятком літніх місяців, де можуть спостерігатися тимчасові екстремальні умови.

Найбільш сприятливим для вирощування льону олійного був вегетаційний період 2021 року.

Розділ 3. Спеціальна частина

3.1. Методика проведення досліджень

Дослідження впливу норм висіву на фоні різних норм мінеральних добрив проводили протягом 2019-21 років в умовах господарства ПСП «Едельвейс2» Апостолівського району Дніпропетровської області. Дослідні ділянки виділяли в межах польового посіву.

Дослід був спланований, як двохфакторний, за фактор А були прийняті дві норми сульфату амонію, 150 та 300 кг/га у фізичній масі, що відповідало 31,5 та 63 кг/га азоту та 36 і 72 кг/га сірки, фактором В слугували норми висіву насіння, відповідно 40, 50 та 60 кг/га. За контроль обрали норму 50кг/га. Загальна схема складалась із 6 варіантів у триразовій повторності:

№ варіанту	Фактор А (норми добрив)	Фактор В (норми висіву)
1	N _{31.5} S ₃₆	40 кг/га
2		50 кг/га (контроль)
3		60 кг/га
4	N ₆₃ S ₇₂	40 кг/га
5		50 кг/га (контроль)
6		60 кг/га

Добрива вносили шляхом допосівного внесення по мерзлоталому ґрунту. Цей спосіб внесення, власне, визначив форму добрива, яке обрали для досліджень. Справа в тому, що амонійна формула, порівняно до нітратів та амідів, фактично не звітряється з поверхні внесення. За свідченням фахівців, втрати азоту у вигляді аміаку складають менше 3%, а у попередньо вказаних форм цей показник досягає 25-30 відсотків [47].

Особливо цінним є дане добриво для технології No-Till, за якою вирощують льон у господарстві. Оскільки використання безвідвального

способу обробітку ґрунту призводить до зниження мінералізації органічної речовини. Тому часто спостерігається дефіцит сірки. А застосування сульфату амонію компенсує цю нестачу.

Окрім забезпечення рослин сіркою, сульфат амонію має ще один плюс при використанні No-Till – він стимулює розкладання соломи та пожнивних решток, а, враховуючи, що попередником у льону в усі роки досліджень був озимий ячмінь, це важливо.

Характеристика добрива, яке використовували для досліджень.

Сульфат амонію (сірчаноокислий амоній, двозаміщений амоній сульфат), Хімічна формула діючої речовини $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Країна виробник: Україна. Форма випуску гранульована. Використовують для прямого внесення навесні — як стартове добриво при сівбі ярих, та восени — як основне під обробку або при сівбі озимих, на вегетуючих рослинах також для підживлення.

Зовнішній вигляд сульфату амонію: білі ортогональні кристали, добре розчинні у воді, не утворюють гідратованих форм. При 0 °C розчинність сульфату амонію складає 70,6 г/100 г води, при 100 °C розчинність становить 103,8 г/100 г води. Не розчиняється в етанолі та ацетоні [53].

Технічні характеристики сульфату амонію:

- масова частка азоту (в перерахунку на суху речовину) складає 21%;
- масова частка сірки (в перерахунку на суху речовину) складає 24%;
- масова частка нерозчинного залишку (в перерахунку на суху речовину) не перевищує 0,05%;

Переваги сульфату амонію:

- низький вміст вологи, який не досягає 0,3%;
- оптимальний розмір гранул в межах 2-5 мм, основна частина їх (80%) це гранули діаметром 3 мм, гранули міцні;
- низький вміст пилу, що становить менше 2%;
- висока розчинність (швидкість розчинення близько 6 хв).

Основні властивості сульфату амонію полягають в тому, що він поєднує в собі життєво важливий азот в амонійній формі та сірку у вигляді сульфату [47].

Амонійна форма азоту: засвоюється кореневою системою рослин майже стовідсотково (90-95%). Амоній утримується ґрунтом завдяки фізико-хімічній вбирній здатності, яка обумовлена наявністю у ґрунті колоїдів. Тому амонійна форма азоту надходить шляхом електронного обміну, тоді як нітратна форма азоту надходить до коренів у розчиненому вигляді. Крім того, при використанні азоту в амонійній формі знижуються його непродуктивні втрати при внесенні в ґрунт, при цьому ефективність добрива більша на 25-30%, порівняно до амідної та нітратної форм. І, що надзвичайно важливо з екологічної точки зору, дана форма не призводить до занітрачування ґрунтових вод і водойм.

Сірка сприяє ефективному засвоєнню азоту. Вона також є складовою основних амінокислот (метіоніну, цистеїну, лізину, треоніну), від яких безпосередньо залежать якісні показники зерна, а значить, забезпечує високий рівень врожайності (до 15% у зернових і до 25% у інших культур) і хорошу якість продукції, ну і відповідно вищу вартість врожаю. Крім того, сульфат — це найбільш доступна форма для рослин, що обумовлює засвоєння сірки одразу після внесення

Тобто, сульфат амонію – це одне з найкращих добрив, що є на ринку України. Він легкий у використанні та підходить для більшості культур а також має тривалий термін зберігання. Його можна використовувати для удобрення всіх культур: як озимих, так і ярих зернових, технічних, коренеплодів, а також овочів, садів та ягідників. Придатний до повторної переробки та використання.

У досліді вивчали сорт льону олійного Водограй.

ВОДОГРАЙ. У Реєстрі сортів рослин України з 2009 року. Заявник, власник, володілець, підтримувач: Інститут олійних культур Української



академії аграрних наук. Даний сорт відноситься до Євразійського підвиду, різновиду льон-кучерявець. Сорт створений методом самозапилення [54].

Автори сорту: Полякова І.О., Лях В.О., Ягло М.М., Махно Ю.О., Товстановська Т.Г., Міщенко Л.Ю.

Напрямок використання: олійний. Рекомендована зона для вирощування культури: Лісостеп, Степ, але можливе вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Характеристика сорту: середньостиглий, посухостійкий. Тривалість вегетаційного періоду складає 87-89 діб. Квітка середнього розміру, колір пелюсток віночка блакитний, колір пиляків синій, колір насіння світло-коричневий. Середня висота рослин — 54-60 см. Маса 1000 насінин в межах 7,5-8,0 г. Потенційна врожайність сорту становить 2,0-2,5 т/га. Сорт технічного напрямку. Вміст олії в насінні в межах 48-50 %, вміст ліноленової кислоти в олії становить понад 70 %. Даний сорт технологічний, не осипається, не вилягає, придатний для механізованого вирощування

Агротехніка у досліді була такою ж, як на всьому польовому масиві. При вирощуванні льону, як і для інших культур, у господарстві застосовують технологію No-till. Дана технологія передбачає наступні операції.

Попередником льону олійного був озимий ячмінь. Після збирання попередника застосовували гліфосатну обробку гербіцидом Гліфовіт з розрахунку 1,5л/га. Для даної операції застосовували комплекс МТЗ-892 та оприскувач BOGUSLAV Титан 24. Перед сівбою обробку повторювали. Сівбу льону здійснювали в різні роки у 2-3 декаду квітня, залежно від стиглості ґрунту агрегатом Case 310 сівалка Turbosem 19-60. Ширина міжрядь 19см.

Догляд за посівами включав кількаразове застосування гербіциду за допомогою комплексів, вказаних вище. Окрім Гліфовіту використовували

наступні препарати. Гербіцид Агростар (2М4Х 500) 0,6 л/га + Мастак(клопіралід 300 0,3 л/га та Грамініцид Селеніт (клетодим 120) 1,2 л/га

Збирання насіння здійснювали за один прохід (прямим комбайнуванням) з використанням комбайну Claas Mega 204.

У дослідженнях протягом усіх трьох років під час вегетації льону олійного здійснювали ряд обліків та спостережень:

- Облік врожайності насіння льону здійснювали методом пробного снопа. Для цього на момент збирання врожаю з кожного варіанту і повторення відбирали сніп рослин з відомої площі (наприклад, 1м²). Кожен сніп супроводжувався етикеткою з вказанням номеру варіанту та повторення. Далі в лабораторії визначали загальну масу снопа, кількість рослин у снопі, після чого насіння вимолочували і визначали загальний вихід насіння зі снопа. Потім перераховували вихід насіння на площу з 1 га. Математичний аналіз результатів врожайності робили за методикою Б.О. Доспєхова з використанням програми Статистика [55].

- Визначали структуру врожаю. Для цього з кожного пробного снопа відбирали по 10 типових (середніх) рослин, у яких визначали наступні показники:

- 1.Кількість плодів (коробочок) на одній рослині. Для цього на рослинах рахували загальну кількість коробочок на всіх пагонах рослини;

- 2.Кількість насінин у одній коробочці (плоді). Для цього відбирали по 10 плодів на рослині, обмолочували та рахували загальну кількість насінин. Потім отримували середній арифметичний показник.

- 3.Кількість насіння з рослини розраховували, як добуток кількості плодів та насінин в одному плоді.

- 4.Маса 1000 насінин. Для цього з кожного пробного снопа відбирали по дві проби (500 насінин кожна), насіння зважували та визначали різницю маси між пробами. Згідно вимог, різниця у масі двох проб не повинна перевищувати 1,5%, в разі перевищення відбирали третю проба. З трьох

зважаюнь визначали середнє арифметичне, потім переводили у масу 1000 насінин.

- Економічну ефективність визначали на умовно чистий прибуток. Розрахунки економічної ефективності проводили згідно методичних вказівок Семеняки І.М, Малаховської В.О. [56].

3.2 Результати досліджень та їх аналіз.

3.2.1. Врожайність насіння льону залежно від фону та норми висіву

Льон олійний впевнено завойовує посівні площі в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Рівень врожайності цієї цінної олійної культури є найважливішим показником, задля якого сільгоспвиробники прикладають безліч зусиль, вдосконалюють технології вирощування, досліджують нові сорти, експериментують з удобренням, термінами сівби та нормами висіву. В будь-яких наукових дослідженнях врожайність насіння є найголовнішим кінцевим показником. Головними факторами, які впливають на розрахунки економічної ефективності, є мінеральні добрива та норми висіву насіння.

В зв'язку з цим ми впродовж трьох років досліджували вплив даних показників на насіннєву продуктивність рослин льону олійного. Отримані та оброблені математично результати викладені в таблицях 3.1-3.3 і у вигляді графіка 3.1.

Згідно результатів, показники врожайності у 2019 році були в межах 14,2-16,8 ц/га на фоні сульфату амонію в дозі 150 кг/га фізичної маси, або $N_{31.5}S_{36}$ в розрахунку на діючу речовину. Подвоєння дози азотних добрив спричинило також ріст врожайності насіння льону від 16,2 до 17,2 ц/га.

Цікаво, що найнижчий рівень врожайності на менш удобреному фоні спостерігали у варіанті з найменшою нормою висіву насіння, а на подвійному фоні – з найбільшою.

Порівняння результатів урожайності по фонах до контрольних варіантів показало, що як збільшення, так і зменшення норми висіву

призводило до зниження врожайності на 2,6 та 0,8 ц/га на першому фоні. При НІР 0,54 таке зменшення є істотним.

Таблиця 3.1

Урожайність насіння льону олійного у 2019 році залежно від елементів технології вирощування, ц/га

№ варіанту	Фактор А (норми добрив)	Фактор В (норми висіву)	Урожайність	Прибавка		Середня за фактором	
				до контролю	до фону		
				ц/га		А	В
1	N _{31.5} S ₃₆	40 кг/га	14,2	-2,6	-	15,7	15,7
2		50 кг/га (контроль)	16,8	-	-		
3		60 кг/га	16,0	-0,8	-		16,8
4	N ₆₃ S ₇₂	40 кг/га	17,2	0,3	3,0	16,8	
5		50 кг/га (контроль)	16,9	-	0,1		
6		60 кг/га	16,2	-0,7	0,2		
НІР ₀₅			АВ 0,54 А 0,31 В 0,38				
Частка впливу факторів			А 27,7		В 21,0		

Стосовно фону з більшою нормою добрив, то зменшення норми висіву до 40 кг/га викликало ріст врожайності на 0,3 ц/га, втім, даний показник не можна вважати істотним. А от збільшення норми висіву до 60 кг/га на даному фоні викликало зниження рівня врожайності на 0,7 ц/га.

Якщо порівнювати вплив фонового внесення, то очевидно, що лише за норми висіву 40 кг/га отримали достовірне зростання врожайності на 3,0 ц/га. Збільшення норми висіву до 50 та 60 кг/га не супроводжувалось істотним ростом врожаю насіння.

Щоб виявити незалежний вплив тих, чи інших факторів, використовують середні за фактором показники. Аналіз отриманих розрахунків показав, що за фактором А (фони удобрення) різниця між показниками склала 0,9 ц/га, що втричі більше за найменшу істотну різницю за даним фактором. Тобто, у 2019 році можна стверджувати, що збільшення вдвічі норми азотних добрив викликає істотне зростання врожаю насіння льону.

Відносно впливу норми висіву насіння на його врожайність, у 2019 році отримали наступні результати. Максимальну в даному році врожайність отримали у варіантах з контрольною нормою висіву 50 кг/га, в середньому 16,8 ц/га. Зменшення норми висіву до 40 кг/га призвело до зниження врожаю на 1,1 ц/га, а при НІР для фактору В 0,38 це є суттєве зниження показника. Адекватне збільшення норми висіву до 60 ц/га теж не викликало зростання врожайності. Зниження теж було істотним і склало 0,7 ц/га порівняно до контролю.

Дану тенденцію підтверджують розрахунки частки впливу факторів. Більш впливовою була дія фону (27,7%), але норми висіву теж мали значний вплив на рівні 21%.

Спостереження, проведені у 2020 році досліджень, показали, що погодні умови року не можна скидати з рахунку. Рік був несприятливим для більшості сільськогосподарських культур і льон не склав виключення.

Таблиця 3.2

Урожайність насіння льону олійного у 2020 році залежно від елементів технології вирощування, ц/га

№ варіанту	Фактор А (норми добрих)	Фактор В (норми висіву)	Урожайність	Прибавка		Середня за фактором		
				до контролю	до фону			
				ц/га		А	В	
1	N _{31.5} S ₃₆	40 кг/га	13,0	-2,2	-	14,2	14,0	
2		50 кг/га (контроль)	15,2	-	-			
3		60 кг/га	14,3	-0,9	-		15,1	
4	N ₆₃ S ₇₂	40 кг/га	15,1	-0,3	2,1	15,1		14,6
5		50 кг/га (контроль)	15,4	-	0,2			
6		60 кг/га	14,8	-0,6	0,5			
НІР ₀₅			АВ 0,29 А 0,17 В 0,21					
Частка впливу факторів			А 29,8		В 36,6			

Як показали результати, наведені в таблиці 3.2, врожайність в 2020 році коливалась від 13,0 до 15,2 ц/га при внесенні азотних добрив з розрахунку N_{31.5}S₃₆ діючої речовини. Збільшення дози сульфату амонію, як і в

попередньому році, супроводжувалось зростанням врожайності насіння льону на рівні 14,8-15,4 ц/га.

В даному році збереглась та сама тенденція впливу, коли найнижчий рівень врожайності на вдвічі менш удобреному фоні був у варіанті з найменшою нормою висіву насіння, а на фоні з подвійною нормою добрив найнижчий рівень врожайності спостерігали при висіві 60 кг/га.

Аналіз результатів урожайності по кожному з фонів показав, що відносно контрольних варіантів збільшення та зменшення норми висіву викликало зниження рівня врожайності на 2,2 та 0,9 ц/га на менш забезпеченому фоні. При НІР 0,29 це зменшення істотне.

Відносно більш забезпеченого фону, то тут норма висіву 40 кг/га хоча і супроводжувалась деяким зниженням врожаю, але воно було в межах похибки дослідів, а збільшення норми висіву до 60 кг/га, як і в попередньому році, призвело до зниження врожайності на 0,6 ц/га, що є суттєвим зменшенням показника.

Щодо впливу фонового внесення, то ми спостерігали в цьому році достовірне зростання врожайності на 2,1 та 0,5 ц/га, як при нормі висіву 40, так і 60 кг/га. Збільшення норми фонового внесення у контролі не супроводжувалось адекватним підвищенням врожаю насіння льону.

Аналіз результатів середніх за факторами показників показав, що відносно фактору А різниця між фонами була такою ж, як і в попередньому році і склала 0,9 ц/га. Це збільшення можна вважати істотним при НІР 0,17. До того ж, на фоні меншого рівня врожайності, порівняно до попереднього року, дана різниця є ще більш помітною. Тож, будемо вважати, що у 2020 році подвійне збільшення норми сульфату амонію спричиняє істотне зростання врожаю льону.

Що стосується фактору В (норми висіву насіння) на врожайність льону, у 2020 році мали такі результати. Найбільшу врожайність зафіксовано у варіантах 2 та 5 з нормою висіву 50 кг/га. Середній рівень 15,1 ц/га. Як

зменшення, так і збільшення норми висіву, відповідно до 40 та 60 кг/га викликало зниження врожаю на 1,1 та 0,5 ц/га, що при НІР за фактором В 0,21 це вважають істотним зниженням показника. Це також ілюструють показники частки впливу факторів.

Фонова дія, як і в попередньому році, була впливовою і склала 29,8%, а норми висіву значно збільшили свій вплив, який досягав 36,6%. Тобто, в несприятливі роки норма висіву є визначальним фактором, тоді як добрива краще діють лише за сприятливих умов.

Останній 2021 рік наших досліджень був найбільш сприятливим за погодними умовами. Це, звісно, відобразилось на рівні отриманої врожайності і на впливі досліджуваних факторів. Показники таблиці 3.3 свідчать, що врожайність в цього року коливалась від 16,8 до 17,4 ц/га на першому, більш збідненому фоні і від 16,7 до 17,8 ц/га на збагаченому фоні. Як бачимо, показники по фонах відрізнялись малопомітно.

В 2021 році максимальну врожайність отримали на обох фонах при найменшій нормі висіву 40 кг/га. Подальше збільшення норми висіву насіння льону викликало зниження показника врожайності. При чому, на більш удобреному фоні ця різниця була більш помітною.

Порівняння урожайності з контрольною на обох фонах показав, що зменшення норми висіву викликало істотне збільшення рівня врожайності на 0,6 та 0,8 ц/га при НІР 0,50. Для більшої за контроль норми висіву спостерігалось неістотне зростання та зменшення врожаю насіння.

У 2021 році вплив фонового внесення був несуттєвим, і заходився в межах від -0,2 до 0,4 ц/га при НІР для факторів АВ 0,5.

Як показали результати середніх показників за факторами А і В, їх вплив в даному році відрізнявся від попередніх років. Так за фактором А різниця між фонами була малопомітною і склала 0,2 ц/га що не можна вважати істотним при НІР 0,29. Тому можна стверджувати, що у 2021 році

подвійне збільшення норми азоту не супроводжується ростом врожаю насіння льону.

Таблиця 3.3

Урожайність насіння льону олійного у 2021 році залежно від елементів технології вирощування, ц/га

№ варіанту	Фактор А (норми добрив)	Фактор В (норми висіву)	Урожайність	Прибавка		Середня за фактором	
				до контролю	до фону		
				ц/га		А	В
1	N _{31.5} S ₃₆	40 кг/га	17,4	0,6	-	17,0	17,6
2		50 кг/га (контроль)	16,8	-	-		
3		60 кг/га	16,9	0,1	-		16,9
4	N ₆₃ S ₇₂	40 кг/га	17,8	0,8	0,4	17,2	
5		50 кг/га (контроль)	17,0	-	0,2		
6		60 кг/га	16,7	-0,3	-0,2		
H _{IP} ₀₅			AB 0,50 A 0,29 B 0,36				
Частка впливу факторів			А 1,0		В 45,0		

Стосовно фактору В або впливу норм висіву на врожайність насіння льону, то у 2021 при висіванні 40 кг/га отримали найвищий рівень врожайності. Контрольні варіанти та варіанти з найбільшою нормою висіву характеризувались майже однаковим рівнем врожайності, в середньому 16,9 та 16,8 ц/га відповідно.

В зв'язку з цим змінився характер частки впливу факторів. Дія фону була майже непомітною, тоді як норми висіву мали домінуючий вплив на рівні 45,0%.

Оскільки показники врожайності і вплив досліджуваних факторів значно різнилися по роках, цінним було дослідити усереднені дані. Середній за три роки рівень врожайності зображений у вигляді графіку 3.1, дає можливість виявити вплив незалежно від погодних умов.

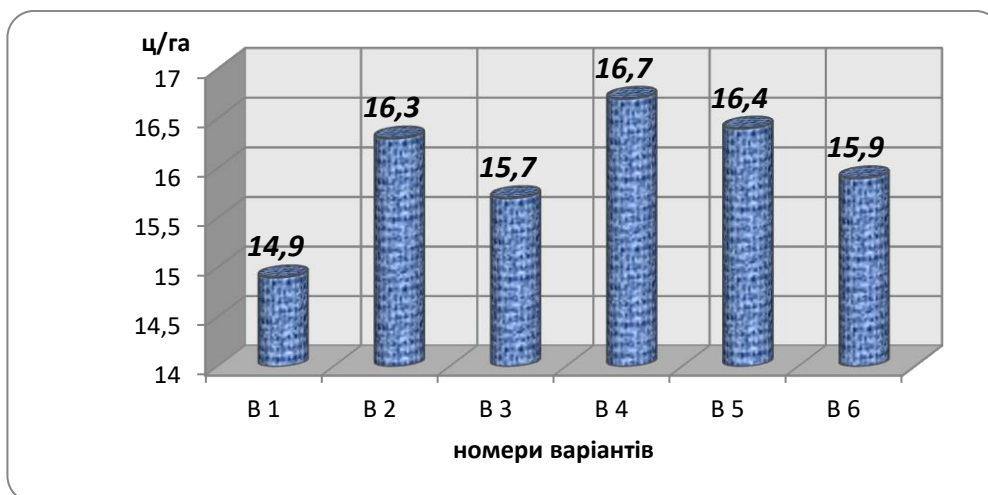


Рис.3.1. Середня за 3 роки врожайність насіння льону, ц/га

Як видно з рисунка, вплив норми висіву значною мірою залежав від фону удобрення. При використанні одинарної норми азотних добрив (варіанти з 1-го по 3-й) оптимальною була контрольна норма висіву 50 кг/га, яка викликала формування врожаю 16,3 ц/га. Зовсім інший характер формування врожайності при збільшенні допосівного удобрення вдвічі. Найбільшу врожайність 16,7 ц/га отримали при найменшій нормі висіву, і, навпаки, збільшення норми висіву максимально до 60 кг/га спричинило найбільше падіння врожайності до 15,9 ц/га на даному фоні.

Згідно результатів спостережень за формуванням врожайності насіння льону можна зробити наступні висновки. Подвоєння норми азотних добрив не викликає аналогічного зростання врожайності. Норма висіву є визначальним фактором, особливо на високоудобреному фоні. За таких умов кращі показники отримали при найменшій нормі висіву насіння. Максимальний рівень врожайності 16,7 ц/га був сформований при нормі висіву 40 кг/га на фоні сульфату амонію $N_{63}S_{72}$, що відповідав 300 кг/га фізичної маси добрива.

3.2.2. Морфологічні показники рослин льону залежно від удобрення та норми висіву

У ботанічного виду льон культурний є ряд підвидів, або різновидів. Кожен різновид має свої біологічні особливості, з якими пов'язане його використання. Для довгунці важливо, щоб рослини формували якомога довше стебло з міцними волокнами. Кількість насіння для довгунця має значення лише з точки зору селекції.

Льон олійний відноситься до різновиду кудряш. Свою назву цей різновид отримав за потужну здатність утворювати численні пагони різних порядків, від 2 до 5. Майже кожен пагін завершується квіткою, а потім плодом коробочкою, яке містить насіння. Це важлива біологічна риса, оскільки даний різновид вирощують саме задля насіння, яке містить багато цінної олії.

Тісна кореляція між рівнем врожайності насіння льону олійного та морфологічними ознаками будови стебла, а саме його галуженням, є беззаперечною [41].

Втім, галузистість рослин льону залежить від ряду факторів. В першу чергу, це сортові особливості рослин. Так, в дослідженнях Л.В. Сало і Д.А. Добрована, проведених з чотирма сортами льону олійного вітчизняної селекції, було виявлено, що кожен з них по-різному відзивається на удобреність та на погодні умови вегетаційного періоду. Вказаними авторами також доведений неоднозначний вплив удобрення на кожен із сортів [57].

Протягом трьох років ми досліджували формування морфологічних показники, таких як кількість плодів на одній рослині льону олійного залежно від застосування азотних добрив та різних норм висіву в умовах польового дослід. Отримані результати спостережень наведені у таблиці 3.4 та на рисунку 3.2.

Таблиця 3.2

Кількість плодів льону олійного, шт./рослину

№ варіанту	Фактор А (норми добрив)	Фактор В (норми висіву)	2019 р.					2020 р.					2021 р.				
			Кількість плодів	Різниця до		Середня за фактором		Кількість плодів	Різниця до		Середня за фактором		Кількість плодів	Різниця до		Середня за фактором	
						А	В				А	В				А	В
				контролю	фону				контролю	фону				контролю	фону		
1	N _{31.5} S ₃₆	40 кг/га	22	-2	-	22	29	24	2	-	21	26	37	5	-	31	40
2		50 кг/га (контроль)	24	-	-			22	-	-			32	-	-		
3		60 кг/га	20	-4	-		27	16	-6	-		22	25	-7	-		33
4	N ₆₃ S ₇₂	40 кг/га	36	6	14	31		24	28	5	4		23	17	42	8	
5		50 кг/га (контроль)	30	-	6		23		-	1	34	-			2		
6		60 кг/га	27	-3	7		18	-5	2	28	-6	3					

Як показали дослідження 2019 року, максимальна кількість плодів утворилась на рослинах на фоні подвійної норми сульфату амонію, а саме від 27 до 36 штук. На менш забезпеченому азотному фоні даний показник був помітно меншим і коливався в межах 20-24 плоди на рослину. Було виявлено також, що при меншій нормі азотних добрив як збільшення, так і зменшення норми висіву насіння викликало меншу галузистість. Більш помітно це було при збільшенні норми до 60 кг/га. На фоні із значною кількістю азоту менше загущення рослин давало можливість сформувати помітно більшу кількість коробочок, різниця між варіантами 5 і 4 становила 6 штук, що складає 20%. збільшення норми висіву викликало формування меншої кількості коробочок на рослині, що можна пояснити конкуренцією серед рослин та зменшенням площі живлення. Аналіз різниці між варіантами з різним фоновим удобренням це підтвердив, максимальне збільшення кількості коробочок зафіксоване у варіантах з найменшою у досліді нормою висіву, а саме на 14 штук на рослину.

Середні показники за фактором А підтверджують, що кращими показниками характеризувалися рослини з більш удобреного фону (31 плід на рослину проти 22 штук на першому фоні).

За фактором В також очевидно, що збільшення норми висіву погіршує умови гілкування рослин льону олійного і утворення плодів з 29 до 27 та 24 коробочок на рослину.

У 2020 році характер залежності в основному зберігся, лише рівень показників помітно знизився. Так, кількість плодів у досліді коливалась від 16 до 24 на першому і від 18 до 28 штук на другому фоні, що на 2-4 штук менше, ніж у попередньому році для фону 1, на фоні 2 ця різниця ще більш помітна – 7-9 плодів. Це пов'язано зі значно меншою кількістю опадів у травні-червні та несприятливим температурним режимом..

Характер впливу норми висіву залишився схожим, але на більш слабозабезпеченому фоні найменша загущеність викликала збільшення

галузистості на 2 пагони, тоді як у попередньому році навпаки. Тобто, у несприятливому році проявилась чітка залежність: менша густота рослин давала можливість сформувати більшу кількість пагонів.

Вплив добрив у даному році був малопомітний. Порівняння різниці між варіантами на різних фонах показало лише від 1 до 4 плодів, це менша різниця, ніж у попередньому 2019 році.

В зв'язку з меншим рівнем врожайності середні значення за фактором А помітно менші, ніж у попередньому році, однак, вони підтверджують, що кращими показниками теж характеризувався фон із внесенням $N_{63}S_{72}$.

За фактором В теж очевидно, що зменшення норми висіву, і, відповідно, збільшення площі живлення рослин покращують гілкування рослин льону олійного, хоча показниками були помітно меншими – від 17 до 26 плодів на рослину порівняно до 24-29 у попередньому році. Тобто, погодні умови також накладають помітний відбиток на гілкування рослин льону під впливом факторів удобрення та площі живлення.

Останній 2021 рік досліджень вирізнявся серед усіх трьох років найбільш сприятливими умовами зволоження і температурного режиму. Це, відповідно, викликало формування найбільшого рівня врожайності. Цей рівень був обумовлений більшою кількістю плодів, сформованих на рослинах. Так, у 2021 році, найбільша кількість плодів сформувалась у рослин на фоні подвійної норми азоту, від 38 до 42 штук. На фоні, менш забезпеченому азотом цей показник був значно меншим і коливався від 25 до 37 плодів на рослину.

Як і в попередньому році, менша густота рослин була пов'язана з формуванням більшої кількості пагонів. Різниця між варіантами з нормою 50 та 40 кг/га складала від 5 до 8 штук залежно від фону. Більша різниця була на фоні 2. Загущення щодо контролю на обох фонах викликало зменшення кількості плодів на 6-7 штук.

Порівняння різниці між варіантами з однаковою нормою висіву але різним фоновим удобренням показало, що збільшення кількості коробочок було у варіантах з найменшою у досліді нормою висіву (5 штук), але цей показник не так помітно змінювався, як у попередні роки, лише до 2-3 штук на рослину. Це можна пояснити тим, що сприятливі умови вегетаційного періоду вирівнюють вплив інших факторів.

Аналіз середніх показників за фактором А стверджує, що кращі показники є у рослин з більш удобреного фону – 35 проти 31 плоду на рослину.

Найбільш помітну різницю отримали в даному році за фактором В. Збільшення норми висіву знижувало гілкування рослин та утворення плодів льону олійного з 40 до 33 та 26 коробочок на рослину.

В середньому за три роки підтвердилась наступна залежність: на фоні з подвійною нормою азотних добрив формувалась більша кількість коробочок, а саме 35,3-24,3 шт./рослину порівняно до 27,7-20,3 шт./рослину (Рис. 3.2)..

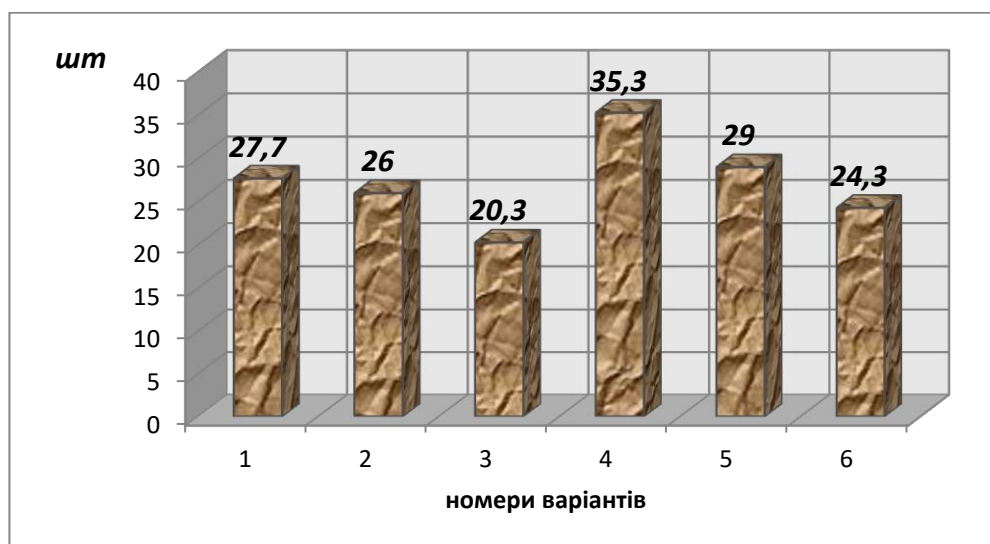


Рис.3.2. Середня за 3 роки кількість плодів льону, шт./рослину

Це відповідає 20-30%. Найбільший вплив фону удобрення проявився у варіантах з найменшою нормою висіву 40 кг/га, різниця між варіантами 4 та

1 склала 7,6 плодів, тоді як між варіантами 5 і 2 це було 3 плоди і при порівнянні шостого і третього варіантів різниця склала 4,3 плоду на рослину.

При збільшенні норми висіву льон значно погіршував галузистість на обох фонах. Однак, на першому фоні різниця була менш помітною і становила від 1,7 до 7,4 плоди, тоді як на другому фоні (збагаченому) різниця склала 6,3-11 коробочок на кожному з рослин.

Отже, можна зробити висновок про те, що рослини льону більш помітно реагують на збільшення чи зменшення площі живлення на добре забезпеченому азотному фоні.

На обох досліджуваних фонах спостерігається однакова залежність показників структури врожаю – при збільшенні норми висіву зменшується кількість плодів і навпаки.

3.2.3. Показники структури врожаю насіння льону

Для встановлення норм висіву льону олійного необхідно брати до уваги багато факторів. Це родючість ґрунту, попередники а також маса 1000 насінин [58].

Як стверджують дослідники селекціонери, такі показники як маса насіння та кількість продуктивних гілок мають чітку генетичну природу. Однак, вони мають певний діапазон варіювання залежно від факторів вирощування [15].

Тому після аналізу результатів щодо кількості плодів ми вважали за доцільне провести аналіз показників маси 1000 насінин в умовах досліду залежно від застосування добрив та при різних нормах висіву насіння. Даний показник значною мірою визначає рівень врожайності культури та її насіннєву продуктивність. До того ж, це важливий показник якості насіння льону олійного.

Як довели наші спостереження, маса насіння значною мірою залежала як від площі живлення рослин, так і від використання добрив. Значний вплив

мали також погодні умови вегетаційних періодів. Отримані нами результати спостережень наведені у таблиці 3.5.

За нашими спостереженнями у 2019 році маса 1000 насінин коливалась у льону олійного від 7,0 до 7,7 г. Більшою масою характеризувалися рослини з фону 2, їх показники були в межах 7,2-7,7 г, тоді як на фоні 1 цей діапазон був 7,0-7,3 г. Найменші показники були зафіксовані у варіантах з найбільшою нормою висіву насіння в досліді, або 60 кг/га..

Варто зазначити, що на обох фонах збільшення норми висіву насіння з 40 до 60 кг/га викликало формування більш дрібного насіння. Це можна, очевидно, пояснити збільшенням кількості плодів під впливом більшої площі живлення рослин та зменшення конкуренції між ними. Так, різниця до контролю у варіанті 1 становила 0,1 г, а при півтораразовому збільшенні норми висіву прибавка маси насінин до контролю знизилась у 3 рази і становила -0,2 г.

Трохи більший рівень різниці маси насіння був на другому досліджуваному фоні. При внесенні добрив у нормі $N_{63}S_{72}$ прибавка до контролю становила 0,2 г при найменшій нормі висіву та призвела до зменшення маси насіння на таку саму величину при аналогічному збільшенні норми висіву до 60 кг/га.

Порівняння варіантів із однаковою нормою висіву при різному фоновому удобренні показало, що маса тисячі насінин більш помітно змінювалась у варіантах з найменшою у досліді нормою висіву (різниця склала 0,4 г), тоді як при великій загущеності різниця між менш та більш удобреними варіантами була лише 0,2 г.

Фон із внесенням $N_{31.5}S_{36}$ характеризувався більш дрібним насінням відносно фону із подвійною нормою добрив. Це підтверджують середні показники за фактором А, різниця становить 0,3 г.

Таблиця 3.4

Маса 1000 насінин сортів льону олійного, г

№ варіанту	Фактор А (норми добрив)	Фактор В (норми висіву)	2019 р.					2020 р.					2021 р.				
			M ₁₀₀₀	Різниця до		Середня за фактором		M ₁₀₀₀	Різниця до		Середня за фактором		M ₁₀₀₀	Різниця до		Середня за фактором	
				контролю	фону	А	В		контролю	фону	А	В		контролю	фону	А	В
1	N _{31.5} S ₃₆	40 кг/га	7,3	0,1	-	7,2	7,5	6,4	0,2	-	6,2	6,6	7,8	0,1	-	7,7	8,0
2		50 кг/га (контроль)	7,2	-	-			6,2	-	-			7,7	-	-		
3		60 кг/га	7,0	-0,2	-		7,4	6,0	-0,2	-		6,4	7,5	-0,2	-		7,8
4	N ₆₃ S ₇₂	40 кг/га	7,7	0,2	0,4	7,5		7,1	6,8	0,1	0,4		6,7	6,2	8,1	0,3	
5		50 кг/га (контроль)	7,5	-	0,3		6,7		-	0,5	7,8	-			0,1		
6		60 кг/га	7,2	-0,3	0,2		6,5	-0,2	0,5	7,6	-0,2	0,1					

Стосовно впливу фактору В можна сказати, що при висіві меншої кількості насіння маса 1000 сформованих в урожаї насінин помітно збільшується. Так, при використанні норми висіву 40 кг/га на обох фонах в середньому масу 1000 насінин становила 7,5 г, а при покроковому збільшенні норми висіву цей показник зменшувався до 7,4 та 7,1 г.

Наступний 2020 рік досліджень був несприятливим і це відобразилось як на врожайності, так і на масі насіння а також на впливі досліджуваних факторів. Так, маса 1000 насінин льону олійного коливалась по варіантах від 6,0 до 6,8 г. Більшою масою в цьому році характеризувався також більш забезпечений фон, його показники були в межах 6,5-6,8 г, тоді як на фоні з одинарною нормою добрив цей діапазон був 6,0-6,4 г. Найменші показники були традиційно у варіантах з максимальною нормою висіву у досліді.

У цьому році досліджень на першому і другому фоні спостерігали майже стовідсоткову кореляцію між нормами висіву та величиною змін у масі насіння. Так, зменшення норми висіву насіння відносно контролю на 10 кг/га викликало збільшення маси насіння на 0,2 г, аналогічне збільшення норми висіву супроводжувалось таким самим рівнем зниження маси 1000 насінин.

Аналіз різниці маси насіння між варіантами з однаковою нормою висіву але з різних фонів показав, що фон майже однаково впливав на рівень збільшення маси 1000 насінин, різниця була в межах 0,4-0,5г.

Несприятливі умови року виявили ще більш помітну різницю між фонами. Так за фактором А різниця склала 0,5 г. Більша маса насіння – в середньому 6,7 г – формувалась при посиленому азотному живленні.

Стосовно впливу фактору В можна сказати, що при зменшенні норми висіву маса насіння помітно збільшується. При чому, характер збільшення повністю збігається з характером зміни норми висіву насіння.

Сприятливі умови 2021 року супроводжувались помітним збільшенням маси насіння льону. Вона навіть перевищила рівень 8 г. В цілому показники

знаходились в межах 7,5-7,8 г для фону з одинарною нормою добрив та в межах 7,6-8,1 г для фону з подвійною нормою добрив.

Характер зміни маси насіння на першому з фонів повністю повторював залежність 2019 року, відрізнявся лише рівень показників. Так, різниця між контролем і варіантом 1 становила 0,1 г, а при збільшенні норми висіву до 60 кг/га різниця маси насінин до контролю становила -0,2 г.

На фоні з більшою нормою добрив рослини льону більш помітно реагували на зменшення норми висіву щодо контрольної, ніж на її збільшення.

Порівняння варіантів з однаковою нормою висіву на різних фонах показало, що краще забезпечений фон викликав збільшення маси 1000 насінин, різниця була в межах 0,1-0,3 г.

Відносно впливу фактору В очевидно, що, як і в попередньому році досліджень, при зменшенні норми висіву маса насіння помітно збільшується. Характер збільшення маси насіння повністю відповідає характеру зміни норми висіву насіння, тобто, кожне послідовне збільшення норми висіву на 10 кг/га спричиняє зменшення маси 1000 насінин на 0,2 г.

В середньому за три роки досліджень визначили наступну залежність. Маса 1000 насінин льону олійного у контрольних варіантах свідчить, що збільшення фонового внесення з $N_{31.5}S_{36}$ до $N_{63}S_{72}$ викликає збільшення маси 1000 насінин на 0,3 г. Ця залежність є характерною для всіх досліджуваних норм висіву.

На менш забезпеченому азотному фоні маса насіння менша і знаходиться в межах 6,8-7,2 г. На більш забезпеченому фоні ці показники в межах 7,1-7,5 г.

На обох фонах спостерігається чітка залежність зміни маси насіння від норми висіву. Так, максимальний рівень маси 1000 насінин на обох фонах спостерігався при використанні найменшої норми висіву 40 кг/га. Він становив відповідно 7,2 та 7,5 г.

Збільшення норми висіву до контрольної (50 кг/га) викликало зниження показника маси насіння до 7 та 7,3 г на першому та другому фоні відповідно. Подальше загушення при нормі висіву 60 кг/га призвело до максимального зменшення показника маси насіння, яке досягало 6,8 та 7,1 г.

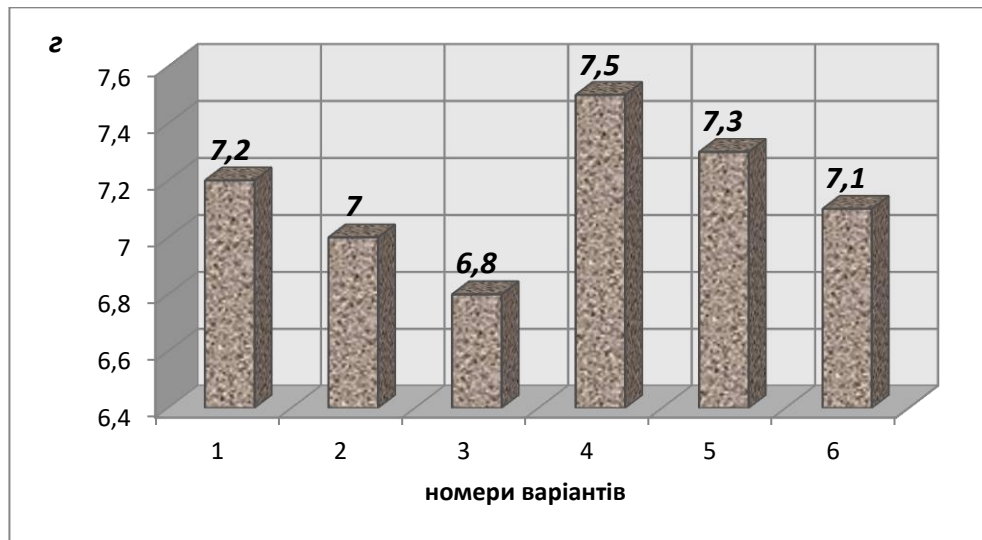


Рис.3.3. Середня за 3 роки вага 1000 насінин льону, г

Отже за результатами спостережень за формуванням маси насіння можна зробити висновок про те що при застосуванні меншої норми висіву у льону олійного спостерігається збільшення маси 1000 насінин відносно контролю. Збільшення норми висіву щодо контрольної, навпаки, викликає зменшення маси насінин. Це відбувається, очевидно, в зв'язку із конкуренцією рослин за площу живлення.

Покращення фонового живлення вирішує проблему накопичення маси з точки зору абсолютних величин, тобто, загальні показники збільшуються, тоді як залежність від норми висіву залишається аналогічною.

Тому, якщо необхідно отримати насіння з більшою масою, необхідно обрати оптимальну норму висіву а також фонове удобрення. У випадку наших досліджень це сівба з нормою 40 кг/га при внесенні сульфату амонію в нормі 300 кг/га фізичної маси, що відповідає діючій речовині $N_{63}S_{72}$.

4. Економічна оцінка результатів досліджень

Зменшення рентабельності зернових та олійних підштовхує аграріїв до пошуку альтернативних культур. Льон – перспективна ніша для вітчизняного агробізнесу. Стабільний ринковий попит і приваблива прибутковість олієнасіння подвоюють його популярність для дрібних і середніх виробників [59].

Об'єктивною перевагою виробництва льону олійного є його прибутковість. За виробничих витрат на рівні зернових колосових культур у еквіваленті 470 дол. США, та ціні на ринках Європи в 450 дол./т точкою беззбитковості культури є урожайність 1,24 т/га, а за урожайності 1,8 т/га рентабельність складає 45,5%, а 2,2 т/га 77,8 % [60].

Для визначення економічної ефективності елементів технології при вирощуванні льону олійного за основу були взяті наступні показники: урожайність, вартість валової продукції (насіння), технологічні карти на основі яких розраховані виробничі витрати, чистий прибуток, собівартість і рівень рентабельності [61, 62, 56].

Розрахунок економічної ефективності табл. 4.1. вирощування льону олійного показав, що серед досліджуваних варіантів максимальну ефективність вирощування забезпечив по обох нормах застосування добрив варіант із нормою висіву 40 кг/га, прибуток при цьому по нормі внесення $N_{31,5}S_{36}$ перевищив контрольний варіант на 1977,1 грн/га або 7%, по нормі $N_{63}S_{72}$ аналогічний варіант – відповідно 2471,4 грн/га або 9,5%.

Виручка від реалізації насіння льону олійного знаходилася в прямій залежності від урожайності і коливалася в межах від 44500,0 грн./га до 41750,0 грн./га. При цьому, найвище значення показника вартості валової продукції – 27180 грн./га, було відмічене у варіанті досліду з нормою висіву 40 кг/га та удобренням $N_{63}S_{72}$.

Економічна ефективність вирощування льону олійного залежно від елементів технології вирощування

Показники	N _{31,5} S ₃₆			N ₆₃ S ₇₂		
	40 кг/га	50 кг/га (контроль)	60 кг/га	40 кг/га	50 кг/га (контроль)	60 кг/га
Урожайність, ц з 1 га	17,4	16,8	16,9	17,8	17,0	16,7
Оцінка врожаю з 1 га по закупівельним цінам, грн.	43 500,0	42 000,0	42 250,0	44 500,0	42 500,0	41 750,0
Сума витрат на отримання врожаю з 1 га, грн.	12 934,7	13 411,7	13 908,7	16 068,0	16 539,4	17 025,0
Чистий дохід з 1 га, грн	30 565,3	28 588,3	28 341,3	28 432,0	25 960,6	24 725,0
Собівартість 1 ц зерна, грн.	817,7	878,1	905,3	993,0	1 070,2	1 121,4
Затрати праці на 1 га, люд.-год.	11,41	11,40	11,40	11,42	11,40	11,4
Рівень рентабельності вирощування культури, %	205,7	184,7	176,2	151,8	133,6	122,9

За рахунок зміни вартості мінеральних добрив та різних норм висіву відбувається зростання витрат на збирання, транспортування, очищення і сушіння зерна. Витрати на вирощування льону олійного залежно від фону мінерального живлення змінювались від найнижчих 12934,7 грн./га у варіанті $N_{31,5}S_{36}$ з нормою висіву 40 кг/га до найвищих 17025,0 грн./га з нормою висіву 60 кг/га та удобренням $N_{63}S_{72}$, при цьому питома вага мінеральних добрив у структурі витрат по всім нормам висіву коливається від 18,6% у варіантах з внесенням $N_{31,5}S_{36}$ до 30% з внесенням $N_{63}S_{72}$.

Однак, від застосування різних норм висіву на різних фонах зростає умовно чистий прибуток від 24725,0 грн./га до 30565,3 грн./га та знижується собівартість продукції від 817,7 до 1121,4 грн./га, рівні рентабельності складають 122,9-205,7%.

Застосування добрив у нормі $N_{63}S_{72}$ забезпечило також найвищі показники економічної ефективності по нормі висіву 40 кг/га, що також зумовлено найвищими показниками урожайності насіння 19,5 ц/га та прибавкою 0,8 ц/га, умовного чистий прибуток збільшився на 2471,4 грн./га та 18,2% рівень рентабельності, у порівнянні з контрольним варіантом.

Високими показниками економічної ефективності відзначилось фонове внесення $N_{31,5}S_{36}$ нормою висіву 40 кг/га, який зумовлений найвищими показниками урожайності насіння 17,4 ц/га та прибавкою 0,6 ц/га де чистий прибуток виріс на 1977,1 грн./га та 21% рівень рентабельності у порівнянні з рекомендованою нормою висіву 50кг/га.

Таким чином зниження норми висіву до 40 кг/га у поєднанні зі зниженою нормою удобрення не призвели до зниження економічної ефективності.

Розділ 5. Охорона праці та довкілля в агрокультурі

5.1. Законодавчий захист охорони праці

У Конституції України в статті 3 стверджується: людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю.

Одним із основних законів України, який встановлює вимоги до охорони праці в процесі трудової діяльності та регулює відносини між роботодавцем підприємства і працівником з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, а також встановлює єдиний порядок організації охорони праці в державі є Закон України «Про охорону праці».

Складовою частиною законодавства про охорону праці є також Кодекс законів про працю України (КЗпПУ). Даний кодекс регулює трудові відносини в цілому. Тут питання охорони праці відображені в низці статей і в розділі XI «Охорона праці».

Стосовно нормування праці, в статті 88 Кодексу визначені умови праці, за яких повинні розроблятися норми виробітку (норми часу) та норми обслуговування.

Нормальними умовами праці вважаються: 1) справний стан машин, верстатів і пристроїв; 2) належна якість матеріалів та інструментів, необхідних для виконання роботи, і їх вчасне подання; 3) вчасне постачання виробництва електроенергією, газом та іншими джерелами енергоживлення; 4) своєчасне забезпечення технічною документацією; 5) здорові та безпечні умови праці (додержання правил і норм з техніки безпеки, необхідне освітлення, опалення, вентиляція, усунення шкідливих наслідків шуму, випромінювань, вібрації та інших чинників, які негативно впливають на здоров'я робітників та ін.).[63, 64]

В організації охорони праці на підприємстві беруть участь роботодавці, їх заступники, головні спеціалісти, керівники виробничих ділянок, окремих

структурних підрозділів та служб, профспілки та інші органи, що певним чином впливають на організацію охорони праці.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю і залежно від кількості працівників може функціонувати як самостійний структурний підрозділ або у вигляді одного співробітника, у тому числі й за сумісництвом (на підприємствах, де працівників 50 осіб і більше, роботодавець створює службу охорони праці, менше 50 осіб - функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку, менше 20 осіб можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку). В будь-якому випадку, роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення вимог законодавства.

5.2. Охорона довкілля в сільськогосподарському виробництві

Землеробство в Україні це галузь із динамічним розвивитком. Використання глибокого плужного обробітку стає все меншою. Не дивно, що класичний обробіток ґрунтів все частіше зазнає критики. Наслідком інтенсивного і частого плужного обробітку стали такі проблеми, як погіршення структури ґрунту, зростання його щільності будови, створення плужної підшови та ін. Серйозним викликом стала загроза деградації ґрунтів. І це змушує вчених аграріїв шукати альтернативу традиційній системі обробітку. Традиційні підходи до землеробства змінюються і ці зміни відбуваються дуже швидко. Мінімізація механічного впливу на ґрунт постала основною темою. Виникають різні альтернативні способи обробітку ґрунту: безплужний, мінімальний, нульовий та інші.

Головною особливістю новітніх технологій обробітку ґрунту є їх виражений ґрунтозахисний характер. Раніше ознакою високої культури землеробства було якісно зоране та чисте від бур'янів поле, тепер, з огляду нової цінової політики, часта глибока оранка є витратна й не дуже ефективна. Також інші численні проходи важкої техніки по полю не можуть бути

ознакою високої культури землеробства. Цьому більшою мірою відповідають ґрунтоощадні технології а також мінімізація механічного й хімічного впливу на ґрунт. Саме в цьому проявляється турбота про майбутнє ґрунтів, а не бездумне руйнування їх агрономічно цінної структури.

За кордоном охорона ґрунтів вже давно стала пріоритетом.

Так, у Норвегії стимулювали зменшення площ, де застосовували глибокий плужний обробіток за допомогою субсидій. Таким чином в умовах складного рельєфу було зменшено небезпеку водної ерозії й скидання хімічних речовин в Північне море (саме через це зменшилася популяція лосося). В такий спосіб була поліпшена екологічна ситуація, оскільки площа з плужним обробітком уже в перший рік зменшилась удвічі [65].

У Данії, наприклад, функціонує центр стимулювання впровадження мінімальних технологій і дорадницький центр. Вони фінансово підтримують відповідні дослідження та активно сприяють впровадженню ґрунтозахисних технологій.

У багатьох країнах Європи діють різноманітні програми просування на поля нових технологій. Так, зернова асоціація у Уельсі може оплатити роботи з обстеження полів фермера для встановлення їхньої неоднорідності та доцільності застосування точного землеробства. Обстеження проводять фахівці прилеглої аграрної університету за кошти асоціації.

У Чехії діє Програма збереження довкілля, яка містить рекомендації по регулювання вмісту нітратів у ґрунтах, підґрунтових і поверхневих водах, а також заходи із захисту ґрунтів від ерозії та забруднення важкими металами та ґрунтозахисного землекористування (внесення добрив, підтримання сівозмін тощо). Особливу увагу приділено так званим регіонам підвищеної схильності до деградації.

Головною відмінністю європейських методів землекористування від українських є не велика кількість законів, а їх неухильне виконання. У фермера навіть не виникає думки зробити щось не так, як йому рекомендує

його куратор у службі Extension service, бо він може втратити субсидію. У західній частині Німеччині, Великій Британії та Франції отримують субсидії навіть великі ферми (понад 100 га), які є економічно стабільними. Тут субсидіями заохочують до активного впровадження нульового обробітку, який вважається ґрунтозахисним.

Отже, всі новітні ґрунто- й екологоощадні технології й технічні засоби, що застосовуються в землеробстві, які передбачають зниження кількості та глибини обробітків, площі ущільнення поля, можна назвати ґрунтофільними.

Іншими словами, це засоби збереження ґрунтів і запобігання небажаним деформації пластичного типу у процесі їхнього обробітку. До них належать безплужна технологія, поверхневий обробіток, мінімальна та нульова технології, пряма сівба, використання покривних культур, консервативне й точне землеробство.

Висновки та пропозиції виробництву

За результатами проведених досліджень та їх аналізу можна зробити наступні висновки:

1. Найвища в досліді врожайність насіння олійного льону (16,7 ц/га) в середньому за три роки спостерігалась на фоні внесення сульфату амонію в нормі $N_{63}S_{72}$ при нормі висіву насіння 40 кг/га. На фоні з одинарною нормою внесення азотних добрив максимальну врожайність отримали у контролі. Збільшення норми висіву щодо контролю викликало зниження врожайності насіння льону.

2. Найбільша кількість плодів в середньому за три роки (35,3 шт./рослину) сформувалась при нормі висіву насіння 40 кг/га на фоні внесення сульфату амонію в нормі $N_{63}S_{72}$.

3. Максимальна ефективність формування плодів льону на обох фонах азотного живлення була при найменшій нормі висіву. Збільшення норми викликало зворотну залежність формування кількості плодів.

4. При найменшій з досліджуваних нормі висіву у льону олійного спостерігається збільшення маси 1000 насінин відносно контролю. Збільшення норми висіву щодо контрольної, навпаки, викликає зменшення маси насінин. Найбільша маса 1000 насінин була при нормі висіву насіння 40 кг/га на фоні внесення сульфату амонію в нормі $N_{63}S_{72}$.

5. Найвищий умовно чистий прибуток з 1 га посіву (30 565,3 грн.) отримано у варіанті з нормою висіву насіння 40 кг/га на фоні внесення сульфату амонію в нормі $N_{31,5}S_{36}$.

В умовах Степу України при вирощуванні льону олійного за технологією No-till господарствам рекомендується використовувати норму висіву 40 кг/га на фоні внесення 150 кг/га сульфату амонію в перерахунку на фізичну масу в допосівне внесення по мерзлоталому ґрунту.

Список використаних джерел

1. Гесова О. Україна: баланс попиту та пропозиції льону 01.07.2022 - UkrAgroConsult. - Агроконсалтинг мирового уровня. URL: <https://ukragroconsult.com/news/ukrayina-balans-popytu-ta-propozycji-lonu/> (дата звернення: 30.11.2022).
2. Товстановська Т. Повний «нуль» для льону 01.02.2016 - AgroTimes. URL: <https://agrotimes.ua/article/povnij-nul-dlya-lonu>
3. Льон - продаж оптом, купити льон. Агрохолдинг Август | august.in.ua. URL: <http://august.in.ua/uk/product/lon> (дата звернення: 03.12.2022).
4. Місце лляної тканини в історії. Linen Plus Лляні тканини. URL: <https://linenplus.com.ua/ua/a318434-mesto-lnyanoj-tkani.html>.
- 5 (368). Тараймович І. В. Можливості розширення асортименту продуктів харчування за рахунок місцевої олійної сировини. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2015. № 13. С. 167–171.
- 6.(180). Красільнікова Л. О., Авксентьєва О. О., Садовниченко Ю. О. Анатомія рослин. Рослинна клітина, тканини, вегетативні органи: підручник. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2013. С. 159–195.
7. (308) Рудік О. Л. Минуле, сучасність та перспективи льонарства в Україні. Професор С. Л. Франкфурт – видатний вчений агробіолог, один із дієвих організаторів академічної наук в Україні: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ 18 листопада 2016 р.). Київ: ТОВ «Наш формат», 2016. Ч. 2. С. 347–348.
8. Продукт природи. Linen Plus Лляні тканини. URL: <https://linenplus.com.ua/ua/a402933-produkt-prirody.html>.
9. Цікаві факти про льон. Linen Plus Лляні тканини. URL: <https://linenplus.com.ua/ua/a317996-interesnye-fakty-lne.html>.
10. Зінченко О. І. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко. – Київ: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.

11. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. / В. В. Лихочвор. – Львів: НВФ “Українські технології”, 2002. – 800 с.
12. Льон олійний: біологія, сорти, технологія вирощування / А. В. Чехов та ін. Київ : Укр. акад. аграр. наук, 2007. 60 с.
13. Слісарчук М., Брагінець І. Новий давній знайомий – льон олійний. *Зерно*. 2011. № 3.
14. Кругла Н. А. Історія розвитку льонарства в Україні: друга половина XIX XX століття: автореф. дис... канд. історич. наук. Київ, 2002. 15 с.
15. Сагайдак Є. О. Оцінка та добір генотипів льону олійного на посухостійкість. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 1. С. 134–136.
16. Чехова І. Рентабельність олійних культур у 2021 році 06.10.2021. Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. URL: <https://propozitsiya.com/ua/rentabelnist-oliynyh-kultur-u-2021-roci>.
17. Рудік О. Л. Оцінка продуктивності посівів льону олійного залежно від технології його використання. Біосферні основи землеробства в XXI столітті: матеріали міжнар. наук.-техніч. інтернет-конф. (м. Київ, 2 листопада 2015 р.). Київ, 2015. С. 39–44.
18. 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.
19. Чехова І. В., Чехов С. А., Шкурко М. П. Вітчизняний ринок льону. *Економіка України*. 2017. № 1. С. 52–63.
20. Тонюк М. О., Концеба С. М. Шляхи підвищення економічної ефективності виробництва насіння олійних культур у регіоні. *Економіка АПК*. 2015. № 3. С. 28–33.

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. Оптасюк О. М., Шевер М. В. Рід *Linum* L. у флорі України. Київ: Альтерпрес, 2011. 276 с.
23. Хоміна В. Я. Агротехнологічне і теоретичне обґрунтування технологій вирощування лікарських і ефіроолійних ультру в умовах Лісостепу: монографія. Кам'янець-Подільський, 2015. 185 с.
24. Нікіщенко В. Л., Малярчук М. П., Заєць С. О. Льон олійний. Технологія вирощування: наук.-метод. реком. Херсон: ВАТ «Херсонська міська друкарня», 2009. 12 с.
25. Рудік О. Л. Особливості формування урожаю льону олійного залежно від терміну сівби та норми висіву в умовах Сухого Степу України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2014. Вип. 21. С. 105–111.
26. Рудик О. Агроекологічне обґрунтування і розробка базисних елементів технології вирощування льону олійного подвійного використання в умовах півдня України : дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.09. Херсон, 2019. 504 с.
27. 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. Херсон. 2018. Вип. 99. С. 45–52.
28. Дрозд І. Ф. Особливості впливу метеорологічних умов на формування господарсько цінних ознак льону олійного. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 2. С. 178–181.
29. 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.

30. 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.
31. 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.
32. Лихочвор В. В., Петриненко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: Українські технології, 2006. 730 с.
33. Калієвський М. В. Ефективність мінімалізації основного зяблевого обробітку ґрунту при вирощуванні льону олійного. Збірник наукових праць УДАУ. 2007. Вип. 65. С. 79–86.
34. 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.
35. Махова Т. В., Поляков О. І. Врожайність льону олійного в умовах південного Степу України залежно від строків сівби та норм висіву. Науково-технічний бюлетень ІОК УААН. Запоріжжя: Диво, 2012. Вип. 17. С. 116–120.
36. 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.
37. Рудік О. Л., Мринський І. М. Вплив строків сівби та норм висіву на продуктивність льону олійного. Наукові горизонти», «scientific horizons». 2018. № 7–8 (70). С. 91–97.
38. Біднина І. О. Продуктивність і якість льону олійного залежно від рівня мінерального живлення в умовах півдня України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Херсон, 2010. 18 с.

39. Рудік О. Л. Вплив агротехнічних заходів вирощування льону олійного, призначеного для подвійного використання, на структуру стеблостою. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2017. Вип. 98. С. 117–124.

40. 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.

41. Болюк В. А. Вплив удобрення на продуктивність та якість насіння сортів льону олійного на чорноземах типових: автореф. дис... канд. с.-г. наук. Київ, 2011. 19 с.

42. Демчук Н. Льон олійний: технологія вирощування, насіння, економіка. Поради фахівців 15.04.2020. Суперагроном. URL : <https://superagronom.com/articles/359-lon-oliyniy-tehnologiya-viroschuvannya-nasinnya-ekonomika-poradi-fahivtsiv>

43. 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.

44. Рудік О. Л. Динаміка розвитку та продуктивність льону олійного залежно від умов зволоження, удобрення, ширини міжрядь та норм висіву на півдні України. Науковий вісник НУБіП України. Серія : Агрономія. 2018. Вип. 287.

45. Носенко Ю. Технологія вирощування льону 08.10.2021. Агрономія сьогодні URL : <http://agro-business.com.ua/ahraryni-kultury/item/528-naibilsh-korysnyi.html>

46. Служба новин. Чому вашим полям потрібен сульфат амонію і як його застосовувати. Куркуль – онлайн-асистент фермера. URL:

<https://kurkul.com/spetsproekty/787-chomu-vashim-polyam-potriben-sulfat-amoniyu-i-yak-yogo-zastosovuvati> (дата звернення: 04.12.2022).

47. Сульфат амонію для осіннього живлення культур: переваги та ефективність 28.10.2020. Суперагроном URL : <https://superagronom.com/articles/431-sulfat-amoniyu-dlya-osinnogo-jivlennya-kultur-perevagi-efektivnist-zastosuvannya>

48. Агроґрунтове районування України. Карти України. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/zoning-2.html#win1>.

49. Практикум з ґрунтознавства : Навч. посіб. / ред. Д. Г. Тихоненко. 6-те вид. Харків : Майдан, 2009. 447 с.

50. Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Лактіонов М. І. Ґрунтознавство : Підручник /ред. Д. Г. Тихоненко. Київ : Вища освіта, 2005. 703 с.

51. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів : Підручник. У 2 частинах. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 270 і 286с.

52. Апостолове. URL: <https://vue.gov.ua/>

53. Гранульований сульфат амонію - viskont. Viskont. URL: <http://viskont.com.ua/> (дата звернення: 04.12.2022).

54. Водограй. Головна. URL: <http://imk.zp.ua/index.php/kataloh-sortiv-ta-hibrydiv/lon-oliinyi/135-vodohray> (дата звернення: 04.12.2022).

55. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., доп. и перераб. М : Агропромиздат, 1985. 351 с.

56. Семеняка І.М., Малаховська В.О. Методичні поради щодо визначення економічної ефективності наукових досліджень в агрономії (для науковців та студентів спеціальності 130102 "Агрономія") / За ред. І. М. Семеняки. Кіровоград: КДСГДС УААН – КНТУ, 2009.

57. Урожайність насіння льону олійного за різних способів застосування мікродобрих Л.В. Сало, Д.А. Доброван агрохімія і ґрунтознавство, 2015-с 54-58.

58. Шувар А. М. Вплив норм висіву і строків сівби на продуктивність льону олійного. Агроном. №2-3 (76-77). 10.08.2021
59. Ринки. Льняний рай. URL: <https://msb.aval.ua/news/?id=25137>
60. Рудік Н. М. Економічний потенціал виробництва льону олійного в Україні. Агросвіт. 2020. № 2. С. 61–68. DOI: 10.32702/2306-6792.2020.2.61
61. Типові норми виробітку на с.-г. стаціонарні машини, агрегати і комплекси. Київ : Урожай, 1986. 152 с.
62. Типові норми виробітку і витрати палива на механізовані польові роботи. Київ : Урожай, 1991. 472 с.
63. Законодавство України. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws> (дата звернення: 04.12.2022).
64. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу". Офіційний вісник України. 2014. № 41. С. 95-132.
65. Контури розумного землеробства - AgroTimes. AgroTimes. URL: <https://agrotimes.ua/article/konturi-rozumnogo-zemlerobstva/> (дата звернення: 04.12.2022).

ДОДАТКИ

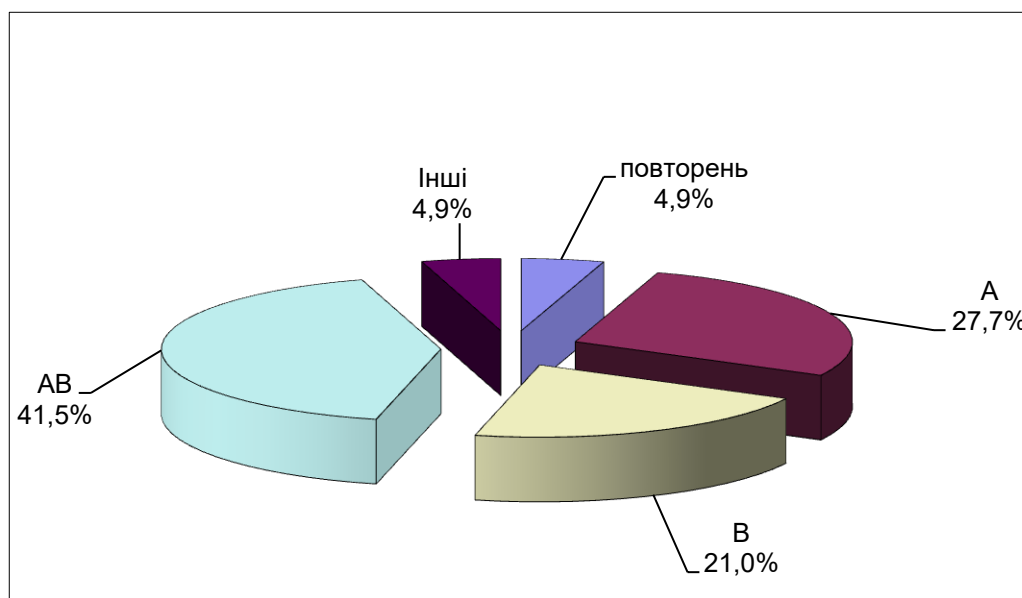
**Дисперсійний аналіз двофакторного дослід (2Х3Х3)
2019 р.**

La	Lb	P	N	K		
2	3	3	18	4733,645		
Варіанти		Р			Сума до контролю	Середнє
La	Lb	I	II	III		
1	1	14	13,8	14,8	43	14,20
	2	16,5	16,7	17,2	50	16,80
	3	15,7	16,3	16	48	16,00
2	1	17	17,5	17,1	52	17,20
	2	16,5	17,2	17	51	16,90
	3	15,8	16,1	16,7	49	16,20
	Сума	95,5	97,6	98,8	291,9	16,2

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
Загальна	Sy	19,5	17		
Повторень	Sp	0,9	2		
Варіантів	Cv	17,7	5	4	39,70
Фактору А	Ca	5,4	1	5	61,2
Фактору В	Cb	4,1	2	2	22,98
Фактору АВ	Cab	8,1	2	4	45,67
Інші	Cz	0,9	10	0,089	

<i>НІР_{05 заг.}</i>	0,544	<i>фактору А</i>	0,314	<i>фактору В</i>	0,385
<i>Точність дослід, %</i>	1,06%		<i>t₀₅</i>	2,23	



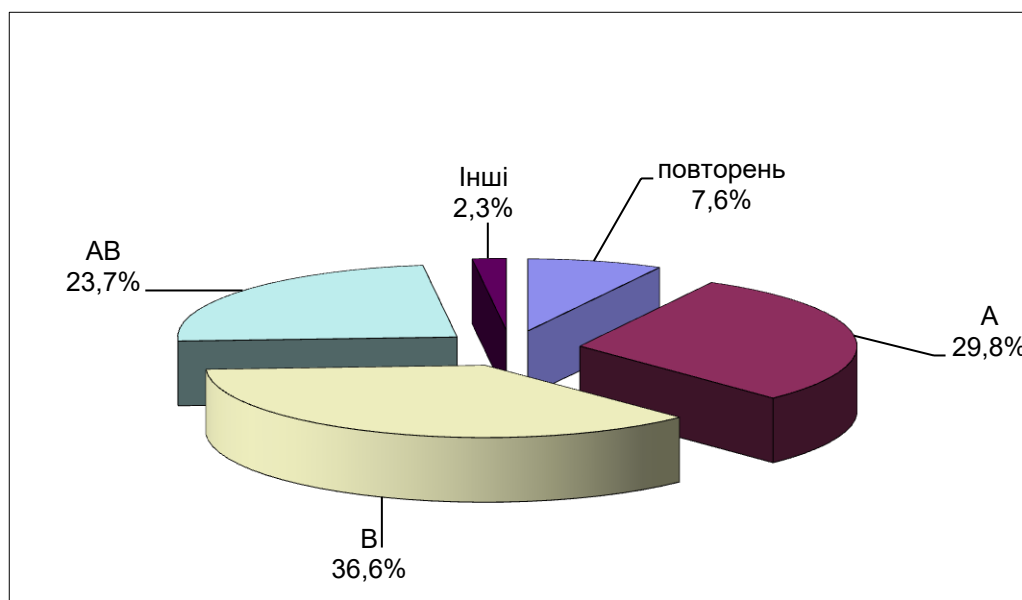
Дисперсійний аналіз двофакторного дослід (2Х3Х3)
2020 р.

La	Lb	P	N	K		
2	3	3	18	3854,42		
Варіанти		P			Сума до контролю	Середнє
La	Lb	I	II	III		
1	1	12,7	13,2	13,1	39	13,00
	2	14,8	15,5	15,3	46	15,20
	3	13,9	14,6	14,4	43	14,30
2	1	14,8	15,5	15	45	15,10
	2	15,1	15,7	15,4	46	15,40
	3	14,8	15,1	14,5	44	14,80
	Сума	86,1	89,6	87,7	263,4	14,6

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
Загальна	Sy	13,1	17		
Повторень	Sp	1,0	2		
Варіантів	Cv	11,8	5	2	91,95
Фактору А	Ca	3,9	1	4	152,7
Фактору В	Cb	4,8	2	2	92,53
Фактору АВ	Cab	3,1	2	2	60,97
Інші	Cz	0,3	10	0,026	

<i>HIP_{05 заг.}</i>	0,292	<i>фактору А</i>	0,169	<i>фактору В</i>	0,207
<i>Точність дослід, %</i>		0,63%		<i>t₀₅</i>	2,23



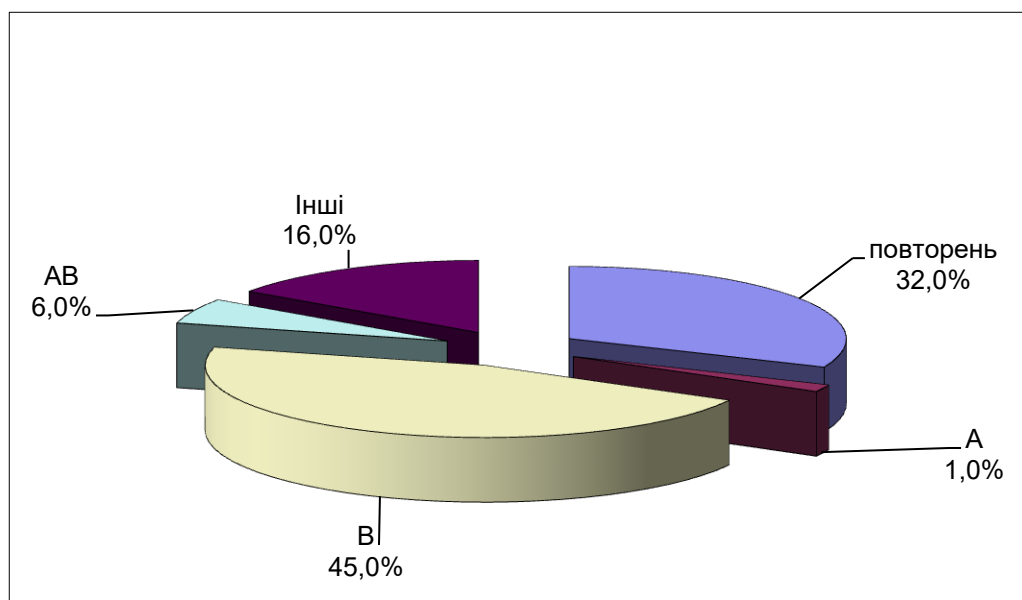
Дисперсійний аналіз двофакторного дослід (2Х3Х3)**2021 р.**

La	Lb	P	N	K		
2	3	3	18	5263,38		
Варіанти		P			Сума до контролю	Середнє
La	Lb	I	II	III		
1	1	17	17,9	17,3	52	17,40
	2	16,4	17,1	16,9	50	16,80
	3	16,5	16,8	17,4	51	16,90
2	1	17,5	18,1	17,8	53	17,80
	2	16,5	17,7	16,8	51	17,00
	3	16,3	16,8	17	50	16,70
	Сума	100,2	104,4	103,2	307,8	17,1

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
Загальна	Sy	5,0	17		
Повторень	Ср	1,6	2		
Варіантів	Cv	2,6	5	1	6,95
Фактору А	Ca	0,1	1	0	1,1
Фактору В	Cb	2,3	2	1	15,00
Фактору АВ	Cab	0,3	2	0	1,84
Інші	Cz	0,8	10	0,076	

<i>НІР_{05 заг.}</i>	0,503	<i>фактору А</i>	0,290	<i>фактору В</i>	0,355
<i>Точність дослід, %</i>		0,93%	<i>t₀₅</i>	2,23	



Технологічна карта

Культура	льон олійний	Норма висіву, кг/га	40	Гліфовіт, л\га	1,5	450	Урожайність, ц/га	
Сорт	Водограй	Всього насіння, т	4	Агростар(2М4Х 500), л\га	0,6	60	насіння	17,4
Попередник	ячмінь	Система удобрення	N31,5S36	Мастак(клопіралід 300г\л), л\га	0,3	30	Валовий збір, ц	
Площа, га	100	Всього туків, т	15	Селеніт (клетодим 120г\л), л\га	1,2	120	1740	

№ п/п	Технологічна операція	Одиниця виміру	Обсяг робіт		Склад агрегату		Обслуговуючий персонал				Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год.	Розцінка , грн./га		Зарплата за весь обсяг робіт, грн.			Витрати пального, л			РАЗОМ, грн.
					енергомашина	с.-г. машина	механізатори		інші робітники					механізаторам	іншим робітникам	разом	на одиницю роботи	на весь обсяг робіт	вартість, разом (грн.)			
			фіз.одиниць	в умовних гектарах		марка	розряд	кількість	розряд	кількість												
1	Гліфосатна обробка після збирання попередника	га	100	165	MT3-892	Богуслав Титан 24	VI	1	V	1	53	1,9	30,2	5,69	3,80	569,21	379,9	949,1	1,1	110	3520	4469,1
2	Гліфосатна обробка після збирання попередника	га	100	165	MT3-892	Богуслав Титан 24	VI	1	V	1	53	1,9	30,2	4,41	3,80	441,21	379,9	821,1	1,1	110	3520	4341,1
3	Навантаження насіння	т	19		вручну,протягом сіви				III	2	4	5,9	94,1		3,3		125,91	125,91			0	125,91
4	Транспортування насіння	т	19		ЗИЛ130			1			погод.	5,9	47,1	23,55		1108,24		1108,24		50	1600	2708,2
5	Сівба	га	100	57,1	Case 310	Tubosem 19-60	VI	1	III	2	17	5,9	141,2	6,4	1,1	114,65	229,3	343,94	3,1	310	9920	10263,9
6	Транспортування води та грамініциду	т	30		ЗИЛ130			1			погод.	1,9	15,1	23,55		355,47		355,47		50	1600	1955,5
7	Внесення пестицидуу	га	100	165	MT3-892	Богуслав Титан 24	VI	1	V	1	53	1,9	30,2	5,69	3,80	569,21	379,9	949,1	1,1	110	3520	4469,1
8	Транспортування води та гербіциду	т	30		ЗИЛ130			1			погод.	1,9	15,1	23,55		355,47		355,47		50	1600	1955,5
9	Внесення пестицидуу	га	100	165	MT3-892	Богуслав Титан 24	VI	1	V	1	53	1,9	30,2	4,41	3,80	441,21	379,9	821,1	1,1	110	3520	4341,1
10	Транспортування води та десиканта	т	30		ЗИЛ130			1			погод.	1,9	15,1	23,55		355,47		355,47		50	1600	1955,5
11	Внесення пестициду	га	100	165	MT3-892	Богуслав Титан 24	VI	1	V	1	53	1,9	30,2	5,69	3,80	569,21	379,9	949,1	1,1	110	3520	4469,1
12	Збирання врожаю	га	100		Class Vtga 204		VI	1			3,8	26,3	210,5	79,4		7938,95		7938,9	12,3	1230	39360	47298,9
13	Транспортування	т	174,0		КАМАЗ-5320			2			погод.	26,3	421,1	23,6		13112,64		13112,64		130,5	4176	17288,6
14	Очищення та сортування насіння	т	174,0		Електродвигун				III	4	45	1,0	30,9		3,5		2411,56	кВт*год	3932,4	10224,24	12635,8	
Разом					х		х	х	х	х	х	х	1141,1	х	х	25930,9	4666,4	30597,3	х	2420,5	77456,0	118277,5

Розрахунок витрат та економічної ефективності вирощування культури

Оплата праці	Відсоток	Сума, грн.
Пряма	X	30597
Підвищена	25	7649
Нарахування на заробітну плату	22	8414
Разом	X	46661

Показник	Сума, грн.
Витрати на 1 га	12935
Реалізаційна ціна 1 т продукції	2500
Умовно-чистий дохід на 1 га	30565
Затрати праці на 1 га, люд-год	11,41
Повна собівартість 1 ц	817,7
Рівень рентабельності, %	205,7

№	Види витрат	Обсяг	Вартість одиниці, грн.	Сума, грн.	Витрати на:		Структура витрат, %
					1 га	1 ц	
1	Насіння, т	4	38000	152000,0	1520,0	87,4	11,8
2	Добрива						
3	Сульфат амонію	15	16000	240000,0	2400,0	137,9	18,6
4	Засоби захисту рослин						
5	Гліфівіт, л\га	450	204,0	91800,0	918,0	52,8	7,1
6	Агросар(2М4Х 500), л\га	60	482,0	28920,0	289,2	16,6	2,2
7	Мастак(клопіралід 300г\л), л\га	30	194,0	5820,0	58,2	3,3	0,4
8	Селеніт (клетодим 120г\л), л\га	120	422,6	50712,0	507,1	29,1	3,9
9	Електроенергія, кВт	3932	2,60	10224,2	102,2	5,9	0,8
10	ПММ, л	2421	32,0	77456,0	774,6	44,5	6,0
11	Оплата праці		46661	46660,9	466,6	26,8	3,6
12	Амортизація	100	506,3	50630,0	506,3	29,1	3,9
13	Витрати на ремонт	100	647,5	64750,0	647,5	37,2	5,0
14	Страхові платежі та фіксований податок	100	260	26000,0	260,0	14,9	2,0
15	Плата за оренду землі та майна	100	1500	150000,0	1500,0	86,2	11,6
16	Всього прямих витрат	x	x	994973,1	9949,7	571,8	76,9
17	Накладні витрати	-	-	298491,9	2984,9	171,5	23,1
18	Всього виробничих витрат			1293465,1	12934,7	743,4	100
19	Витрати на реалізацію			129346,5	x	74,3	XXX
20	Повна собівартість			1422811,6	x	817,7	XXX