

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра агрометеорології та  
агроекології

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: **Оцінка вологозабезпеченості зернових колосових культур в умовах зміни клімату на прикладі озимої пшениці**

Виконала студентка 2 курсу гр. МНЗ-2А з/ф  
Спеціальність 103 «Науки про Землю»  
(шифр і назва)

Освітня програма «Агрометеорологія»  
(назва)

Сардак Альона Василівна  
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник д. геогр. н., професор  
Польовий Анатолій Миколайович  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Рецензент д. геогр. н., професор  
Лобода Наталія Степанівна  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Одеса 2020 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут \_\_\_\_\_  
Кафедра агromетеорології та агроєкології \_\_\_\_\_  
Рівень вищої освіти магістр \_\_\_\_\_  
Спеціальність 103 «Науки про Землю» \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
Освітня програма Агromетеорологія \_\_\_\_\_  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
агromетеорології та агроєкології

Польовий А.М.  
« 26 » жовтня 2020 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Сардак Альоні Василівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Оцінка вологозабезпеченості зернових колосових культур в умовах зміни клімату на прикладі озимої пшениці  
керівник роботи Польовий Анатолій Миколайович, д. геогр. н., професор,  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом закладу вищої освіти від «16» жовтня 2020 року № 194«С»
2. **Строк подання** студентом роботи 07 грудня 2020 року
3. **Вихідні дані** до роботи: 1. Щорічні дані агromетеорологічних спостережень за 1999-2018 рр. 2. Сценарії зміни клімату. 3. Програма аналізу часових рядів урожайності 4. Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів с.-х. культур. 5. Агрокліматичний довідник по Житомирській області.
4. **Зміст розрахунково-пояснювальної** записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Вивчити фізико-географічні умови Житомирської області; 2. Описати біологічні особливості озимої пшениці по відношенню до факторів довкілля, основні сорти цієї культури, агротехніку вирощування; 3. Описати агрокліматичні умови вегетації с.-х. культур в умовах Новоград-Волинського району; 4. Виконати аналіз часових рядів урожайності озимої пшениці; 5. Оцінити зміну умов вологозабезпеченості та фотосинтетичної продуктивності культури (озимої пшениці) при середніх багаторічних умовах та за сценаріями зміни клімату.
5. **Перелік графічного матеріалу** (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Магістерська кваліфікаційна робота містить одну карту та десять рисунків.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання та збір матеріалів спостережень.	26.10.2020 р. – 03.11.2020 р.	89	4(добре)
2	Ознайомлення з програмою моделі	03.11.2020 р. – 07.11.2020 р.	90	5(відмінно)
3	Підготовка даних для розрахунків за моделлю	08.11.2020 р. –	91	5(відмінно)
4	<i>Рубіжна атестація</i>	<i>16.11.2020 р. – 21.11.2020 р.</i>	<i>90</i>	<i>5(відмінно)</i>
5	Виконання розрахунків та їх аналіз	22.11.2020 р. – 30.11.2020 р.	91	5(відмінно)
6	Завершення розрахунків та написання тексту роботи.	01.12.2020 р. – 15.12.2020 р.	92	5(відмінно)
7	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.	16.12.2020 р. – 07.12.2020 р.	93	5(відмінно)
8	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.			
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>91,0</b>	

Студентка

\_\_\_\_\_ Сардак А.В.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ Польовий А.М.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

### Сардак А.В. Оцінка вологозабезпеченості зернових колосових культур в умовах зміни клімату на прикладі озимої пшениці

*Актуальність* теми зумовлена тим, що культура озимої пшениці є головною продовольчою культурою, за посівними площами вона займає в Україні перше місце. Це свідчення великого народногосподарського значення озимої пшениці, її необхідності у задоволенні людей високоякісними продуктами харчування. Основне призначення озимої пшениці – забезпечення людей хлібом і хлібобулочними виробами. Цінність пшеничного хліба визначається сприятливим хімічним складом зерна. У хімічний склад зерна входять усі необхідні для харчування елементи: білки, вуглеводи, жири, вітаміни, ферменти і мінеральні речовини.

В умовах зміни клімату проблема розміщення та вирощування озимої пшениці, оцінки впливу кліматичних змін на її продуктивність набуває особливого значення.

*Метою* дослідження є моделювання впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування озимої пшениці (на прикладі Житомирської області)

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішувались наступні завдання:

1. Вивчити фізико-географічні умови Житомирської області;
2. Описати біологічні особливості озимої пшениці по відношенню до факторів довкілля, основні сорти цієї культури, агротехніку вирощування;
3. Описати агрокліматичні умови вегетації с.-х. культур в умовах Новоград-Волинського району;
4. Виконати аналіз часових рядів урожайності озимої пшениці;
5. Оцінити зміну умов вологозабезпечення та фотосинтетичної продуктивності культури при середніх багаторічних умовах та в умовах зміни клімату.

*Об'єкт дослідження* – агрометеорологічні умови формування урожайності озимої пшениці.

*Предмет дослідження* – оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні умови формування урожаю в житомирській області.

*Методи дослідження* – метод математичного моделювання продукційного процесу рослин.

*Обсяг роботи* – 65 сторінок, 15 графіків, 4 таблиць. Магістерська робота містить 4 основних розділа, висновок, список використаної літератури і 4 додатки.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** погодні умови, озима пшениця, сорти, урожай, агрокліматичні умови, фотосинтетична продуктивність, кліматичні зміни.

## SUMMARY

### **Sardak A.V. Estimation of moisture supply of cereals in the conditions of climate change on the example of winter wheat**

*Actuality of theme* The urgency of the topic is due to the fact that the culture of winter wheat is the main food crop, in terms of sown area, it ranks first in Ukraine. This is evidence of the great economic importance of winter wheat, its need to satisfy people with high quality food. The main purpose of winter wheat is to provide people with bread and bakery products. The value of wheat bread is determined by the favorable chemical composition of the grain. The chemical composition of grain includes all the elements necessary for nutrition: proteins, carbohydrates, fats, vitamins, enzymes and minerals. In the context of climate change, the problem of placement and cultivation of winter wheat, assessing the impact of climate change on its productivity is of particular importance.

*The aim of the study* is to model the impact of climate change on agro-climatic conditions for growing winter wheat (on the example of Zhytomyr region)

To achieve this goal it is necessary to solve the following tasks:

1. To study the physical and geographical conditions of the Zhytomyr region;
2. Describe the biological features of winter wheat in relation to environmental factors, the main varieties of this crop, cultivation techniques;
3. Describe the agro-climatic conditions of agricultural vegetation. crops in the conditions of Novograd-Volyn district;
4. Perform analysis of time series of winter wheat yields;
- 5 To evaluate the change of moisture supply conditions and photosynthetic productivity of the crop under average long-term conditions and in the conditions of climate change.

*The object of research* is agrometeorological conditions of winter wheat yield formation.

*The subject of the research* is the assessment of the impact of climate change on the agro-climatic conditions of crop formation in the Zhytomyr region.

*Research methods* – a method of mathematical modeling of the production process of plants.

*Volume of work* – 65 pages, 15 graphs, 4 tables. The master's thesis contains 4 main sections, conclusion, list of references and 4 applications.

**KEY WORDS:** weather conditions, winter wheat, varieties, harvest, agroclimatic conditions, photosynthetic productivity, climate change

## ЗМІСТ

ВСТУП.....		6
Розділ 1	ПРИРОДНІ УМОВИ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	9
	1.1 Загальні фізико-географічні умови області.....	9
	1.2 Агрокліматичні особливості області.....	10
Розділ 2	АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА СТОСОВНО УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ У ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ НА ПРИКЛАДІ НОВОГРАД- ВОЛИНСЬКОГО РАЙОНУ.....	16
Розділ 3	ОЦІНКА ДИНАМІКИ СЕРЕДНЬООБЛАСНОЇ УРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ У ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	28
Розділ 4	ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ ТА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ.....	34
ВИСНОВКИ.....		43
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....		45
ДОДАТКИ.....		46
Додаток А		47
Додаток Б		48
Додаток В		54
Додаток Г		60

## ВСТУП

Серед найважливіших зернових культур озима пшениця за посівними площами займає в Україні перше місце і є головною продовольчою культурою. Це свідчення великого народногосподарського значення озимої пшениці, її необхідності у задоволенні людей високоякісними продуктами харчування [2].

Основне призначення озимої пшениці – забезпечення людей хлібом і хлібобулочними виробами. Цінність пшеничного хліба визначається сприятливим хімічним складом зерна. У хімічний склад зерна входять усі необхідні для харчування елементи: білки, вуглеводи, жири, вітаміни, ферменти і мінеральні речовини [4].

Серед зернових культур пшеничне зерно найбагатше на білки. Вміст їх у зерні м'якої пшениці залежно від сорту та умов вирощування становить у середньому 13 – 15 %. У зерні пшениці міститься велика кількість вуглеводів, у тому числі до 70 % крохмалю, вітаміни В1, В2 РР, Е та провітаміни А, D, до 2 % зольних мінеральних речовин. Білки пшениці є повноцінними за амінокислотним складом, містять усі незамінні амінокислоти – лізин, триптофан, валін, метіонін, треонін, фенілаланін, гістидин, аргінін, лейцин, ізолейцин, які добре засвоюються людським організмом. 400 – 500 г пшеничного хліба та хлібобулочних виробів покриває близько третини всіх потреб людини в їжі, половину потреби у вуглеводах, третину (до 40 %) у повноцінних білках, 50 – 60 % у вітамінах групи В, 80 % у вітаміні Е. Пшеничний хліб практично повністю забезпечує потреби людини у фосфорі і залізі, на 40 % – у кальції [4].

Співвідношення білків і крохмалю у зерні пшениці становить у середньому 1:6 – 7, що є найбільш сприятливим для підтримання нормальної маси тіла і працездатності людини.

Пшеничний хліб відзначається високою калорійністю – в 1 кг його міститься 2000 – 2500 ккал, що свідчить про його високу поживність і як надійне джерело енергії.

Особливо якісні хліб та хлібобулочні вироби одержують із борошна сортів сильних пшениць, які належать до виду м'якої пшениці. За державним стандартом, зерно таких пшениць, які за класифікацією належать до вищого, першого та другого класів, містить відповідно 36, 32 і не менше 28 % сирової клейковини першої групи і має натуру не менше 755 г/л, скловидність – не нижче 60 %, а хлібопекарська сила борошна становить 280 і більше одиниць альвеографа (о. а.) [4].

Хліб з борошна сильних пшениць є не тільки джерелом харчування, а й своєрідним каталізатором, який поліпшує процеси травлення та підвищує засвоєння інших продуктів харчування.

Сьогодні в Україні пшениця є стратегічною зерновою культурою, важливою складовою зернового балансу. Виробництво пшениці напряму пов'язане з продовольчою безпекою.

В останні роки середня урожайність пшениці в Україні становить близько 30 ц/га тоді як провідні господарства збирають по 80 – 90 ц/га [2].

Це свідчить про вагомий перспективу селекційних і агротехнологічних розробок, особливо зважаючи на колосальний біологічний потенціал пшениці.

Метою роботи є вивчення біологічних особливостей озимої пшениці та її вимог до умов навколишнього середовища, вивчення методів розрахунку вологозабезпеченості зернових культур, оцінка зміни вологозабезпечення озимої пшениці в умовах змін клімату, агрокліматична оцінка ресурсів радіаційно-світлових, теплових і вологозабезпеченість озимої пшениці у Новоград-Волинському районі Житомирської області, оцінка впливу змін клімату на формування урожаю озимої пшениці.

Дослідження виконувались на матеріалах багаторічних (1989–2018 рр.)



спостережень за ростом та розвитком озимої пшениці, які виконувались на гідрометеорологічній станції Новоград-Волинський. Оцінка впливу змін клімату на вирощування озимої пшениці виконувалась за базовою моделлю оцінки агрокліматичних умов формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового [9]. Розглядалися два кліматичних сценарія: RCP4.5 і RCP8.5 [5]. Аналіз виконувався стосовно трьох часових періодів: середні багаторічні 1986 – 2010 та за сценарний період з 2021 до 2050 року.

Питання фізіології культури озима пшениця, її біологічних особливостей стосовно факторів довкілля, агротехніки вирощування достатньо повно викладено у фундаментальних монографіях Є.С. Уланової [14] та В.П. Дмитренка [3], а також фундаментальному підручнику «Сільськогосподарська метеорологія» [11].

## РОЗДІЛ 1

### ПРИРОДНІ УМОВИ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

#### 1.1 Загальні фізико-географічні умови області

Житомирська область розташована в північній частині території України: на півночі вона межує з Республікою Білорусь, на півдні - з Вінницькою, на заході - з Рівненською та Хмельницькою, на сході - з Київською областями. Загальна площа області дорівнює 30 тис. км<sup>2</sup>. Область розташована в двох фізико-географічних зонах – Полісся і Лісостепу. Північна і північно-східна частини області розташовані в Поліській низовини, і, крім Овруцького кряжу, мають рівнинний рельєф [1].

У ґрунтовому покриві поліської частини області переважають на північно-заході дерново-слабопідзолисті ґрунту піщані, серед яких річкові долини і западини між піщаними підвищеннями заболочені і покриті торфовищами або торф'яно-болотними ґрунтами, на південному сході Поліської частини поширені дерново-середньопідзолисті супіщані ґрунти, на півдні поширені широкі плоскі низини, вкриті дерново-луговими ґрунтами.

Всі дерново-підзолисті ґрунти характеризуються рядом негативних властивостей: кислою реакцією ґрунтового розчину, бідністю на гумус та валові і легкорозчинні форми поживних речовин, несприятливим водно-повітряним режимом. У зв'язку з високим заляганням рівня підґрунтових вод більшість цих ґрунтів мають у різній мірі виражені ознаки оглеєння. Природна родючість дерново-підзолистих ґрунтів низька, особливо піщаних і глинисто-піщаних відмін.

У лісостеповій частині області в умовах помірного зволоження під впливом широколистяних лісів та трав'яної рослинності, що прийшли на зміну останнім, на багатих кальцієм лесах і лесовидних породах сформувалися набагато родючіші, ніж на Поліссі ґрунти.

Південна і південно-західна частини області, розташовані на Волинсько-Подільському плато, мають помірно хвилястий, трохи розчленований рельєф. У ґрунтового покриві тут переважають сірі опідзолені ґрунти і малогумусні чорноземи. Механічний склад опідзолених ґрунтів в основному легкосуглинковий, чорноземів – середньосуглинковий.

Ліси і чагарники в області займають близько 30 % всієї площі. В Поліссі переважають хвойні породи серед них сосна, в Лісостепу – листяні, головним чином, дуб, подекуди (біля Житомира, Чуднова, Новоград-Волинська) в значній кількості поширений граб. Береза зустрічається у всіх районах, не утворюючи масивів, а вільха і частково осика ростуть масивами в понижених місцях. В лісах багато чорниці, брусниці, лохини, а також грибів.

Річки Житомирської області належать до басейну р. Дніпро і р. Прип'ять. Вони невеликі і, крім р. Случ, непридатні навіть для сплаву. Крім цього на території області є дуже багато озер і ставків.

Клімат області помірно-континентальний. Середня річна температура повітря 7 °С. Середня температура найхолоднішого місяця (січня) -6 °С і самого теплого (липня) 18 °С. Абсолютний річний мінімум -34 ... -35 °С. Річний максимум температури 36–38 °С. Середня річна кількість опадів становить 650 мм, з яких на теплий період року припадає 450 мм, а на холодний період 200 мм. На період з середньою добовою температурою вище 10 °С припадає 350–400 мм.

## 1.2 Агрокліматичні особливості області

В основу агрокліматичного районування області [1] були покладені термічні ресурси і вологозабезпеченість території за вегетаційний період. За показник термічного режиму взята сума активних температур за період з середньою добовою температурою повітря вище 10 °С. За показник

вологозабезпечення було взято гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК) за цей же період.

За цими показниками область розділена на два агрокліматичних райони: північно-західний і південно-східний.

Північно-західний район включає в себе Олевський, Словечанський, Лугинський, Ємільчинський, Барашівський і Новоград-Волинський адміністративні райони.

Цей менш теплий і більш зволожений район. Суми температур за період з середньою добовою температурою вище 10 °С складають менше 2460 °С; ГТК дорівнює 1,5-1,6.

Тривалість періоду з середньою добовою температурою вище 10 °С, що відповідає періоду активної вегетації, становить 150–155 днів. Середні з абсолютних річних мінімумів температури повітря становлять -25 ... -26 °С, а абсолютний річний мінімум -34 °С. Безморозний період триває 160–165 днів.

Протягом цього періоду випадає опадів 350–370 мм, а за весь рік сума опадів досягає 530–650 мм.

Середні дати перших осінніх заморозків припадають на першу декаду жовтня, найбільш ранні дати – на другу декаду вересня, а самі пізні - на третю декаду жовтня. Навесні заморозки закінчуються в середньому в кінці квітня, в окремі роки вони можуть закінчитися в третій декаді травня або раніше – на початку квітня.

До південно-східного району входять такі адміністративні райони: Овруцький, Народицький, Коростенський, Малинський, Потієвський, Володарсько-Волинський, Барановський, Черняхівський, Радомишльський, Житомирський, Коростишівський, Чуднівський, Андрушівський, Попільнянський, Любарський, Бердичівський та Ружинський. Це менш зволожений і тепліший агрокліматичний район.

Суми температур за період з середньою добовою температурою вище 10 °С досягають 2400–2550 °С, а ГТК дорівнює 1,2–1,4. Тривалість цього періоду триває 155–160 днів. Протягом цього періоду випадає 310–360 мм опадів, а за весь рік випадає 470–600 мм.

Середні з абсолютних річних мінімумів температури повітря становлять -25, ... -28 °С, абсолютний мінімум за рік -34, ... -35 °С.

Безморозний період триває 160–165 днів. Перші осінні заморозки спостерігаються в середньому в першій декаді жовтня, найранішні – у другій декаді вересня, найпізніші – в кінці жовтня і початку листопада.

Весняні заморозки закінчуються в середньому в кінці квітня найранішні – на початку червня, найпізніші – на початку квітня, а в окремих місцях в кінці березня.

Коротка характеристика сезонів року. Перехід від одного сезону року до іншого, як правило, відбувається поступово. При визначенні початку і кінця сезонів умовно прийняті дати переходу середньої добової температури повітря через певні межі.

Весна. Початком весняного сезону вважають дату стійкого переходу середньої добової температури повітря через 0 °С, що буває в кінці другої декади березня. Закінчення весни настає в третій декаді травня з переходом середньої добової температури повітря через 15 °С. Отже, весна триває 2–2,5 місяці. Характерною особливістю весняного періоду є інтенсивний ріст температури повітря, внаслідок чого середня місячна температура повітря о 13 годині дня, вже в березні дорівнює 2–3 °С, в квітні 10–11 °С, в травні 18–19 °С, максимальна температура відповідно дорівнює 18–21, 25–27 і 30–32 °С. Проте, навесні часто бувають заморозки, які пошкоджують сади і сільськогосподарські культури. Внаслідок зростання температури спостерігається інтенсивне випаровування з підстильної поверхні і збагачення повітря водяною парою. Відносна вологість повітря, в зв'язку з

інтенсивним зростанням температури, вдень знижується в квітні до 57–60 %, а в травні знижується до 48–54 %.

Середні багаторічні місячні суми опадів становлять в квітні 32–47 мм, в травні 47–65 мм, тобто вони приблизно вдвічі більше, ніж в будь-який зимовий місяць.

У першій декаді квітня, а на півночі області на початку другої декади квітня спостерігається перехід середньої добової температури повітря через 5 °С, а в третій декаді перехід через 10 °С.

З стійким переходом середніх добових температур повітря через 10 °С пов'язано початок інтенсивного росту більшості рослин і середні строки сівби теплолюбних сільськогосподарських культур.

Літо. За початок літнього періоду прийнята дата переходу середньої добової температури через 15 °С. На території області літо починається в третій декаді травня і закінчується на початку вересня, коли середня добова температура повітря переходить через 15 °С в бік зниження. Зростання температури протягом літа менш інтенсивне, ніж навесні. Середня місячна температура червня о 13 годині досягає 20–22 °С, липня 22–24 °С. У серпні відзначається зниження температури і середня місячна денна температура дорівнює 21–23 °С. Максимальні температури в окремі роки досягають 36–38 °С.

Порівняно з весняними місяцями, опадів випадає влітку більше – в червні їх в середньому 61–83 мм, в липні 70–103 мм. Часто бувають незначні опади. Днів з опадами спостерігається в червні 14–15, липні 15–16, в серпні 13–16.

Характерними для області є літні зливи і грози. За рік буває в середньому 25–29 днів з грозами, які супроводжуються зливами. Найбільша кількість їх припадає на червень і липень (в середньому 67 днів за місяць). Іноді грози супроводжуються градом. Протягом року буває в середньому 2 дні з градом, причому найчастіше в травні або червні. Велика кількість

опадів в червні і липні в окремі роки має від'ємне значення для сільського господарства. Внаслідок злив іноді полягають хліба, псується скошена на сіно трава, в окремих місцях змивається поверхневий шар ґрунту. В окремі роки влітку наступають посушливі періоди, коли тривалий час зовсім не буває опадів.

Осінь. Між кінцем літа і початком осені спостерігається передосінній теплий період, якщо середня добова температура повітря вище 10 °С, але нижче 15 °С. Цей період триває близько місяця. Початком осені вважається дата переходу середньої добової температури повітря через 10 °С в бік зниження, яка буває в середньому 29 вересня – 3 жовтня. Передосінній період і перша половина осені сухі і теплі. Особливо теплий вересень. Похмура з дощами погода настає здебільшого в другій половині жовтня. Протягом усього осіннього сезону відзначається загальне зниження температури повітря і в кінці жовтня середня добова температура переходить через 5 °С, що є ознакою припинення вегетації рослин. Закінченням осіннього сезону вважають дату переходу середньої добової температури повітря через 0 °С, що буває в третій декаді листопада.

Зима. Початок зими визначається переходом середньої добової температури повітря через 0 °С, що спостерігається в другій половині листопада, а кінець зими – з переходом через цю межу до позитивної температури в третій декаді березня.

Зима на Житомирщині м'яка. Середня температура повітря в грудні від мінус 3 до -4 °С, в січні -6 °С, в лютому -5 °С. Протягом зими досить часто спостерігаються відлиги, коли температура повітря підвищується навіть до 9-11 °С. Тривалість відлиг буває різна. Проте, окремі роки відзначаються суворими зимами, коли мінімальна температура повітря знижується до -35 °С. Середній з абсолютних мінімумів температури повітря -25, ... -27 °С.

Постійний сніговий покрив встановлюється в середньому в другій декаді грудня, а тане він у другій декаді березня. Під час відлиг сніговий покрив

серед зими частково розтає, осідає, іноді і зовсім сходить, а потім встановлюється знову. Зимові опади тут нерідко бувають у вигляді дощу. В окремі зими сніговий покрив сходить по кілька разів. Розподіл снігового покриву по області нерівномірне, середня з максимальних висот його 13–17 см. Протягом зими переважає похмура погода з частими, але невеликими опадами.

В області основними продовольчими культурами є озимі зернові культури – жито і пшениця, під якими зайнято 35 % усієї посівної площі. Ґрунтово-кліматичні умови області сприятливі для вирощування озимих культур, особливо – жита.

З ранніх ярих зернових культур основне місце займає ярий ячмінь, з пізніх – кукурудза і гречка. Кукурудзу в основному вирощують на зелений корм, на зерно необхідно висівати тільки ранні та середньостиглі сорти кукурудзи. Гречку вирощують як круп'яну культуру і як цінний медонос. Висіваються технічні культури – соняшник, льон, цукрові буряки. Основною технічною культурою в північних районах області є льон-довгунець. Під його посіви відводиться близько 50 % площі всіх технічних культур. Картоплю вирощують скрізь, але найбільше в північних районах області. В останні роки все більшого значення набуває овочівництво. По області вирощують переважно капусту, томати, огірки, моркву і цибулю. Зернобобові культури вирощують в основному в південних районах. Агрокліматичні умови цілком сприятливі для вирощування хмелю, найбільші площі знаходяться на території області.



## РОЗДІЛ 2

### АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА СТОСОВНО УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ У ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ НА ПРИКЛАДІ НОВОГРАД-ВОЛИНСЬКОГО РАЙОНУ

Забезпечення населення країни продуктами рослинництва і тваринництва є головним завданням сільського господарства України. Шляхи його виконання передбачають інтенсифікацію виробництва сільськогосподарської продукції, значне збільшення урожайності культур та валового збору зерна. Вирішення цієї задачі тісно пов'язане з врахуванням особливостей формування радіаційних ресурсів, ресурсів тепла та вологи, а також всього комплексу агрокліматичних умов вирощування культури, особливо в теперішній час, коли досить стрімко йдуть зміни клімату, вплив яких досить різноспрямований.

Для оцінки термічних, радіаційних та світлових ресурсів Новоград-Волинського району використовувались дані метеорологічних та агрометеорологічних спостережень метеорологічних станцій, які містяться в агрометеорологічних щорічниках.

На підставі даних з агрометеорологічних щорічників було встановлено за 20-ти річний період дати відновлення вегетації та повної стиглості озимої пшениці, а також період весняно-літньої вегетації озимої пшениці та тривалість вегетаційного періоду цієї культури (табл. 2.1).

Як видно з даних табл. 2.1 та рис. 2.1, відновлення вегетації спостерігалось в квітні місяці, але з року в рік його настання суттєво відрізнялось. Так, самий ранній термін настання цієї фази розвитку озимої пшениці спостерігався у 2007 році 29 березня, а також 4-5 квітня в 2000, 2016 та 2017 році. Дещо пізніше (8–10 квітня) вегетація культури почалась у 2005, 2006, 2008, 2012 та 2018 роках.

Таблиця 2.1– Агрокліматичні ресурси світла і тепла за весняно-літній вегетаційний період озимої пшениці на станції Новоград-Волинський за 1999–2018 рр.

Рік	Дата		Тривалість	Ресурси			
	Відновлення вегетації	Воскової стиглості		Світла		Тепла	
				SS	ΣQ	ΣT <sub>акт</sub>	T <sub>сер</sub>
1999	18.04	15.07	88,0	766,0	1769	1482,3	16,8
2000	05.04	07.07	92,0	910,0	1703	1408,1	15,3
2001	12.04	09.07	88,0	660,0	1568	1256,5	14,3
2002	14.04	10.07	87,0	788,0	1712	1418,5	16,3
2003	19.04	13.07	85,0	801,0	1712	1419,3	16,7
2004	16.04	08.07	83,0	723,0	1478	1154,7	13,9
2005	10.04	11.07	92,0	690,0	1637	1334,3	14,5
2006	09.04	11.07	93,0	799,0	1649	1346,8	14,5
2007	29.03	07.07	100,0	943,0	1773	1486,7	14,9
2008	08.04	12.07	94,0	760,0	1685	1388,4	14,8
2009	13.04	15.07	92,0	881,0	1744	1454,3	15,8
2010	27.04	04.07	99,0	806,0	1764	1476,2	14,9
2011	13.04	07.07	85,0	815,0	1644	1341,2	15,8
2012	09.04	04.07	86,0	790,0	1708	1413,7	16,4
2013	16.04	14.07	89,0	843,0	1862	1586,7	17,8
2014	20.04	14.07	85,0	778,0	1704	1409,2	16,6
2015	24.04	08.07	107,0	1030,0	1769	1481,6	13,9
2016	04.04	08.07	95,0	793,0	1798	1513,8	15,9
2017	04.04	10.07	97,0	922,0	1699	1402,6	14,5
2018	10.04	04.07	85,0	838,0	1777	1490,9	17,5
<b>Ср</b>	<b>12.04</b>		<b>91,1</b>	<b>816,8</b>	<b>1708</b>	<b>1413,3</b>	<b>15,6</b>
<b>S</b>			<b>4,6</b>	<b>40,8</b>	<b>70,2</b>	<b>70,7</b>	<b>0,8</b>
<b>C<sub>v</sub></b>			<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>

Частіше всього вегетація озимої пшениці починалась у другій декаді квітня. Разом з тим, спостерігалось два роки (2010 та 2015), коли весняні процеси були сповільнені, весна була затяжною і відновлення вегетації відбулося тільки 24–27 квітня.

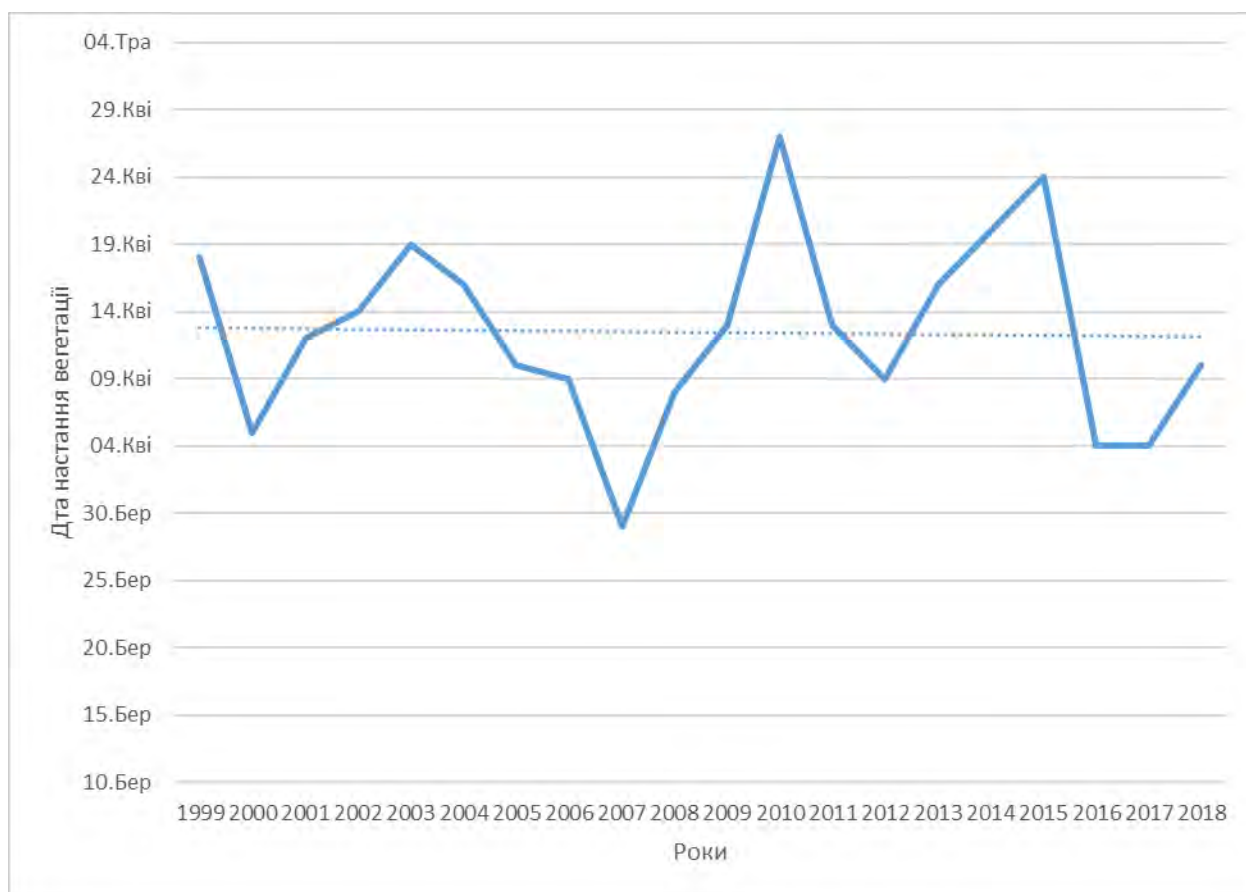


Рисунок 2.1 –Дати настання фази відновлення вегетації озимої пшениці на території Новоград-Волинська.

Слід відмітити, що закінчення вегетації культури (фаза воскова стиглість) не залежало від раннього, чи пізнього терміну відновлення вегетації озимої пшениці.

Настання фази воскової стиглості у 12-ти роках з 20 відбувалось у першій декаді липня, а у 8-ми роках – у другій декаді липня (рис. 2.2). Як

видно з даних рис. 2.2, спостерігається добре виражена тенденція зміщення термінів настання фази воскова стиглість в сторону більш пізніх строків.

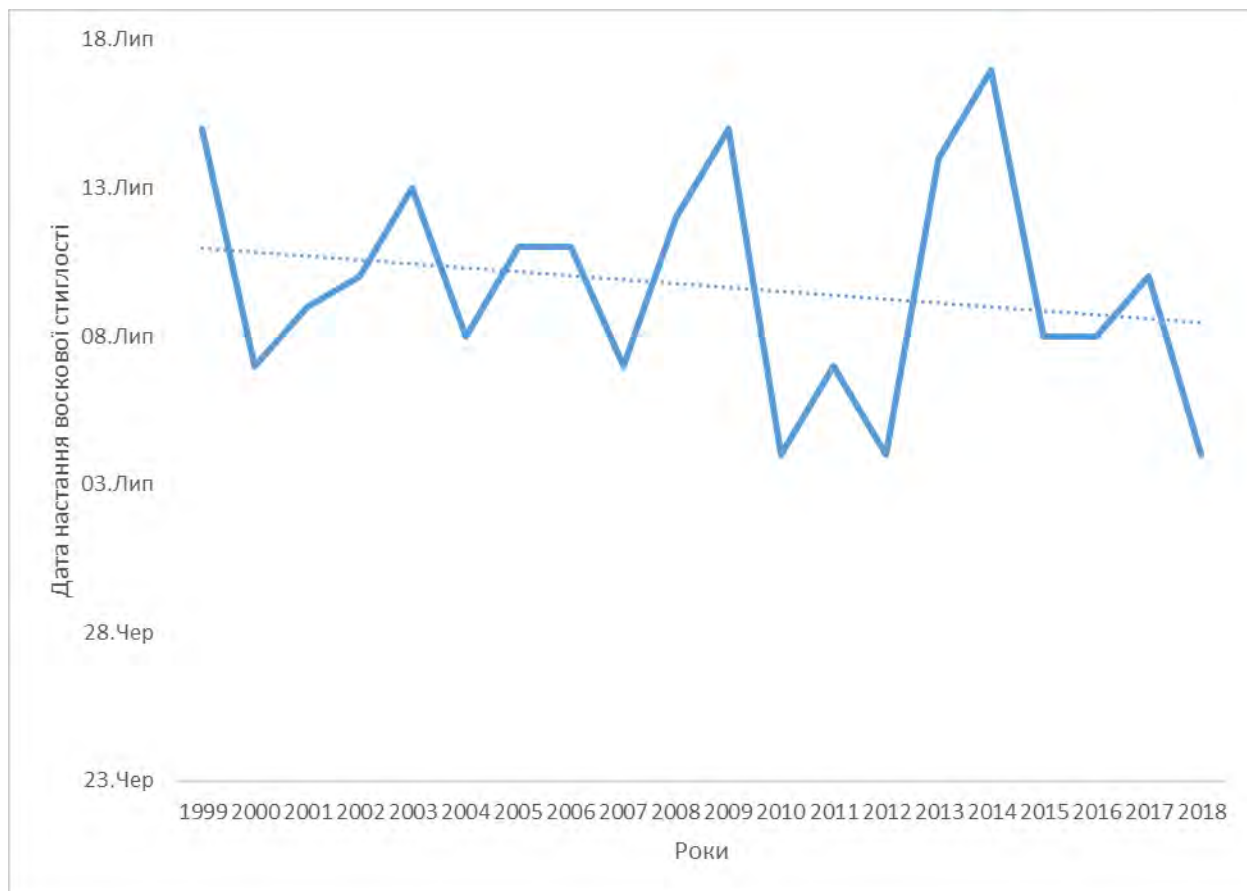


Рисунок 2.2 – Дати настання воскової стиглості озимої пшениці на території на території Новоград-Волинського району.

Тривалість весняно-літнього вегетаційного періоду озимої пшениці коливалась в межах 83–107 діб. Найкоротшим він був у 2004, 2011, 2012 та 2014 році і становив 83–86 діб. Найбільша тривалість вегетаційного періоду озимої пшениці спостерігалась у 2007 та 2015 роках (100–107 діб). Спостерігається тенденція збільшення періоду вегетації озимої пшениці від 1999 року до 2018 року (рис. 2.3).

Одночасно на підставі матеріалів агрометеорологічних щорічників була розрахована за усі роки тривалість сонячного сяйва у розрізі місяців або декад.

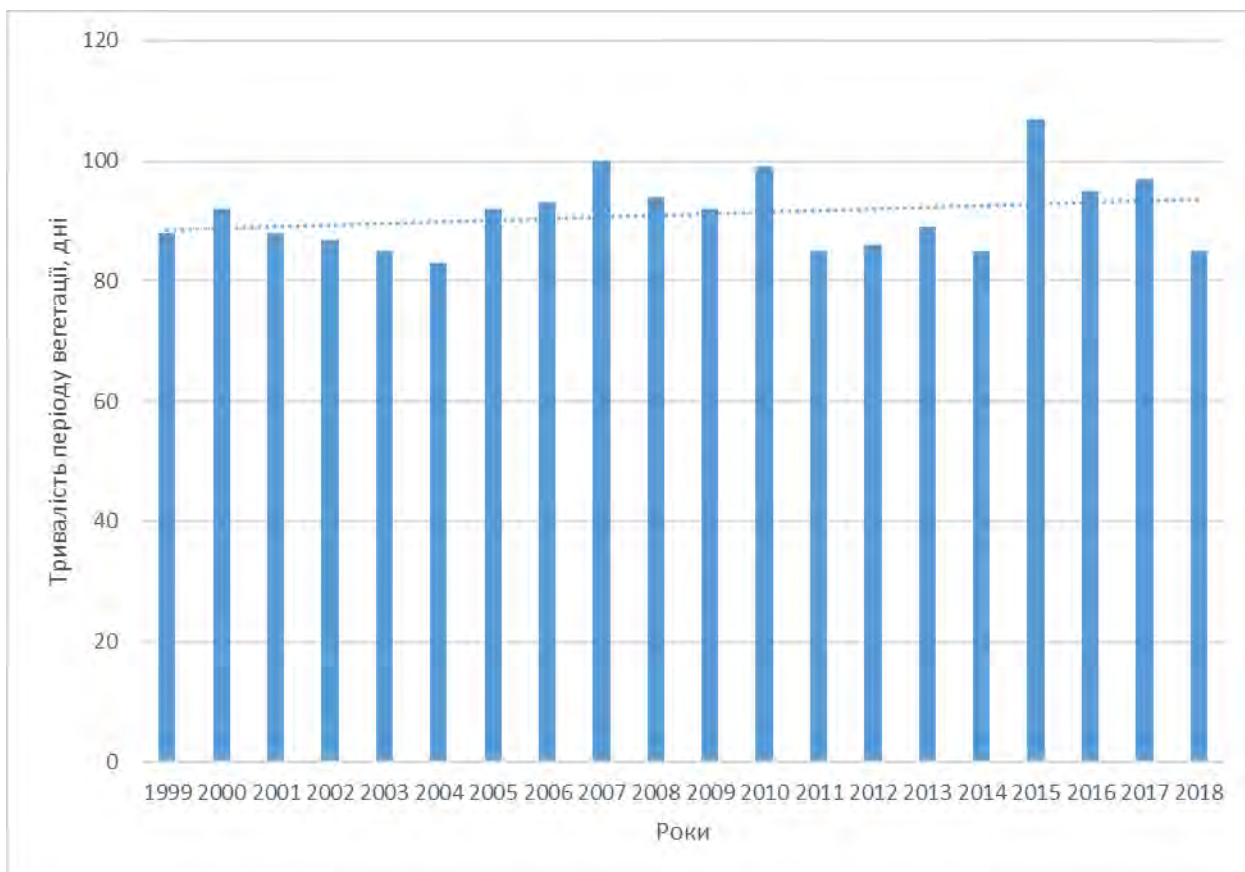


Рисунок 2.3 – Тривалість вегетаційного періоду озимої пшениці весняно-літньої періоду.

Загальна тривалість сонячного сяйва за вегетаційний (SS<sub>вп</sub>) і теплий (SS<sub>тп</sub>) періоди підраховувались як сума добутоків кількості днів у місяці (декади) на середньоденну тривалість сонячного сяйва. В місяць (декаду) початку і кінця вегетації та теплого періоду бралось кількість днів після початку вегетації і дати переходу через 10 °С до кінця місяця (декади) і до кінця вегетації або теплого періоду.

Суми сумарної і фотосинтетично активної радіації ( $\Sigma Q_{вп}$ ,  $\Sigma Q_{тп}$ ,  $\Sigma Q_{фвп}$ ,  $\Sigma Q_{фтп}$ ), були розраховані за рівняннями їх зв'язку з тривалістю сонячного саява, одержаними Міщенко З.А. і Ляшенко Г.В. для сезонів року [6, 7].

В [6, 7] було встановлено зв'язок між сумою сумарної радіації, сумою ФАР, тривалістю сонячного саява з сумою температур за теплий період року. Встановлено прямолінійний характер цих зв'язків.

Формули розрахунку для України мають вигляд:

$$\Sigma Q' = 0,89 \cdot \Sigma T_c + 450,2 ; \quad (2.1)$$

$$\Sigma Q_{ф}' = 0,44 \cdot \Sigma T_c + 225,1 ; \quad (2.2)$$

$$\Sigma S_c' = 0,47 \cdot \Sigma T_c + 30,34 . \quad (2.3)$$

Коефіцієнти кореляції між цими показниками складають 0,91 – 0,96, середні квадратичні помилки коефіцієнтів кореляції не перевищують 0,03–0,05, а ймовірні помилки малі – 0,02-0,03.

Дані табл. 2.1 дозволяють мати уяву про світлові ресурси (рис. 2.4) і сумарну радіацію, (рис. 2.5), та суму активних температур (рис. 2.6) за період весняно-літньої вегетації озимої пшениці. на території Новоград-Волинського району Житомирської області.

Тривалість сонячного саява за період вегетації є досить мінливою характеристикою. Вона змінюється від 660 до 1030 годин за період. Найменшою вона була у 2001 році. Для цього року характерна найменша сума активних температур, яка становила 1256 °С та мінімальна кількість сумарної радіації, що складала 1568 МДж/м<sup>2</sup> за період вегетації культури. Найбільшою тривалістю сонячного саява була у 2015 році.

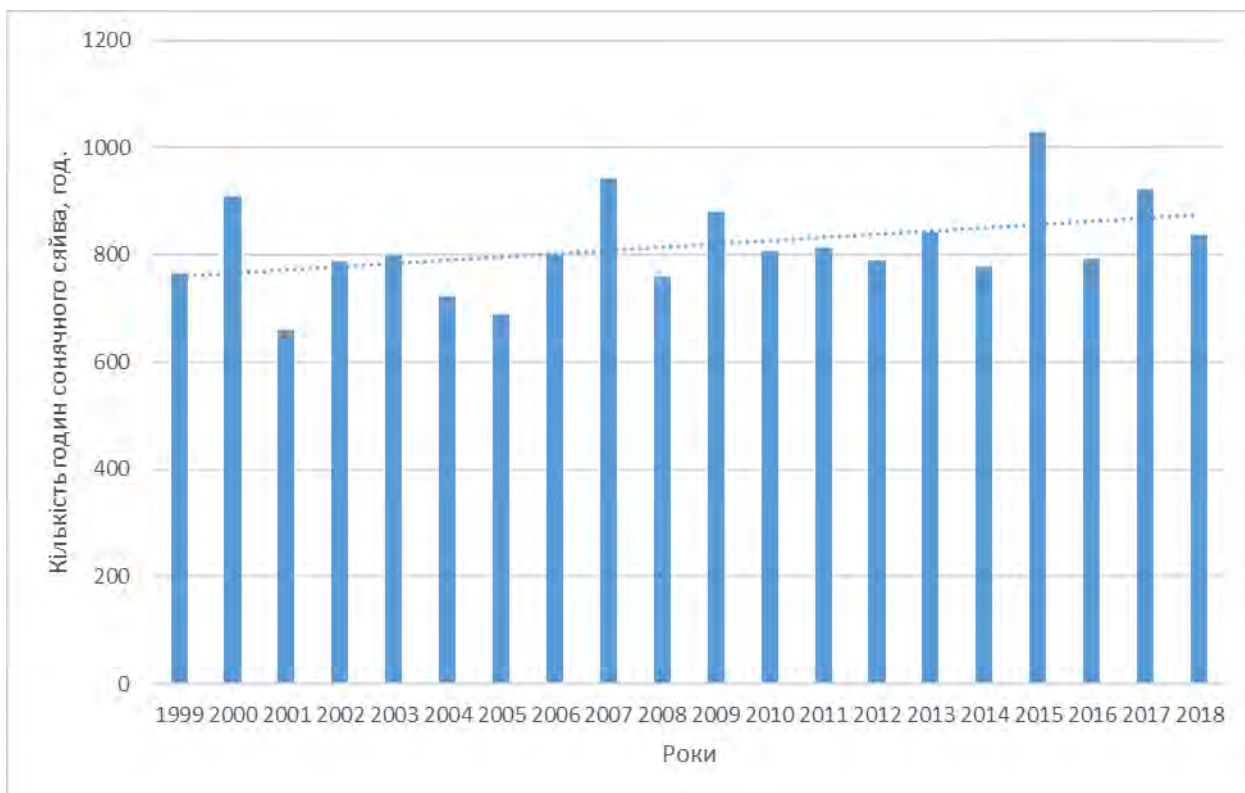


Рисунок 2.4 – Кількість годин сонячного сяйва за вегетаційний період озимої пшениці.

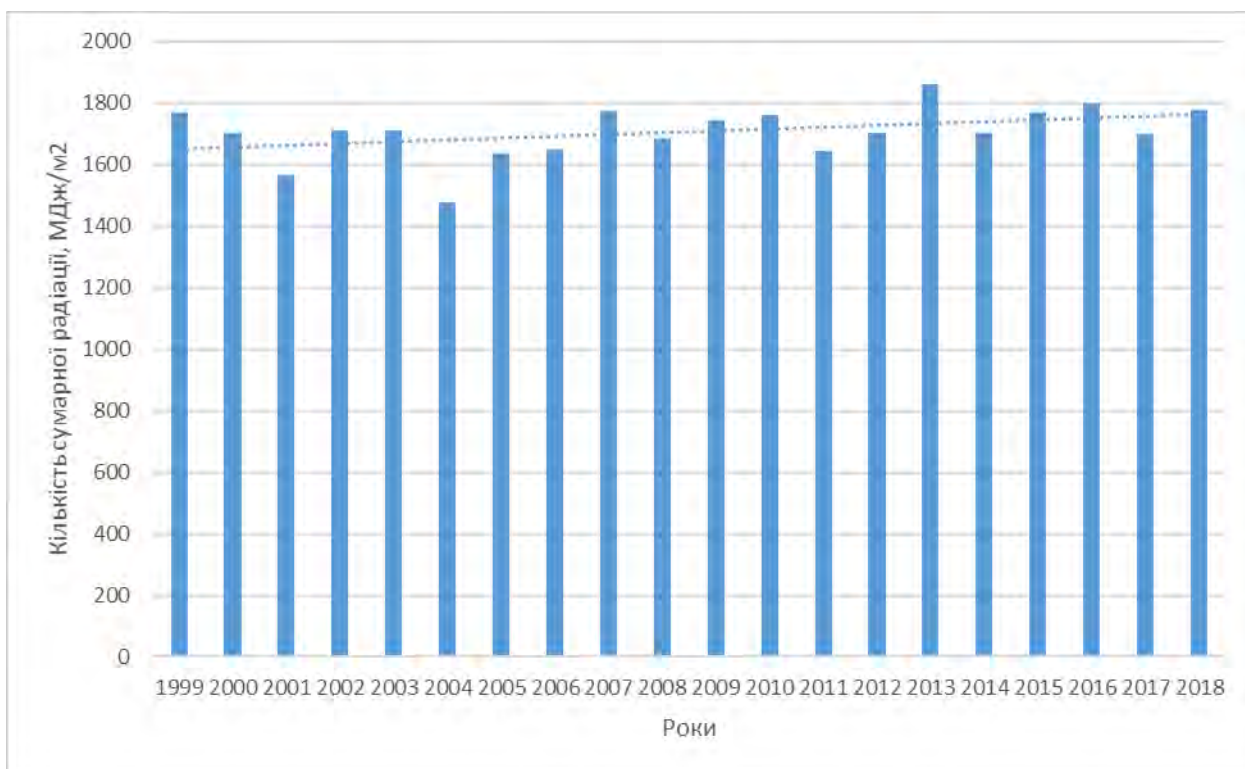


Рисунок 2.5 – Кількість сумарної радіації за вегетаційний період озимої пшениці.

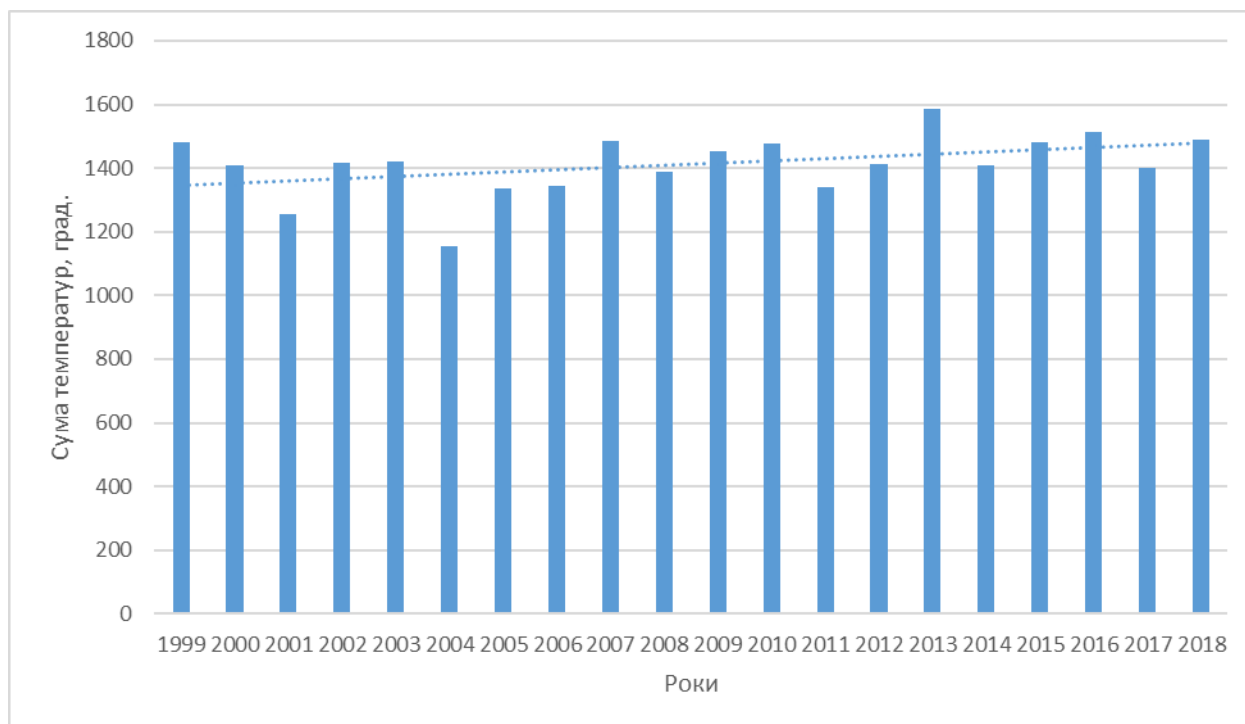


Рисунок 2.6 – Сума температур вище 10 °С за період вегетації озимої пшениці.

Сума активних температур в цей рік була досить високою 1482 °С, але максимальна сума температур 1514 °С спостерігалась у 2016 році, а кількість сумарної радіації за період дорівнювала 1798 МДж/м<sup>2</sup> за період вегетації. Середня температура повітря за період вегетації коливалась від року до року в межах 13,9–17,6 °С. Слід відмітити, що роки, в які спостерігався найбільший прихід сумарної сонячної радіації не співпадають з роками, коли була найбільш висока температура повітря за вегетацію озимої пшениці (табл. 2.1), а також спостерігається позитивний тренд кількості годин сонячного сяйва, кількості сумарної сонячної радіації та сум температур вище 10 °С .

При оцінці термічних ресурсів будь якого регіону використовують суми середньодобових температур повітря від дати переходу температури повітря через 10 °С на весні до дати переходу температури повітря через 10 °С



восени, тобто суми температур за період, коли температура повітря спостерігається вище 10 °С (рис. 2.7)..

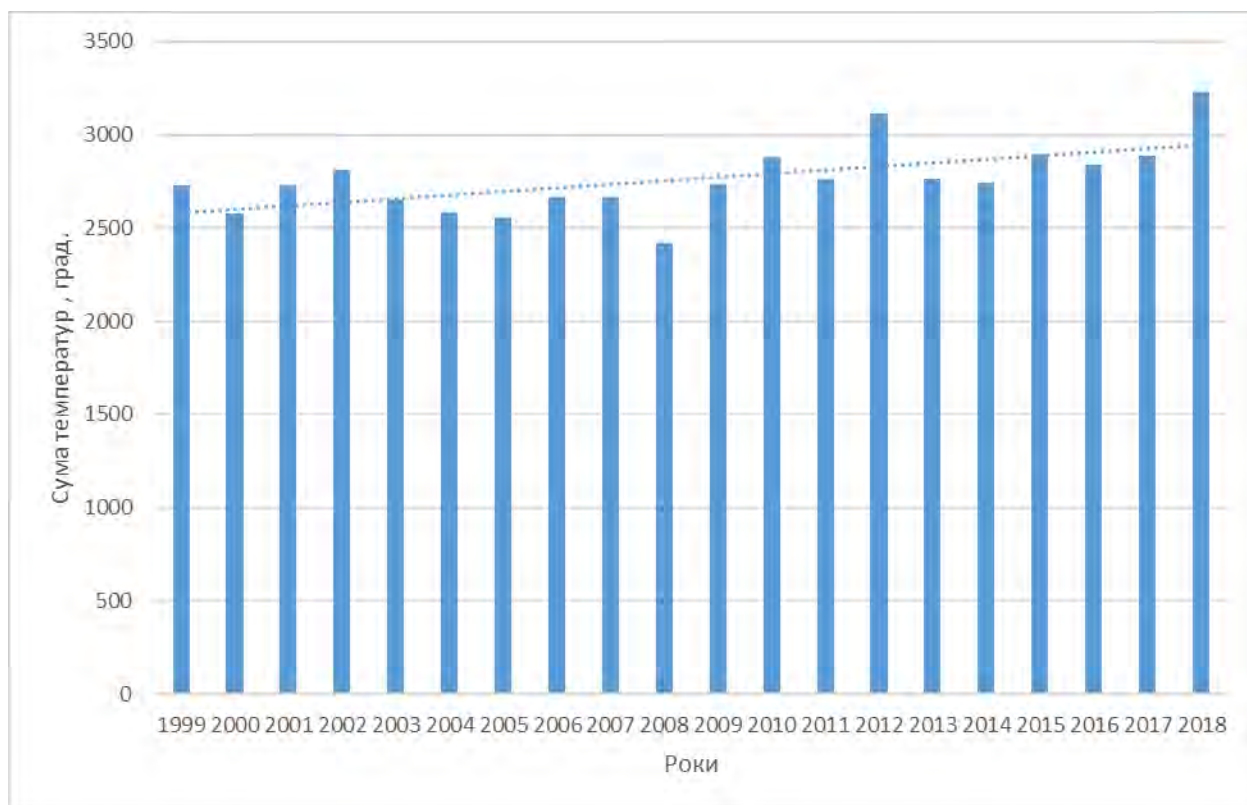


Рисунок 2.7 – Суми температур повітря за період з температурами вище 10 °С.

Нами була виконана оцінка загальних термічних ресурсів, ресурсів світла та сумарної радіації за період з температурами вище 10 °С (від дати переходу через цей інтервал весною до дати переходу восени (табл. 2.2 та рис. 2.7).

Як видно з даних табл. 2.2, перехід температури через 10 °С весною є надзвичайно мінлива характеристика (рис. 2.8).

Самий ранній перехід (4 квітня) спостерігався у 2018 році, а самий пізній (11 травня) у 2007 році. Розмах термінів становить 37 діб. Також мінливою характеристикою є і термін переходу температури повітря восени через 10 °С.



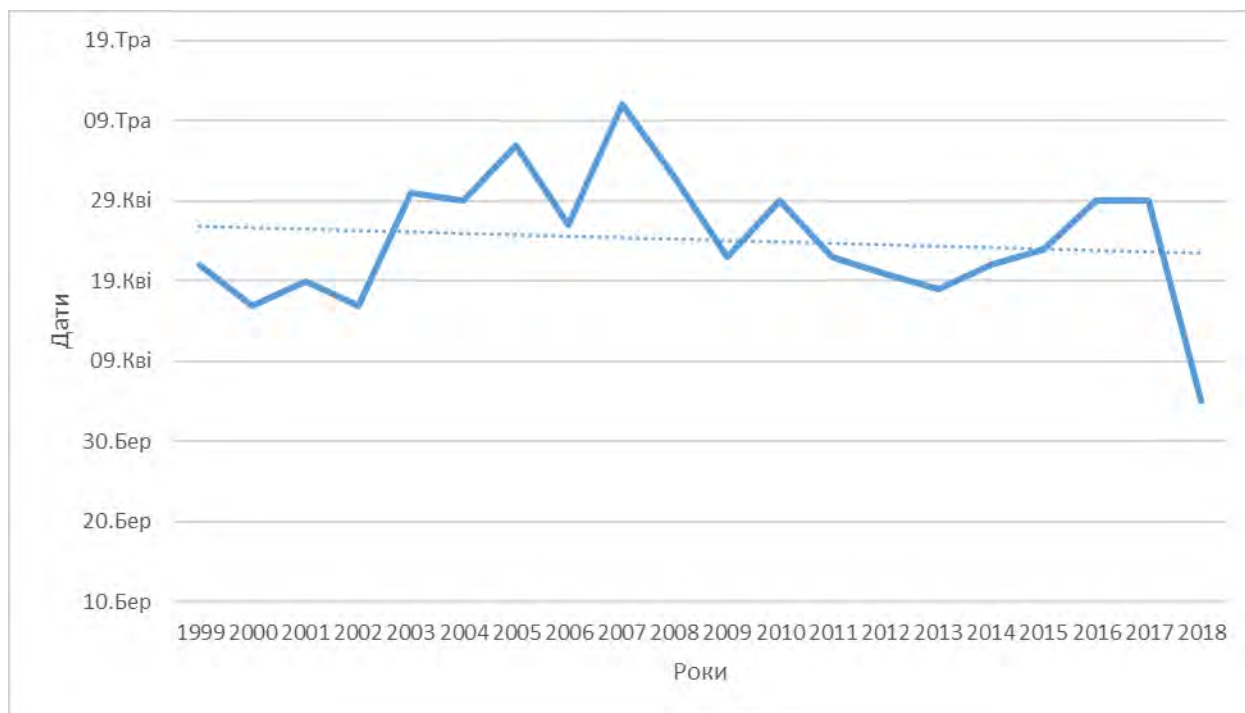


Рисунок 2.8 – Дати переходу температури повітря через 10 °С навесні.

Так, прохолодною осінню перехід може відбутися уже 22 вересня, а в теплу осінь він відбувається 12 жовтня. Тривалість періоду з температурою повітря вище 10 °С коливається від 135 до 178 діб. Найкоротшим цей період був у 2008 році. Для цього року характерна найменша кількість сум температур вище 10 °С (2420 °С) та мінімальна кількість сумарної радіації (2604 МДж/м<sup>2</sup>). Найдовшим період з температурою повітря вище 10 °С спостерігався у 2018 р. В цей рік накопичилась сума температур вище 10 °С, яка дорівнює 3233 °С, а прихід сумарної радіації складає 3327 МДж/м<sup>2</sup>. Середня тривалість періоду з температурою повітря вище 10 °С становить 159 діб.

Нами було проведено співставлення суми температур вище 10°С з датою переходу температури повітря через 10 °С навесні з метою отримати рівняння для прогнозу теплозабезпеченості вегетаційного періоду (рис. 2.9).

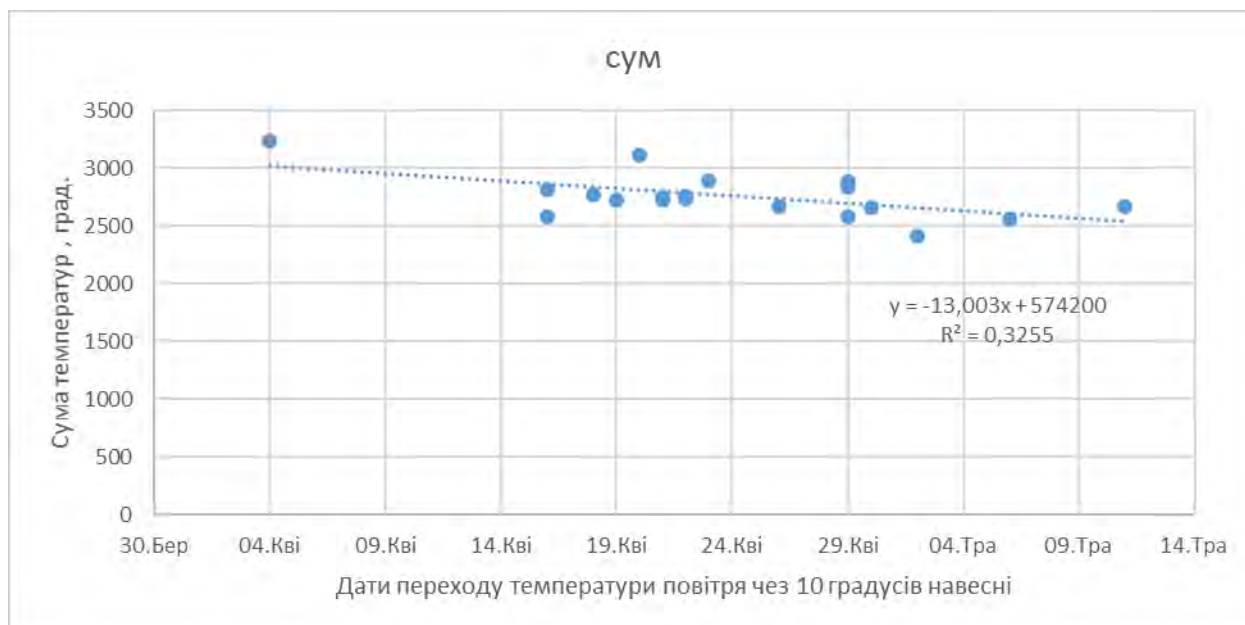


Рисунок 2.9 – Зв'язок дати переходу температури повітря через 10 °С навесні з сумою температур вище 10 °С (майбутньою теплозабезпеченістю вегетаційного періоду).

Як видно з даних цього графіка коефіцієнт кореляції, що характеризує цей зв'язок, досить високий (0,57), що дозволяє використовувати рівняння як прогностичне з метою передбачення теплозабезпеченості майбутнього періоду вегетації основних та пожнивних сільськогосподарських культур. Таким чином, отримане прогностичне рівняння, яке є аналогом відомого методу прогнозу теплозабезпечення посівів Ф.Ф. Давітая.

### РОЗДІЛ 3

## ОЦІНКА ДИНАМІКИ СЕРЕДНЬООБЛАСНОЇ УРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ У ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Для оцінки динаміки урожайності озимої пшениці за період 1996–2015 рр. було отримано лінію тенденції урожаю за допомогою методу гармонійних зважувань [10]. Зупинимось коротко на описі цього методу.

Основна ідея методу гармонійних зважувань: спостереження тимчасового ряду зважуються так, щоб більш пізнім спостереженням надавалися більша перевага, тобто вплив більш пізніх спостережень повинен сильніше відбиватися на прогнозованій оцінці, ніж вплив більш ранніх.

Нехай  $y_t$  є часовий ряд урожайності.

$$y_t \quad (t = 1, 2, 3, \dots, n). \quad (3.1)$$

Відповідно до цього методу в якості деякого наближення  $f(t)$  дійсного тренду  $f(t)$  приймається ламана лінія, що згладжує задану кількість точок тимчасового ряду  $y$ . Окремі відрізки ламаної лінії (ковзного тренду) представляють одну фазу. Кожна фаза ковзного тренду виражається рівнянням лінійних відрізків

$$y_i(t) = a_i + b_i t \quad \text{при} \quad (i = 1, 2, \dots, n - k + 1), \quad (3.2)$$

де  $k < n$  – кількість згладжених точок ряду.

Загальне число рівнянь дорівнює  $n - k + 1$ , причому для  $i = 1; t = 1, 2, \dots, k$ ; для  $i = 2, t = 2, 3, \dots, k + 1$ ; для  $i = n - k + 1, t = n - k + 1, n - k + 2, \dots, n$ .

Параметри  $a$  и  $b$  рівняння (3.2) визначаються методом найменших квадратів.

Значення кожної функції  $y_i(t)$  визначаємо в точках  $t = i+h-1$  ( $h = 1, 2, \dots, k$ ).

Кількість визначень  $y_i(t)$  у кожній точці  $t$  позначимо через  $g_i$ . Точки ковзного тренду – це середні значення всіх  $y_i(t)$ , що позначаються  $y_i(t)$  і визначаються за виразом

$$y_i(t) = \frac{1}{g_i} \sum_{j=1}^{g_i} y_j(t) \quad \text{при } (j = 1, 2, \dots, g_i), \quad (3.3)$$

Передбачене значення тимчасового ряду  $y_{t+1}$  визначається за формулою

$$\bar{y}_{t+1}(t) = y_t + \bar{\omega}_{t+1}, \quad (3.4)$$

де  $\bar{\omega}_{t+1}$  – середнє приростів функції  $f(t)$ .

Обчислюється середній розмір приростів за виразом

$$\bar{\omega}_{t+1} = \sum_{t=1}^{n-1} c_{t+1}^n \omega_{t+1}, \quad (3.5)$$

де  $\omega_{t+1}$  – прирости функції  $f(t)$ , обумовлені як

$$\omega_{t+1} = f(t+1) - f(t) = \bar{y}_{t+1} - \bar{y}_t; c_{t+1}^n - \text{гармонійні зважування.}$$

Гармонійні зважування визначаються за формулою

$$c_{t+1}^n = \frac{m_{t+1}}{n-1}, \quad (3.6)$$

де  $m_{t+1}$  – гармонійні коефіцієнти.

При обчисленні гармонійних коефіцієнтів, зберігається основна ідея методу – більш пізнім спостереженням надається більше переваги. Самі ранні спостереження мають вагу

$$m_2 = 1/(n-1), \quad (3.7)$$

а в наступний момент вага інформації  $m_3$  буде визначатися як

$$m_3 = m_2 + 1/(n-2). \quad (3.8)$$

Таким чином, ряд зважувань визначається за рівнянням

$$m_{t+1} = m_t + 1/(n-t) \quad \text{при } (t = 2, 3, \dots, n-1) \quad (3.9)$$

із початковою величиною, вираженою рівнянням (3.7).

Часовий ряд урожайності озимої пшениці у Житомирській області за період 1996 – 2015 рр. та тенденція урожайності, яка визначена за методом гармонійних зважувань [10] наведена на рис. 3.1 Розрахунки урожайності наведені в Додатку А.

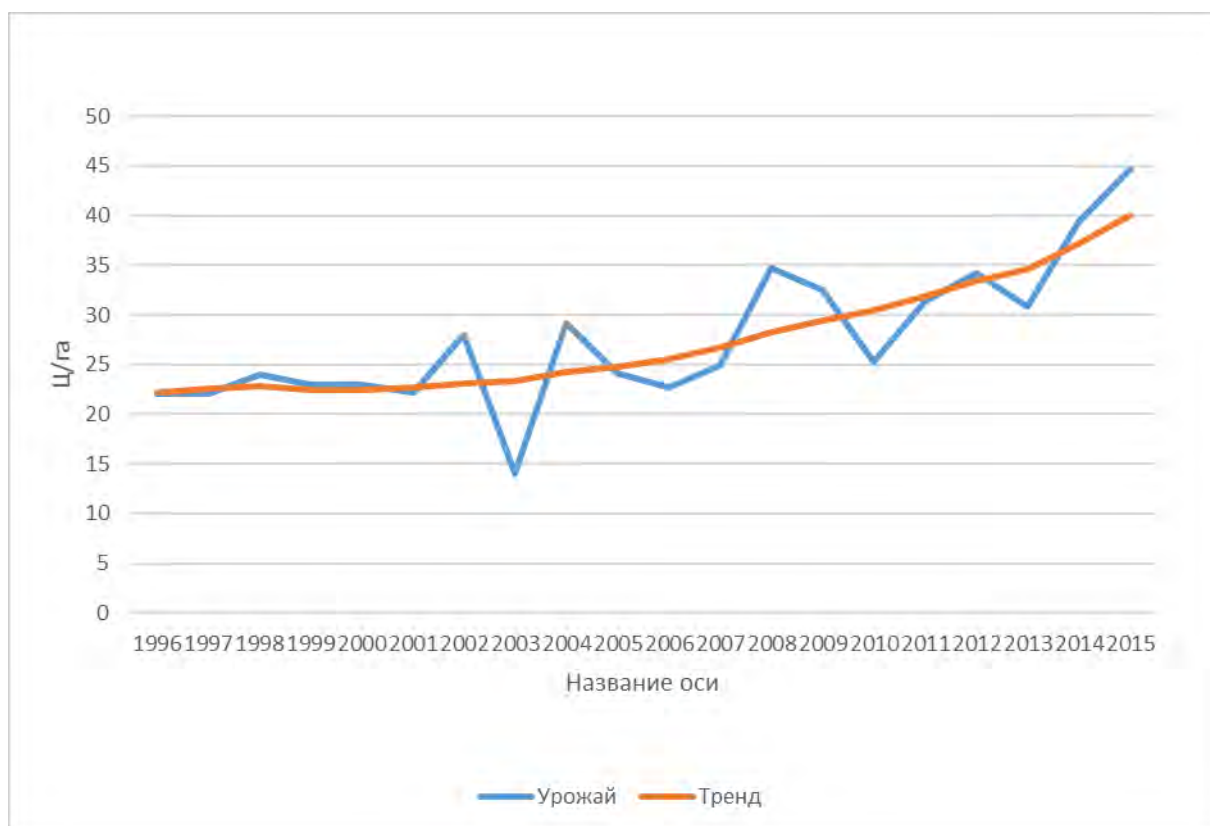


Рисунок 3.1 – Динаміка урожаю озимої пшениці та його тенденції у Житомирській області

Як видно з даних рис. 3.1, на початку цього періоду урожайність складала 22–23 ц/га, при тому, що зберігалось поступове її зростання. За перше п'ятиріччя періоду (1996–2005 рр.) урожайність зросла до 23 ц/га. Надалі відбувалася незначна тенденція зростання, приріст тенденції за період 2001–2005 рр. склав 0,7 ц/га, що становить збільшення лише на 3 % порівняно з попереднім п'ятиріччям (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Динаміка урожайності озимої пшениці у Житомирській області по п'ятиріччях

Показники	Період, роки			
	1996 – 2000	2001 – 2005	2006 – 2010	2011 – 2015
Середнє значення тренду, ц/га	22,8	23,5	28,0	36,1
Абсолютний приріст, ц/га		0,7	4,5	8,1
Відносний приріст, %		3	16	23

В період 2006–2010 рр. зберігалась досить виражена тенденція зростання урожайності, на початок п'ятиріччя вона становила 22,7 ц/га, а на кінець періоду 25,3 ц/га. Величина абсолютного приросту становила 4,5 ц/га, що становить 16 % відносного приросту. В подальшому (2011–2015 рр.) відбулося стійке зростання тенденції урожайності. Для початку періоду вона становила 31,4 ц/га, тоді як на кінець п'ятиріччя її значення сягало 44,6 ц/га. При цьому урожайність в 2014 та 2015 роках зросла від 39,4 ц/га до 44,6 ц/га. Абсолютний приріст тенденції складав 8,1 ц/га, а відносний приріст сягнув 23 %.

В той же час слід відмітити коливання урожайності із року в рік, які викликані впливом погодних умов. Як показано на рис. 3.2, спостерігалось 10 позитивних і 10 негативних відхилень від лінії тренду. Особливо значним було викликане несприятливими умовами відхилення урожайності в 2003, 2006 та 2010 роках, коли від'ємні відхилення від тренду становили -3,1; -4,3.



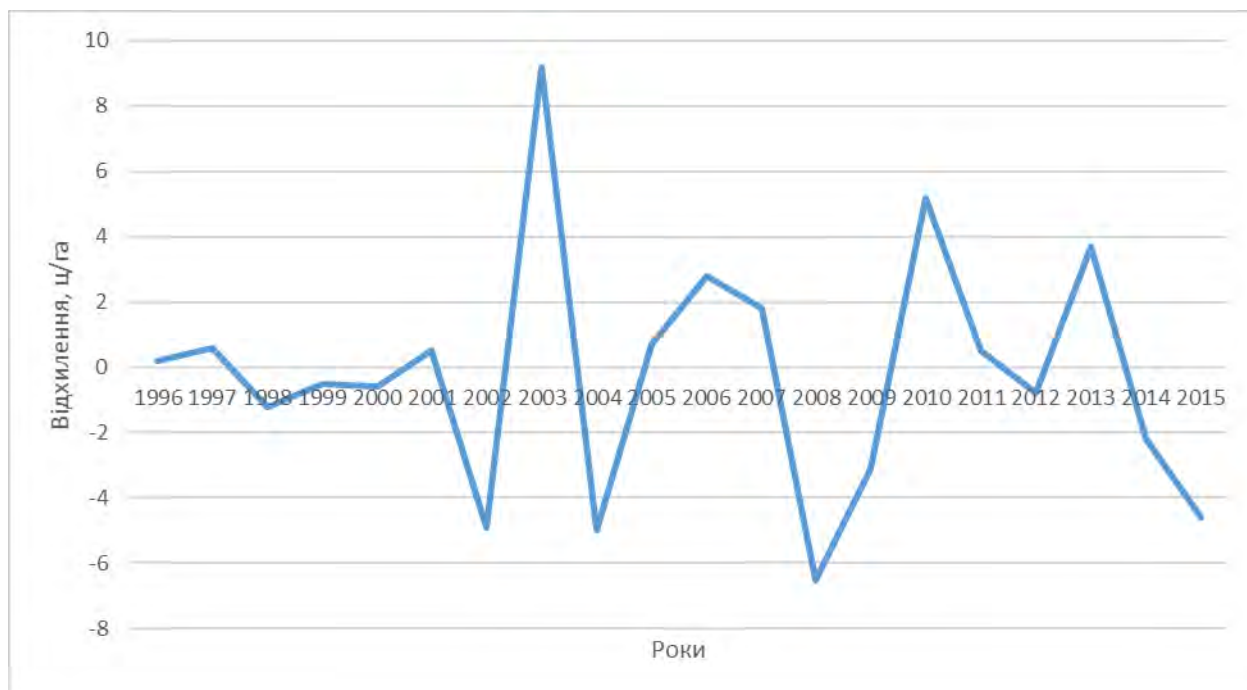


Рисунок 3.2 – Відхилення урожаю озимої пшениці від тренду у Житомирській області.

За період 1996–2016 рр. спостерігалось 5 значних позитивних відхилень від тренду, які коливались від 2,6 до 6,7 ц/га. Це трапилось в 2002, 2004, 2008, 2014 та 2016 роках. Таким чином, погодні умови досить суттєво впливають на мінливість урожаїв.

В роботі [8] пропонується характеризувати кліматичну мінливість урожаїв величиною дисперсії  $\sigma_n^2$ , яка розраховується за формулою

$$\sigma_i^2 = \sigma_{i\dot{a}}^2 - \sigma_{\dot{a}}^2, \quad (3.10)$$

де  $\sigma_{i\dot{a}}^2$  – загальна дисперсія урожаїв;

$\sigma_{\dot{a}}^2$  – дисперсія урожаїв, виражена ростом культури землеробства.

Величини  $\sigma_{i\dot{a}}^2$  і  $\sigma_{\dot{a}}^2$  визначаються за такими формулами:

$$\sigma_{\hat{a}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}; \quad (3.11)$$

$$\sigma_a^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y} - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (3.12)$$

де  $y_i$  – урожай конкретного року;

$\bar{y}$  – середній урожай;

$\hat{y}$  – динамічна середня величина урожаю;

$n$  – довжина ряду.

Відомо, що природно-кліматичні ресурси різних районів країни неоднакові, вони відрізняються від рівня агротехніки та продуктивності районованих сортів. Тому для правильної оцінки мінливості урожаїв, крім дисперсії, необхідно враховувати рівень урожайності в кожному окремому районі. Для цього доцільно використовувати коефіцієнт варіації

$$C_n = \frac{1}{\bar{y}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (\hat{y} - \bar{y})^2}{n-1}}. \quad (3.13)$$

Показник мінливості урожайності озимої пшениці становить 0,17, що свідчить, що Житомирська область відноситься до зони найбільш стійких урожаїв озимої пшениці.

## РОЗДІЛ 4

### ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ ТА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Зміна клімату може впливати на сільськогосподарські культури різними шляхами. За межами певного діапазону, підвищення температур, як правило, призводить до зниження урожайності, так як розвиток культур прискорюється, і в процесі цього скорочується обсяг урожаю зерна. Крім того, більш високі температури порушують здатність рослини отримувати та використовувати вологу. Озима пшениця відома своїми кліматичними властивостями, в тому числі адаптацією до широкого спектру екологічних умов, поліпшенням росту і продуктивності в умовах низького рівня поживних речовин, меншою залежністю від синтетичних добрив і мінімальною вразливістю до впливу навколишнього середовища [3, 11].

Проблема впливу кліматичних змін на продуктивність сільськогосподарських культур в Україні розглядається в монографії [5].

Аналіз тенденції зміни клімату виконано шляхом порівняння даних за кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 та середніх багаторічних характеристик кліматичних та агрокліматичних показників за період 1986 – 2015 рр. Результати розрахунків продуктивності озимої пшениці за середніми багаторічними даними (додаток Б) та за сценаріями змін клімату наведені в додатках В і Г.

Для розрахунків була використана базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового [9].

Базова модель заснована на концепції максимальної продуктивності рослин Х.Г. Тоомінга [13], результатах моделювання формування урожаю

рослин А.М. Польового [9, 10] і методах оцінки мікрокліматичної мінливості елементів клімату у горбистому рельєфі Е.Н. Романової [12].

Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів має блокову структуру і містить шість блоків [9]:

- блок вхідної інформації;
- блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму з врахуванням експозиції схилів;
- блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин;
- блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням;
- блок агроекологічних категорій урожайності;
- блок узагальнюючих оцінюючих характеристик.

Розглянемо більш докладно блок агроекологічних категорій урожайності.

Визначення величини різних агроекологічних категорій урожайності здійснюється з врахуванням внесених модифікацій, із залученням більш повної інформації і наповненням цих категорій новим змістом.

Збільшення потенційної урожайності загальної біомаси за декаду визначається в залежності від інтенсивності фотосинтетично активної радіації (ФАР) і біологічних особливостей культури з врахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації [9]

$$\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} = \alpha_{\Phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\text{фар}}^j \cdot k_{\text{екс}}^{Q^j} \cdot d\nu^j}{q}, \quad (4.1)$$

де  $\frac{\Delta ПУ}{\Delta t}$  – приріст потенційної урожайності загальної біомаси за декаду, г/м<sup>2</sup>;

$\alpha_{\Phi}$  – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.;

$\eta$  – КПД посівів, відн. од.;

$Q_{\text{фap}}$  – середньодекадна за добу сума ФАР, кал/см<sup>2</sup>·д;

$k_{\text{eks}}^Q$  – коефіцієнт для перерахування середньої за декаду сумарної

сонячної радіації з горизонтальної поверхні для схилів різної експозиції і крутості, відн. од.;

$q$  – калорійність, кал/г.

Приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси являє собою приріст потенційної урожайності, який буде обмежений впливом волого-температурного режиму

$$\frac{\Delta \text{ММУ}^j}{\Delta t} = \frac{\Delta \text{ПУ}^j}{\Delta t} \cdot \text{FTW}_2, \quad (4.2)$$

де  $\frac{\Delta \text{ММУ}}{\Delta t}$  – приріст метеорологічно можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м<sup>2</sup>;

$\text{FTW}_2$  – узагальнена функція впливу волого-температурного режиму з корекцією на сполучення різних екстремальних умов, відн. од.

Формування дійсно можливої урожайності загальної біомаси обмежується рівнем природної родючості ґрунту

$$\frac{\Delta \text{ДМУ}^j}{\Delta t} = \frac{\Delta \text{ММУ}^j}{\Delta t} B_{\text{пл}} F_{\text{Гум}}, \quad (4.3)$$

де  $\frac{\Delta \text{ДМУ}}{\Delta t}$  – приріст дійсно можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м<sup>2</sup>;

$B_{\text{пл}}$  – бал ґрунтового бонітету, відн. од.

Отримання рівня господарської урожайності загальної біомаси обмежується реально існуючим рівнем культури землеробства й ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив

$$\frac{\Delta UB^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} k_{земл} FWM_{ef}^j, \quad (4.4)$$

де  $\frac{\Delta UB}{\Delta t}$  – приріст урожайності загальної біомаси у виробництві, г/м<sup>2</sup>;

$k_{земл}$  – коефіцієнт, що характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності, відн. од.;

$FWM_{ef}$  – функція ефективності внесення органічних і мінеральних добрив в залежності від умов вологозабезпеченості декад вегетації, відн. од.

Різні агроекологічні категорії урожаю зерна при його стандартній 14 %-ій вологості визначаються за виразом [9].

$$ПУ_{зерна} = ПУ \cdot K_{госп.}^{ПУ} 1,14 \cdot 0,1 \quad (4.5)$$

де  $ПУ_{зерна}$  – потенційний урожай зерна, ц/га;

$K_{госп.}^{ПУ}$  – частка зерна в загальній масі потенційного урожаю, відн. од., яка визначається в залежності від розмірів урожаю загальної біомаси.

Аналогічно визначаються відповідно метеорологічно-можливий  $ММУ_{зерна}$ , дійсно можливий  $ДМУ_{зерна}$  і урожай у виробництві  $UB_{зерна}$ .

При оптимальній забезпеченості рослин вологою, теплом і мінеральним ґрунтовим живленням максимальний приріст фітомаси посівів озимої пшениці визначається приходом ФАР за період і коефіцієнтом її використання. Під впливом зміни агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці відбудеться зміна показників фотосинтетичної продуктивності культури.

Середня за вегетаційний період температура повітря, яка становила  $8,7^{\circ}\text{C}$ , за сценарієм RCP4.5 середня температура повітря зменшиться до  $7,9^{\circ}\text{C}$ , а для сценарію RCP8.5 – до  $8,1^{\circ}\text{C}$ .

За період відновлення вегетації – повна стиглість озимої пшениці середня сума опадів складала 221 мм. За кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 очікується збільшення суми опадів за вегетаційний період на 5 – 11 % і буде складати 233–246 мм.

Уявлення про динаміку температури повітря та кількості опадів протягом періоду вегетації озимої пшениці наведено на рис. 4.1. Як видно з даних рис. 4.1, спостерігалось стійке зниження температури повітря за обома сценаріями в порівнянні з середніми багаторічними даними. Так, в перші декади вегетації різниця в температурі складала  $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$ , надалі вона трохи зменшилась, але постійно температура повітря в сценарні періоди була на  $1,5\text{--}2^{\circ}\text{C}$  нижче, чим середня багаторічна.

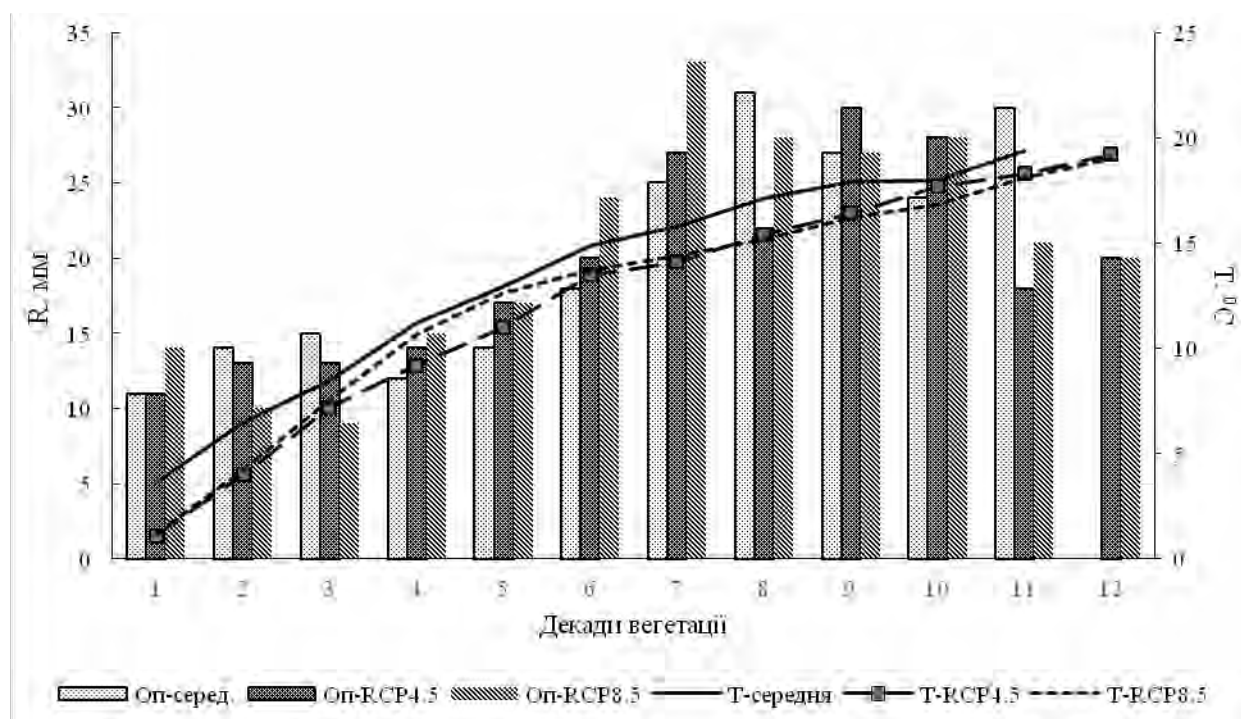


Рисунок 4.1– Динаміка температури повітря та кількості опадів за період вегетації озимої пшениці за середніми багаторічними даними та сценаріями зміни клімату.

В першу декаду вегетації кількість опадів за сценарієм RCP4.5 дорівнювало середнім багаторічним значенням, а за сценарієм RCP8.5 було більшим на 27 %. Протягом другої та третьої декад спостерігається стійке співвідношення: більша кількість опадів спостерігалась за середніми багаторічними даними, дещо менша за сценарієм RCP4.5 и ще менша – за сценарієм RCP8.5 (відповідно 14–15, 13 та 9 мм). З четвертої по сьому декаду вегетації кількість опадів за кліматичними сценаріями перевищувала середні багаторічні значення. Особливо це стосується сценарію RCP8.5. у восьмій декаді

Середня багаторічна кількість опадів перевищувала сценарні значення за сценарієм RCP4.5 на 29 %, а за сценарієм RCP8.5 на 10 %. В дев'яту декаду вегетації кількість опадів за сценарієм RCP8.5 зрівнялась зі середніми багаторічним значеннями, за сценарієм RCP4.5 була дещо вищою. В десятю декаду вегетації сценарні значення кількості опадів дещо перевищували середні багаторічні величини, а в одинадцяту декаду вони були меншими.

Сумарне випаровування за вегетаційний період за середніми багаторічними даними становитиме 240 мм, а за кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 буде спостерігатися відповідно 247 та 237 мм.

На фоні понижених температур вегетаційного періоду озимої пшениці зміниться випаровуваність. Вона становитиме за кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 301 та 276 мм, що на 4–12 % менше середніх багаторічних значень. Хід випаровування та випаровуваності наведено на рис. 4.2.

Як видно з даних цього рисунка, у першу декаду випаровування та випаровуваність з посівів озимої пшениці за середніми багаторічними даними були вищі, чим за сценарними умовами. Протягом другої та третьої декади сценарні значення були на рівні середніх багаторічних. Починаючи з четвертої декади практично у всі декади вегетації середні багаторічні значення випаровування та випаровуваності будуть вище, чим за сценарними умовами.



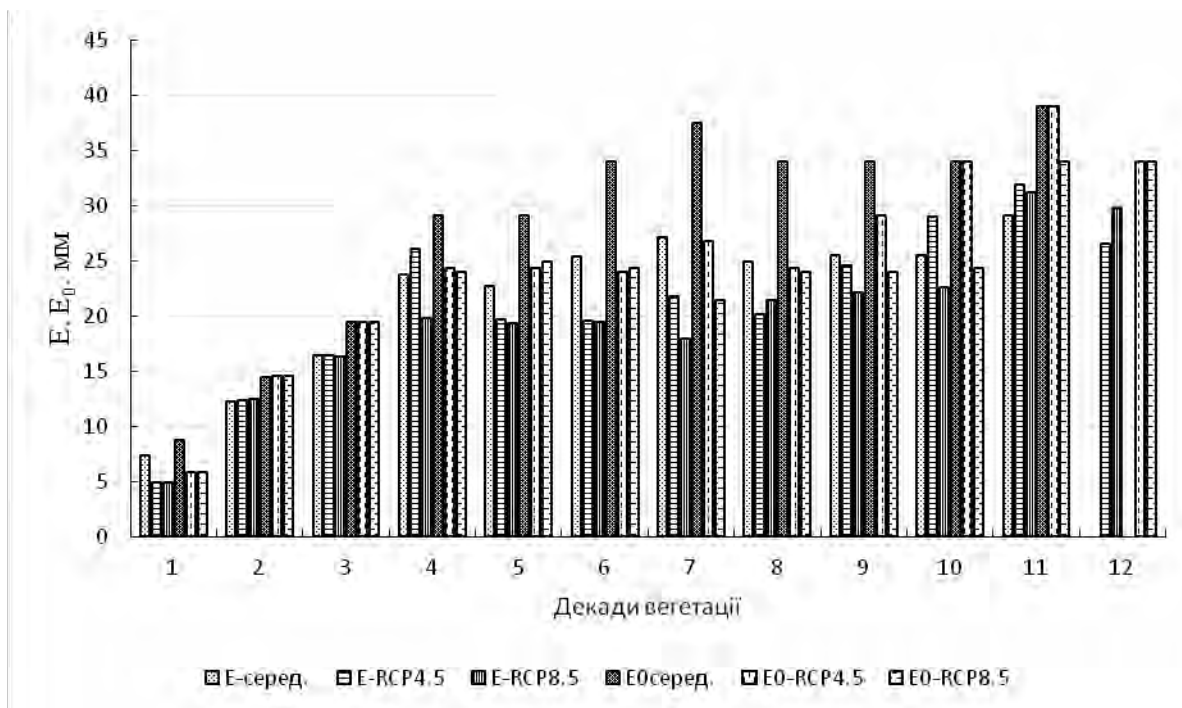


Рисунок 4.2 – Динаміка випарування (E) та випаровуваності (E<sub>0</sub>).

Все це обумовило більший рівень вологозабезпеченості за сценарними умовами. Про зміну рівня вологозабезпеченості протягом вегетації озимої пшениці наведено уявлення на рис. 4.3.

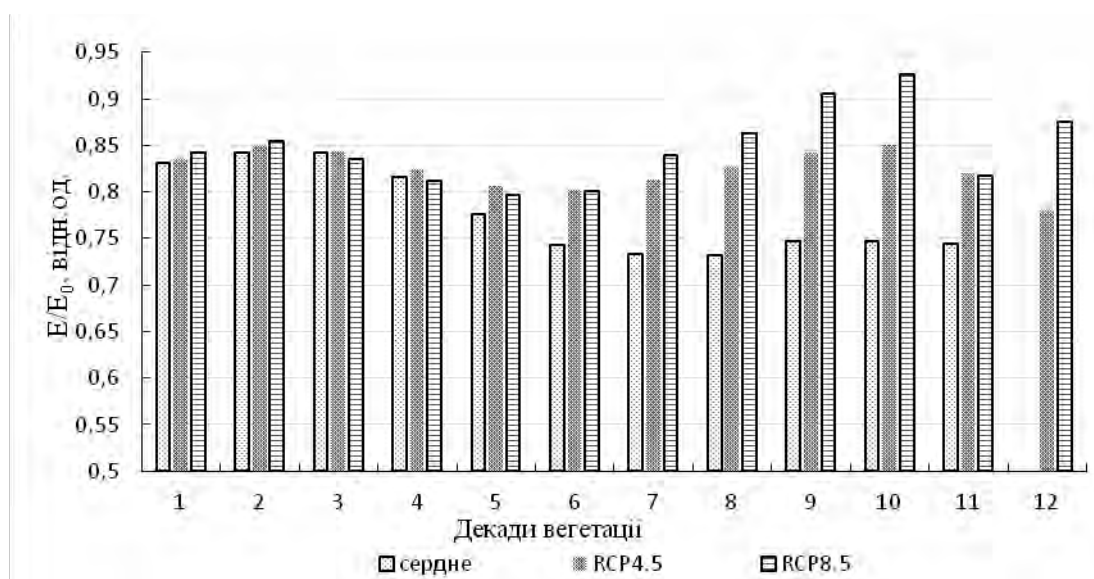


Рисунок 4.3 – Динаміка вологозабезпеченості (E/E<sub>0</sub>) посівів озимої пшениці.

Так, за середніми багаторічними умовами вона становить 0,76 відн. од., в той час як за сценарієм RCP4.5 вона складатиме 0,82 відн. од., а за сценарієм RCP8.5 – 0,86 відн. од.

Як видно з даних рис. 4.3, перші дві-чотири декади вегетації рівень вологозабезпеченості за середніми багаторічними умовами та сценарними умовами суттєво не відрізнявся, але починаючи з п'ятої декади вегетації озимої пшениці рівень вологозабезпеченості за сценарними умовами значно зріс.

Спочатку це складала 104–110 % від середньої багаторічної величини, а до дев'ятої-десятої декад доходило до 120 % від середнього значення. Більш високий рівень вологозабезпеченості буде спостерігатись за умов реалізації кліматичного сценарію RCP8.5 .

Температура повітря спостерігалась (рис. 4.4) значно нижчою від оптимальних значень для фотосинтезу озимої пшениці як при середніх багаторічних умовах, так і при сценарних змінах клімату.

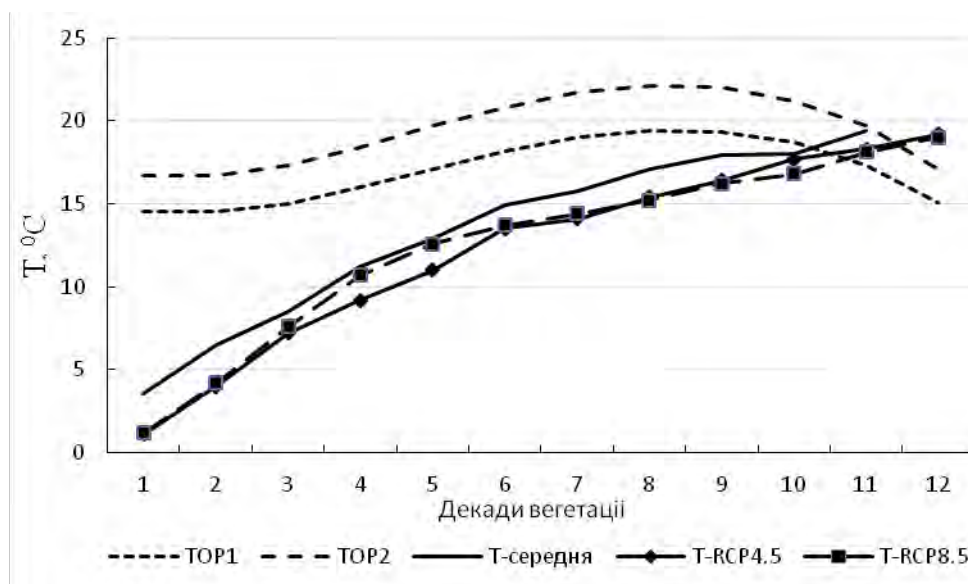


Рисунок 4.4 – Порівняння динаміки температури повітря та оптимальних (TOP1 та TOP2) значень температури для фотосинтезу озимої пшениці.

Такі умови термічного режиму та рівень вологозабезпеченості обумовили рівень показників фотосинтетичної діяльності посівів озимої пшениці: рівні агроєкологічних урожаїв, фотосинтетичного потенціалу та всього урожаю (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Порівняння показників фотосинтетичної діяльності посівів озимої пшениці за середніми багаторічними умовами та сценаріями змін клімату в Житомирській області

Період, Роки	Маса урожаю, ц/га			Фотосин- тетичний потенціал, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> за період	Урожай озимої пшениця при вологості зерна 14 %, ц/га
	потенцій- ний урожай	метеорологічно можливий урожай	дійсно можливий урожай		
Середні багаторічні					
1986–2015	315	243	127	216	44,5
Сценарій RCP4.5					
2021–2050	343	263	132	239	46,3
Сценарій RCP8.5					
2021–2050	344	266	133	244	47,1

Як видно з даних табл. 4.1, потенційний урожай за сценарними умовами буде на 9 % вище, чим при середніх багаторічних умовах. Що стосується метеорологічно-можливого урожаю, то він складатиме 108–109 % від середнього багаторічного. За сценарних умов зросте фотосинтетичний потенціал, він становитиме 111–113 % від середніх багаторічних. Відповідно і урожай зерна озимої пшениці при реалізації кліматичних сценаріїв зміни клімату зросте на 1,8–2,6 ц/га.

## ВИСНОВКИ

Результати виконаної роботи дозволяють зробити такі висновки.

1. Досліджені фізико-географічні особливості Житомирської області. Агрокліматичні умови території Житомирської області цілком сприятливі для сільського господарства;

2. Вивчені біологічні особливості озимої пшениці та її вимоги до умов навколишнього середовища;

3. Досліджена технологія вирощування озимої пшениці;

4. Розглянуті методи розрахунку агрокліматичних ресурсів та агрокліматичної оцінки території стосовно культури. Агрокліматичні ресурси тепла і радіаційно-світлові ресурси на території Новоград-Волинського та світло- і теплозабезпеченість озимої пшениці розраховані за період з 1999 по 2018 рр.

5. Виконана оцінки динаміки урожайності озимої пшениці за період 1996 – 2015 рр. було отримано лінію тенденції урожаю за допомогою методу гармонійних зважень. Показник мінливості урожайності озимої пшениці становить 0,17, а це свідчить, що Житомирська область відноситься до зони найбільш стійких урожаїв озимої пшениці.

6. Вивчена базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового.

7. Встановлено тісний зв'язок між датою переходу температури повітря через 10 °С навесні та теплозабезпеченням майбутнього періоду до переходу температури повітря через 10 °С восени. Отримано рівняння зв'язку цих характеристик, яке дозволяє з великою завчасністю прогнозувати теплозабезпеченість формування урожаю сільськогосподарських культур.

8. В ході роботи виконано оцінку зміни агрокліматичних умов росту озимої пшениці під впливом світлового, теплового та водного режимів для

зони Полісся. Аналіз проводився шляхом порівняння даних за середньо багаторічний період 1980–2015 рр. та за кліматичними сценаріями RCP4.5, RCP8.5 за розрахунковий період 2021–2050 рр.

– Можна відзначити, що за сценарні періоди в порівнянні з фактичним 1980–2015 рр. очікуються відчутні зміни у температурному режимі та вологозабезпеченості озимої пшениці впродовж вегетаційного періоду.

– За реалізацією сценарію RCP8.5, в порівнянні зі сценарієм RCP4.5, очікуються кращі агрокліматичні умови, що призведе до збільшення урожаю озимої пшениці. За сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 на території Полісся очікується підвищення урожаїв.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрокліматичний довідник Житомирської області. Л.: Гідрометеоіздат, 1958. 158 с.
2. Бугай С.М. Озима пшениця на Україні. К.: Урожай, 1995. 234 с.
3. Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур. К.: Вид. Ніка-Центр, 2010. 616 с.
4. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. 519 с.
5. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату / за ред. Степаненко С.М., Польовий А.М.). Одеса: «ТЕС», 2018. 546 с.
6. Міщенко З.А., Ляшенко Г.В. Мікрокліматологія: навчальний посібник. К.: КНТ, 2009. 336 с.
7. Методи оцінки та районування радіаційно-теплових ресурсів на Україні /за ред. Міщенко З.А., Кульбіда М.І. К.: 2004. 111 с.
8. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 152 с.
9. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроecosystem. К.: КНТ, 2007. 344 с.  
<http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/1582>
10. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 318 с.
11. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія: підручник. Одеса: «ТЕС», 2012. 626 с.
12. Романова Е.Н., Береснева И.Б., Мосолова Микроклиматология и ее агроклиматическое значение. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 278 с.
13. Тоомінг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометтеоиздат, 1984. 264 с.
14. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и продуктивность озимой пшеницы. М.: Гидрометеоиздат, 1982. 296 с.

## **ДОДАТКИ**

## Додаток А

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

РАСЧЕТ ТЕНДЕНЦИИ УРОЖАЯ ПО МЕТОДУ  
ГАРМОНИЧЕСКИХ ВЕСОВ

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

$$N = 20 \quad K = 10$$

N - длина ряда, K - параметр сглаживания

Фактические значения урожая по годам, ц/га

22.0 22.0 24.0 23.0 23.0 22.2 28.0 14.1 29.2 24.1 22.7 24.9  
34.7 32.5 25.3 31.4 34.2 30.9 39.4 44.6

++++  
++++

Сглаженные значения урожая - тренд, ц/га

22.2 22.6 22.8 22.5 22.4 22.7 23.1 23.3 24.2 24.8 25.5 26.7  
28.2 29.4 30.5 31.9 33.4 34.6 37.2 40.0

++++  
++++

Тренд минус фактические значения, ц/га

0.2 0.6 -1.2 -0.5 -0.6 0.5 -4.9 9.2 -5.0 0.7 2.8 1.8  
-6.5 -3.1 5.2 0.5 -0.8 3.7 -2.2 -4.6

++++  
++++

Прогноз тенденции урожая на следующий год

$$ws=1.600 \quad yr=41.59$$

$$sumy1 = 552.200 \quad ysr = 27.61 \quad disSum = 50.13$$

$$disz = 30.32 \quad cp = 0.16$$



Розрахунок агрокліматичних умов формування урожаю озимої пшениці за середніми багаторічними значеннями (1986–2015 рр.)

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

AGROKLIMATICHESKAJ MODEL  
OZIMAJ PSCHENIZA  
(UKRAINA )

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

WXODNAJ INFORMAZIJ

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

Jitomir SR

11 4 25 1 1.56

Zapasi vlagi v sloe pochvi 0-100 sm (mm):

206.000 208.000 202.000 192.000 177.000 164.000 151.000 151.000  
148.000

142.000 140.000

Sredn. za dekadu tempsratura vozduxa (grad. C):

3.6 6.5 8.5 11.2 12.9 14.9 15.8 17.1 17.9 18.0 19.4

Sredn. za dekadu chislo chasov solnechn.sijnij:

4.9 4.9 6.2 8.0 8.3 9.0 8.9 9.5 9.3 9.4 9.7

Summa osadkov za dekadu (mm):

11.0 14.0 15.0 12.0 14.0 18.0 25.0 31.0 27.0 24.0 30.0

Chislo dney v raschetnoy deкаде :

6 10 10 10 10 10 11 10 10 10 10

Norma vegetazionnogo poliva (mm):

0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000  
0.000 0.000

Sredn. za dekadu defizit vlagnosti vozduxa (mb):

3.000 3.000 4.000 6.000 6.000 7.000 7.000 7.000 7.000  
7.000 8.000

Koeffizient vlagopotrebnosi (dolj ot naim.vlagoem.):

0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750  
0.750 0.750

-----  
MASSIV "INF" - parametri modeli :

250.000000 5.000000 470.000000 0.750000 930.000000 0.180000  
 3.000000  
 0.400000 45.000000 0.800000 3.000000 28.000000 0.140000  
 3.000000  
 5.000000 206.000000 1.000000

-----  
 M A S S I V " U D O B R " - vnesenie udobreniy :  
 90.000000 120.000000 40.000000 60.000000 40.000000 60.000000  
 30.000000  
 10.000000 0.000000 0.500000

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

### R E S U L T A T R A S C H E T O V

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

### P R I R O S T Y R O G A J (gramm(sux.m.)/metr\*2)

-----  
 idekicyti PY i MBY i DBY i YPR i  
 -----

i 1i 6i 562.146i 177.766i 88.883i 31.248i  
 i 2i 16i 942.180i 484.615i 242.308i 85.185i  
 i 3i 26i 1045.786i 657.279i 328.639i 115.536i  
 i 4i 36i 1221.593i 902.564i 451.282i 158.652i  
 i 5i 46i 1308.582i 1023.753i 511.877i 179.955i  
 i 6i 56i 1435.910i 1193.154i 596.577i 209.732i  
 i 7i 67i 1623.878i 1371.727i 685.864i 241.122i  
 i 8i 77i 1545.251i 1366.887i 683.444i 240.271i  
 i 9i 87i 1482.872i 1372.214i 686.107i 241.207i  
 i 10i 97i 1395.660i 1390.427i 695.214i 244.409i  
 i 11i107i 1269.095i 1174.028i 587.014i 206.370i  
 -----

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

### S U M M A R N I E X A R A K T E R I S T I K I

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

ball pochvennogo plodorodij ( OTN.ED.)= 0.500  
 pot.yrogai(vsj cyxaj massa(g/m-2) = 13832.952

METEOROL.vozm.yrogai(vsj cyxaj massa(g/m-2) = 11114.416  
 deistv.vozm.yrogai(vsj cyxaj massa(g/m-2) = 5557.208  
 yrogai v proizvodstve(vsj cyx mas(g/m-2) = 1953.687  
 PY ZERNA (14% VLAGI, zentner/ga) = 315.391  
 MVY ZERNA (14% VLAGI, zentner/ga) = 253.409  
 DVY ZERNA (14% VLAGI, zentner/ga) = 126.704  
 YRxoZ ZERNA (14% VLAGI,zent/ga) = 44.544  
 oz.stepeni blagoprijtn.klimat. uslowiy (CBY) = 0.803  
 oz.urovnj ispolzovaniy agroklim.resursov(co) = 0.176  
 oz.urovnj realizazii agroekopotenziala (cd) = 0.143  
 oz.KULTURI ZEML.(XOZ.ISP.METEO.POCHV.USL (Ca)= 0.352  
 summa FAR(kkal/sm\*2 za vegetazionniy period = 27.126  
 prodolgjitelnost vegetazionnogo perioda = 107.000  
 srednj temperatura za vegetazionniy period = 8.718  
 summa osadkov za vegetazionniy period = 221.000  
 funkzij vlijnij temperaturi na KxoZ = -0.940  
 KxoZ1 (dlj PY) za vegetazionniy period = 0.200  
 KxoZ2 (dlj MVY) za vegetazionniy period = 0.200  
 KxoZ3 (dlj DVY) za vegetazionniy period = 0.200  
 KxoZ4 (dlj YRxoZ) za vegetazionniy period = 0.200

### SOLNECHAJ RADIAZIJ I TEMPERATURA

idek	icyt	i afl	i taudn	i q	i IntFAR	i ts	i ts1	i ts2	i
i 1	6	0.75	12.01	416.40	0.301	3.60	0.00	0.00	i
i 2	16	0.76	12.02	414.58	0.299	6.50	1.50	15.00	i
i 3	26	0.78	12.04	446.42	0.321	8.50	3.50	50.00	i
i 4	36	0.82	12.05	494.47	0.356	11.20	6.20	112.00	i
i 5	46	0.88	12.06	496.43	0.357	12.90	7.90	191.00	i
i 6	56	0.94	12.07	511.59	0.367	14.90	9.90	290.00	i
i 7	67	0.98	12.08	501.40	0.360	15.80	10.80	408.80	i
i 8	77	1.00	12.08	515.91	0.370	17.10	12.10	529.80	i
i 9	87	0.98	12.09	506.28	0.363	17.90	12.90	658.80	i
i 10	97	0.91	12.09	508.90	0.365	18.00	13.00	788.80	i
i 11	107	0.81	12.09	520.63	0.373	19.40	14.40	932.80	i

afl-ontogeneticheskaj krivaj fotosinteza(otn.edinizi):  
 taudn-prodolgjitelnost svetlogo vremeni sutok(chasi):

q - summarnaj radiazij za sutki(kal/((sm\*2)\*sutki)):

IntFAR-intensivnost FAR(kal/((sm\*2)\* minutu)):

ts-srednj za dekadu temperatura vozduxa:

ts1-srednj effektivnaj temperatura za dekadu:

ts2-summa effektivnix temperatur:

-----  
 X A R A K T E R I S T I K I    W O D N O G O  
 R E G I M A   P O C H V I  
 -----

-----  
 ipericyti os i filt i eakt i epot i w0 i Wm0 i  
 -----

i 1i	6i	11.0i	0.0i	7.3i	8.8i	209.7i	206.0 i
i 2i	16i	14.0i	0.0i	12.3i	14.6i	211.4i	208.0 i
i 3i	26i	15.0i	0.0i	16.4i	19.5i	210.0i	202.0 i
i 4i	36i	12.0i	0.0i	23.9i	29.2i	198.1i	192.0 i
i 5i	46i	14.0i	0.0i	22.7i	29.2i	189.4i	177.0 i
i 6i	56i	18.0i	0.0i	25.4i	34.1i	182.1i	164.0 i
i 7i	67i	25.0i	0.0i	27.2i	37.5i	179.9i	151.0 i
i 8i	77i	31.0i	0.0i	25.0i	34.1i	185.9i	151.0 i
i 9i	87i	27.0i	0.0i	25.5i	34.1i	187.4i	148.0 i
i 10i	97i	24.0i	0.0i	25.5i	34.1i	186.0i	142.0 i
i 11i	107i	30.0i	0.0i	29.1i	39.0i	186.9i	140.0 i

eakt-summarnoe isparenje za dekadu(mm):

epot-isparjemost za dekadu(mm):

w0-raschitannie zapasi vlagi v sloe 0-100sm (mm):

eakt/epot-otnoschenie isparenij k isparjemosti(otn.ed.)  
 -----

-----  
 O P T I M A L N I E   T E M P E R A T U R I   I   W L A G J N O S T   P O C H V I  
 -----

idekicyti ts i TOP1 i TOP2 iksifl i Wm0 i Wop1 i Wop2 i gamf igamfl  
 -----

i 1i	6i	3.60 i	16.69 i	14.49 i	0.10 i	206.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 2i	16i	6.50 i	17.03 i	14.78 i	0.26 i	208.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 3i	26i	8.50 i	17.76 i	15.43 i	0.40 i	202.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 4i	36i	11.20 i	18.92 i	16.46 i	0.55 i	192.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 5i	46i	12.90 i	20.15 i	17.55 i	0.61 i	177.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 6i	56i	14.90 i	21.27 i	18.56 i	0.69 i	164.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 7i	67i	15.80 i	22.01 i	19.25 i	0.71 i	151.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 8i	77i	17.10 i	22.10 i	19.36 i	0.78 i	151.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i

i 9i 87i17.90 i21.44 i18.82 i 0.86 i 148.i 188.i 250.i 1.00 i 1.00 i  
 i 10i 97i18.00 i19.99 i17.60 i 1.00 i 142.i 188.i 250.i 1.00 i 0.99 i  
 i 11i107i19.40 i17.47 i15.45 i 0.86 i 140.i 188.i 250.i 1.00 i 0.98 i  
 TOP1-nignj graniza temperaturnogo optimuma  
 TOP2-verxnj graniza temperaturnogo optimuma  
 ksifl-funkzij vlijnij temperatiri na fotosintez(ot.ed.)  
 Wop1-nignj graniza optimuma vlgnosti pochvi  
 Wop2-verxnj graniza optimuma vlgnosti pochvi  
 gamf-funkzij vlijnij vlag.n.pochvi na fotosintez(ot.ed.)

---

### POKAZATELI I FUNKZII VLIJNII

---

iper icyt i ksifl i gamfi Eakt/Epot i otwlagi Ftw1 i Ftw2 i

---

i 1 i 6 i	0.100 i 1.000i	0.831	i 1.000i	0.316i	0.316 i
i 2 i 16 i	0.265 i 1.000i	0.842	i 1.000i	0.514i	0.514 i
i 3 i 26 i	0.395 i 1.000i	0.843	i 1.000i	0.629i	0.629 i
i 4 i 36 i	0.546 i 1.000i	0.816	i 1.000i	0.739i	0.739 i
i 5 i 46 i	0.612 i 1.000i	0.775	i 1.000i	0.782i	0.782 i
i 6 i 56 i	0.690 i 1.000i	0.743	i 1.000i	0.831i	0.831 i
i 7 i 67 i	0.714 i 1.000i	0.724	i 1.000i	0.845i	0.845 i
i 8 i 77 i	0.782 i 1.000i	0.732	i 1.000i	0.885i	0.885 i
i 9 i 87 i	0.856 i 1.000i	0.747	i 1.000i	0.925i	0.925 i
i 10 i 97 i	0.998 i 1.000i	0.747	i 0.995i	0.996i	0.996 i
i 11 i 107 i	0.864 i 1.000i	0.746	i 0.992i	0.926i	0.925 i

otwlag=((eakt/epot)\*gamf\*gamf1)\*\*0.333

Ftw1-obobschen. funkz. vlijnij temperaturi i uvlagnenij

Ftw2- Ftw1 s uchetom smjgchenij nizkimi temperaturami

i ugestochenij visokimi temperaturami

---

### XARAKTERISTIKI POCHVENNOGO PLODORODIJ

---

idekicyti obnk i obpk i obkk i OBORG i AGRO iKOEf.kult.zem.iBall  
 plodorod

---

i 1i 6i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i 0.50 i
i 2i 16i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i 0.50 i
i 3i 26i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i 0.50 i
i 4i 36i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i 0.50 i
i 5i 46i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i 0.50 i

i 6i 56i	0.89	i 0.83	i 0.83	i 0.49	i 0.49	ii	0.80	i	0.50	i
i 7i 67i	0.89	i 0.83	i 0.83	i 0.49	i 0.49	ii	0.80	i	0.50	i
i 8i 77i	0.89	i 0.83	i 0.83	i 0.49	i 0.49	ii	0.80	i	0.50	i
i 9i 87i	0.89	i 0.83	i 0.83	i 0.49	i 0.49	ii	0.80	i	0.50	i
i 10i 97i	0.89	i 0.83	i 0.83	i 0.49	i 0.49	ii	0.80	i	0.50	i
i 11i107i	0.89	i 0.83	i 0.83	i 0.49	i 0.49	ii	0.80	i	0.50	i

obespechennost udobrenijmi:

obnk-azotnimi

obpk-fosfornimi

obkk-kaliynimi

oborg-organicheskimi

-----

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Розрахунок агрокліматичних умов формування урожаю озимої пшениці за  
кліматичним сценарієм RCP4.5

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

AGROKLIMATICHESKAJ MODEL  
OZIMAJ PSCHENIZA  
(UKRAINA )

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

WXODNAJ INFORMAZIJ

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

Jitomir rcp4-5

12 4 25 1 1.56

Zapasi vlagi v sloe pochvi 0-100 sm (mm):

206.000 208.000 202.000 192.000 177.000 164.000 151.000 151.000  
148.000

142.000 140.000 140.000

Sredn. za dekadu tempsratura vozduxa (grad. C):

1.1 4.0 7.2 9.2 11.0 13.5 14.1 15.4 16.4 17.7 18.3 19.2

Sredn. za dekadu chislo chasov solnechn.sijnij:

4.9 4.9 6.2 8.0 8.3 9.0 8.9 9.5 9.3 9.4 9.7 8.7

Summa osadkov za dekadu (mm):

11.0 13.0 13.0 14.0 17.0 20.0 27.0 22.0 30.0 28.0 18.0 20.0

Chislo dnevy v raschetnoy deкаде :

6 10 10 10 10 10 11 10 10 10 10 10

Norma vegetazionnogo poliva (mm):

0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000  
0.000 0.000 0.000

Sredn. za dekadu defizit vlagnosti vozduxa (mb):

2.000 3.000 4.000 5.000 5.000 5.000 5.000 5.000 5.000 6.000  
7.000 8.000 7.000

Koeffizient vlagopotrebnosi (dolj ot naim.vlagoem.):

0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750  
0.750 0.750 0.750

-----  
MASSIV "INF" - parametri modeli :

250.000000 5.000000 470.000000 0.750000 930.000000 0.180000  
 3.000000  
 0.400000 45.000000 0.800000 3.000000 28.000000 0.140000  
 3.000000  
 5.000000 206.000000 1.000000

-----  
 M A S S I V " U D O B R " - vnesenie udobreniy :  
 90.000000 120.000000 40.000000 60.000000 40.000000 60.000000  
 30.000000  
 10.000000 0.000000 0.500000

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

### R E S U L T A T R A S C H E T O V

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

### P R I R O S T Y R O G A J (gramm(sux.m.)/metr\*2)

-----  
 idekicyti PY i MBY i DBY i YPR i  
 -----

i 1i 6i	562.146i	177.766i	88.883i	31.248i
i 2i 16i	932.805i	294.979i	147.489i	51.851i
i 3i 26i	1019.216i	571.191i	285.596i	100.404i
i 4i 36i	1172.487i	775.124i	387.562i	136.251i
i 5i 46i	1242.168i	900.754i	450.377i	158.334i
i 6i 56i	1365.009i	1092.217i	546.108i	191.989i
i 7i 67i	1563.813i	1249.438i	624.719i	219.626i
i 8i 77i	1524.493i	1267.023i	633.512i	222.717i
i 9i 87i	1516.663i	1307.718i	653.859i	229.870i
i 10i 97i	1492.502i	1367.898i	683.949i	240.449i
i 11i107i	1430.678i	1420.776i	710.388i	249.743i
i 12i117i	1202.204i	1122.593i	561.297i	197.329i

-----

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

### S U M M A R N I E X A R A K T E R I S T I K I

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

ball pochvennogo plodorodij ( OTN.ED.)= 0.500





afl-ontogeneticheskej krivaj fotosinteza(otn.edinizi):  
 taudn-prodolgitelnost svetlogo vremeni sutok(chasi):  
 q - summarnaj radiacij za sutki(kal/((sm\*2)\*sutki)):  
 IntFAR-intensivnost FAR(kal/((sm\*2)\* minutu)):  
 ts-srednj za dekadu temperatura vozduxa:  
 ts1-srednj effektivnaj temperatura za dekadu:  
 ts2-summa effektivnix temperatur:

-----  
 X A R A K T E R I S T I K I    W O D N O G O  
 R E G I M A   P O C H V I  
 =====

-----  
 ipericyti os i filti eakt i epot i w0 i Wm0 i  
 -----

i 1i	6i	11.0i	0.0i	4.9i	5.8i	212.1i	206.0 i
i 2i	16i	13.0i	0.0i	12.4i	14.6i	212.7i	208.0 i
i 3i	26i	13.0i	0.0i	16.5i	19.5i	209.2i	202.0 i
i 4i	36i	14.0i	0.0i	20.1i	24.4i	203.1i	192.0 i
i 5i	46i	17.0i	0.0i	19.7i	24.4i	200.5i	177.0 i
i 6i	56i	20.0i	0.0i	19.6i	24.4i	200.9i	164.0 i
i 7i	67i	27.0i	0.0i	21.8i	26.8i	206.1i	151.0 i
i 8i	77i	22.0i	0.0i	20.2i	24.4i	207.9i	151.0 i
i 9i	87i	30.0i	0.0i	24.6i	29.2i	213.2i	148.0 i
i 10i	97i	28.0i	0.0i	29.0i	34.1i	212.2i	142.0 i
i 11i	107i	18.0i	0.0i	32.0i	39.0i	198.2i	140.0 i
i 12i	117i	20.0i	0.0i	26.6i	34.1i	191.6i	140.0 i

eakt-summarnoe isparenje za dekadu(mm):  
 epot-isparjemost za dekadu(mm):  
 w0-raschitannie zapasi vlagi v sloe 0-100sm (mm):  
 eakt/epot-otnoschenie isparenij k isparjemosti(otn.ed.)  
 -----

-----  
 O P T I M A L N I E   T E M P E R A T U R I   I   W L A G J N O S T   P O C H V I  
 -----

idekicyti ts i TOP1 i TOP2 iksifl i Wm0 i Wop1 i Wop2 i gamf igamfl  
 -----

i 1i	6i	1.10 i	16.69 i	14.49 i	0.10 i	206.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 2i	16i	4.00 i	16.69 i	14.49 i	0.10 i	208.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 3i	26i	7.20 i	17.18 i	14.91 i	0.31 i	202.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 4i	36i	9.20 i	18.04 i	15.68 i	0.44 i	192.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 5i	46i	11.00 i	19.13 i	16.64 i	0.53 i	177.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i

i 6i 56i13.50 i20.38 i17.76 i 0.64 i 164.i 188.i 250.i 1.00 i 1.00 i  
 i 7i 67i14.10 i21.43 i18.71 i 0.64 i 151.i 188.i 250.i 1.00 i 1.00 i  
 i 8i 77i15.40 i22.03 i19.26 i 0.69 i 151.i 188.i 250.i 1.00 i 1.00 i  
 i 9i 87i16.40 i22.10 i19.36 i 0.74 i 148.i 188.i 250.i 1.00 i 1.00 i  
 i 10i 97i17.70 i21.48 i18.85 i 0.84 i 142.i 188.i 250.i 1.00 i 0.99 i  
 i 11i107i18.30 i20.02 i17.62 i 0.99 i 140.i 188.i 250.i 1.00 i 0.98 i  
 i 12i117i19.20 i17.55 i15.51 i 0.88 i 140.i 188.i 250.i 1.00 i 0.98 i

TOP1-nignjj graniza temperaturnogo optimuma

TOP2-verxnjj graniza temperaturnogo optimuma

ksifl-funkzij vlijnij temperaturi na fotosintez(ot.ed.)

Wop1-nignjj graniza optimuma vlgnosti pochvi

Wop2-verxnjj graniza optimuma vlagnosti pochvi

gamf-funkzij vlijnij vlag.n.pochvi na fotosintez(ot.ed.)

---

### POKAZATELI I FUNKZII VLIJNIJ

---

iper icyt i ksifl i gamfi Eakt/Epot i otwlagi Ftw1 i Ftw2 i

---

i 1 i	6 i	0.100	i	1.000i	0.836	i	1.000i	0.316i	0.316	i
i 2 i	16 i	0.100	i	1.000i	0.850	i	1.000i	0.316i	0.316	i
i 3 i	26 i	0.314	i	1.000i	0.844	i	1.000i	0.560i	0.560	i
i 4 i	36 i	0.437	i	1.000i	0.825	i	1.000i	0.661i	0.661	i
i 5 i	46 i	0.526	i	1.000i	0.807	i	1.000i	0.725i	0.725	i
i 6 i	56 i	0.640	i	1.000i	0.803	i	1.000i	0.800i	0.800	i
i 7 i	67 i	0.638	i	1.000i	0.814	i	1.000i	0.799i	0.799	i
i 8 i	77 i	0.691	i	1.000i	0.828	i	1.000i	0.831i	0.831	i
i 9 i	87 i	0.743	i	1.000i	0.842	i	1.000i	0.862i	0.862	i
i 10 i	97 i	0.843	i	1.000i	0.851	i	0.995i	0.916i	0.917	i
i 11 i	107 i	0.994	i	1.000i	0.821	i	0.992i	0.993i	0.993	i
i 12 i	117 i	0.880	i	1.000i	0.780	i	0.992i	0.935i	0.934	i

otwlag=((eakt/epot)\*gamf\*gamf1)\*\*0.333

Ftw1-obobschen. funkz. vlijnij temperaturi i uvlagnenij

Ftw2- Ftw1 s uchetom smjgchenij nizkimi temperaturami  
 i ugestochenij visokimi temperaturami

---

### XARAKTERISTIKI POCHVENNOGO PLODORODIJ

---

idekicyti obnk i obpk i obkk i OBORG i AGRO iKOEf.kult.zem.iBall  
 plodorod

---

i 1i 6i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 2i 16i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 3i 26i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 4i 36i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 5i 46i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 6i 56i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 7i 67i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 8i 77i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 9i 87i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 10i 97i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 11i 107i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 12i 117i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i

obespechennost udobrenijmi:

obnk-azotnimi

obpk-fosfornimi

obkk-kaliynimi

oborg-organicheskimi

-----

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Розрахунки агрокліматичних умов формування урожаю озимої пшениці за  
сценарієм RCP8.5

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

AGROKLIMATICHESKAJ MODEL  
OZIMAJ PSCHENIZA  
(UKRAINA )

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

WXODNAJ INFORMAZIJ

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

Jitomir rcp8-5

12 4 25 1 1.56

Zapasi vlagi v sloe pochvi 0-100 sm (mm):

206.000 208.000 202.000 192.000 177.000 164.000 151.000 151.000  
148.000

142.000 140.000 140.000

Sredn. za dekadu tempsratura vozduxa (grad. C):

1.2 4.2 7.6 10.7 12.6 13.7 14.4 15.2 16.2 16.8 18.1 19.0

Sredn. za dekadu chislo chasov solnechn.sijnij:

4.9 4.9 6.2 8.0 8.3 9.0 8.9 9.5 9.3 9.4 9.7 8.7

Summa osadkov za dekadu (mm):

14.0 10.0 9.0 15.0 17.0 24.0 33.0 28.0 27.0 28.0 21.0 20.0

Chislo dnevy v raschetnoy deкаде :

6 10 10 10 10 11 10 10 10 10 10

Norma vegetazionnogo poliva (mm):

0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000  
0.000 0.000 0.000

Sredn. za dekadu defizit vlagnosti vozduxa (mb):

2.000 3.000 4.000 5.000 5.000 5.000 4.000 5.000 5.000  
5.000 7.000 7.000

Koeffizient vlagopotrebnosi (dolj ot naim.vlagoem.):

0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750  
0.750 0.750 0.750

-----  
MASSIV "INF" - parametri modeli :

250.000000 5.000000 470.000000 0.750000 930.000000 0.180000  
 3.000000  
 0.400000 45.000000 0.800000 3.000000 28.000000 0.140000  
 3.000000  
 5.000000 206.000000 1.000000

-----  
 M A S S I V " U D O B R " - vnesenie udobreniy :  
 90.000000 120.000000 40.000000 60.000000 40.000000 60.000000  
 30.000000  
 10.000000 0.000000 0.500000

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

### R E S U L T A T R A S C H E T O V

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

### P R I R O S T Y R O G A J (gramm(sux.m.)/metr\*2)

-----  
 idekicyti PY i MBY i DBY i YPR i  
 -----

i 1i 6i	562.146i	177.766i	88.883i	31.248i
i 2i 16i	932.805i	294.979i	147.489i	51.851i
i 3i 26i	1021.877i	597.528i	298.764i	105.033i
i 4i 36i	1188.148i	864.950i	432.475i	152.041i
i 5i 46i	1274.660i	995.433i	497.717i	174.977i
i 6i 56i	1401.482i	1117.923i	558.961i	196.508i
i 7i 67i	1593.476i	1280.175i	640.087i	225.029i
i 8i 77i	1537.677i	1264.565i	632.282i	222.285i
i 9i 87i	1513.165i	1298.429i	649.215i	228.237i
i 10i 97i	1475.607i	1319.021i	659.511i	231.857i
i 11i107i	1404.687i	1393.731i	696.865i	244.989i
i 12i117i	1171.901i	1090.419i	545.210i	191.673i

-----

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

### S U M M A R N I E X A R A K T E R I S T I K I

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

ball pochvennogo plodorodij ( OTN.ED.)= 0.500

pot.yrogai(vsj cyxaj massa(g/m-2) = 15077.629  
 METEOROL.vozm.yrogai(vsj cyxaj massa(g/m-2) = 11694.919  
 deistv.vozm.yrogai(vsj cyxaj massa(g/m-2) = 5847.459  
 yrogai v proizvodstve(vsj cyx mas(g/m-2) = 2055.727  
 PY ZERNA (14% VLAGI, zentner/ga) = 343.770  
 MVY ZERNA (14% VLAGI, zentner/ga) = 266.644  
 DVY ZERNA (14% VLAGI, zentner/ga) = 133.322  
 YRxoZ ZERNA (14% VLAGI,zent/ga) = 47.111  
 oz.stepeni blagoprijtn.klimat. uslowiy (CBY) = 0.776  
 oz.urovnj ispolzovaniy agroklim.resursov(co) = 0.176  
 oz.urovnj realizazii agroekopotenziala (cd) = 0.131  
 oz.KULTURI ZEML.(XOZ.ISP.METEO.POCHV.USL (Ca)= 0.352  
 summa FAR(kkal/sm\*2 za vegetazionniy period = 29.683  
 prodolgjitelnost vegetazionnogo perioda = 117.000  
 srednj temperatura za vegetazionniy period = 8.140  
 summa osadkov za vegetazionniy period = 246.000  
 funkcij vlijnij temperaturi na KxoZ = -1.126  
 KxoZ1 (dlj PY) za vegetazionniy period = 0.200  
 KxoZ2 (dlj MVY) za vegetazionniy period = 0.200  
 KxoZ3 (dlj DVY) za vegetazionniy period = 0.200  
 KxoZ4 (dlj YRxoZ) za vegetazionniy period = 0.200

## SOLNECHAJ RADIAZIJ I TEMPERATURA

i	1	6	0.75	12.01	416.40	0.301	1.20	0.00	0.00
i 2	16	0.75	12.02	414.58	0.299	4.20	0.00	0.00	
i 3	26	0.76	12.04	446.42	0.321	7.60	2.60	26.00	
i 4	36	0.80	12.05	494.47	0.356	10.70	5.70	83.00	
i 5	46	0.86	12.06	496.43	0.357	12.60	7.60	159.00	
i 6	56	0.91	12.07	511.59	0.367	13.70	8.70	246.00	
i 7	67	0.96	12.08	501.40	0.360	14.40	9.40	349.40	
i 8	77	0.99	12.08	515.91	0.370	15.20	10.20	451.40	
i 9	87	1.00	12.09	506.28	0.363	16.20	11.20	563.40	
i 10	97	0.97	12.09	508.90	0.365	16.80	11.80	681.40	
i 11	107	0.90	12.09	520.63	0.373	18.10	13.10	812.40	
i 12	117	0.79	12.08	491.76	0.353	19.00	14.00	952.40	

afl-ontogeneticheskaj krivaj fotosinteza(otn.edinizi):  
 taudn-prodolgitelnost svetlogo vremeni sutok(chasi):  
 q - summarnaj radiacij za sutki(kal/((sm\*2)\*sutki)):  
 IntFAR-intensivnost FAR(kal/((sm\*2)\* minutu)):  
 ts-srednjj za dekadu temperatura vozduxa:  
 ts1-srednjj effektivnaj temperatura za dekadu:  
 ts2-summa effektivnix temperatur:

-----  
 X A R A K T E R I S T I K I W O D N O G O  
 R E G I M A P O C H V I  
 =====

-----  
 ipericyti os i filti eakt i epoti w0 i Wm0 i  
 -----

i 1i 6i	14.0i	0.0i	4.9i	5.8i	215.1i	206.0 i
i 2i 16i	10.0i	0.0i	12.5i	14.6i	212.6i	208.0 i
i 3i 26i	9.0i	0.0i	16.3i	19.5i	205.3i	202.0 i
i 4i 36i	15.0i	0.0i	19.8i	24.4i	200.5i	192.0 i
i 5i 46i	17.0i	0.0i	19.4i	24.4i	198.1i	177.0 i
i 6i 56i	24.0i	0.0i	19.5i	24.4i	202.5i	164.0 i
i 7i 67i	33.0i	0.0i	18.0i	21.4i	217.5i	151.0 i
i 8i 77i	28.0i	0.0i	21.5i	24.4i	224.0i	151.0 i
i 9i 87i	27.0i	0.0i	22.1i	24.4i	228.9i	148.0 i
i 10i 97i	28.0i	0.0i	22.6i	24.4i	234.3i	142.0 i
i 11i107i	21.0i	0.0i	31.3i	34.1i	224.0i	140.0 i
i 12i117i	20.0i	0.0i	29.9i	34.1i	214.1i	140.0 i

eakt-summarnoe isparenje za dekadu(mm):  
 epot-isparjemost za dekadu(mm):  
 w0-raschitannie zapasi vlagi v sloe 0-100sm (mm):  
 eakt/epot-otnoschenie isparenij k isparjemosti(otn.ed.)

-----  
 O P T I M A L N I E T E M P E R A T U R I I W L A G J N O S T P O C H V I  
 -----

idekicyti ts i TOP1 i TOP2 iksifl i Wm0 i Wop1 i Wop2 i gamf igamfl  
 -----

i 1i 6i	1.20 i	16.69 i	14.49 i	0.10 i	206.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 2i 16i	4.20 i	16.69 i	14.49 i	0.10 i	208.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 3i 26i	7.60 i	17.26 i	14.99 i	0.34 i	202.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 4i 36i	10.70 i	18.40 i	16.00 i	0.53 i	192.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i
i 5i 46i	12.60 i	19.69 i	17.14 i	0.61 i	177.i	188.i	250.i	1.00 i	1.00 i



i 6i 56i13.70 i20.83 i18.16 i 0.64 i 164.i 188.i 250.i 1.00 i 1.00 i  
 i 7i 67i14.40 i21.72 i18.97 i 0.65 i 151.i 188.i 250.i 1.00 i 1.00 i  
 i 8i 77i15.20 i22.12 i19.35 i 0.68 i 151.i 188.i 250.i 1.00 i 1.00 i  
 i 9i 87i16.20 i22.00 i19.28 i 0.74 i 148.i 188.i 250.i 1.00 i 1.00 i  
 i 10i 97i16.80 i21.24 i18.66 i 0.80 i 142.i 188.i 250.i 1.00 i 0.99 i  
 i 11i107i18.10 i19.65 i17.30 i 0.99 i 140.i 188.i 250.i 1.00 i 0.98 i  
 i 12i117i19.00 i17.06 i15.09 i 0.87 i 140.i 188.i 250.i 1.00 i 0.98 i

TOP1-nignjj graniza temperaturnogo optimuma

TOP2-verxnjj graniza temperaturnogo optimuma

ksifl-funkzij vlijnij temperaturi na fotosintez(ot.ed.)

Wop1-nignjj graniza optimuma vlgnosti pochvi

Wop2-verxnjj graniza optimuma vlagnosti pochvi

gamf-funkzij vlijnij vlag.n.pochvi na fotosintez(ot.ed.)

---

### POKAZATELI I FUNKZII VLIJNIJ

---

iper icyt i ksifl i gamfi Eakt/Epot i otwlagi Ftw1 i Ftw2 i

---

i 1 i	6 i	0.100	i	1.000i	0.842	i	1.000i	0.316i	0.316	i
i 2 i	16 i	0.100	i	1.000i	0.855	i	1.000i	0.316i	0.316	i
i 3 i	26 i	0.342	i	1.000i	0.836	i	1.000i	0.585i	0.585	i
i 4 i	36 i	0.530	i	1.000i	0.812	i	1.000i	0.728i	0.728	i
i 5 i	46 i	0.610	i	1.000i	0.797	i	1.000i	0.781i	0.781	i
i 6 i	56 i	0.636	i	1.000i	0.801	i	1.000i	0.798i	0.798	i
i 7 i	67 i	0.645	i	1.000i	0.840	i	1.000i	0.803i	0.803	i
i 8 i	77 i	0.676	i	1.000i	0.883	i	1.000i	0.822i	0.822	i
i 9 i	87 i	0.736	i	1.000i	0.906	i	1.000i	0.858i	0.858	i
i 10 i	97 i	0.802	i	1.000i	0.926	i	0.995i	0.893i	0.894	i
i 11 i	107 i	0.992	i	1.000i	0.917	i	0.992i	0.992i	0.992	i
i 12 i	117 i	0.874	i	1.000i	0.876	i	0.992i	0.931i	0.930	i

otwlag=((eakt/epot)\*gamf\*gamfl)\*\*0.333

Ftw1-obobschen. funkz. vlijnij temperaturi i uvlagnenij

Ftw2- Ftw1 s uchetom smjgchenij nizkimi temperaturami  
 i ugestochenij visokimi temperaturami

---

### XARAKTERISTIKI POCHVENNOGO PLODORODIJ

---

idekicyti obnk i obpk i obkk i OBORG i AGRO iKOEf.kult.zem.iBall  
 plodorod

---

i 1i 6i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 2i 16i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 3i 26i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 4i 36i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 5i 46i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 6i 56i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 7i 67i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 8i 77i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 9i 87i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 10i 97i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 11i 107i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i
i 12i 117i	0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.49 i 0.49 ii	0.80	i	0.50	i

obespechennost udobrenijmi:

obnk-azotnimi

obpk-fosfornimi

obkk-kaliynimi

oborg-organichesкими

-----

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*