

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут
Кафедра Агрометеорології та агроекології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: **Агрокліматичні умови формування продуктивності
льону в Поліссі в умовах зміни клімату**

Виконала студентка 2 курсу групи МЗА-20
Спеціальності 103 «Науки про Землю»
Освітньої програми «Агрометеорологія»

Кауненко Юлія Володимирівна

Керівник канд.геогр.наук, доцент
Божко Людмила Юхимівна

Консультант -

Рецензент канд.геогр.наук, доцент
Боровська Галина Олександрівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут _____
Кафедра _____ агрометеорології та агроекології _____
Рівень вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 103 «Науки про Землю» _____
(шифр і назва)
Освітня програма _____ Агрометеорологія _____
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агрометеорології та агроекології
Польовий А.М.
« 28 » жовтня 2021 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

студентці _____ Кауненко Юлії Володимирівні _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Агрокліматичні умови формування продуктивності льону в Поліссі в умовах зміни клімату _____

керівник роботи _____ Божко Людмила Юхимівна, канд.геогр.наук, доцент _____,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від « 18 » жовтня 2021 року № 216 «С»

2. Строк подання студентом роботи _____ 08 грудня 2021 р. _____

3. Вихідні дані до роботи: 1. Спостереження за ростом, розвитком і формуванням врожаїв льону олійного та метеорологічними елементами по областях Поліської зони України за період 1995 – 2015 рр. _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Дослідити динаміку врожайності льону і її мінливість по областях Поліської зони України; 2. Дослідити вплив погодних умов на формування врожаїв насіння льону; 3. Дати агрокліматичну оцінку формування агроекологічних врожаїв льону різного рівня. _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Графіки динаміки врожаїв льону. _____

2. Графіки статистичних залежностей врожаїв льону від агрометеорологічних показників. _____

3. Графіки динаміки накопичення рослинної маси льону і динаміки агрометеорологічних показників впродовж вегетаційного періоду льону. _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	немає		

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Отримання завдання та складання плану роботи, збір матеріалів спостережень та ознайомлення з літературними джерелами.	28.10.2021 р. - 04.11.2021 р.	90	5 (відмінно)
2.	Дослідження впливу елементів навколишнього середовища на формування врожайності насіння льону.	05.11.2021 р. - 15.11.2021 р.	94	5 (відмінно)
3.	Розрахунок агрокліматичних оцінок формування врожайів льону по областях Полісся.	16.11.2021р- 21.11.2021р.	92	5 (відмінно)
	<i>Рубіжна атестація</i>	<i>22.11.2021 р. - 26.11.2021 р.</i>	92	5 (відмінно)
4.	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	27.11.2021 р. - 08.12.2021 р.	92	5 (відмінно)
5.	Перевірка роботи на плагіат, складання протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	09.12.2021 р. - 10.12.2021 р.	92	5 (відмінно)
6.	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		92	

Студентка _____
(підпис)

Кауненко Ю.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Божко Л.Ю.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кауненко Ю.В. «Агрокліматичні умови формування продуктивності льону в Поліссі в умовах зміни клімату».

Актуальність теми. У всьому світі зріс інтерес до використання лляної олії в їжу у зв'язку з її лікувальними властивостями. Лляна олія – найважливіший та незамінний продукт для здоров'я людства. За біологічною цінністю олія з насіння льону займає перше місце серед інших харчових олій. Наприклад, в США насіння льону обов'язково використовуються у раціоні шкільного харчування.

Мета і задачі кваліфікаційної роботи магістра є:

- дослідити динаміку середньої по області урожайності льону – олійного, також визначити відхилення врожаїв від динамічної середньої величини, які зумовлені погодними умовами кожного конкретного року;
- дослідити вплив агрометеорологічних умов на формування врожайності льону – олійного;
- розрахувати агрокліматичні оцінки умов формування врожаїв насіння льону різного рівня.

Об'єктом дослідження є агрокліматичні умови формування продуктивності льону в Поліссі.

Методи досліджень. У роботі використовувались методи статистичних розрахунків та математичне моделювання.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаної літератури. Всього 65 сторінок.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: льон – олійний; Полісся; агрокліматична оцінка; модель; врожай, вегетаційний період.

SUMMARY

Kaunenko J.V. «Agroclimatic conditions for the formation of flax productivity in the Polissya in the context of climate change».

Actuality of theme. There is a growing worldwide interest in the use of flaxseed oil in food due to its healing properties. Flaxseed oil is the most important and indispensable product for human health. In terms of biological value, flaxseed oil ranks first among other edible oils. For example, in the United States, flax seeds are used in school meals.

The purpose and objectives of the master's qualification work are:

- to study the dynamics of the average yield of flax - oilseeds, as well as to determine the deviations of yields from the dynamic average value, which are due to weather conditions in each year;
- to study the influence of agrometeorological conditions on the formation of yield of flax - oil;
- calculate agroclimatic estimates of the conditions for the formation of flax seed yields of different levels.

The object of research is agro-climatic conditions for the formation of flax productivity in Polissya.

Research methods. Methods of statistical calculations and mathematical modeling were used in the work.

The master's thesis consists of an introduction, four chapters, conclusions and a list of references. Total 66 pages.

KEY WORDS: flax - oil; Polissya; agroclimatic assessment; model; harvest; vegetation period.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПОЛІССЯ	8
2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЛІЙНОГО ЛЬОНУ І ВИМОГИ ДО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	14
2.1 Біологічні особливості льону олійного	14
2.2 Вимоги до умов навколишнього середовища	16
2.3 Технологія вирощування льону	18
2.4 Шкідники і хвороби льону	20
2.5 Сорти льону.....	21
3 АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ В ПОЛІССІ	24
3.1 Динаміка врожайності насіння льону по областях Полісся	24
3.2 Вплив агромететорологічних умов на формування врожаїв насіння льону	30
4 АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЇВ НАСІННЯ ЛЬОНУ РІЗНОГО РІВНЯ В ПОЛІССІ	39
4.1 Методи агрокліматичної оцінки формування врожаїв.....	39
4.2 Агрокліматична оцінка умов формування врожаїв насіння льону	466
ВИСНОВКИ	632
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	654

ВСТУП

Актуальність теми. За останнє десятиліття та світі різко зростає напрямок у використанні енергетичних культур органічного походження, до групи яких належить і льон - олійний, всебічне використання його продукції відомо з давніх часів. Однією з основних причин, чому слід звернути увагу на вирощування льону - олійного, є економічна складова. Завдяки високій олійності (45-50%) і потенційній врожайності (2-2,5 т/га) він є високорентабельною культурою, дуже привабливою для агровиробників.

Льон олійний це цінна олійна і технічна культура, яка є хорошим попередником для багатьох сільськогосподарських культур, має високий рівень рентабельності виробництва. Серед спектру його застосування можна виділити два напрямки: отримання масла і кормів з високим вмістом білка.

Ляна олія сприяє виведенню з організму холестерину, поліпшення обміну білків і жирів, нормалізації артеріального тиску, зменшення ймовірності утворення тромбів і пухлин, значно знижує ризик серцево-судинних і ракових захворювань і зменшує алергічні реакції. Настій з насіння льону застосовують при опіках, а також в разі гастритів, диспепсії.

Цілі насіння льону олійного використовують у багатьох країнах світу в якості добавки до різних сортів хліба та круп'яних сумішей, для посипання кондитерських виробів. Білки, витягнуті з ляного насіння з вмістом частинок оболонки, мають желатино утворюючу дію і можуть застосовуватися в кулінарії.

Макуха і шрот льону олійного є досить цінним кормом для тварин. Макуха і шрот льону олійного за кормовими якостями перевершують таку ж кормо продукцію з інших культур. У практиці годівлі сільськогосподарських тварин ляну макуху визнано одну з кращих. Якщо її полити теплою водою,

вона розбухає і утворює слиз, що складається з пектинових речовин. Ця властивість робить макуху з льону олійного цінним дієтичним продуктом.

Льон олійний значно краще переносить негативний вплив кліматичних і технологічних проблем. Перед українськими виробниками стоїть важлива задача зосередити увагу на підвищення врожайності олійного льону до 25 ц/га. На сьогодні середня врожайність льону становить 10 ц/га.

Мета кваліфікаційної роботи магістра. Вивчити особливості вирощування льону – олійного і дослідити вплив агрометеорологічних умов на формування його врожайності в Поліссі України. Оцінити агрокліматичні умови формування врожаїв льону різного рівня.

Були вирішені наступні *задачі*:

- досліджена динаміка середньої по області урожайності льону – олійного, також визначені відхилення врожаїв від динамічної середньої величини, які зумовлені погодніми умовами кожного конкретного року;
- досліджений вплив агрометеорологічних умов на формування врожайності льону – олійного;
- розраховані агрокліматичні оцінки умов формування врожаїв насіння льону різного рівня.

Об'єктом дослідження є агрокліматичні умови формування продуктивності льону в Поліссі.

Предметом дослідження є вплив агрокліматичних умов на формування продуктивності льону.

Методи досліджень. У роботі використовувались методи статистичних розрахунків та математичне моделювання.

1 ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПОЛІССЯ

Дана територія знаходиться в фізико-географічній зоні змішаних лісів, формування якої обумовлено, головним чином, певним балансом тепла і вологи і літогенною основою. Ця територія охоплює Поліський край. У свою чергу, краю діляться на області, кожна з яких відрізняється структурою видів ландшафтів. Територія включає наступні фізично-географічні області: Волинське Полісся, Мале Полісся, Житомирське Полісся, Київське Полісся, Чернігівське Полісся, Новгород-Сіверське Полісся. При характеристиці агрокліматичних і агрогідрологічних ресурсів територію Полісся поділяють на три регіони: Західне Полісся, Центральне Полісся, Східне Полісся. Фактично: Західне Полісся включає дві фізико-географічні області - Волинське і Мале Полісся; Центральне Полісся - Житомирське і Київське Полісся; Східне Полісся - Чернігівське і Новгород-Сіверське Полісся [7].

Для досліджуваної території дана оцінка цілого ряду характеристик радіаційного режиму, а саме: тривалість сьйва сонця, сумарна сонячна радіація, альbedo підстильної поверхні, баланс короткохвильового випромінювання, ефективне випромінювання, радіаційний баланс підстильної поверхні, фотосинтетичний активна радіація (ФАР) [7].

Розподіл сумарної сонячної радіації в Західному і Житомирському Поліссі наближається до меридіонального, спостерігається тенденція до зростання сумарної сонячної радіації із заходу на схід. У Київському та Східному Поліссі видно перехід до широтному розподілу, тобто йде збільшення цієї характеристики з північного заходу на південний схід [7].

Протягом року альbedo відрізняється стабільністю в теплий період року і має виражену широтне розподіл. У холодний період року вона характеризується значною мінливістю, що пов'язано з нестійкістю снігового покриву. Середні

багаторічні значення альbedo за січень в Західному Поліссі ростуть із заходу на схід. В Житомирському Поліссі - зменшуються з північного заходу на південний схід. В інших частинах Полісся ця характеристика зменшується з півночі на південь [7].

Розподіл короткохвильового випромінювання в Західному Поліссі близько до меридіонального, тобто спостерігається її збільшення із заходу на схід. У Центральному Поліссі та Чернігівському Поліссі розподіл переходу від меридіонального до широтного - зростання з південного заходу на південний схід [7].

Суми радіаційного балансу за рік зростають в Західному і Житомирському Поліссі із заходу на схід. У Київському Поліссі розподіл цієї характеристики радіаційного режиму є перехідним від меридіонального до широтного, тобто він зростає з північного заходу на південний схід, в Східному Поліссі - широтним - зростання з півночі на південь. Аналогічні зміни суми радіаційного балансу за зиму і літо [7].

Кліматичні особливості території відображаються рядом показників температури повітря. Розподіл середньої температури повітря за рік для Західного і Житомирського Полісся наближається до меридіонального. У Західному Поліссі ця характеристика зростає із заходу на схід, а в Житомирському Поліссі - зменшується із заходу на схід. Для Київського і Східного Полісся спостерігається зростання середніх за рік температур повітря з півночі на південь. На території Полісся найхолоднішим місяцем за рік є січень, холодною декадою року - друга декада січня. Розподіл цих характеристик температурного режиму повітря в Західному Поліссі наближається до меридіонального, так як температури зменшуються з заходу на схід. Розподіл цих характеристик в Центральному та Східному Поліссі має перехідний характер від меридіонального до широтного - тут спостерігається зменшення температури з південного заходу на північний схід. Найтеплішим

місяцем на досліджуваній території є липень, а найтеплішою декадою - перша декада серпня [7].

Максимальна температура повітря визначається головним чином синоптичними процесами. Абсолютний максимум температури повітря - це найвища температура повітря, зафіксована за весь період спостережень. Ця характеристика термічного режиму поступово зростає із заходу на схід для Західного і Центрального Полісся і поступово зменшується в цьому ж напрямку в Східному Поліссі. У теплий період року на цій території створюються умови для формування високої (25 °С і вище) температури повітря [7].

Абсолютний мінімум також обумовлений місцевими умовами і характером рельєфу, але в цілому для Полісся характерним є його широтний розподіл, тобто він зростає з півдня на північ. У зимовий сезон на даній території створюються умови для формування низької температури повітря -10 °С і нижче [7].

Клімат Полісся помірно-континентальний з теплим і вологим літом і м'якою хмарною зимою. Сумарна сонячна радіація досягає 98-100 ккал / см², а величина радіаційного балансу за рік 44-46 ккал / см², що в значній мірі визначає тепловий режим Полісся. На Поліссі 1500-1800 годин сонячного сяйва, яке збільшується із заходу на схід. Середня температура найбільш теплого місяця - липня ніде на Поліссі не досягає 20 °С і коливається від 17 до 19 °С. Від цих середніх багаторічних показників в окремі роки спостерігаються значні відхилення. Найбільш низькі температури в Поліссі бувають в січні або лютому і досягають -32 , -39 °С, а найбільш високі - до 36 °С в липні [7].

Вегетаційний період на Поліссі продовжується з другої декади квітня до третьої декади жовтня. Сума середніх добових температур від весняного до осіннього переходу через 10 °С дорівнює 2620- 2960 °С, а кількість днів з температурами вище 0 °С - від 240 до 260, вище 5 °С - від 180 до 200, вище 10 °С - від 140 до 160, вище 15 °С - від 90 до 105. Середні дати весняних

заморозків на ґрунті 5 - 15 травня, а іноді вони бувають і в першій декаді червня. Осінні заморозки починаються в кінці вересня або на початку жовтня. Середня тривалість безморозного періоду коливається від 160 днів на сході до 180 днів на заході [7].

На формування клімату Полісся великий вплив мають вологі повітряні маси, які приносяться з Атлантики у вигляді циклонів, що викликає підвищену кількість атмосферних опадів, прохолодну погоду влітку і потепління взимку; крім того, сюди досягають маси повітря арктичного походження (головним чином в тилу проходять циклонів) і невелику роль відіграють повітряні маси тропічного характеру. Арктичні повітряні маси обумовлюють взимку значне похолодання, а навесні - пізні заморозки [7].

За кількістю опадів Полісся займає перше місце серед рівнинних територій України. В середньому за рік тут випадає 550- 650 мм, тобто 5500-6500 т. води на 1 га. Були окремі роки, коли в деяких районах Полісся випадало більше 1000 мм і близько 300 мм. Більшість опадів (400-450 мм) випадає в теплий період року (квітень-жовтень). Максимальна кількість опадів припадає на червень і липень, коли нерідко спостерігаються затяжні дощі, а в окремі дні і зливи. Майже половина днів в році буває з опадами [3].

Стійкий сніговий покрив встановлюється в середньому в другій декаді грудня і триває 90-100 днів. Висота снігового покриву змінюється від 13-15 см на заході, до 30-35 см на сході. Середня глибина промерзання ґрунтів досягає 40-50 см. Вона залежить не тільки від температури і потужності снігового покриву, але також і від характеру ґрунтів. Встановлено, що болота промерзають значно менше (до 15-20 см), а деякі і зовсім не промерзають [3].

Відносна вологість на Поліссі сягає свого максимуму восени і взимку - 80-85%. Найбільш низька відносна вологість спостерігається в травні і становить 48-54%. Днів з відносною вологістю менше 30% (посушливі дні) в середньому за рік буває 13-20, з них більшість припадає на травень. Полісся відрізняється

значним випаровуванням вологи, що досягає 400-450 мм на рік. Коефіцієнт зволоженості змінюється від 1,9 на сході до 2,6 на заході (Попов, 1955). Незважаючи на позитивний баланс вологи в Поліссі в окремі роки спостерігаються посухи [7].

При проведенні меліоративних робіт необхідно враховувати, що поліські ґрунти, легкі за механічним складом, погано затримують і зберігають вологу; тому зниження рівня ґрунтових вод може призвести до висушування ґрунтів. Головне завдання при проведенні меліоративних робіт полягає в тому, щоб урегулювати стік, зберегти воду в ставках і водоймах і в міру необхідності подавати її на поля [7].

Кожен сезон року характеризується своїми позитивними і негативними погодними умовами. Перехід від одного сезону до іншого, як правило, відбувається поступово [7].

Весна на Поліссі затяжна, нестійка, з частою зміною холодної і теплої погоди. У березні на Поліссі ще холодно і часто добові температури бувають негативними, а в окремі роки температура знижувалася до -20°C , -25°C . Початком весняного сезону вважають дату стійкого переходу середньодобової температури через 0° . Це буває в кінці другої або на початку третьої декади березня. У квітні і травні температура швидко зростає, але іноді бувають різкі зниження, що негативно позначаються на садових і городніх культурах.

Танення снігу на Поліссі, в зв'язку з його значною лісистістю відбувається порівняно повільно. Талі води тривалий час застоюються в зниженнях, долини річок заливаються водою. У північних районах Українського Полісся в кінці березня і на початку квітня значні площі покриті водою. Середня тривалість сніготанення - 15-20 днів [7].

З переходом до стійким середньодобовим температурам вище 10°C в кінці квітня пов'язаний помітне зростання озимих і ранніх ярових культур, а також середні терміни посіву теплолюбних культур [7].

Літо на Поліссі тепле, але не спекотне, дощове. В окремі роки велика кількість опадів негативно позначається на сільському господарстві. В цей час іноді спостерігаються вимокання посівів вилягання хлібів або створюються несприятливі умови для збирання [7]

2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЛІЙНОГО ЛЬОНУ І ВИМОГИ ДО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1 Біологічні особливості льону олійного

Льон олійний – цінний харчовий та лікувальний продукт. Насіння його містять 42 – 48% жиру. Жирні кислоти, що входять до складу лляної олії, належать переважно до групи ненасичених, тому вона добре висихає й користується попитом як сировина для лакофарбової, парфумерної промисловості тощо. Йодне число становить 165 – 192. Він належить до виду *Linum usitatissimum* L. (льон звичайний) родини льонових (*Linaceae* L.), яка об'єднує близько 200 видів як однорічних, так і багаторічних рослин [6].

Найпоширенішим підвидом льону в Європі та Азії є євразійський. До нього належать такі екотипи: довгунець, межеумок, кучерявець та сланкий. Поняття «льон олійний» об'єднує рослини двох груп різновидностей: льон-кучерявець і льон-межеумок. Більше жиру міститься в насінні льону-кучерявця – 44%, проти 42% - у межеумка [6].

Коренева система льону стрижнева, з бічними коренями першого і послідуєчих порядків (до 5 – 7), спостерігається не глибше 30 см. Льон характеризується слабким розвитком кореневої системи, маса якої не перевищує 10 – 25% надземної маси рослин. Але всмоктуючи її здатність дуже висока, через що вологи в ґрунті після льону буває дуже мало. Найбільше вологи використовує з шару ґрунту 0 – 50 см. Характерною ознакою розвитку кореневої системи льону є її невпинний ріст углиб майже до кінця вегетації. До цвітіння головний корінь льону досягає близько двох чвертей своєї повної довжини, тоді як у багатьох інших ярих культур розвиток кореневої системи в

глибину на початку цвітіння майже припиняється. Це дає змогу рослинам засвоювати вологу після цвітіння з більш глибоких шарів ґрунту і краще витримувати посуху порівняно з іншими ярими культурами. У різних екологічних форм рослини льону коренева система розвинута порізно: у льону-кудрявця краще, ніж у межеумка, і глибше проникає в ґрунт. В посушливе літо коріння менше розростається в боки (до 40 см) і більше в глибину (до 1,5 м), у вологе – навпаки, більше розростається в боки, а в глибину до 80 – 90 см [2].

Стебло заввишки 30 – 70 см, тонке, циліндричне, переважно прямостояче, гладеньке, голе або покрите сизим восковим нальотом. Рослини одностеблі або з однією – трьома і більше гілками, які відходять від кореневої шийки. Після фази «ялинки» від утворення суцвіть починається інтенсивний ріст стебла, який іноді дорівнює 3 – 4 см на добу. В цей час відбувається формування репродуктивних (плодоносних) органів рослин. Ось чому забезпечення льону в цей період достатньою кількістю води та поживними речовинами є найважливішою умовою одержання високого врожаю. На початку фази цвітіння, яка настає через 35 – 40 днів після сходів, ріст стебла уповільнюється [2].

Листки лінійно – ланцетної форми, 26 – 30 мм завдовжки і 2 – 4 мм завширшки, голі зеленого або сизого кольору з восковим нальотом різної інтенсивності. Розміщені на стеблі й гілках густо, здебільшого почергово, на скорочених черешках [2].

Суцвіття – зонтикоподібні китиці, розміщені на верхівці стебла і його бічних розгалуженнях [6].

Квітка п'ятірного типу, симетрична, складається з чашечки, яку утворюють 5 загострених чашолистків з війками по краях. Чашечка після цвітіння не опадає, а залишається на плоді. Віночок квітки складається з 5

пелюсток і має діаметр, залежно від сорту, 15 – 30 мм. Колір пелюсток буває: рожевий, фіолетовий, голубий або білий. Тичинок – 5. Пиляки сині або жовті.

Плід – округла коробочка з гострим носиком зверху, поділена повними перегородками на 5 гнізд. Кожне гніздо поділяється ще раз неповною серпоподібною перегородкою на дві половини, де розміщується по одній насінині. В нормально розвинутій коробочці може бути не більше 10 насінин. Кількість коробочок на рослині, залежно від умов вирощування, дуже змінюється – від 15 – 18 до 40 і більше штук [5].

Насіння яйцеподібної форми, сплюснуте, з вузьким, трохи загнутим носиком, коричневе або буре. Відомі форми льону з жовтими або оливковим насінням. Поверхня блискуча, гладенька, слизька, у воді ослизнюється. Довжина 3,2 – 4,8 мм, ширина 1,5 – 2,2 мм. Маса 1000 насінин 4 – 8 г [5].

2.2 Вимоги до умов навколишнього середовища

Льон олійний - культура довгого дня, порівняно холодостійка, хоча і більш вимоглива до тепла, ніж льон-довгунець, особливо в період дозрівання. Вегетаційний період різних сортів залежно від умов вирощування становить 62-120 днів [1].

Льон олійний - рослина довгого дня. Сильно сонячне освітлення викликає посилене розгалуження стебла, що знижує врожайність і погіршення його якості [1].

Вимоги льону олійного до температури не дуже високі, як у ярих зернових. Необхідні мінімальні температури проростання +2 ... + 3 °С, а сума активних температур за вегетацію - 1600-1850 °С. Він витримує заморозки до -3 ... -5 °С. Більш низькі температури дуже зріджують посіви [3].

У період цвітіння і дозрівання насіння льону олійного оптимальний діапазон температур становить + 16 ... + 22 °С [3].

Суша спекотна погода в період цвітіння сприяє більш дружньому проходженню цієї фази. Однак для льону не бажано як дуже дружне, так і дуже зтяжне цвітіння. При короткому періоді цвітіння утворюються коротші суцвіття з меншим числом коробочок, а це негативно впливає на врожай насіння. Дуже тривале цвітіння зтягує дозрівання, що створює труднощі для прибирання і збільшує втрати врожаю [1].

Льон олійний через короткий вегетаційний період, інтенсивний ріст і високий транспіраційний коефіцієнт (400-500) вимогливий до вологи, проте в меншій мірі, ніж льон-довгунець. У початковій стадії розвитку рослин потреба у волозі забезпечується зимовими запасами вологи в ґрунті [3].

Для проростання насіння льону потрібно близько 140% води від їх власної маси, тобто значно менше, ніж багатьом польовим культурам. Це пояснюється наявністю в них шару, який поглинає з ґрунту воду і міцно її утримує [1].

Від посіву до фази ялинки (висота 15-17 см) рослини льону олійного відрізняються посухостійкістю. Період від початку бутонізації, коли починають закладатися квіткові горбки, і в наступні 2-3 тижні, тобто в період цвітіння і утворення коробочок, у льону олійного проявляється найвища потреба в воді. Хороша вологозабезпеченість в цей час сприяє отриманню високого врожаю насіння. При нестачі вологи зменшується розгалуження, затримується утворення бутонів, скорочується фаза цвітіння, формується невелика кількість коробочок з дрібним насінням зниженою олійності. В середньому за вегетацію на утворення 1 т насіння льон витрачає до 440 т води [1].

Вимоги льону олійного до ґрунту відносно низькі. Для нього придатні супіски, суглинки і суглинисті леси в хорошому агротехнічному стані. Виключаються для вирощування льону сухі піщані, холодні мулисті ґрунти і всі площі із застійною вологою. Болотисті ґрунту з високим вмістом гумусу також не придатні для вирощування через великий вміст азоту, який сприяє виляганню рослин і їх пізньому дозріванню [1].

Кращими ґрунтами для вирощування льону є звичайні середньогумусні чорноземи, малогумусні несолонцюваті чорноземи, темно-каштанові ґрунти з потужним орним шаром і міцною структурою. При цьому ґрунт повинен бути чистим від бур'янів і здоровим, тобто не містити збудників грибкових захворювань і шкідників льону [3].

Оптимальна кислотність ґрунту (рН) з важким мінералогічним складом 6,0-6,7, з легким - 5,5-6,0. При підвищеній кислотності льон страждає від токсичної дії іонів алюмінію, а на карбонатних ґрунтах - від надлишку кальцію і дефіциту бору, що може привести до різних бактеріальних захворювань. Неприятливий вплив на льон надають іони хлору, що необхідно враховувати при виборі форм добрив [1].

2.3 Технологія вирощування льону

Агротехніка вирощування льону олійного не складна. Посіви льону в сівозміні можна повертати не раніше, ніж через 5–7 років. Кращими попередниками є озимі зернові, зернобобові, баштанні, картопля, кукурудза на зелений корм та інші просапні культури, після яких поле залишається чистим від бур'янів. Ефективне розміщення льону по пару. Не рекомендується висівати льон олійний після соняшнику, ріпаку, суданської трави та льону. Льон олійний рано звільняє поля, тому є добрим попередником для озимих та ярих культур [9].

Насіння льону для появи дружних сходів потребує дрібногрудкуватої структури ґрунту. Тому рано навесні проводять передпосівну культивуацію з боронуванням на глибину загортання насіння – 3–4 см, максимум до 5 см. Якщо зяб погано вирівняний з осені, ранньовесняний обробіток ґрунту треба почати зі шлейфування поля, а потім провести культивуацію. Для боротьби з бур'янами можна застосовувати ґрунтові гербіциди на основі речовини трифлуралін, але за

умови достатньої наявності ґрунтової вологи з негайним загортанням в ґрунт після внесення. Льон олійний має відносно слабку кореневу систему, тому добре реагує на високу родючість ґрунтів. Чорноземи та каштанові ґрунти для цієї культури кращі. На формування однієї тонни насіння льон витрачає до 55–65 кг азоту, 10–25 кг фосфору та 40–45 кг калію (1:0,4:0,7) [9].

Насіння проростає при температурі 6 °С, однак для отримання дружних сходів ґрунт повинен прогрітися до 10–12 °С. Сходи з'являються на 5–7-й день після сівби й здатні переносити короточасні приморозки до мінус 3–4 °С. Льон олійний слід висівати відразу після закінчення сівби ранніх ярих культур. У південних регіонах це кінець березня - початок квітня. Запізнення з висівом призводить до зниження врожаю на 2,2–2,8 ц/га. Спосіб сівби – рядковий, з шириною міжрядь 15 см, глибина загортання насіння – 3–5 см. Норма висіву 40–50 кг/га. Необхідною умовою для одержання рівномірних і дружних сходів є висівання у вологий шар ґрунту з одночасним прикочуванням [9].

У зв'язку з повільним ростом рослин льону аж до фази бутонізації необхідно дбати про чистоту посівів. Засміченість може призвести до сильного пригнічення рослин льону бур'янами, тому у фазі «ялинки» ефективним засобом є обробка посівів страховими гербіцидами, або їх баковими сумішами залежно від видового складу бур'янів, такими як: Агритокс, Лонтрел, Кросс, Базагран, Фюзилад, Пік, та ін. [9].

Період збирання льону припадає на кінець липня-початок серпня, тобто збігається із зерновими жнивими. Але конкуренції між культурами не виникає, тому що льон може постояти до закінчення зернових жнив – насіння з його коробочок не обсипається, стебла не вилягають. Стиглість посівів визначається побурінням коробочок, опаданням листя й торохтінням насіння, яке відстало від перегородок у коробочках. Чисті від бур'янів посіви збирають прямим комбайнуванням, а забур'янені – зі скошуванням у валки. До скошування приступають при дозріванні 75 % коробочок, на цей час вологість насіння

складає 20–25 %. Висота скошування – 12–15 см. За сприятливих умов валки висихають протягом 5–7 днів. Стебла льону скошуються важче, ніж у колосових, тому на ножі жатки ставлять гладкі сегменти. До підбору та обмолоту валків приступають, коли вологість знизиться до 12 %. Зниження вологості насіння до 8–10 % призводить до значного їх травмування. Під час збирання може виникати проблема утилізації пожнивних решток, адже стебла льону містять волокно й при збиранні можуть утворювати довгі тріпані «коси». Їх важко загорнути в ґрунт, крім того, вони повільно розкладаються. Для цього перед оранкою потрібно використовувати важкі дискові борони, а за потреби повторити дискування у взаємно перпендикулярних напрямках. Обмолочене насіння льону негайно очищують і просушують. Вологість засипаного в зерносховище насіння не має перевищувати 10 %. Дотримуючись рекомендованої науковцями технології вирощування льону олійного та використовуючи сертифіковане насіння, можна одержати максимальний врожай з високою якістю [9].

2.4 Шкідники і хвороби льону

Найбільш поширеними і шкідливими хворобами льону олійного в Україні є фузаріоз, антракноз, побуріння або ламкість стебел, іржа, пасмо, аскохітоз [3].

У хворих на фузаріоз рослин [льону] різко знижується якість волокна, вони в'януть і нерідко гинуть. Основним джерелом фузаріозу по іржі є заражене насіння і уражені збудниками фузаріозного в'янення та побуріння рештки льону. Хвороба зумовлює зниження урожаю насіння понад 15%, погіршення якості волокна. Ознаки хвороби: уражені ділянки стебла, іноді все стебло буріє, розмачулюється, спостерігається злом стебла і суцвіть. Сильному прояву хвороби сприяє вилягання льону, яке часто спостерігається при надмірному внесенні азотних добрив [3].

Антракноз поширений повсюдно. Виявляється в усі періоди росту і розвитку рослини. На корінцях проростків з'являються жовто-помаранчеві або склоподібні сірі плями, які через деякий час перетворюються на виразки і перетяжки. На підсім'ядольному коліні і сім'ядолях утворюються різко обмежені, спочатку жовті або злегка світло-жовті, а потім розпливчасті бурі плями. Антракноз особливо сильно розвивається у вологу теплу погоду. При цьому рослини вилягають і майже повністю покриваються бурими антракнозними плямами [3].

Побуріння або ламкість стебел вражає рослини різного віку в багатьох районах, де вирощують льон. На сім'ядолях, нижніх листках і у кореневої шийки молодих рослин з'являються спочатку бурі плями, а потім тканину в цих місцях руйнується і утворюються виразки у вигляді раковин або бурих перетяжок навколо стебла. Уражені стебла переламуються, і рослини майже завжди гинуть. У період цвітіння і збирання льону хвороба проявляється на стеблах і коробочках у вигляді буро-коричневих шорсткуватих, а іноді злегка вдавлених, з темною облямівкою, різко обмежених плям, які часто зливаються і набувають темно-бурого забарвлення. Крихкість стінок волокон призводить до ламкості стебел [3].

2.5 Сорти льону

Першу позицію за кількістю сортів олійного льону в Держреєстрі займає Інститут олійних культур НААН України (8 сортів) з сортами Айсберг, Південна ніч, Дебют, Орфей, Золотистий, Ківік, Водограй, Світлозір [17].

Сорт Південна Ніч. Висота стебла 52-55 см. Листя ланцетні, тонкі, з гладкими краями, розміщуються по стеблу гвинтоподібною спіраллю. Квітки великі. Забарвлення пелюсток і пиляків синє, рильця фіолетові. Тривалість вегетаційного періоду 84-86 днів. Сорт характеризується високою

посухостійкістю. Насіння коричневі з масою 1000 насінин - 7,9 м і олійністю 44,8-47,0%. Урожайність 16,7-20,1 ц / га.

Сорт Дебют. Висота рослин 57-58 см, технічна довжина стебла 46-48 см. Стебло слабоветвістий, неопушений, без антоціанового забарвлення. Листя ланцетного, дрібні, краї гладкі, по стеблу розташовані гвинтоподібно з загушення в нижній частині. Квітки середньої величини, світлофіолетові. Вегетаційний період 85-87 днів. Насіння коричневі. Маса 1000 насінин - 7,8 г. Вміст олії в насінні 45,5-47,0%. Урожайність 15,4-20,0 п / га.

Сорт Айсберг. Створено методом мутагенезу на основі насіння сорту Ціан. Висота рослин 54-57 см. Стебло прямостояче, розгалужене. Квітки білі, з кремовим пильовиками. Вегетаційний період 86-88 днів. Сорт відрізняється високою стійкістю проти фузаріозного в'янення. Насіння темно-коричневі, з масою 7,7 г Вміст олії в насінні 46,5-49,5%, масло з високим йодним числом.

Сорт Орфей. Висота рослин 55-60 см. Квітки середньої величини, блакитні. Вегетаційний період 86-88 днів. Насіння коричневі. Маса 1000 насінин 7,2 г. Олійність 46%. Урожайність 15,8-21,7 ц.

Друга позиція - за ННЦ "Інститут землеробства НААН" (4 сорти) з сортами Еврика, Блакитно-помаранчевий, Симпатик, Оригінал [17].

Сорт Еврика. Висота рослин 57-62 см. Стебло округле, товщиною 3-4 мм, яке розгалужується в нижній і верхній частинах. Тривалість вегетаційного періоду 81 день. Плід - куляста коробочка з 7-10 насінням. Насіння овально-подовженої форми, коричневого кольору. Маса 1000 насінин 7-8 г. Стійкий до вилягання, розтріскування коробочок і осипання насіння. Середньостійкий до шкідників і хвороб.

Сорт Оригінал. Висота рослин – до 80-120 см. Сорт середньостиглого типу. Тривалість вегетаційного періоду – 90-95 днів. Плід – округла коробочка з 9-10 насінинами. Маса 1000 насінин 6,1-6,5 г. Стійкий до вилягання, розтріскування коробочок і осипання насіння. Сорт інтенсивного типу (сильно

реагує на умови вирощування та удобрення). Врожайність насіння складає 18,0 – 25,0 ц/га. Вміст олії в насінні – 44,5 %. Вміст білку – 42,0 %. Потенціал врожайності насіння складає 38,5 ц/га.

Сорт блакитно-помаранчевий. Висота рослини - 60-80 см. Стебло округле, товщиною 3-4 мм, яке розгалужується в верхній частині. Тривалість вегетаційного періоду - 85-90 днів. Маса 1000 насінин 9,1 г. Стійкий до вилягання, розтріскування коробочок і осипання насіння. Сорт інтенсивного. Середньостійкий до шкідників і хвороб. Придатний для всіх зон вирощування. Врожайність насіння складає 18,0 – 30,0 ц/га. Вміст олії в насінні 47,0-48,0 %. Потенційна врожайність сорту становить 35,3 ц/га.

На третій позиції – приватна компанія ТОВ "Науковий інститут селекції" з сортом Версаль [17].

Сорт Версаль. Висота рослин 55-58 см. Тривалість вегетаційного періоду - 87-89 днів. Плід - куляста коробочка з 7-10 сім'янками, квіти середнього розміру, блакитного цвета. Семена помірно-коричневі, маса 1000 насінин коливається від - 7,2 -8,2 г. Вміст олії в насінні - 47,4 - 48,3 %. Середня врожайність склала 1,8-2,5 т / га. Стійкий до вилягання та осипання насіння. Рекомендований для вирощування в зоні Степу України.

3 АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ В ПОЛІССІ

3.1 Динаміка врожайності насіння льону по областях Полісся

Урожайність всіх сільськогосподарських культур формується під впливом багатьох факторів: строки сівби, сортові особливості, рівень агротехніки, внесення добрив, заходи по підвищенню вологозабезпеченості, кліматичних умов місцевості і погодних умов кожного конкретного року. Всі ці фактори можна об'єднати у дві великі групи: 1) культура землеробства; 2) фактори навколишнього середовища [4].

Вирішення практичних задач дуже часто потребує окремої оцінки на формування врожайності, факторів культури землеробства і кліматичнопогодних умов. Для того, щоб оцінити вплив будь-якого фактора на формування врожайності виконується оцінка окремих факторів або їх груп за проміжок часу не менше ніж 20-25 років. Для цього використовується щорічні спостереження за урожайністю культури. Урожайність представляється часовим рядком за певний відрізок часу. В часових рядках спостереження за урожайністю існує статистична залежність спостережень і характер цієї статистичної залежності визначається порядком послідовності спостережень. За допомогою часових рядків урожайності визначається основна закономірність динаміки урожайності в часі. При цьому вважається, що динаміка урожайності описується двома компонентами: стаціонарною і змінною. Стаціонарна компонента завжди обумовлюється рівнем культури землеробства, а випадкова або змінна компонента характеризує погодні умови кожного конкретного року,

який входить до ряду спостережень. Стаціонарна складова урожаю описується плавною лінією і називається трендом і він характеризує середній рівень урожаю. Лінія тренда може бути розрахована за допомогою методу найменших квадратів і методом гармонічних зважувань. Якщо лінія тренда розраховується методом найменших квадратів, то вона може описуватись рівняннями прямої або параболи другого порядку. Метод гармонічних зважувань має перевагу перед методом найменших квадратів за рахунок того, що він більш точно визначає динамічну середню урожайність, особливо за останні роки. Відхилення урожайності від лінії тренду щороку представляє собою коливання які розраховуються за допомогою середнього квадратичного відхилення або коефіцієнту варіації:

$$C_v = \frac{\sigma_y}{\bar{y}} \quad (3.1)$$

Коефіцієнт варіації характеризує варіацію кліматичної складової урожайності і може для цього використовуватися:

$$C_n = \frac{1}{\bar{y}} \sqrt{\frac{\sum(y_i - \bar{y})^2 - \sum(y_i - \hat{y})^2}{n-1}} \quad (3.2)$$

Для кожної із досліджуваних областей Полісся були побудовані графіки динаміки врожайності і розраховані методом гармонічних зважувань лінії трендів урожаїв, а також відхилення щорічних врожаїв від лінії тренду (результати представлені для Західного Полісся – Волинська обл., Центрального Полісся – Житомирська обл. та Східного Полісся – Чернігівська обл.)

Як видно з графіку 3.1, лінія тренду у Волинській області має зростаючий характер. На початку періоду середня урожайність становила 2,91 ц/га, на кінець періоду урожайність становила 6,62 ц/га. Слід відзначити, що в останні

роки спостережень відзначається більш різке коливання врожаїв за рахунок погодних умов. Це спричинило найбільші відхилення від лінії тренду, які спостерігаються від 2013 року по 2018 рік, коливання становило +2,14 ц/га.

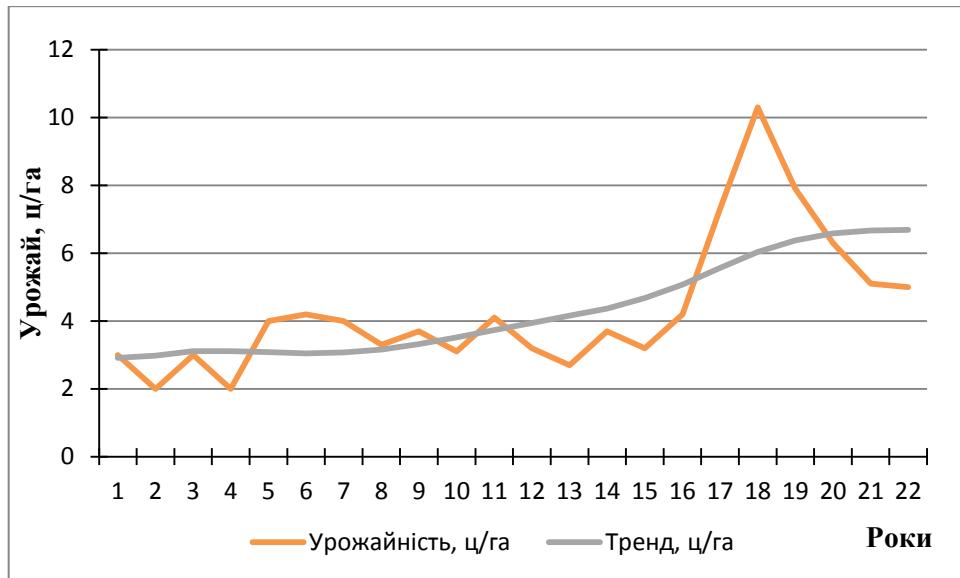


Рисунок 3.1 – Динаміка урожаїв насіння льону і лінія тренду у Волинській області

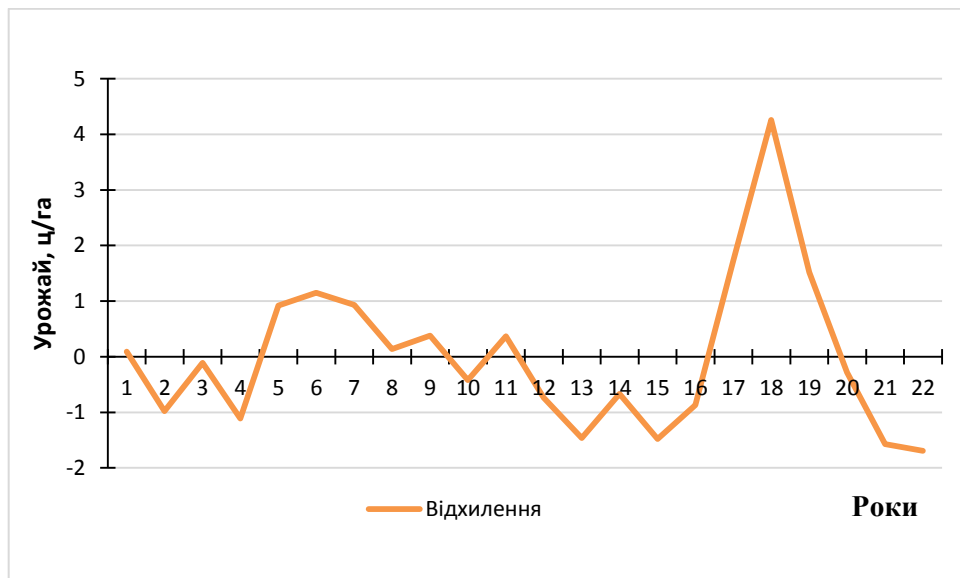


Рисунок 3.2 – Відхилення щорічних урожаїв льону від лінії тренду

Динаміка урожаю і лінія тренду насіння льону по Житомирській області представлені на рисунках 3.3-3.4.



Рисунок 3.3 – Динаміка врожаїв насіння льону і лінія тренду в Житомирській області



Рисунок 3.4 – Відхилення щорічних врожаїв від лінії тренду

Як видно з рисунку 3.3, лінія тренду характеризується зростанням. На початку періоду врожайність насіння льону становила 3,0 ц/га, а на кінець періоду – 8,8 ц/га. Слід відзначити що в 2011 та 2015 році спостерігаються більш різкі коливання врожаїв (рис. 3.4). Це спричинило найбільші відхилення +2,94.

На рисунках 3.5-3.6 представлені динаміка урожаю і лінія тренду насіння льону у Чернігівській області.

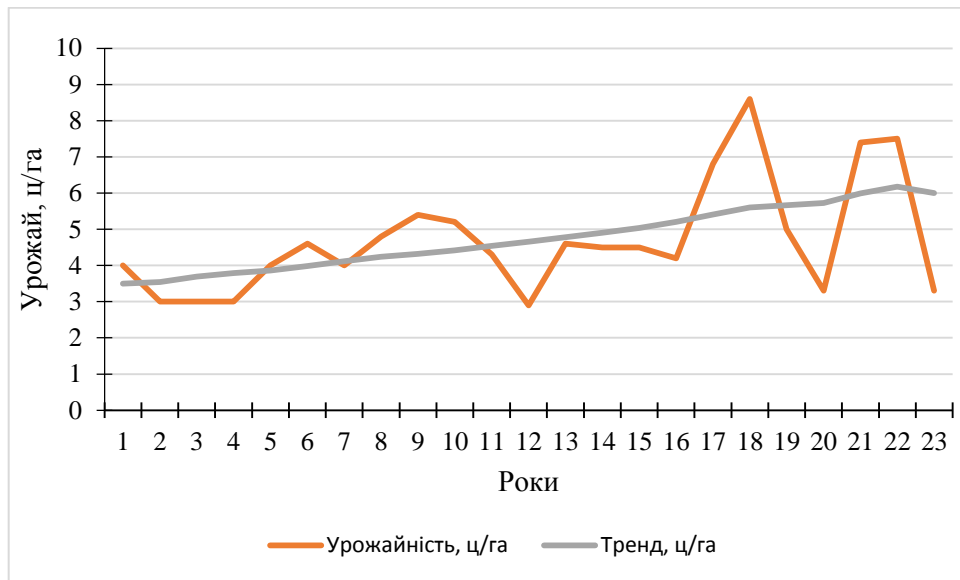


Рисунок 3.5 – Динаміка врожаїв насіння льону і лінія тренду у Чернігівській області



Рисунок 3.6 – Відхилення щорічних врожаїв льону від лінії тренду

Як видно з рис. 3.5, лінія тренду характеризується зростанням. На початку періоду середня урожайність становила 4,0 ц/га, на кінець періоду урожайність становила 7,5 ц/га.

Слід відзначити що в останні роки спостережень відзначається більш різке коливання врожаїв за рахунок погодних умов. Це спричинило найбільші відхилення від лінії тренду, які спостерігаються від 2013 року по 2018 рік, коливання становило +2,43 ц/га (рис. 3.6).

Згідно з формулами 3.1 та 3.2 були розраховані середнє квадратичне відхилення та коефіцієнт варіації по кожній станції із досліджуваних областей. Як видно із таблиці 3.1 коефіцієнт варіації кліматичної складової по областях коливається від 0,12 до 0,37. У Волинській, Житомирській та Львівській областях коефіцієнт варіації характеризується високою мінливістю урожайності, а у Чернігівській, Івано - Франківській та Львівській – незначною мінливістю, що свідчить про сталі врожаї в цих областях.

Таблиця 3.1 – Значення середнього квадратичного відхилення σ та коефіцієнта варіації C_n для областей Полісся

Область	Сер. квадр. відхил. σ	Коефіцієнт Варіації C_n	Характеристика
Волинська	1,97	0,31	Врожаї не стійкі
Житомирська	2,19	0,27	Врожаї не стійкі
Чернігівська	1,56	0,18	Врожаї стійкі
Львівська	1,38	0,37	Врожаї не стійкі
Івано-Франківська	1,27	0,12	Врожаї стійкі
Рівненська	1,96	0,17	Врожаї стійкі

3.2 Вплив агрометеорологічних умов на формування врожаїв насіння льону

Дослідженнями впливу агрометеорологічних умов на ріст та формування продуктивності льону займалися багато авторів та ін. [9,17].

Так Андрєєвим А.А. та Л.В. Косоцькою була виконана оцінка агрометеорологічних умов вирощування льону по міжфазних періодах і встановлено, що в період від сівби до появи сходів льону, який триває в середньому 10-12 днів, оптимальні умови складаються при запасах продуктивної вологи у шарі 0 – 20 см близьких до значень найменшої вологомісткості (30 – 50 мм) та при температурі повітря впродовж 10 днів після сівби не нижчій 14° С. За таких умов сходи льону з'являються через 6 – 8 днів. Збільшення тривалості періоду сівба – масові сходи до 20 днів є показником поганих та дуже поганих умов формування густоти посіву. При тривалому періоді сходи дуже зріджуються – до 25 – 30 %, іноді до 50 %.

В період від сходів до цвітіння на тривалість періоду впливають умови зволоження та температурний режим .

Найбільш сприятливі умови для росту та розвитку льону складаються, при середній температурі повітря 15 – 17 °С та сумі опадів не менше 100 мм. При підвищенні температури та зменшенні кількості опадів умови вирощування значно погіршуються. Теж саме спостерігається і при зниженні температури нижче 15 °С та збільшенні кількості опадів більше 100 мм [6].

У період від початку утворення суцвіть до масового цвітіння спостерігається інтенсивний ріст стебел. Оптимальні умови для інтенсивного росту стебел складаються при запасах продуктивної вологи не менших ніж 30 мм в орному шарі ґрунту та температурі повітря 14 – 17 °С [6].

За дослідженнями І.О. Сизова [5] при оптимальних умовах вирощування висота льону у період від сходів до утворення суцвіть становить 25 % кінцевої висоти, а інші 75 % приросту висоти припадають на період від утворення суцвіть до цвітіння [6].

У період після настання фази цвітіння льону тривалість періоду цвітіння – рання жовта стиглість знаходиться у тісній залежності від тепло- та вологозабезпеченості які виражаються значеннями середньої температури повітря та сумою опадів за період. Оптимальними умовами в цей період є середня температура повітря 20 – 22 °С та сума опадів 20 – 60 мм.

Із досліджень Комоцької О.В. видно, що критичним періодом у розвитку льону і формування його продуктивності є період від сходів до цвітіння.

Були побудовані графіки залежності врожаїв льону від різних показників за різні періоди розвитку льону: від середньої температури повітря за період від сходів до цвітіння (рис. 3.7), запасів продуктивної вологи за цей же період (рис. 3.8) та запасів вологи в шарі 0-100 см на дату цвітіння (рис. 3.9), середнього дефіциту насичення повітря за період цвітіння – рання жовта стиглість (рис. 3.10), вологозабезпеченості періоду сходи – рання жовта стиглість (рис. 3.11).

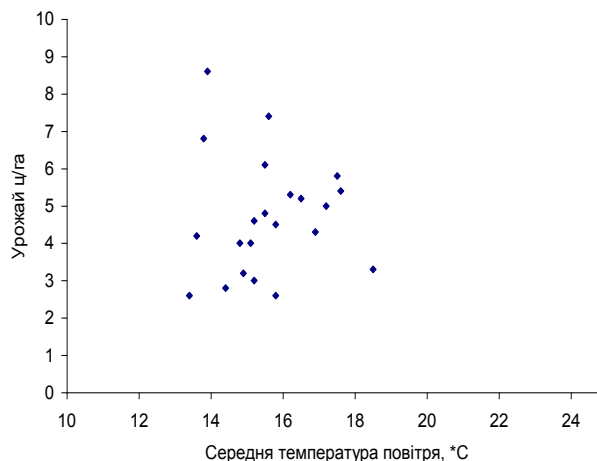


Рисунок 3.7 – Залежність врожаю насіння льону від середньої температури повітря за період від сходів до цвітіння

Як видно із рис. 3.7 чіткого зв'язку врожаю льону із середньою температурою повітря не спостерігається. Але можна сказати, що за середньої температури повітря за період від сходів до цвітіння від 16 до 18 °С і достатніх запасах вологи формуються врожаї підвищені врожаї вище 4 ц/га.

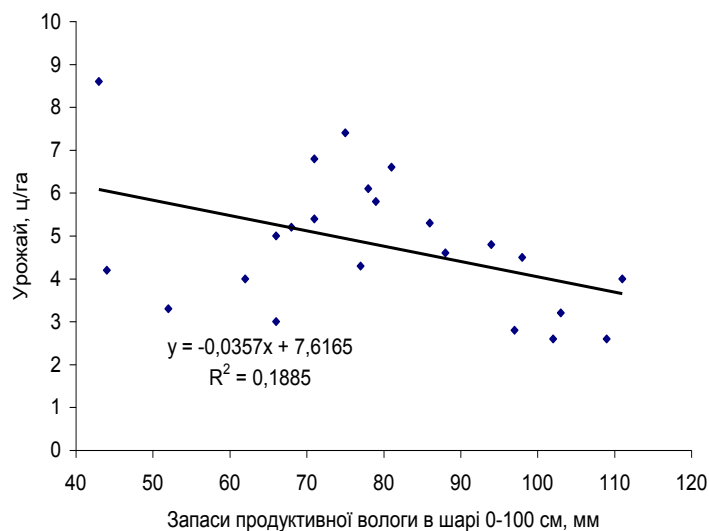


Рисунок 3.8 – Залежність врожаю насіння льону олійного від середніх запасів продуктивної вологи за період від сходів до цвітіння

Співставлення врожаю волокна льону з середніми запасами продуктивної вологи (рис. 3.8) свідчить про більш відчутнішу залежність врожаїв від значень запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту (коефіцієнт кореляції становить 0,46). Слід також зазначити, що на початку періоду сходів – цвітіння рослини льону використовують в основному запаси продуктивної вологи в шарі 0-20 см і тільки наприкінці періоду рослини вже використовують запаси продуктивної вологи шару 0-100 см.

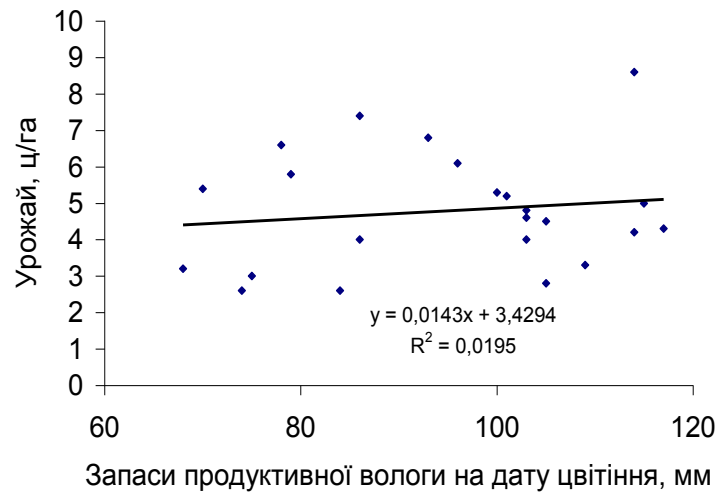


Рисунок 3.9 – Залежність врожаю льону від середніх запасів продуктивної вологи на дату цвітіння

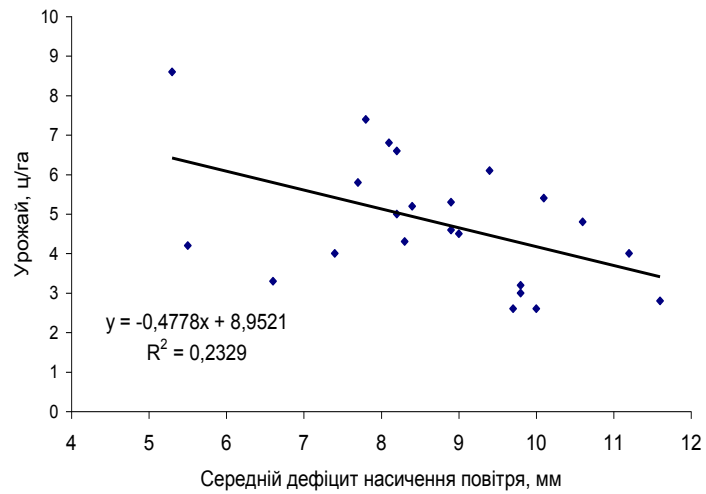


Рисунок 3.10 – Залежність врожаїв льону від середнього дефіциту насичення за період утворення суцвіть – цвітіння

Якщо розглянути залежність врожаїв льону від середніх запасів продуктивної вологи на дату цвітіння (рис. 3.9), то можна побачити, що тісного зв'язку теж не спостерігається. Очевидно урожай льону в цей період формується під впливом комплексу факторів. Із рисунка видно, що оптимальними запасами продуктивної вологи для формування врожаїв льону є запаси на рівні 75 – 90 мм.

В дослідженнях Комоцької Л.В. відзначається, що на стан рослин льону і формування врожаю значно впливає дефіцит насичення повітря вологою [8].

Було побудовано графік залежності врожаїв волокна льону від середнього дефіциту насичення повітря вологою в період утворення суцвіть – цвітіння (рис. 3.10). Тіснота зв'язку значно вища, ніж у попередніх випадках. Ця залежність дозволяє дійти висновку, що високий врожай волокна формується при значенні дефіциту насичення повітря вологою від 6 до 10 мм.

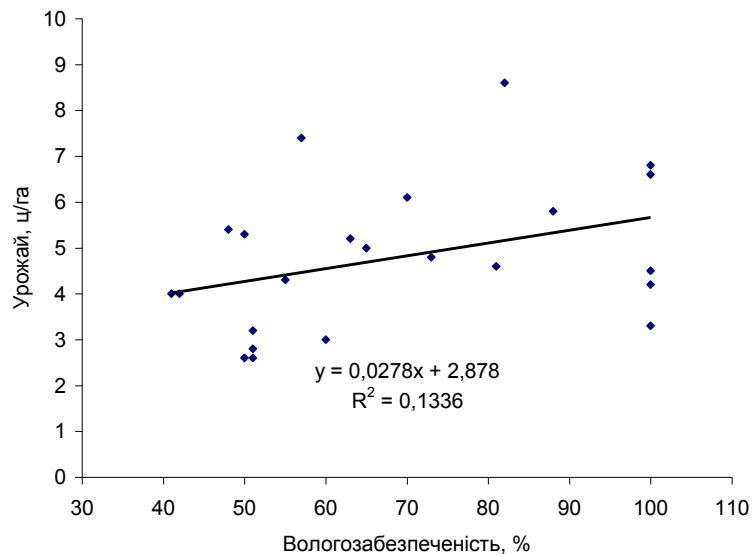


Рисунок 3.11 – Залежність врожаю льону від вологозабезпеченості періоду від сходів до ранньої жовтої стиглості

Співставлення величини врожаю волокна льону із вологозабезпеченістю посівів льону в період від сходів до ранньої жовтої стиглості дозволяє дійти висновку, що відсутність тісного зв'язку між цими величинами говорить про те, що вологозабезпеченість посівів входить до списку одного із головних факторів формування високого врожаю (рис. 3.11).

Дослідженнями А.А. Андрєєва встановлено, що врожай льоноволокна залежить значною мірою від густоти рослин та висоти рослин [3].

Л.В. Комоцькою встановлено, що густота рослин льону залежить від своєчасної сівби льону, агрометеорологічних умов в період від сівби до сходів і тривалості періоду сівба – сходи [8]

Були встановлені показники формування густоти посівів льону. Оптимальна густота посівів льону сформується якщо вона буде становити 80 – 90 % загальної кількості висіяного насіння. А це можливо за умов якщо тривалість періоду сівба – сходи становитиме 10-12 днів. Оптимальними умовами для визначення тривалості періоду є температура повітря впродовж 10 днів після сівби на рівні 14 °С і вище, запаси продуктивної вологи в шарі 0-20 см 30-50 мм та сумі опадів не більше 15 мм [13].

Побудовані графіки залежності врожаїв льону від висоти рослин (рис. 3.12), та густоти рослин (рис. 3.13) свідчать про високу залежність врожаїв волокна льону від висоти та густоти рослин.

Як видно із (рис. 3.12) зв'язок урожаю льону з висотою рослин характеризується коефіцієнтом кореляції $r = 0,81$. Найвищі врожаю волокна льону спостерігаються при висоті рослин вище 85 см.

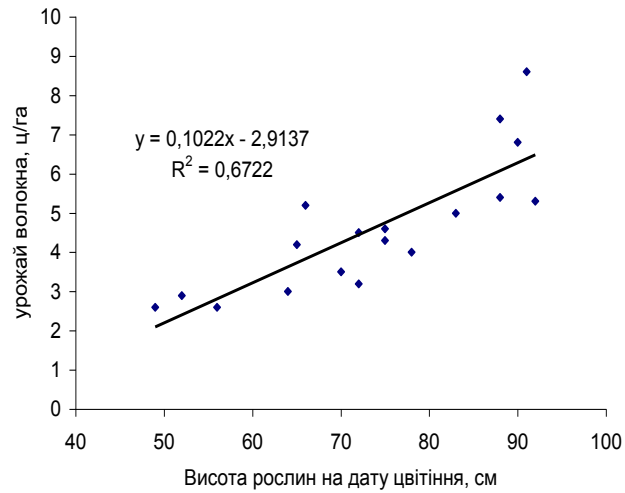


Рисунок 3.12 - Залежність врожаю льону від висоти рослин на дату цвітіння

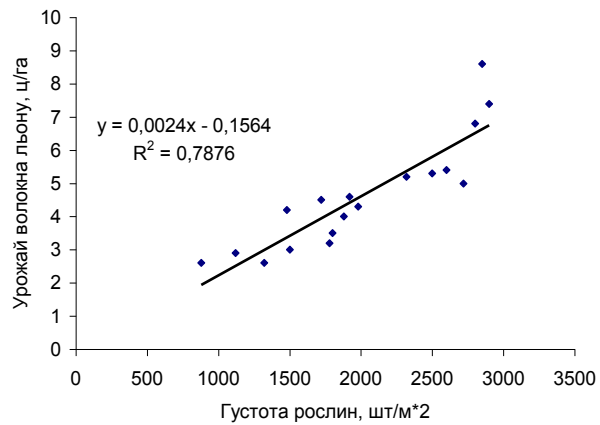


Рисунок 3.13 – Залежність врожаю льону від густоти рослин на дату цвітіння

На рис. 3.13 представлена графічна залежність урожаю льону від густоти рослин на дату цвітіння, розрахована статистична залежність і отримане статистичне рівняння зв'язку урожаїв з густотою рослин. Зв'язок характеризується високим коефіцієнтом кореляції $r = 0,85 \pm 0,01$, рівняння представлено на рисунку. Із рис. 3.13 видно, що високі врожаї льону формуються за густоти посівів вище 2300 шт/м².

Враховуючи високі значення парних коефіцієнтів кореляції врожаїв льону з висотою та густотою рослин, і на встановлені Л.В. Косоцькою залежності технічної довжини льону від суми опадів за дві декади до початку інтенсивного росту стебел та середньої вологозабезпеченості цього періоду, була розрахована багатofакторна статистична залежність врожаїв льону від суми опадів за період від початку росту стебла до цвітіння, висоти рослин (h) і густоти рослин (m) на дату цвітіння:

$$Y = 0,014x + 0,002m + 0,0422h - 3,56, \quad (3.3)$$

де x - сума опадів за період від початку росту стебла до цвітіння, мм;

m – густота рослин на дату цвітіння, шт./м²;

h - висота рослин на дату цвітіння, см.

Отримане багатofакторне статистичне рівняння можна використовувати для прогнозу очікуваного врожаю середньостиглих сортів льону після перевірки на незалежному матеріалі вже на дату цвітіння льону [8].

За отриманим статистичним рівнянням залежності врожаїв волокна льону від комплексу показників були розраховані можливі врожаї льону і на результатах розрахунків розрахована таблиця міри сприятливості погодних умов вирощування льону (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Шкала оцінки сприятливості погодних умов для формування середнього по області врожаю льону

Розрахований за рівнянням 4.1 середній урожай волокна льону, ц/га	Тривалість періоду сівба-сходи, дні	Висота рослин на дату цвітіння, см	Густота рослина на дату цвітіння,шт	Оцінка агрометеорологічних умов
0,8 – 1,5	>20	45-49	1300 -1500	Дуже несприятливі
1,6 – 2.4	15 -17	50-55	1600 -1800	Несприятливі
2.5 - 3.5	13 – 15	56-60	1900 - 2300	Середні
3,6 - 5.0	12 -10	61-65	2400 – 2700	Сприятливі
5.1 – 6,0	Менше 10	>66	2800 - 3000	Дуже сприятливі

Таблиця дає можливість вже на початку росту стебла давати оцінку майбутньому врожаю. Тривалість періоду сівба – сходи льону знаходяться в прямій залежності від середньої температури цього періоду і запасів продуктивної вологи в шарі 0-20 см.

4 АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЇВ НАСІННЯ ЛЬОНУ РІЗНОГО РІВНЯ В ПОЛІССІ

4.1 Методи агрокліматичної оцінки формування врожаїв

Методики агрокліматичної оцінки формування врожаю в основному засновані на основних факторах: характеристики теплозабезпеченості та вологозабезпеченості вегетаційного періоду.

Методів оцінки термічних умов існує багато. Так, Лівінгстон для оцінки теплових ресурсів запропонував використовувати термофізіологічний індекс, що розраховується для окремої культури. Ці індекси показали, що високі температури так само негативно впливають на приріст рослинної маси, як і низькі [8].

Ацци для оцінки термічних ресурсів території запропонував використовувати метеорологічні еквіваленти, різні для різних культур і для різних міжфазних періодів однієї і тієї ж культури. Метеорологічний еквівалент – це кількість градусів температури, які визначають нормальні умови від екстремальних [8].

Г.Т. Селянинов запропонував за початок вегетації для холодостійких рослин приймати дату стійкого переходу температури повітря через 5 °С, для середньо вимогливих до тепла культур - дату переходу температури повітря через 10 °С, для теплолюбних - через 15 °С. За кінець вегетаційного періоду він приймав дати стійкого переходу температури повітря через 5, 10, 15 °С восени [12].

Пізніше Ф.Ф. Давітая, М.І. Будико та інші вчені обґрунтували застосування сум температур вище 5, 10 °С і встановили тісну залежність сум температур з радіаційним балансом земної поверхні та сумарною сонячною радіацією.

Ф.Ф. Давітая встановив потребу в теплі різних сортів винограду і дійшов висновку, що суми температур за різні міжфазні періоди характеризуються достатньою стійкістю. Він визначив, що вегетаційний період змінюється в широких межах, а суми температур залишаються відносно постійними [8].

П.І. Колосков встановив, що основним метеорологічним фактором для розвитку рослин є температура повітря, а ріст та формування врожайності визначаються під впливом комплексу факторів. Тому суми температур, розраховані як для цілого вегетаційного періоду, так і для окремих міжфазних періодів, досить повно відображують потреби рослин у теплі. Потреба рослин в теплі виражається біологічними сумами температур і сумами активних та ефективних температур [8].

С.О. Сапожнікова і Д.І. Шашко встановили, що біологічні суми температур змінюються в залежності від континентальності клімату [8].

Волога є одним із основних факторів життя рослин. Основні функції води: участь у фотосинтезі рослин, терморегуляція, перенос поживних речовин. В агрометеорології для характеристики вологозабезпеченості території використовується кількість опадів, що випадає за певний проміжок часу, відношення фактичного водоспоживання (сумарного випаровування) до вологопотреби рослин (випаровуваності) [12,14,15].

Опади це основне джерело зволоження для земної поверхні тому вони визначають стан багатьох природних ресурсів. Поняття просторово-часової мінливості структури поля опадів сучасності та їхні майбутні зміни відіграють важливу роль в прогнозах кліматично-зумовлених природних ресурсів. Особливу увагу слід звернути на річний хід розподілу опадів [12].

Найбільш часто використовується стандартизований індекс опадів *SPI*, значенням якого є аномалія стандартизованого нормального розподілу, що відповідає визначеній не перевищеній кількості опадів.

Оцінка вологозабезпеченості території тільки за сумою опадів буде не зовсім повною тому для більш надійної характеристики вологозабезпеченості потрібно також використовувати показники вологопотреби рослин та фактичного водоспоживання. Співвідношення цих двох величин може бути надійним показником вологозабезпеченості території [11].

Існує декілька груп методів оцінки вологозабезпеченості рослин: 1 – емпіричні; 2 – теоретичні; 3 – за умовними показниками зволоження; 4 – за запасами вологи в ґрунті; 5 – за значеннями водного балансу поля.

Емпіричні методи засновані на припущенні, що водоспоживання рослин визначається біологічними особливостями та погодними умовами. При цьому головними показниками потреби рослин у воді є сонячна радіація, температура повітря, дефіцит насичення повітря вологою та ін.

До емпіричних методів відносяться методи І.А. Шарова, Н.Н. Іванова, А.М. Алпатьєва [11].

Так, І.А. Шаров запропонував розраховувати оптимальне водоспоживання рослин за формулою

$$E_o = e \sum T + 4b \quad , \quad (4.1)$$

де $\sum T$ – сума температур повітря за період вегетації; e – коефіцієнт водоспоживання культури; b – тривалість періоду вегетації.

Н.Н. Іванов оптимальне водоспоживання (E_o) запропонував розраховувати за значеннями середньої за місяць температури повітря (T_n), та середньої за місяць відносної вологості (h)

$$E_o = 0,0018 (T_n + 25)^2 \cdot (100 - h) \quad (4.2)$$

А.М. Алпатьєв запропонував використовувати дефіцит насичення повітря вологою (d).

$$E_0 = K_6 \sum d \quad (4.3)$$

За методом А.М. Алпатьєва, вологозабезпеченість рослин розраховується як різниця між потребою рослин у волозі і фактичним випаровуванням (E), яке розраховується за формулою

$$E = \sum r - F + (W_n - W_k) \quad , \quad (4.4)$$

де $\sum r$ – кількість опадів за розрахунковий період, мм; F – поверхневий стік, мм; W_n , W_k – запаси продуктивної вологи на початок та кінець розрахункового періоду, мм.

До теоретичних методів рослин відносяться: комплексний метод М.І. Будико та Л.І. Зубенок, метод С. І. Харченко, метод А. Р. Костянтинова, які засновані на сумісному аналізі рівнянь теплового і водного балансів.

В основу розробки методу розрахунку сумарного випаровування сільськогосподарських полів С.І. Харченко покладені рівняння теплового і водного балансу і біологічні особливості розвитку рослин [12,15].

Формула С.І. Харченко для районів для неглибокого залягання ґрунтових вод має вигляд:

$$E = \beta E_0 \frac{W_{нн} + W_{нк}}{2\gamma} = \beta \frac{R_0 - P_0}{1} \cdot \frac{W_{нн} + W_{нк}}{2\gamma} \quad , \quad (4.5)$$

де β – кутовий коефіцієнт нахилу лінії зв'язку, який залежить від фази розвитку рослин і стану діяльної поверхні.

При глибокому заляганні ґрунтових вод, а також при відсутності поверхневого стоку формула матиме вигляд:

$$E = \frac{2W_{\text{гн}} + \theta_{\text{оп}} + P_{\text{нор}}}{1 + \frac{2W_{\text{гн}}}{\beta E_0}}. \quad (4.6)$$

Цими формулами можна користуватися для розрахунку величин сумарного випаровування різних сільськогосподарських культур при періодичних поливах.

Також відомий метод визначення місячного випаровування за температурою і вологістю повітря, запропонований О.Р. Костянтиновим, який спробував зв'язати величини з метеорологічними елементами, які вимірюються на метеорологічних станціях.

Найбільш поширеним індексом зволоження є гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянінова (*ГТК*). Це відношення суми опадів (ΣP) до суми активних середньодобових температур, помноженій на 0,1 за такий же період ($0,1 \Sigma T$).

$$ГТК = \frac{\Sigma P}{0,1 \Sigma T} \quad (4.7)$$

Г.Т. Селянінов вважав засушливим період, коли $ГТК < 1,0$, а сухим – коли $ГТК < 0,5$. Недоліком індексу *ГТК* є не врахування весняних запасів вологи в ґрунті.

П.І. Колосков запропонував показник зволоження V , як відношення кількості опадів P до різниці тиску насичення E за даної температури і фактичного тиску водяної пари e :

$$V = k \frac{P}{E - e}, \quad (4.8)$$

де k – коефіцієнт пропорційності.

Для характеристики атмосферного зволоження Д.І. Шашко використовував показник Md як відношення суми опадів P до суми середніх добових значень дефіциту тиску водяної пари $E - e$

$$Md = \frac{\Sigma P}{\Sigma(E - e)} \quad (4.9)$$

На основі математичного моделювання розроблена методика агрокліматичних оцінок формування врожаїв. Для сільськогосподарських культур ця методика розроблена А.М. Польовим на основі запропонованої Х.Г. Тоомінгом теорії максимальної продуктивності і формування агроекологічних врожаїв різного рівня. За моделлю розраховується чотири рівні агроекологічних врожаїв : ПВ – потенційний врожай, який забезпечується надходженням сумарної радіації; ММВ – метеорологічно можливий врожай обмежується функціями впливу термічних умов і умов зволоження; ДМВ – дійсно можливий врожай, який обмежується ґрунтовою родючістю та кількістю внесених мінеральних добрив.

Дана модель дозволяє розраховувати різні оцінки умов формування врожаю: 1) Ступінь сприятливості метеорологічних умов вирощування культури (K_m) характеризує співвідношення метеорологічно можливої урожайності і потенційної урожайності

$$K_m = MMU_{зерна} / PU_{зерна}, \quad (4.10)$$

де K_m – коефіцієнт сприятливості метеорологічних умов, відн. од.

2) Сприятливість ґрунтових умов показує відношення-дійсно можливої урожайності до метеорологічно-можливої урожайності

$$K_2 = ДМУ_{зерна} / ММУ_{зерна}, \quad (4.11)$$

де K_2 – коефіцієнт сприятливості ґрунтових умов, відн. од.

3) Співвідношення урожайності у виробництві і метеорологічно-можливої урожайності встановлює ефективність використання агрокліматичних ресурсів. Якщо це співвідношення розраховується за середніми багаторічними даними, то воно відображає ефективність використання агрокліматичних ресурсів

$$K_{акл} = УВ_{зерна} / ММУ_{зерна}, \quad (4.12)$$

де $K_{акл}$ – коефіцієнт ефективності використання агрокліматичних ресурсів, відн. од.

4) При реальних ґрунтових умовах співвідношення урожайності у виробництві і дійсно-можливої урожайності можна розглядати як показник досконалої агротехнології

$$K_{земл} = УВ_{зерна} / ДМУ_{зерна}, \quad (4.13)$$

де $K_{земл}$ – коефіцієнт ефективності використання існуючих агрометеорологічних і ґрунтових умов (характеризує рівень культури землеробства з погляду ефективності господарського використання існуючого комплексу агрометеорологічних і ґрунтових умов), відн. од.

5) Величина відношення урожайності у виробництві до потенційної урожайності характеризує рівень реалізації агроекологічного потенціалу

$$K_{аек.пот} = UB_{зерна}/ПУ_{зерна}, \quad (4.14)$$

де $K_{аек.пот}$ – коефіцієнт реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од.

Підвищення рівня $UB_{зерна}$ і доведення його до $ДМУ_{зерна}$ вимагає ретельного дотримання всіх засобів агротехніки, виконання їх у повній відповідності з агрометеорологічними умовами на конкретному полі. Це є першочерговою задачею програмування урожаїв, спрямованого на усунення дії різноманітних господарських факторів, які знаходяться у мінімумі.

4.2 Агрокліматична оцінка умов формування врожаїв насіння льону

За допомогою моделі А.М. Польового, нами була виконана оцінка агрокліматичних умов формування врожаю льону олійного за вегетаційний період в умовах Полісся (результати представлені для Західного Полісся – Волинська обл., Центрального Полісся - Житомирська обл. та Східного Полісся – Чернігівська обл.).

В якості вихідної інформації використовувалися середні багаторічні дані спостережень на мережі гідромететорологічних станцій Управління гідромететорології Державної служби по надзвичайним ситуаціям України по областях Полісся.

Встановлено, що потенційна врожайність сільськогосподарських культур, в тому числі і льону забезпечується надходженням сумарної радіації. Для прикладу наводяться дані по трьом зонам Полісся. Динаміка надходження сумарної радіації у Волинській області представлена на рис. 4.1. Як видно із рис. 4.1 максимальне надходження сумарної радіації припадає на 4 і 8 декаду вегетації (467 і 477 кал/м*декаду).

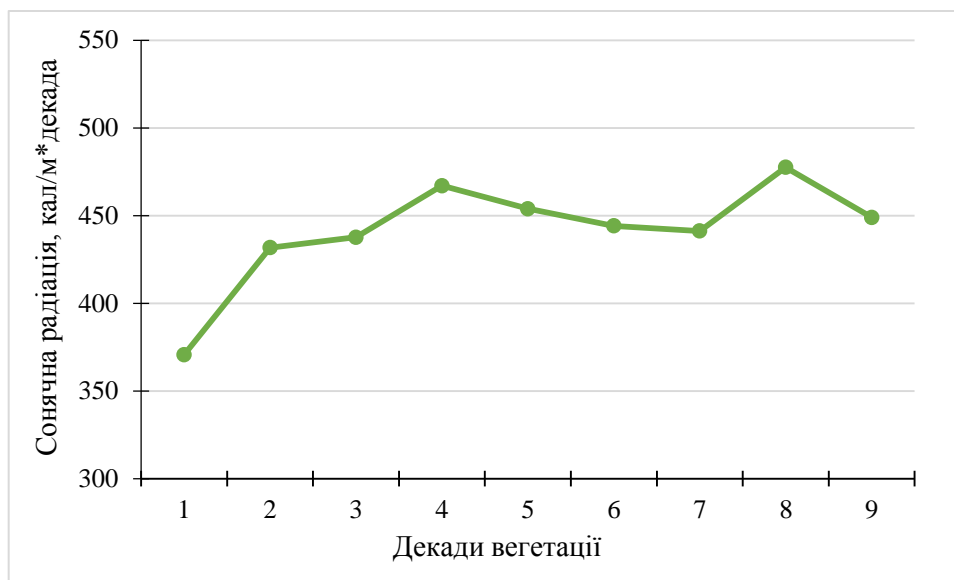


Рисунок 4.1- Надходження сонячної радіації по декадах вегетації льону олійного у Волинській області

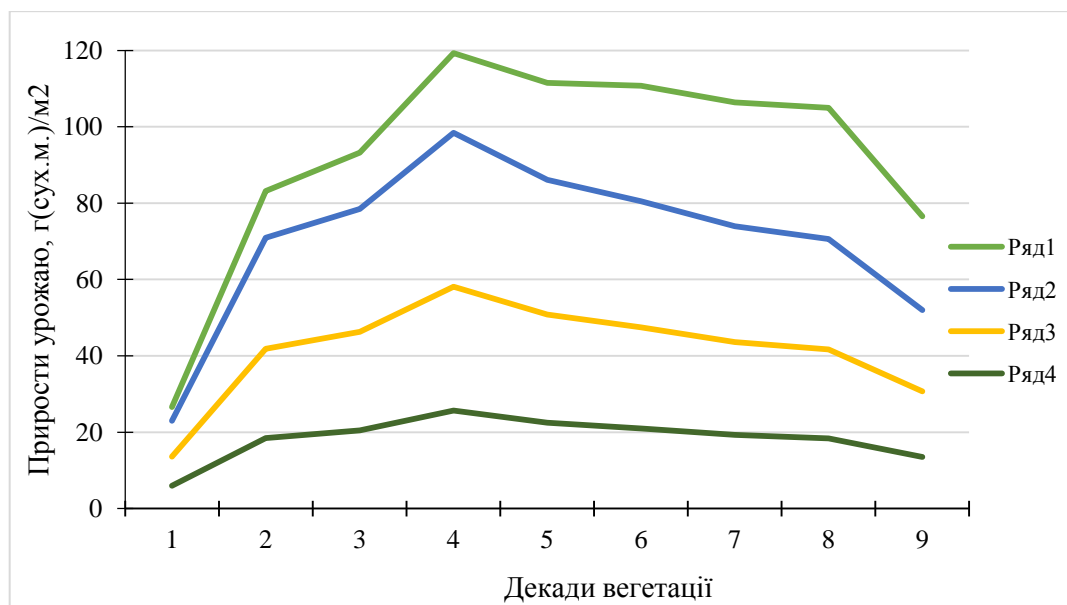


Рисунок 4.2- Динаміка приростів екологічних категорій сухої маси льону олійного у Волинській області: 1-ПВ; 2-ММВ; 3-ДМВ; 4-УВ

На рис. 4.2 представлена динаміка приростів сухої маси усіх агроекологічних категорій врожаїв: ПВ, ММВ, ДМВ, УВ для Волинської

області. Найвище значення приростів сухої маси ПВ льону олійного, яке забезпечується надходженням сонячної радіації спостерігається в 4 декаді і становить $119,33 \text{ г/м}^2$. Зростання приростів починається з першої декади і становить $25,56 \text{ г/м}^2$. ММВ обмежується функціями впливу температури повітря і вологості ґрунту. Аналіз кривої приросту ММВ показав, що її хід повторює хід приростів ПВ, але значення їх значно нижче. Приріст ММВ починається з $22,9 \text{ г/м}^2$, зростає на фазу цвітіння до $98,5 \text{ г/м}^2$, зменшення спостерігається тільки в останню декаду вегетації і становить $60,0 \text{ г/м}^2$.

Крива приростів ДМВ починається із $13,6 \text{ г/м}^2$ і на фазу бутонізації зростає до $46,3 \text{ г/м}^2$. Як і прирости ПВ та ММВ найбільше значення ДМВ спостерігається у 4 декаді (фаза цвітіння) і становить $58,1 \text{ г/м}^2$. Далі воно поволі зменшується і на останню декаду вегетаційного періоду приріст ДМВ не перевищує $30,7 \text{ г/м}^2$.

Крива урожаїв у виробництві (УВ) починається з $6,0 \text{ г/м}^2$. З 2 по 4 декаду спостерігається збільшення приростів з $18,5$ до $25,7 \text{ г/м}^2$. З середини вегетаційного періоду спостерігається зменшення приростів УВ і на кінець вегетації вони становлять $13,6 \text{ г/м}^2$.

Характеристика температурного режиму виконувалась за середньою за декаду температурою, температурним оптимумом фотосинтезу (ТОП1), температурним мінімумом (ТОП2). Показники вологості оцінювались за величиною сумарного випаровування, випаровуваністю та їх відношенням. Декадний хід температурного режиму та приростів врожаю у Волинській області представлено на рис. 4.3.

Крива нижнього температурного оптимуму починається з $8,6 \text{ }^\circ\text{C}$ і збільшується протягом вегетаційного періоду до $17,0 \text{ }^\circ\text{C}$ на кінець вегетації.

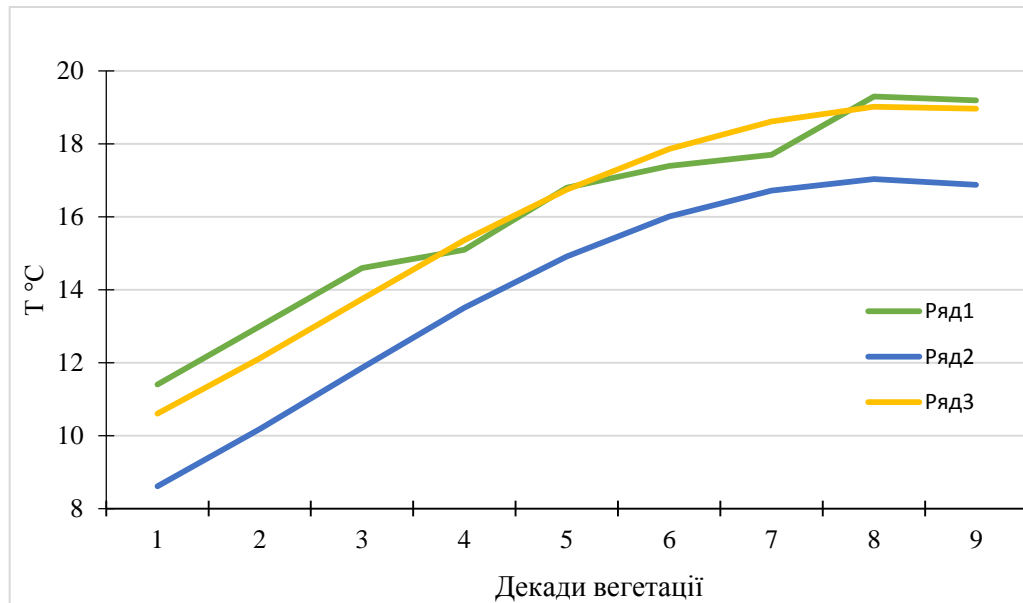


Рисунок 4.3 - Температурний режим впродовж вегетаційного періоду льону олійного у Волинській області: 1- середня температура повітря за декаду; 2- ТОП1; 3- ТОП2

Крива верхньої межі температурного оптимуму (ТОП2) починається з позначки $10,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ і поступово збільшується до $19,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ в той же період, що і температура нижньої межі (ТОП1). Як видно з табл. 4.1 середня температура повітря по декадах виходила за межі температурного оптимуму.

Порівняння середньої за декаду температури повітря з температурним оптимумом показало, що з 1 по 3 декаду середня температура повітря знаходилась поза межею температурного оптимуму (рис. 4.3). При оцінці ресурсів зволоження головним гідрометеорологічним фактором є сумарне випаровування E_{ϕ} (рис. 4.4).

Як видно з рис. 4.4 сумарне випаровування в період від сходів до бутонізації становило від $10,1\text{ мм}$ до $22,6\text{ мм}$, наприкінці вегетації воно становило – $23,2\text{ мм}$. У фазу повної стиглості випаровування становило 19 мм .

Крива відношення E_{ϕ}/E_0 починається із значення $0,86$ відн. од. і поступово зменшується до $0,6$ відн. од. на кінець вегетації.

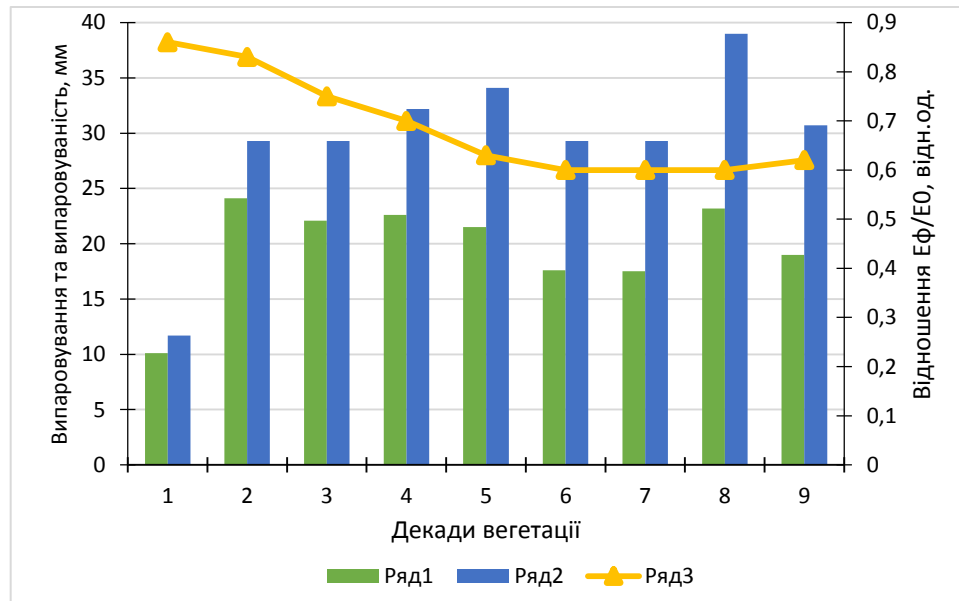


Рисунок 4.4- Динаміка сумарного випаровування і випаровуваності з поля льону олійного у Волинській області: 1- сумарне випаровування, мм; 2 - випаровуваність, мм; 3- відношення E_{ϕ}/E_0

Розрахунки наведені на рис. 4.1 – 4.4 та у табл. 4.1 виконані для Волинської області. До західного Полісся відноситься і Рівненська область.

Таблиця 4.1 - Волого-температурні показники формування приростів різних категорій врожаїв льону олійного у Волинській області

Декади вегетації	Температура повітря, °С			E_{ϕ} мм	E_0 мм	E_{ϕ}/E_0	Урожайність, г/м ²		
	Середня	ТОП1	ТОП2				ММВ	ДМВ	УВ
1	11,4	8,6	10,6	10,1	11,7	0,86	22,9	13,6	6,0
2	13,0	10,2	12,2	24,1	29,3	0,83	70,9	41,9	18,5
3	14,6	11,9	13,8	22,1	29,3	0,75	78,5	46,3	20,5
4	15,1	13,5	15,4	22,6	32,2	0,7	98,5	58,1	25,7
5	16,8	14,9	16,8	21,5	34,1	0,63	86,1	50,9	22,5
6	17,4	16,0	17,9	17,6	29,3	0,6	80,5	47,5	20,9
7	17,7	16,7	18,6	17,5	29,3	0,6	73,9	43,6	19,3
8	19,3	17,0	19,0	23,2	39,0	0,6	70,6	41,7	18,4
9	19,2	16,9	19,0	19,0	30,7	0,62	52,0	30,7	13,6

Динаміка волого температурних показників формування врожайності льону у Рівненській області представлена в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Волого-температурні показники формування приростів різних категорій врожаїв льону олійного у Рівненській області

Декади вегетації	Температура повітря, °С			E _ф мм	E ₀ мм	E _ф /E ₀	Урожайність, г/м ²		
	Середня	ТОП1	ТОП2				ММВ	ДМВ	УВ
1	11,40	8,85	10,84	12,2	17,5	0,70	21,4	12,9	6,7
2	13,10	10,38	12,32	19,4	29,3	0,66	45,2	27,1	14,2
3	14,90	12,04	13,92	18,4	29,3	0,63	54,8	32,9	17,2
4	15,40	13,65	15,51	19,4	32,2	0,60	67,6	40,6	21,2
5	16,90	15,00	16,85	19,4	34,1	0,57	56,2	33,7	17,6
6	17,70	16,07	17,92	19,5	34,1	0,57	50,5	30,3	15,8
7	17,80	16,75	18,65	17,2	29,3	0,59	51,1	30,6	16,0
8	19,30	17,04	19,02	23,3	39,0	0,60	44,9	26,9	14,1
9	19,30	16,88	18,97	19,6	30,7	0,64	28,9	17,3	9,1

Такі ж дослідження виконані щодо агрокліматичної оцінки формування різних агроекологічних рівнів врожайності льону в Центральному Поліссі. Для прикладу наводяться дані по Житомирській області.

Динаміка надходження сумарної радіації у Житомирській області представлена на рис. 4.5.

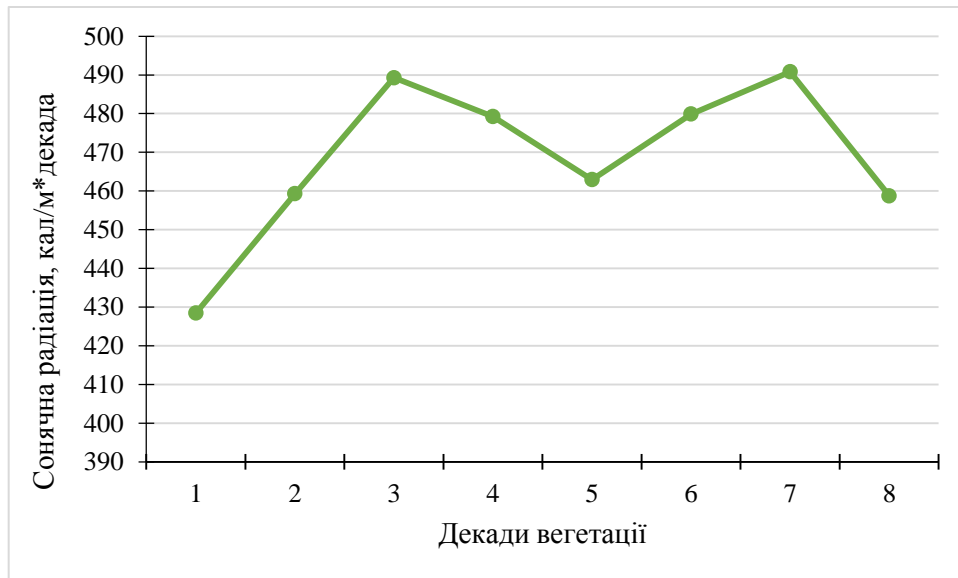


Рисунок 4.5 - Надходження сонячної радіації по декадах вегетації льону олійного у Житомирській області

Як видно із рис. 4.5 динаміка надходження сумарної радіації впродовж вегетаційного періоду льону в Житомирській області дещо інша у порівнянні із динамікою у Волинській області . Максимальне надходження сумарної радіації припадає на 3 і 7 декаду вегетації (489 і 490 кал/м² декаду), а мінімальне – на дату сходів (428 кал/м² декаду).

Динаміка приростів сухої маси врожаїв льону різного рівня у Житомирській області представлена на рис. 4.6. Найвище значення приростів сухої маси льону олійного усіх категорій спостерігається в 3 декаді і становить: ПВ = 108,99 г/м² , ММВ = 79,4 г/м² , ДМВ = 47,4 г/м² , УВ = 19,0 г/м² . Відповідно найменше значення ПВ , ММВ ДМВ УВ спостерігається в 1 декаді.

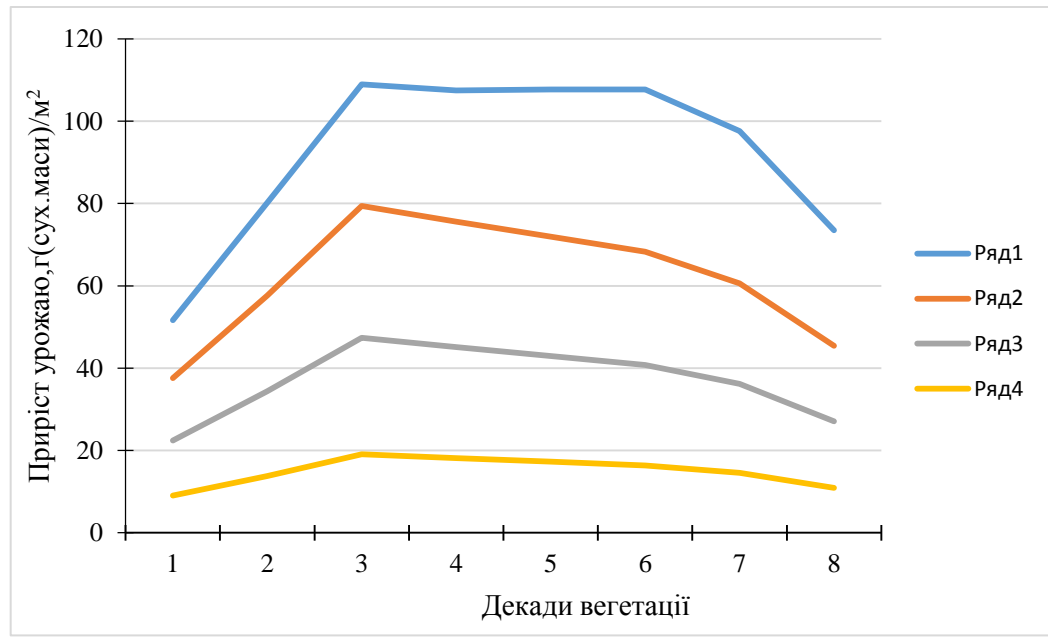


Рисунок 4.6 - Динаміка приростів екологічних категорій сухої маси льону олійного у Житомирській області: 1-ПВ; 2-ММВ; 3-ДМВ; 4-УВ

Аналіз кривої приросту ММВ показав, що вона починається з $37,56 \text{ г/м}^2$, зростає на фазу бутонізації до $79,4 \text{ г/м}^2$ і поступово зменшується до $45,4 \text{ г/м}^2$ на кінець вегетації.

Крива приростів ДМВ починається із $22,4 \text{ г/м}^2$ і на фазу бутонізації зростає до максимального значення $47,4 \text{ г/м}^2$. Наприкінці вегетаційного періоду приріст ДМВ не перевищує $27,1 \text{ г/м}^2$.

Крива урожаїв у виробництві (УВ) починається з $9,0 \text{ г/м}^2$. У 3 декаді спостерігається збільшення приросту до $19,0 \text{ г/м}^2$. До кінця вегетаційного періоду спостерігається зменшення приростів УВ і на кінець вегетації вони становлять $10,9 \text{ г/м}^2$.

Декадний хід температурного режиму та приростів врожаю у Житомирській області представлено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 - Волого-температурні показники формування приростів різних категорій врожаїв льону олійного у Житомирській області

Декади вегетації	Температура повітря, °С			E _ф мм	E ₀ мм	E _ф /E ₀	Урожайність, г/м ²		
	Середня	ТОП1	ТОП2				ММВ	ДМВ	УВ
1	12,9	9,4	11,3	16,0	23,4	0,68	37,56	22,42	9,0
2	14,9	11,2	13,1	21,9	34,1	0,64	57,66	34,42	13,83
3	15,8	13,1	14,9	22,8	37,5	0,61	79,39	47,39	19,0
4	17,1	14,6	16,5	19,6	34,1	0,57	75,62	45,14	18,14
5	17,9	15,8	17,7	19,1	34,1	0,56	71,98	42,98	17,27
6	18,0	16,6	18,5	18,6	34,1	0,55	68,32	40,79	16,39
7	19,4	17,0	18,9	21,2	39,0	0,54	60,61	36,18	14,54
8	19,3	16,9	19,0	19,3	34,1	0,56	45,44	27,13	10,89

Динаміка температурних показників розвитку льону впродовж вегетаційного періоду у Житомирській області представлена також на рис. 4.7.

Крива нижнього температурного оптимуму починається з 9,4 °С і збільшується протягом вегетаційного періоду до 17,0 °С на кінець вегетації.

Крива верхньої межі температурного оптимуму (ТОП2) починається з позначки 11,3 °С і поступово збільшується до 19,0 °С в той же період, що і температура нижньої межі (ТОП1). Як видно з табл. 4.3 середня температура повітря по декадах виходила за межі температурного оптимуму.

Порівняння середньої за декаду температури повітря з температурним оптимумом показало, що тільки у 6 декаді середня температура повітря знаходилась в межах температурного оптимуму (рис.4.7).

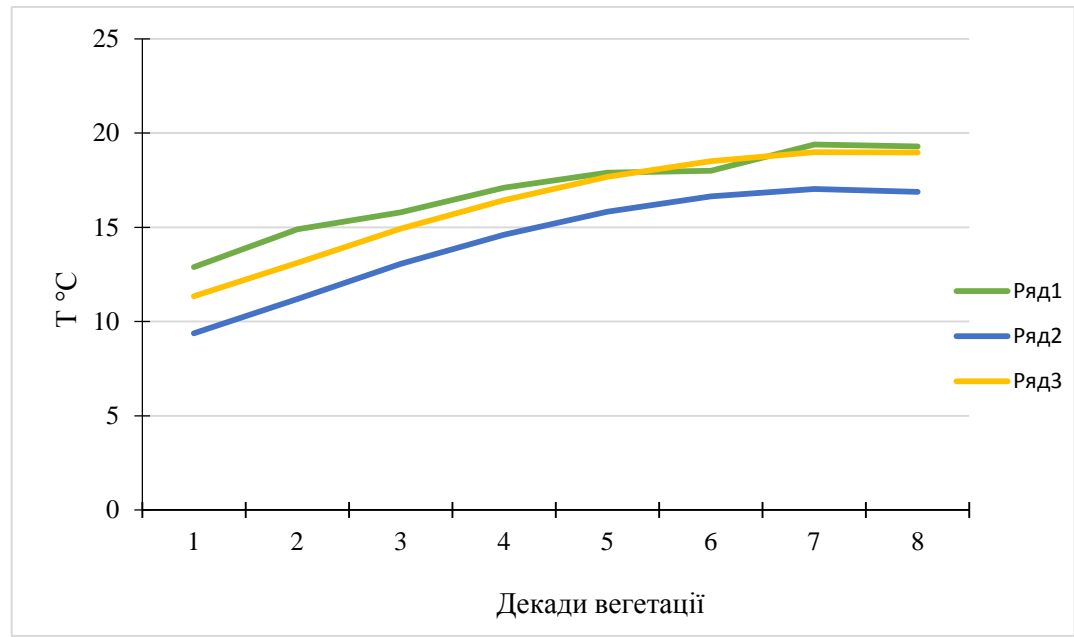


Рисунок 4.7- Температурний режим впродовж вегетаційного періоду льону олійного у Житомирській області: 1- середня температура повітря за декаду; 2- ТОП1; 3- ТОП2

При оцінці ресурсів зволоження головним гідрометеорологічним фактором є сумарне випаровування E_{ϕ} (рис. 4.8).

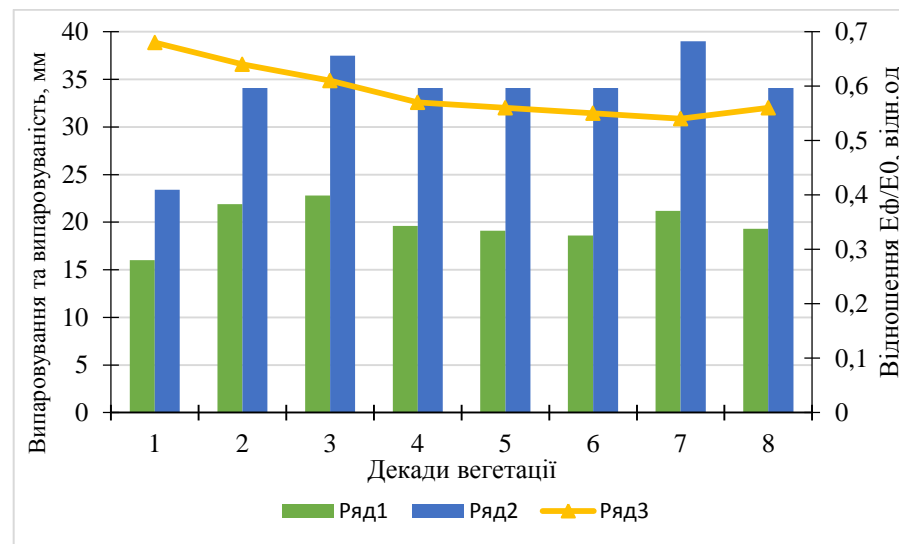


Рисунок 4.8- Динаміка сумарного випаровування і випаровуваності з поля льону олійного у Житомирській області: 1- сумарне випаровування, мм; 2- випаровуваність, мм; 3- відношення E_{ϕ}/E_0

Як видно з рис. 4.8 сумарне випаровування в період від сходів до бутонізації становило від 16,0 мм до 22,8 мм. У фазу повної стиглості випаровування становило 19,3 мм.

Крива відношення E_{ϕ}/E_0 починається із значення 0,68 відн. од. і поступово зменшується до 0,54 відн. од. на кінець вегетації.

Характеристика агрокліматичних умов формування врожаїв льону різних рівнів в областях східного Полісся виконана на прикладі Чернігівської області.

Динаміка надходження сумарної радіації у Чернігівській області представлена на рис. 4.9.

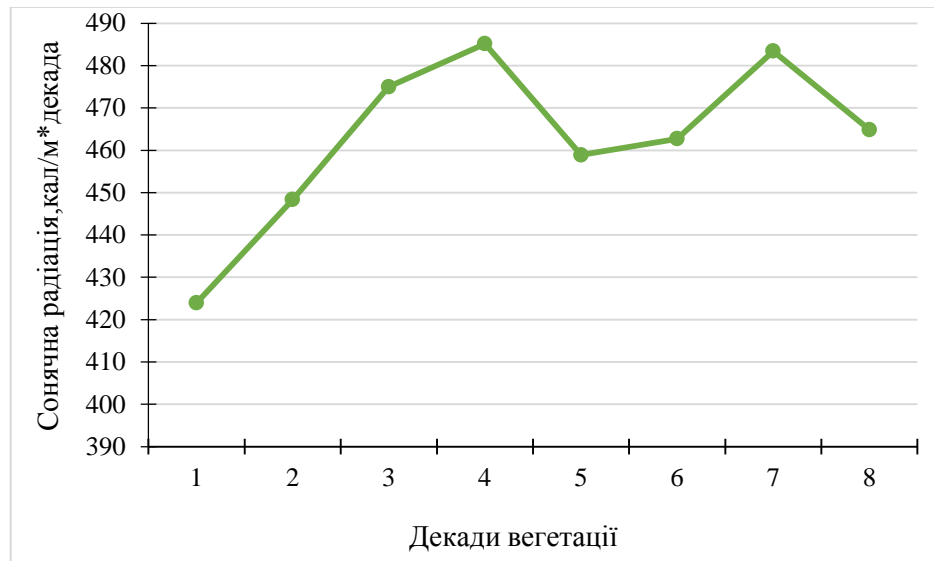


Рисунок 4.9- Надходження сонячної радіації по декадах вегетації льону олійного у Чернігівській області

Як видно із рис. 4.9 максимальне надходження сумарної радіації припадає на 4 і 7 декаду вегетації (485 і 483 кал/м*декаду), а мінімальне – на дату сходів (424 кал/м*декаду).

Динаміка приростів сухої маси врожаїв льону різного рівня у Чернігівській області представлена на рис. 4.10.

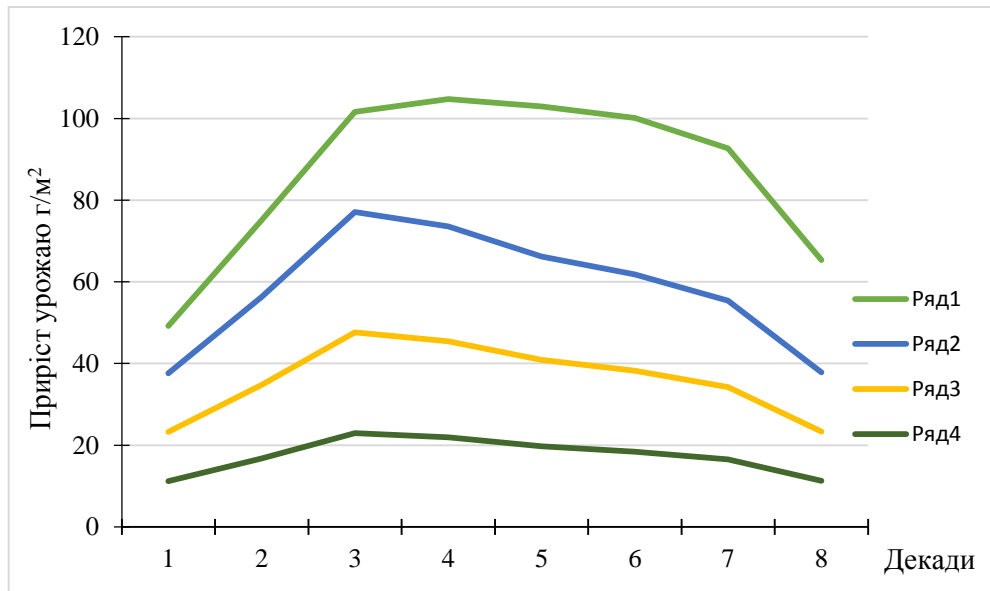


Рисунок 4.10 - Динаміка приростів екологічних категорій сухої маси льону олійного у Чернігівській області: 1-ПВ; 2-ММВ; 3-ДМВ; 4-УВ

Найвище значення приростів сухої маси ПВ льону олійного спостерігається в 4 декаді і становить $104,7 \text{ г/м}^2$, найменше значення спостерігається в 1 декаді і становить $49,2 \text{ г/м}^2$.

Аналіз кривої приросту ММВ показав, що вона починається з $37,63 \text{ г/м}^2$, зростає на фазу бутонізації до $77,1 \text{ г/м}^2$ і поступово зменшується до $37,8 \text{ г/м}^2$ на кінець вегетації.

Крива приростів ДМВ починається із $23,3 \text{ г/м}^2$ і на фазу бутонізації зростає до максимального значення $47,4 \text{ г/м}^2$. Наприкінці вегетаційного періоду приріст ДМВ не перевищує $23,4 \text{ г/м}^2$.

Крива урожаїв у виробництві (УВ) починається з $11,2 \text{ г/м}^2$. У 4 декаді спостерігається збільшення приросту до $23,0 \text{ г/м}^2$. До кінця вегетаційного періоду спостерігається зменшення приростів УВ і на кінець вегетації вони становлять $11,3 \text{ г/м}^2$.

Декадний хід температурного режиму та приростів врожаю у Чернігівській області представлено у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 - Волого-температурні показники формування приростів різних категорій врожаїв льону олійного у Чернігівській області

Декади вегетації	Температура повітря, °С			E _ф мм	E ₀ мм	E _ф /E ₀	Урожайність, г/м ²		
	Середня	ТОП1	ТОП2				ММВ	ДМВ	УВ
1	13,0	9,3	11,3	20,2	27,3	0,74	37,6	23,3	11,2
2	15,0	11,1	13,1	23,4	34,1	0,68	56,35	34,8	16,8
3	16,2	13,0	14,9	24,1	37,5	0,64	77,1	47,7	23,0
4	17,6	14,6	16,4	22,4	39,0	0,57	73,6	45,5	22,0
5	18,5	15,8	17,7	20,5	39,0	0,53	66,2	41,0	19,7
6	18,5	16,6	18,5	18,1	34,1	0,53	61,8	38,2	18,4
7	19,9	17,0	19,0	21,0	39,0	0,54	55,4	34,2	16,5
8	20,1	17,0	19,0	19,1	35,1	0,54	37,8	23,4	11,3

Крива нижнього температурного оптимуму починається з 9,3 °С і збільшується протягом вегетаційного періоду до 17,0 °С на кінець вегетації.

Крива верхньої межі температурного оптимуму (ТОП2) починається з позначки 11,3 °С і поступово збільшується до 19,0 °С в той же період, що і температура нижньої межі (ТОП1). Як видно з табл. 4.4 середня температура повітря по декадах виходила за межі температурного оптимуму.

Порівняння середньої за декаду температури повітря з температурним оптимумом показало, що тільки у 6 декаді середня температура повітря знаходилась в межах температурного оптимуму (рис. 4.11).

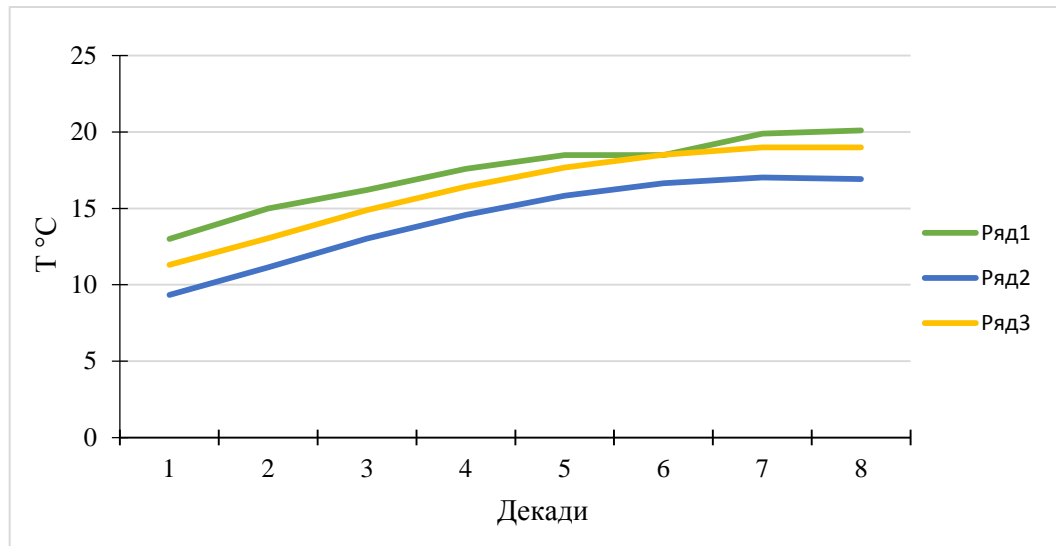


Рисунок 4.11- Температурний режим впродовж вегетаційного періоду льону олійного у Чернігівській області: 1- середня температура повітря за декаду; 2- ТОП1; 3- ТОП2

При оцінці ресурсів зволоження головним гідрометеорологічним фактором є сумарне випаровування E_{ϕ} (рис. 4.12).

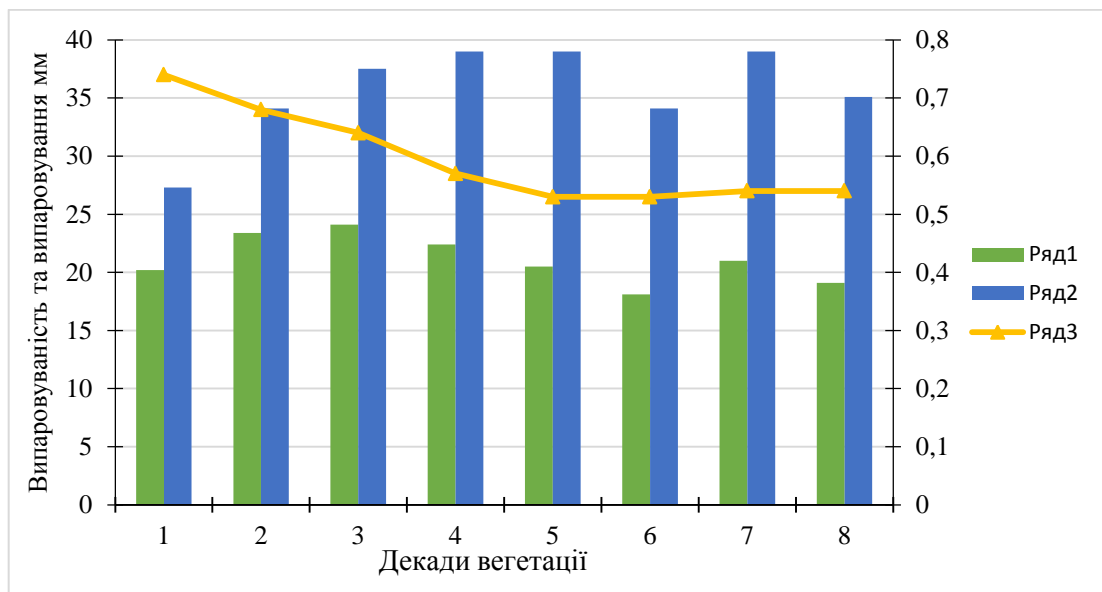


Рисунок 4.12- Динаміка сумарного випаровування і випаровуваності з поля льону олійного у Чернігівській області: 1- сумарне випаровування, мм; 2- випаровуваність, мм; 3- відношення E_{ϕ}/E_0

Таблиця 4.5 - Узагальнені характеристики продуктивності льону олійного в зоні Полісся

№	Загальні показники	Значення показників					
		Волинська	Рівненська	Житомирська	Львівська	Чернігівська	Івано-Франківська
1	Оцінка міри сприятливості кліматичних умов, відн. од.	0,801	0,646	0,667	0,771	0,644	0,871
2	Оцінка ефективності використання агроклім. ресурсів, відн.од.	0,262	0,313	0,240	0,238	0,298	0,201
3	Оцінка рівня господарськ. використ. мет. та ґрунтових умов	0,442	0,522	0,402	0,321	0,482	0,402
4	ПВ усієї сухої маси, г/м ²	832,5	657,0	734,8	497,9	691,9	654,6
5	ММВ усієї сухої маси, г/м ²	634,1	420,6	496,6	383,9	465,9	547,9
6	ДМВ усієї сухої маси, г/м ²	374,1	252,4	296,5	284,1	287,9	273,9
7	УВ усієї сухої маси, г/м ²	165,3	131,8	119,1	91,3	138,8	110,1
8	К госп., відн. од.	0,91	0,91	0,95	0,90	0,97	0,89
9	ПВ зерна, ц/га	49,3	40,9	46,7	31,2	45,4	39,4
10	ММВ зерна, ц/га	39,5	26,4	31,1	24,1	29,2	34,4
11	ДМВ зерна, ц/га	23,5	15,8	18,6	17,8	18,1	17,2
12	УВ зерна, ц/га	10,4	8,3	7,5	5,7	8,7	6,9
13	Бал ґрунтової родючості	0,59	0,60	0,60	0,74	0,62	0,50

Як видно з рис. 4.12 сумарне випаровування в період від сходів до бутонізації становило від 20,2 мм до 24,1 мм. У фазу повної стиглості випаровування становило 19,1 мм. Крива відношення E_f/E_0 починається із значення 0,74 відн. од. і поступово зменшується до 0,54 відн. од. на кінець вегетації.

У табл. 4.5. представлені розраховані характеристики агрокліматичних умов вирощування льону олійного та комплексні оцінки його продуктивності в зоні Полісся.

Найвищі урожаї сухої маси ПВ (потенційної врожайності) спостерігаються у Волинській та Житомирській областях і становлять відповідно 833 – 735 г/м². Найнижчі ж урожаї сухої маси спостерігаються у Львівській області – 498 г/м².

Порівнявши ММВ сухої маси по областях Полісся, можна зробити висновок що найвищі урожаї спостерігаються у Волинській та Івано-Франківській областях і становлять вони 634 і 548 г/м². Найнижчі – у Львівській області (384 г/м²).

Найвищий показник ДМВ усієї сухої маси спостерігається знову ж таки у Волинській області і становить 374 г/м², а в інших досліджуваних областях ця характеристика коливається в незначних межах від 252 г/м² до 297 г/м².

Прирости сухої маси УВ характеризуються найвищим значенням у Волинській області - 165 г/м², а найменшим - у Львівській області (91 г/м²).

Найвищі урожаї зерна різних рівнів спостерігаються у Волинській області, найнижчі – у Львівській.

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

1) Досліджено динаміку врожайності льону та її мінливість по областях Поліської зони України. Урожаї олійного льону в Поліссі дуже мінливі, відзначаються як трендом зростання (Волинська, Рівненська, Житомирська і Чернігівська області), так і трендом зменшення (Львівська, Івано-Франківська і Чернівецька області). При цьому врожайність на початку періоду була нижча, ніж наприкінці. Середня врожайність по областях за досліджуваний період становить 4,4 ц/га. Середній приріст по областях становить 0,16 ц/га. Спостерігаються значні відхилення врожаю від лінії тренду, що зумовлені погодою конкретного року. Розрахований коефіцієнт варіації свідчить про те що у більшості областей Полісся врожайність характеризується як стійка, крім Волинської і Житомирської області, де спостерігається висока мінливість урожайності.

2) Встановлено вплив агрометеорологічних умов на формування врожаю насіння льону олійного. Несприятливі умови для формування врожаю насіння льону скаладаються тоді, коли запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту на початок сівби менші 30 мм, середня температура повітря нижча 13 °С, а запаси вологи в шарі 0-100 см не більші 50% НВ.

3) Отримані статистичні залежності врожаїв льону від метеорологічних величин за вегетаційний період льону. Ці залежності після перевірки на незалежному матеріалі можна використовувати для прогнозу врожаїв насіння.

4) На основі статистичних залежностей розроблена шкала оцінок агрометеорологічних умов за різні міжфазні періоди.

5) Виконана оцінка агрокліматичних умов формування врожаю льону олійного за вегетаційний період в умовах Полісся. Встановлено, що найбільші прирости ПВ, ММВ, ДМВ та УВ спостерігаються у Волинській області (833 г/м² ,634 г/м² ,374 г/м² ,165 г/м² відповідно). Найменшими ж значеннями цих показників характеризується Львівська область.

б) На основі розрахунків за моделлю отримана таблиця комплексних показників формування агроекологічних врожаїв насіння льону різного рівня.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абушинова Елизавета Владимировна. Продуктивность семян льна масличного в зависимости от применения азотных удобрений на дерново-карбонатных почвах в условиях Ленинградской области: диссертация кандидата Сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / Абушинова Елизавета Владимировна; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»], 2018. 142 с.
2. Андреев А.А. Методика составления прогноза урожая льноволокна в Нечерноземной зоне ЕТС: монография. Калининград: Изд. Урожай, 1971. 24 с.
3. Атлас полевых культур. 2-е изд., испр. и доп. Киев: Урожай, 1987. 144 с.
4. Біологічні й екологічні основи формування продуктивності екосистем: підручник / А.М. Польовий, Л.Ю. Божко. Одеса: ТЕС, 2016. 282 с.
5. Бірта Г.О., Бургу Ю.Г. Основи рослинництва і тваринництва: навчальний посібник. Київ: «Центр учбової літератури», 2014. 304 с.
6. Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур. Київ: Ніка-Центр. 2010. 619 с.
7. Єременко О.А. Агробіологічні основи формування продуктивності олійних культур (*Helianthus annuus* L., *Carthamus tinctorius* L., *Linum usitatissimum* L.) в Південному Степу України: дис. д-ра сільськогосп. наук: 06.01.09 / Національний університет біоресурсів та природокористування України, Київ: Таврійський державний

агротехнологічний університет, Мелітополь; ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», Херсон, 2018. 403 с.

8. Комоцкая А.В. Оценка агрометеорологических условий произрастания льна-долгунца в основной зоне возделывания. Метеорология и гідрологія. 1979. Вып.6. С.21-32.
9. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури): монографія / І.А. Шевченко, В.О. Лях, О.І. Поляков, А.І. Сорока, К.В. Ведмедєва, В.М. Журавель, Ю.О. Махно, Т.Г. Товстановська, Г.І. Буділка. Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України. Запоріжжя: СТАТУС, 2017. 44 с.
10. Мелиорация Полесья: монография: в 4 кн. / под ред. Ю.А. Мажайского, А.Н. Рокочинского, А.А. Волчека, О.П. Мешика. Беларусь-Украина-Россия-Польша, 2017. Кн. 2: Мелиорация Украинского Полесья. Т. 1. 902 с.
11. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем / Под ред. С. М. Семенова. Москва, 2012. 511 с.
12. Мищенко З. А. Агроклиматология: учебник. Киев: КНТ, 2009. 511 с.
13. Монография Льноводство / под ред. А.Р. Рогаш. Москва: Колос, 1967. 583 с.
14. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія / за ред. С. М. Степаненка та А. М. Польового. Одеса: «Екологія», 2011. 694 с.
15. Польовий А. М., Божко Л. Ю. Шаблій О. В. Закономірності формування режиму зволоження території степової зони України в умовах зміни клімату. Фізична географія та геоморфологія: вип. 1 (85), 2017. С. 106 - 113.
16. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія: навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2012. 612 с.

17. Сашная А.И., Лебедева В.М. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том 2. Книга 2. Оперативное агрометеорологическое прогнозирование. Обнинск: ВНИИГМИ. МИД, 2012. 212 с.