

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра агрометеорології та
агроекології

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **Вплив змін клімату на фотосинтетичну продуктивність
озимої пшениці на Півдні України**

Виконав студент 2 курсу групи МНЗ-2А з/ф
спеціальності 103 «Науки про Землю»,
(шифр і назва)

Освітня програма «Агрометеорологія»
(назва)

Зінченко Олександр Євгенович

(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 2018 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра агрометеорологія 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.
“ 29 ” жовтня 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Зінченко Олександр Євгеновичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вплив змін клімату на фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці на Півдні України
керівник роботи Польовий Анатолій Миколайович, д.геогр.н., професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від « 5 » жовтня 2018 року № 271 «С»
2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Агрокліматичні дані по Херсонській області за 1986 – 2005 рр.; 2. Кліматичні сценарії RCP4.5 та RCP8.5; 3. Програма динамічної моделі формування урожайності сільськогосподарських культур
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Вивчити фізико-географічні умови Херсонської області; 2. Описати агрокліматичні умови вегетації с.-х. культур; 3. Описати біологічні особливості озимої пшениці та її основні сорти; 4. Описати динамічну модель формування урожайності; 5. Оцінити коливання середньої обласної урожайності озимої пшениці; 6. Оцінити зміну агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці у зв'язку зі змінами клімату; 7. Оцінити зміну фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці в умовах зміни клімату
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Графіки динаміки урожайності та відхилень урожайності від тренду; 2. Графіки порівняння температури повітря та опадів, вологозабезпеченості, динаміки площі листя, чистої продуктивності фотосинтезу, приростів рослинної маси, загальної біомаси та маси колосу

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Немає		

7. Дата видачі завдання 29 жовтня 2018 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. Формування бази даних для виконання роботи. Вивчення фізико-географічні умови Херсонської області	29.10.2018 р.- 2.11.2018 р.	80	4 (добре)
2	Описати агрокліматичні умови вегетації с.-г. культур та біологічні особливості озимої пшениці та її основні сорти	3.11.2018р.- 5.11.2018 р.	80	4 (добре)
3	Описати динамічну модель формування урожайності	6.11.2018 р.- 10.11.2018 р.	80	4 (добре)
4	Оцінити коливання середньої обласної урожайності озимої пшениці	10.11.2018 р.- 18.11.2018 р.	80	4 (добре)
	Рубіжна атестація	19.11. 2018р- 24.11.2018 р.	80	4 (добре)
5	Оцінити зміну агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці та її фотосинтетичну продуктивність у зв'язку зі змінами клімату;	25.11.2018 - 30.11.2018 р	92	5(відмінно)
6	Опис отриманих результатів	1.12.2018 р.- 8.12.2018 р.	92	5(відмінно)
7	Підготовка паперової версії магістерської роботи	9.12.2018 р.- 10.12.2018 р.	92	5(відмінно)
8	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.	13.12.2018 р.	94	5(відмінно)
12	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту	-		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	90,0	

Студент Зінченко О.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи Польовий А.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Зінченко О.Є. «Вплив змін клімату на фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці на Півдні України»

Актуальність теми зумовлена тим, що в умовах зміни клімату важливим чинником підвищення ефективності сільського господарства України є науково обґрунтоване розміщення посівних площ сільськогосподарських культур з врахуванням кліматичних змін, адаптація рослинництва до цих змін, що дозволить найбільш ефективно використовувати природні ресурси в нових кліматичних умовах, добитися стійкого зростання величини і якості урожаю, підвищити віддачу сировинних, енергетичних і трудових ресурсів. Особливого значення набуває вирішення цього питання з тим, які відбуваються зараз зміни клімату на планеті, та тим що надають Україні можливість стати одним із найбільших виробників сільськогосподарської продукції.

Метою дослідження є вивчення впливу кліматичних змін на зміну агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці та впливу цих змін на фотосинтетичну продуктивність пшениці, формування її урожайності.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішувались наступні завдання:

1. Вивчити фізико-географічні умови Херсонської області;
2. Описати агрокліматичні умови вегетації с.-х. культур;
3. Описати біологічні особливості озимої пшениці та її основні сорти;
4. Описати динамічну модель формування урожайності;
5. Оцінити коливання середньої обласної урожайності озимої пшениці;
6. Оцінити зміну агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці у зв'язку зі змінами клімату;
7. Оцінити зміну фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці в умовах зміни клімату

Об'єкт дослідження – агрокліматичні умови формування урожайності озимої пшениці в умовах зміни клімату.

Предмет дослідження – оцінка впливу агрокліматичних умов на урожайність озимої пшениці в Херсонській області в умовах зміни клімату.

Методи дослідження – методи математичного моделювання продукційного процесу рослин, методи аналізу часових рядів.

Обсяг роботи – 72 сторінок, 16 рисунків, 4 таблиць. Магістерська робота містить 6 основних розділів, висновок, список використаної літератури.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: погодні умови, озима пшениця, технологія вирощування, урожай, агрокліматичні умови, базова модель, кліматичні зміни.

SUMMARY

Zinchnko A. Ev. "Influence of changes of climate on the photosynthetic productivity of winter wheat on South of Ukraine"

Actuality of theme is predefined by that in the conditions of change of climate the important factor of increase of efficiency of agriculture of Ukraine is the scientifically reasonable placing of sowing areas of agricultural cultures taking into account climatic changes, adaptation of plant-grower to these changes, that will allow most effectively to use natural resources in new climatic terms, to obtain the proof increase of size and quality of harvest, promote the return of, power and labour sources of raw materials. The special value is acquired by the decision of this question with that, which take place now changes of climate on a planet, and that give possibility to become one of most producers of agricultural produce to Ukraine.

A research *purpose* is a study of influence of climatic changes on the change of agroclimatic terms of growing of winter wheat and influence of these changes on the photosynthetic productivity of wheat, forming of her productivity.

For achievement of the put purpose it is necessary next tasks decided:

1. To learn the фізико-географічні terms of the Kherson region;
2. To describe the agroclimatic terms of vegetation of agricultures;
3. To describe the biological features of winter wheat and her basic sorts;
4. To describe dynamic model of forming of the productivity;
5. To estimate oscillation of the middle regional productivity of winter wheat;
6. To estimate the change of agroclimatic terms of growing of winter wheat in connection with the changes of climate;
7. To estimate the change of the photosynthetic productivity of winter wheat in the conditions of change of climate

A *research object* is agroclimatic terms of forming of the productivity of winter wheat in the conditions of change of climate.

The article of research is an estimation of influence of agroclimatic terms on the productivity of winter wheat in the Kherson region in the conditions of change of climate.

Research methods are methods of mathematical design of продукційного process of plants, methods of analysis of sentinel rows.

Volume of work – 72 pages, 16 figures, 4 tables. Master's degree work contains 6 basic divisions, conclusion, list of the used literature.

KEYWORDS: weather terms, winter wheat, technology of growing, harvest, agroclimatic terms, base model, climatic changes.

ЗМІСТ

ВСТУП.....		6
1	ПРИРОДНІ УМОВИ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	8
	1.1 Фізико-географічний опис території області.....	8
	1.2 Характеристика ґрунтового покриву та напрями землекористування.....	11
2	КЛІМАТИЧНІ ТА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	17
3	БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ.....	24
4	ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	31
	4.1 Визначення параметрів моделей сільськогосподарських культур стосовно конкретних ґрунтово-кліматичних зон.....	35
5	ОЦІНКА ДИНАМІКИ СЕРЕДНЬООБЛАСНОЇ УРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ У ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	46
6	ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЇВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ.....	52
	6.1 Оцінка зміни агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці в умовах зміни клімату.....	53
	6.2 Оцінка зміни фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці під впливом очікуваних змін клімату.....	55
ВИСНОВКИ.....		61
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....		62
ДОДАТОК.....		64

ВСТУП

За останніми даними, отриманими Міжурядовою групою Експертів зі зміни клімату, за умов ігнорування антропогенного підсилення парникового ефекту, до 2100 року очікується підвищення концентрації CO₂ на 90–250 % у порівнянні з до-індустріальними рівнями, значне підвищення концентрацій метану та N₂O, підвищення середньої температури повітря на 1,4–5,8 °C. За висновками провідних науковців це призведе до збільшення кількості посух в континентальних районах середніх широт та подій, пов'язаних з екстремальними опадами, підвищення рівня світового океану на 10–88 см, зменшення льодовиків, танення вічної мерзлоти. Більш тепла погода та довготривалі періоди спеки можуть змінити середовище проживання та цикл життєдіяльності паразитів і інших носіїв хвороб, а також зменшити кількість водних ресурсів для потреб гідроенергетики і зрошування [25, 26].

В умовах зміни клімату важливим чинником підвищення ефективності сільського господарства України є науково обґрунтоване розміщення посівних площ сільськогосподарських культур з врахуванням кліматичних змін, адаптація рослинництва до цих змін, що дозволить найбільш ефективно використовувати природні ресурси в нових кліматичних умовах, добитися стійкого зростання величини і якості урожаю, підвищити віддачу сировинних, енергетичних і трудових ресурсів [5, 14].

Матеріали світової статистики показують, що сьогодні зміна клімату на планеті співпадає з періодом наростання продовольчого дефіциту в світовій спільноті. Дві нові обставини посилюють і раніше існуючу проблему із забезпеченням населення продовольством. Перше, помітне підвищення рівня платоспроможного попиту на продукти в багатонаселених країнах – Китаї та Індії. Друге – розширення практики використання сільськогосподарських земель для виробництва біопалива. Ці дві важливі обставини в умовах скорочення світових запасів земельних угідь і невідновлюваних джерел

енергії при раціональному регулюванні посівних площ ріпаку та соняшника (яке сьогодні, нажаль, недостатньо регулюється) створюють для України можливість стати одним із найбільших виробників сільськогосподарської продукції. Це пов'язано з тим, що хоча основні площі орних земель України знаходяться в зонах нестійкого і недостатнього зволоження зміни клімату для рослинництва, особливо вирощування озимих культур та ранніх ярих культур, цілком можливо, скоріше позитивні, чим негативні.

Важливою ланкою проблеми зміни глобального клімату є оцінка зміни агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур [6, 20] та впливу цих змін на їхню продуктивність.

Основною метою дослідження є оцінка зміни агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці на Півдні України (на прикладі Херсонської області) у зв'язку зі змінами клімату.

Для оцінки змін кліматичних умов на період 2021 – 2050 рр. використано сценарій зміни клімату в Україні кліматичні сценарії RCP4.5 та RCP8.5. Кількісна оцінка впливу змін клімату на фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці в умовах Півдня України проведена за допомогою динамічної моделі формування урожаю А.М. Польового [10, 11].

1 ПРИРОДНІ УМОВИ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Фізико-географічний опис території області

Херсонська область знаходиться на півдні України в нижній течії р. Дніпро в межах Степової зони помірного географічного поясу Євразії. Із заходу на схід територія області простягається на 258 км, з півдня на північ на 180 км. Площа області – 28,6 тис. км² (восьме місце серед областей України). Херсонська область межує на заході з Миколаївською областю, на півночі – з Дніпропетровською, на північному сході – із Запорізькою, на півдні область омивається Чорним і Азовським морями та затокою Сиваш і межує з Автономною Республікою Крим [1, 2].

Рельєф області рівнинний, характерною особливістю його являються невеликі підвищення, які примикають до замкнутих понижень, – подам.

Річок і водоймищ в області мало. Найбільшими водними артеріями є ріки Дніпро і Інгулець.

Ґрунтовий покрив різноманітний. У північній частині переважають південні чорноземи на лесі, які на півдні переходять в каштанові в комплексі з солончаками, солонцями та солодями. На лівобережжі Дніпра і Дніпровського лиману знаходяться Алешковські піски [18].

Чагарникова і деревна рослинність зустрічається тільки на схилах річкових долин і балок, а також на заплавах річок.

Область характеризується розвиненою харчовою промисловістю і інтенсивним сільським господарством.

Клімат області посушливий з великими ресурсами тепла. Середня місячна температура повітря найтеплішого місяця (липня) досягає 22,5–23,5 °С, а найхолоднішого місяця (січня) від -3,0 до -4,0°С. Середня тривалість вегетаційного періоду змінюється від 215 днів (у північних

районах) до 230 днів (у південних). На території області, особливо в південній її частині, спостерігається часта повторюваність суховіїв [1, 2].

Середня багаторічна сума опадів за рік на півночі області складає 380 – 430 мм, на крайньому півдні – 310 мм. Сніговий покрив на території області зазвичай нестійкий.

У холодну пору року переважають північно-східні вітри, а в тепле – північно-західні. У прибережних районах влітку спостерігаються бризи – вітри, що дмуть вдень з моря на сушу, а вночі з суші на море [1, 2].

Геологічна будова [1, 2]. У геоструктурному відношенні територія області розташована на південній окраїні Східно-Європейської платформи. Кристалічний фундамент занурюється на глибину від 0,1 – 0,3 тис. м на півночі до 2 – 3,5 тис. м на півдні. На корі вивітрювання і гранітно-гнейсових породах фундаменту залягає шарувата теригенно-карбонатна товща відкладень Причорноморської западини. На півночі вона складається з палеогенових карбонатних та глинистих порід, які місцями відслонюються у річкових долинах, далі на південь під ними залягають карбонатні верхньо-крейдові і піщано-глинисті нижньо-крейдові відкладення. Верхній шар осадочного чохла складається з міоценових пісків та глин і пліоценових вапняків-черепашників Південно-Української монокліналі. Серед антропогенних найпоширенішими є породи лесової формації. Вони перекривають піщані алювіальні відкладення різновікових терас. Значну площу займають піски першої надзапальної тераси на лівобережжі Дніпра нижче Каховського водосховища.

Рельєф [1, 2]. Причорноморська низовина нахилена з півночі на південь, тому максимальні висоти на території Херсонщини знаходяться на півночі – 101 м у Верхньорогачицькому районі, мінімальні – на півдні на узбережжі морів – 0 м. Середній ухил поверхні області – 0,6 - 0,8 м/км. Вододіли, особливо на лівобережжі, являють собою рівнини, які характеризуються наявністю замкнених улоговин суфозійного походження – подів (Зелений, Чорна долина, Чапельський, Агайманський тощо). Глибина

подів досягає кількох метрів, а їх площа коливається від 3 до 160 км². Для річкових терас, в першу чергу в пониззі Дніпра, характерний специфічний дюнний ландшафт. Піски, що перевіваються вітром, утворюють досить високі горби (до 15 м) – «кучугури». У прирічкових смугах Інгульця та Дніпра, особливо на правобережжі, великі площі займає яружно-балочний рельєф.

Гідрографія [1, 2]. Враховуючи виключно низький коефіцієнт зволоження – 0,2 – 0,4, на території області не формується достатній поверхневий стік, який призводив би до виникнення річок, а тому всі постійні водотоки Херсонщини транзитні. Головними водними артеріями є річка Дніпро (198 км в межах області) та права притока – Інгулець (180 км в межах області). Крім них, є невеликі, пересихаючі або повністю зарегульовані ставками річки, які не мають постійного стоку впродовж року, або цей стік підтримується штучно за рахунок скидів води зі зрошувальних систем (Кам'янка – 57 км в межах області, Каланчак – 48 км, Вірьовчана – 29 км, Дурна – 30 км, Солонець – 10 км тощо). Деякі з пересихаючих річок впадають у подові низини, утворюючи таким чином унікальні для України невеликі області внутрішнього стоку [1, 2, 3, 17].

На території області знаходиться Каховське водосховище, яке введено в експлуатацію у 1958 році. Площа водосховища в межах області – 630 км², ємність – 19 км³. Специфічною, в значній мірі притаманною тільки Херсонщині, особливістю гідрографії є наявність великої кількості зрошувальних каналів різного порядку – від магістральних (Каховський, Краснознам'янський, Північно-Кримський тощо) до внутрігосподарських розподільчих. В межах області розташована велика кількість невеличких (до 20 км²) озер різного походження – лиманного, лагунного, стариць, просадних тощо, а також боліт у пониззі Дніпра.

Моря, що омивають Херсонщину (берегова смуга близько 772 км) – Чорне та Азовське, в межах прибережних акваторій створюють велику кількість мілководних заток із середніми глибинами менше 10 м

(Ягорлицька, Тендрівська, Джарилгацька, Каркінітська, Перекопська, Каланчацька, Сиваш) та лиманів (Дніпровсько-Бузький та Утлюцький тощо). Характерними для берегової смуги є піщано-черепашникові акумулятивні утворення – коси-острови. Найбільшими з них є Тендрівська (довжина близько 67 км), Джарилгацька (48 км), Арабатська Стрілка (110 км, в межах області – 53 км), Бірючий острів тощо.

1.2 Характеристика ґрунтового покриву та напрями землекористування

Ґрунти Херсонщини – важливий компонент її ландшафтів, який у значній мірі визначає спеціалізацію економіки області (табл. 1.1). Чорноземи займають північну та центральну частину області [1, 2, 18]. Найбільш родючі – звичайні чорноземи, їх малогумусні неглибокі відміни розташовані тільки на півночі Верхньорогачицького району. Для них характерний високий вміст гумусу в орному шарі – вище 4,5 %, добре розвинутий гумусовий профіль – 70 – 80 см.

Чорноземи південні малогумусні залягають на рівнинних слабодренованих широких вододілах та їх схилах у центральній частині області. Це досить однорідні за гранулометричним складом ґрунти, переважно важко- та середньосуглинкові. Глибина гумусового профілю змінюється в межах 45 – 64 см. Вміст гумусу в орному шарі складає 2,0 – 3,5 % і зменшується з півночі на південь [18].

На південь від чорноземів південних залягають другі за загальною площею ґрунти Херсонщини – темно-каштанові залишково слабо- та середньо-солонцюваті. Через значне поширення різних форм мікрорельєфу, в першу чергу, плоскодонних замкнутих западин – подів, темно-каштанові ґрунти зустрічаються в комплексі з іншими ґрунтами. За гранулометричним складом переважають важко – та легко – середньосуглинкові відміни. Каштанові ґрунти в комплексі із солонцями розповсюджені в приморській та присивашській зоні.

Дернові піщані ґрунти поширені на піщаних терасах Дніпра (Олешківські піски), на піщаних косах в Чорному та Азовському морях.

Таблиця 1.1 – Типи ґрунтів Херсонської області [1, 2]

Тип ґрунту	Загальна площа	
	тис. га	%
Чорноземи звичайні, переважно на лесовидних породах	14,2	0,7
Чорноземи південні на лесах	828,2	41,0
Чорноземи на щільних глинах	0,9	0,1
Чорноземи, переважно щебенюваті, на елювії карбонатних і окарбоначених порід	8,7	0,4
Чорноземні глинисто-піщані та супіщані ґрунти	1,5	0,1
Чорноземи залишково солонцюваті і осолоділі, переважно на лесових породах	152,8	7,6
Лучно-чорноземні ґрунти, переважно на лесових породах	17,9	0,9
Темно-каштанові ґрунти, переважно на лесових породах	582,9	28,9
Каштанові ґрунти, переважно на лесових породах	115,3	5,7
Лучно-каштанові ґрунти на різних породах	3,8	0,2
Лучні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладеннях	7,0	0,3
Лучно-болотні ґрунти на алювіальних та делювіальних відкладеннях	2,5	0,1
Болотні і торфо-болотні ґрунти на різних породах	1,3	0,1
Солонці і солончаки	62,1	3,1
Оглеєні ґрунти подів і западин	159,6	7,9
Дернові ґрунти	58,3	2,9
Разом	2017,0	100

Територія Херсонської області охоплює 2846,1 тис. га земель, частина з яких 1965,5 тис. га (69,0 %) – сільськогосподарські угіддя. З них 1777,70 тис. га площі займає рілля, розораність досить висока – 90,4 %. Біля 25 % малопродуктивних земель (еродовані схили, малопродуктивні землі, водоохоронні зони, засолені землі тощо) на даний час переводиться у природні та кормові угіддя.

Територіально Херсонська область знаходиться в межах двох кліматичних зон: Степової посушливої та Сухого Степу. За ґрунтовими та природно-кліматичними критеріями область умовно поділяється на сім основних природно-сільськогосподарських районів [1, 2]:

1. Бериславський природно-сільськогосподарський район охоплює Бериславський, Нововоронцовський Великоолександрівський, Високопільський, та частину Білозерського адміністративних районів, з загальною площею 447,8 тис. га, з яких 415,2 тис. га складають сільськогосподарські угіддя.

Поверхня переважної частини території рівнинна з невеликою кількістю подів, а прилегла до р. Дніпра та р. Інгульця – хвиляста з невеликими схилами. На прилягаючій до Каховського водосховища території особливо сильно розвинута яружно-балочна система.

Ґрунтовий покрив району складається в основному з чорнозему південного, який характеризується гумусовим профілем потужністю 53 –54 см і має вміст гумусу 3,4 – 4,2 %, важко- та середньосуглинковим механічним складом з переважанням крупнопилуватої фракції – це визначає схильність ґрунтів до процесів дефляції та ерозії. Фізичні та хімічні властивості ґрунтів характеризуються як задовільні.

В даному природно-сільськогосподарському районі площа подових ґрунтів займає біля 10 % ріллі. Ґрунти характеризуються досить потужним гумусовим профілем (60–70 см), містять біля 3,7–4,5 % гумусу. Глеєві горизонти подових ґрунтів відзначаються низькою водопроникністю, значною вологомісткістю при невеликому запасі доступної для рослин вологи. Ґрунтам притаманне короткострокове сезонне перезволоження, вони потребують регулювання водно-повітряного режиму.

2. Нижньосірогозький природно-сільськогосподарський район об'єднує Великолепетиський, Верхньорогачицький, Горностаївський, Нижньосірогозький, частину господарств Каховського та Іванівського адміністративних районів.

Площа сільськогосподарських угідь досягає 490,3 тис. га. Поверхня переважної частини району рівнинна з великою кількістю подів, а прилегла до Каховського водосховища – з розвиненою яружно-балковою системою.

Переважаючі ґрунти (більше 80 %) – високопродуктивні чорноземи південні солонцюваті, які знаходяться під впливом дефляції, тому вміст гумусу досягає 2,7 – 3,4 %.

Фізичні властивості ґрунту мають оптимальні параметри для росту і розвитку сільськогосподарських культур. Ґрунти потребують проведення протидефляційних заходів.

3. Білозерський природно-сільськогосподарський район включає господарства Білозерського району і райони міста Херсона. Загальна площа сільськогосподарських угідь складає 104,8 тис. га.

Переважна частина території району рівнинна, з великою кількістю подів. Територія, що прилягає до Дніпра та Інгульця має добре розвинену систему балок.

Ґрунтовий покрив району представлений темно-каштановими ґрунтами в комплексі з солонцями, які займають біля 70 % ріллі. Ґрунти характеризуються розвиненим гумусовим профілем потужністю 52–58 см, невеликою кількістю гумусу (1,9–2,7 %), середньо- і важкосуглинковим механічним складом, дефляційно небезпечні.

Хіміко-фізичні властивості ґрунтів – задовільні.

За рахунок зрошення водами Дніпровського лиману та Інгульця в ґрунтах відзначається вторинне осолонцювання, місцями спостерігається затоплення і підтоплення територій. Такі масиви потребують проведення меліоративних заходів. Подові землі займають 11,5 % ріллі.

Водно-фізичні властивості ґрунтів подібні аналогічним ґрунтам попередніх природно-господарських районів.

4. Цюрупинський природно-сільськогосподарський район знаходиться на піщаних аренах борової тераси Дніпра з міжаренними просторами і об'єднує господарства Голопристанського, Цюрупинського, Каховського

районів та м. Нова Каховка. Площа сільськогосподарських угідь складає 47,3 тис. га.

У ґрунтовому покриві [18] переважають чорноземи осолоділі переважно супіщаного механічного складу. Вони характеризуються невеликим гумусовим шаром (0,96 %), потужним ґрунтовим профілем, низькою поглинальною здатністю, слабкою оструктуреністю, високою водопроникністю, малою вологоємністю, а також низькою забезпеченістю поживними речовинами. Ґрунти в значній мірі знаходяться під впливом дефляції і потребують проведення відповідних заходів збереження.

Тепловий режим досить сприятливий для вирощування овочів, фруктів та зернових культур, дозрівання яких відбувається на 2–3 тижні раніше ніж на суглинкових ґрунтах.

5. Скадовський природно-сільськогосподарський район охоплює територію Скадовського району, частину господарств Голопристанського, Цюрупинського, Каховського районів і відноситься до тераси дельти Дніпра. Площа сільськогосподарських угідь досягає 272, 2 тис. га.

Ґрунтовий покрив району представлений здебільшого темно-каштановими ґрунтами та їх комплексами з солонцями.

Ґрунти характеризуються легким механічним складом, слабкою гумусованістю (0,83-1,7 %), добре розвиненим гумусовим профілем зі слабкою структурою, що характеризується значною водопроникністю на слабо солонцюватих ґрунтах і дуже низькою – на сильно солонцюватих ґрунтах та солонцях. Це, в свою чергу, викликає технологічні ускладнення при поливах.

На зрошуваних ґрунтах відзначається наявність вторинних осолонцюваних ґрунтів, подекуди – засолення та підтоплення, що зумовлює інтенсивний винос поживних речовин погіршення фізичних властивостей ґрунту. Інтенсивне навантаження на ґрунт, при проведенні механічних обробітків, обумовлює його переущільнення – утворення в орному та

підорному горизонті щільних прошарків, які значно погіршують водопроникність ґрунту.

Ґрунти подів займають біля 9 % ріллі, характеризуються легким механічним складом, невисоким вмістом гумусу (2,0–2,5 %), слабкою структурністю. Фізичні властивості ґрунтів задовільні.

6. Чаплинський природно-сільськогосподарський район. До його складу входять Чаплинський, Каланчацький і декілька господарств Новотроїцького району. Загальна площа сільськогосподарських угідь складає 236,7 тис. га.

Поверхня рівнинна з сильно розвинутим мезо- і мікрорельєфом, покрита численними подами. Ґрунтовий покрив представлений темно-каштановими ґрунтами і їхніми комплексами з солонцями, які характеризуються гумусовим профілем потужністю 40–48 см, значною солонцюватістю невеликим вмістом гумусу (2,8–3,0 %), слабкою структурністю орного шару.

Ґрунти подів займають 7,4 % ріллі. Характерна їх особливість є розвинений гумусовий профіль з високим вмістом гумусу (2,75–3,35 %).

Фізичні властивості ґрунтів – задовільні.

7. Генічеський природно-сільськогосподарський район охоплює територію Генічеського, Новотроїцького та частину господарств Іванівського району. Площа сільськогосподарських угідь – 349,5 тис. га.

Характеристика ґрунтів району аналогічна до Чаплинського природно-сільськогосподарського району. Землі, які зрошуються на протязі багатьох років мінералізованими артезіанськими водами, вторинно-осолонцьовані, засолені і потребують меліоративного покращення [9].

2 КЛІМАТИЧНІ ТА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Клімат Херсонської області помірно-континентальний із порівняно м'якою зимою та жарким тривалим літом. Середня температура повітря за рік по області становить 9,8 – 10,8 °С. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус 0,8 – 2,2 °С, середня температура липня (найтеплішого місяця) – 22,9-23,9 °С [1, 2].

Найнижча температура повітря по області відмічалася у січні 1997 року (М Асканія-Нова) і становила 26,0 °С морозу. За весь період спостережень абсолютний мінімум температури повітря зафіксований у січні 1950 року (М Нижні Сірогози) та в лютому 1954 року (М Асканія-Нова) і становив 30,9 °С морозу. Абсолютний максимум зафіксований у липні 2002 року і становив 40,5 °С тепла (М Херсон) [1, 2].

Зимовий період на Херсонщині триває 62–77 днів з 6–4 грудня до 14–22 лютого, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0 °С у бік потепління та починається весна.

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5 °С і вище) триває 229–237 днів, починається в середньому по області 20–25 березня і закінчується 9–14 листопада. Сума позитивних температур повітря вище 5 °С за цей період змінюється від 3635 °С на сході до 3770 °С у центрі області, у приморських районах – від 3810 °С до 3860 °С [1, 2].

Період активної вегетації с.-г. культур (із середніми добовими температурами повітря 10 °С і вище) триває 183–189 днів, змінюючись в окремі роки від 162 до 219 днів, у приморських районах – від 148 до 154 днів, починається 13–17 квітня і закінчується 15–20 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 10 °С за цей період змінюється від 3285 °С на півночі до 3415 °С в центрі області, в приморських районах – від 3455 °С до

3495 °С. В окремі роки ця сума коливається від 2850 °С до 3685 °С, у приморських районах – від 3105 °С до 3745 °С [1, 2].

Літній період (із середніми добовими температурами повітря 15 °С і вище), триває в області 132–142 дні – з 11–17 травня до 24–30 вересня. Сума позитивних температур повітря вище 15 °С за цей період змінюється від 2585 °С на півночі до 2735 °С в центрі області, в приморських районах – 2800 °С – 2830 °С [1, 2].

Середня кількість опадів по області за рік становить 444 мм, змінюючись по території від 368 мм до 503 мм. Кількість опадів по роках змінюється від 239 мм до 969 мм. Близько 65 % від річної кількості опадів випадає в теплий період року.

Херсонська область – найбільш засушлива область України. Переважна кількість опадів випадає в літній період у вигляді злив. Сніговий покрив нестійкий і утримується кілька десятків днів, а в прибережній частині області ще менше – близько 15 днів [1, 2].

Клімату Херсонщини притаманні суховії – сильні вітри (зі швидкістю більше 5 м/с) при низькій вологості повітря (менше 30 %) та високих температурах повітря (вище 25 °С). Вони негативно впливають на розвиток сільськогосподарських культур, що призводить до істотного зниження їх урожайності. У вегетаційний період на території області (крім приморських районів) спостерігається від 15 до 33 днів із суховіями різної інтенсивності. Впродовж вегетаційного періоду 1986 року відмічалось 52 дні із суховієм.

Серед інших несприятливих для с.-г. культур явищ погоди на території області у вегетаційний період спостерігається град, дуже сильний дощ, зливи, сильний вітер та пилові бурі.

Суворя атмосферна засуха, яка часто поєднується із ґрунтовою в період активної вегетації с.-г. культур (ГТК менше 0,7), має ймовірність 90 % на більшій частині території області [1, 2].

Відносна вологість повітря у теплий період року (квітень – жовтень) по області коливається від 59 % влітку до 80 % весною та восени, а кількість днів

із відносною вологістю повітря 30 % та менше за цей період становить 27–51 день, у приморських районах – 4–5 днів.

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації с.-г. культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта) територію Херсонської області поділено на два агрокліматичних райони (високого рівня теплозабезпечення посушливого та високого рівня теплозабезпечення дуже посушливого) [1, 2].

Перші осінні заморозки в повітрі спостерігаються в третій декаді вересня, у приморських районах – в другій декаді жовтня, останні весняні – у першій декаді травня, у приморських районах – у другій декаді квітня.

Найпізніший весняний заморозок у повітрі зафіксовано 25 травня 1990 року, а на ґрунті – 29 травня 1997 року.

Найбільш ранній осінній заморозок у повітрі спостерігався 22 вересня 1993 року, у приморських районах – 14 жовтня 1992 року, а на ґрунті – 14 вересня 1989 року, у приморських районах – 29 вересня 1986 року.

Середня тривалість беззаморозкового періоду по області в повітрі становить 170–191 днів, у приморських та прибережних районах – 204–216 днів, на поверхні ґрунту – 153–166 днів, у приморських та прибережних районах – 182–189 днів.

Сніговий покрив залягає протягом січня. Загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму коливається по області від 20 до 53 днів. Середня висота снігу за зиму – 3–4 см, тоді як максимальна висота в окремі роки досягає 21–44 см. В останні десятиріччя досить часто спостерігаються роки без сталого снігового покриву або взагалі безсніжні зими.

Середня глибина промерзання ґрунту по області за зиму коливається від 19 см до 29 см. Максимальне промерзання 100 см спостерігалось у 1987 р.

Середня із мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см по області за зиму, залежно від типу ґрунту, становить мінус 1,7–2,9 °С. Найнижча температура ґрунту на глибині 3 см спостерігалася в 1994 р. і становила мінус 16,0 °С.

Узимку спостерігаються відлиги, кількість днів з якими за період грудень – лютий по області коливається від 58 до 67. Відлиги, які тривають більше ніж 5 днів поспіль, зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин.

Після тривалих відлиг за наявності снігового покриву існує значна ймовірність його руйнування, що сприяє утворенню льодяної кірки на полях. Небезпечна для посівів льодяна кірка товщиною 10 мм і більше та тривалістю залягання три декади і більше спостерігається в 10 % років (один раз за 10 років).

Для чіткішого уявлення про агрокліматичні ресурси Херсонської області її територія розділена на агрокліматичні райони, які розрізняються за наявністю тепло- і вологоресурсів за теплий період року [1, 2].

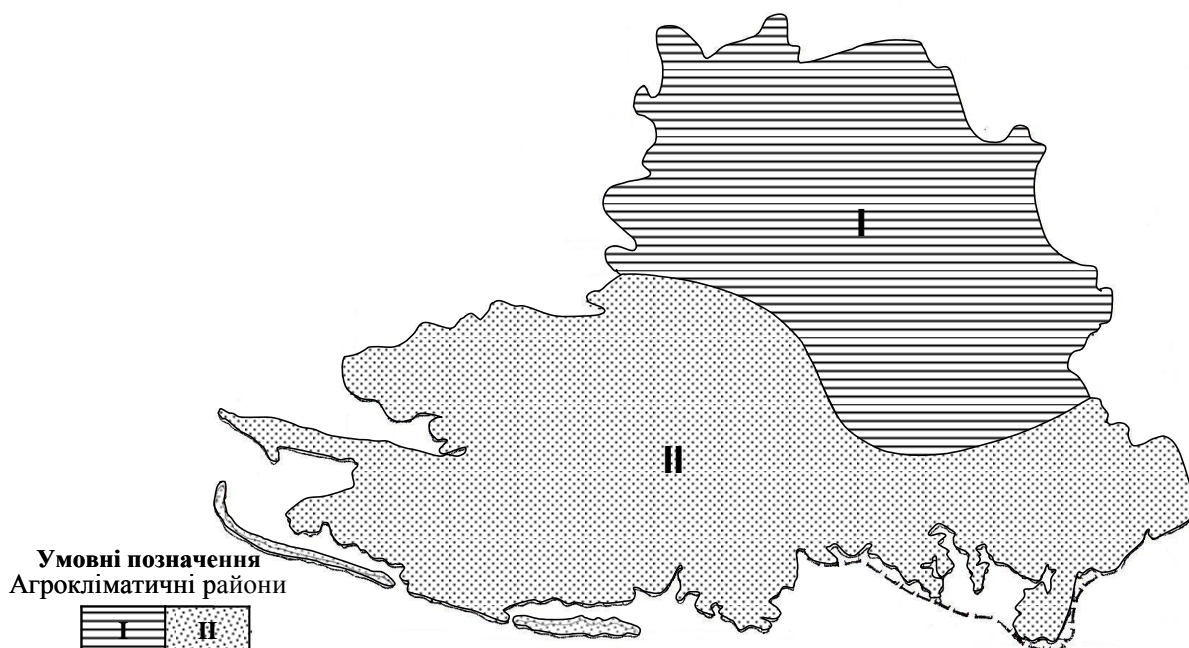
В основу районування покладені такі елементи за активний вегетаційний період: суми позитивних середніх добових температур повітря за період вище 10°C, кількість опадів за цей же період і гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК), який характеризує міру зволоження території також за цей період.

Відповідно до вказаного, територію Херсонської області поділено на два агрокліматичні райони (рис 2.1):

1. Перший агрокліматичний район (північний) дуже теплий, посушливий
2. Другий агрокліматичний район (південний) помірно жаркий, дуже посушливий.

Перший агрокліматичний район (північний) дуже теплий, посушливий. характеризується наступними показниками: суми температур вище 10 °C складають 3300 – 3400 °C, кількість опадів за цей же період 290 – 320 мм, гідротермічний коефіцієнт дорівнює 0,9–1,0. Річна сума опадів 380–450 мм.

Середня тривалість безморозного періоду складає 175 – 180 днів, а вегетаційного 215 – 225 днів.



Агрокліматичні райони та підрайони	Показники агрокліматичних ресурсів за період активної вегетації сільськогосподарських культур		
	гідротермічний коефіцієнт (ГТК)	Сума позитивних температур повітря вище 10 °С	Кількість опадів, мм
I. Високого рівня теплозабезпечення, Дуже теплий, Посушливий	0,9 – 1,0	3300 – 3400	290 – 320
II. Високого рівня теплозабезпечення, Помірно жаркий, дуже посушливий	0,7 – 0,8	3450 – 3550	260 – 290

Рисунок 2.1 – Агрокліматичне районування території області: I – дуже теплий, посушливий; II – помірно жаркий, дуже посушливий [1, 2].

Весняні заморозки припиняються в середньому в третій декаді квітня, але в окремі роки найбільш пізні заморозки спостерігаються в третій декаді травня. Осінні заморозки настають в середньому в другій декаді жовтня, а

самі ранні – в кінці вересня. Суховії спостерігаються щорічно, а дуже інтенсивні – приблизно в 40 % років.

Другий агрокліматичний район (південний) помірно жаркий, дуже посушливий. В цьому агрокліматичному районі суми температур вище 10 °С складають 3450 – 3550 °С, кількість опадів за цей же період досягає 250 – 290 мм, а за рік 350 – 420 мм. Гідротермічний коефіцієнт дорівнює 0,7–0,8, на крайньому півдні області до – 0,6. Середня тривалість безморозного періоду складає 180 – 200 днів, а вегетаційного періоду 225 – 230 днів.



Рисунок 2.2 – Карта-схема розташування адміністративних районів і гідрометеорологічних станцій Херсонської області.

Весняні заморозки припиняються в середньому в другій декаді квітня, а в окремі роки вони спостерігаються в третій декаді травня. Осінні заморозки настають в середньому в третій декаді жовтня, найбільш ранні – в третій

декаді вересня. Суховії спостерігаються щорічно, а дуже інтенсивні відзначаються в 40 – 60 % років, а в прибережних районах в 20 % років [1, 2].

Крім цього виділили адміністративні райони, які відносяться до цих агрокліматичних районів (рис. 2.2). До першого агрокліматичного району входять такі адміністративні райони області: Високопольський, Велико-Олександрівський, Ново-Воронцовський, Верхнє-Рогачинський, Велико-Лепетихський, Калінінський, Береславський, Горностаєвський, Нижнє-Сірогозський, Каховський, Іванівський .

До другого агрокліматичного району входять наступні адміністративні райони: Білозерський, Херсонський, Цюрупинський, Ново-Маячковський, Голопристанський, Скадовський, Каланчакський, Чаплинський, Ново-Троїцький, Сивашський і Генічеський.

3 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

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 [1, 7].

Основне призначення озимої пшениці – забезпечення людей хлібом і хлібобулочними виробами. Цінність пшеничного хліба визначається сприятливим хімічним складом зерна. Серед зернових культур пшеничне зерно найбагатше на білки [7, 8].

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. Особливо якісний хліб та хлібобулочні вироби одержують із борошна сортів сильних пшениць, які належать до виду м'якої пшениці [7, 8].

За державним стандартом, зерно таких пшениць, які за класифікацією належать до вищого, першого та другого класів, містить відповідно 36, 32 і не менше 28% сирої 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.) [7].

Хліб з борошна сильних пшениць є не тільки джерелом харчування, а й своєрідним каталізатором, який поліпшує процеси травлення та підвищує засвоєння інших продуктів харчування. Сильні пшениці належать до поліпшувачів слабких пшениць. Борошно сильних пшениць при домішуванні (25 – 30 %) до борошна слабких пшениць поліпшує його хлібопекарські властивості, завдяки чому хліб випікається високооб'ємним, пористим і якісним.

В Україні поширені також сорти озимої твердої пшениці. Порівняно з м'якими пшеницями їх зерно багатше на білок (16 – 18 %). Проте вони утворюють коротку й тугу клейковину (другої групи), яка для хлібопечення менш придатна: хліб з такого борошна формується низького об'єму, швидко черствіє. Борошно твердих пшениць є незамінною сировиною для макаронної промисловості. Їх клейковина дає змогу виготовляти макарони, вермішель, які добре зберігають форму при варінні, не ослизнюються і мають приємний лимонно-жовтий або янтарний колір. Тверді пшениці використовують для виробництва особливого сорту борошна – крупчатки та виготовлення вищої якості манної крупи [7].

У тваринництві широко використовують багаті на білок (14%) пшеничні висівки, які особливо ціняться при годівлі молодняка. Озиму пшеницю висівають у зеленому конвеєрі в чистому вигляді або в суміші з озимою викою. Тваринництво при цьому забезпечується вітамінними зеленими кормами рано навесні, услід за житом. Для годівлі тварин певне значення має солома, 100 кг якої прирівнюється до 20 – 22 корм. од. і містить 0,6 кг перетравного протеїну та полови, особливо безостих сортів пшениці, 100 кг якої оцінюється 40,5 корм. од. із вмістом 1,5 кг перетравного протеїну.

Озима пшениця, яку вирощують за сучасною інтенсивною технологією, є добрим попередником для інших культур сівозміни і в цьому полягає її агротехнічне значення [3].

Вимоги до температури. Озима пшениця належить до холодостійких культур. Насіння її здатне проростати при температурі посівного шару ґрунту всього 1 – 2 °С, проте за такої температури сходи з'являються із запізненням і недружно. Найбільш інтенсивно ґрунт поглинає воду, яка потрібна для набухання і проростання насіння, при прогріванні ґрунту до 12 – 20 °С. За такої температури і достатній вологості ґрунту (близько 15 мм продуктивної вологи у посівному шарі) сходи з'являються вже на 5 – 6-й день. Більш висока температура (понад 25 °С) не сприятлива для проростання, бо може стати причиною сильного ураження сходів хворобами, особливою іржею, а

при температурі 40 °С, коли відносна вологість повітря сягає 30 % і нижче, насіння, яке проросло, гине через інтенсивне випаровування вологи, а те, яке набухло, втрачає схожість внаслідок дихання, витрат поживних речовин і ураження пліснявою [4, 8, 13].

Найсприятливішим для сівби пшениці є календарний строк із середньодобовою температурою повітря 14 – 17 °С [23]. Більшість сортів озимої пшениці, районованих в Україні, відносно стійкі проти понижених температур в осінній, зимовий та ранньовесняний періоди. При доброму загартуванні восени вони витримують зниження температури на глибині вузла кушення до 15 – 18 °С морозу, а деякі з них (Миронівська 808) – навіть до мінус 19 – 20 °С. Найвищою холодостійкістю озима пшениця відзначається на початку зими, коли вузли кушення містять максимум захисних речовин – сахарів. Навесні, внаслідок зимового виснаження, вона часто гине при морозах усього близько 10 °С. Особливо знижується її холодостійкість при різких коливаннях температури, коли вдень повітря прогрівається до 8 – 12 °С, а вночі, навпаки, знижується до мінус 8 – 10 °С [13, 22].

Високою морозо- і зимостійкістю відзначається пшениця, яка утворює восени 2 – 4 пагони і нагромаджує у вузлах кушення до 33 – 35 % сахарів на суху речовину, що досягається при тривалості осінньої вегетації рослин 45 – 50 днів з сумою температур близько 520 – 670 °С. Перерослі рослини, які утворили восени 5 – 6 пагонів, втрачають стійкість проти низьких температур, часто гинуть або сильно зріджуються, і площі доводиться пересівати або підсівати інші культури [13, 22].

Озима пшениця добре витримує високі температури влітку. Короткочасні суховії з підвищенням температури до 35 – 40 °С не завдають їй великої шкоди, особливо при достатній вологості ґрунту. Цим відзначаються переважно сорти південного походження, наприклад, Одеська 51, Безоста 1 та ін. Протягом вегетації сприятливою середньою температурою є 16 – 20 °С із зниженням у період кушіння до 10 – 12 °С та

підвищенням при трубкуванні до 20 – 22 °С, цвітінні та наливанні зерна – до 25 – 30 °С. Для розвитку сильної кореневої системи кращою температурою ґрунту є від 10 до 20 °С [13, 22].

Вимоги до вологи [13, 22] Озима пшениця потребує достатньої кількості вологи протягом усієї вегетації. Як правило, високий урожай її спостерігається при весняних запасах вологи у метровому шарі ґрунту до 200 мм, а на період колосіння – не менше 80 – 100 мм при постійній вологості ґрунту 70 – 80 % НВ. Вологість, більша за 80 % НВ, несприятлива для пшениці, бо погіршується газообмін кореневої системи через нестачу повітря в ґрунті.

Транспіраційний коефіцієнт у пшениці становить 400 – 500, у сприятливі за вологою роки він знижується до 300, у посушливі – підвищується до 600 – 700. Особливо високим він буває у період сходи – початок кушіння (800 – 1000), найменшим – наприкінці вегетації (150 – 200). Більш економно витрачають вологу рослини, достатньо забезпечені поживними речовинами.

Протягом вегетації пшениця поглинає вологу нерівномірно. Найбільше вона потрібна рослинам у період трубкування, особливо за 15 днів до виколошування з тривалістю близько 20 днів, коли рослина інтенсивно росте і в неї формуються колоски, квітки. Нестача вологи в цей час зумовлює значне зниження врожаю внаслідок меншої кількості зерен у колосі та меншої маси 1000 зерен. В умовах Степу і Південного Лісостепу велике значення має вологість посівного шару на час сівби пшениці. Значні запаси її у ґрунті необхідні з самого початку бубнявіння насіння, яке у м'якої пшениці відбувається при поглинанні 50 – 55 % води від сухої маси насіння, а в твердої – на 5–15 % більше. Тому дружні сходи з'являються лише при наявності в посівному шарі 10 – 15 мм продуктивної вологи, а процес кушіння – при вологості орного шару 0 – 20 см не менше 20 – 30 мм. При достатньому забезпеченні рослин вологою вони нормально кушаться,

формують добре розвинену вторинну кореневу систему, стають більш зимоста морозостійкими.

Про високу потребу озимої пшениці у волозі свідчать витрати нею води при формуванні урожаю, які становлять за вегетацію, залежно від зони вирощування, в середньому 2500 – 4000 м³/га. Тому нагромадження і збереження ґрунтової вологи для пшениці, особливо в Степу, є одним з важливих факторів її високої продуктивності.

Вимоги до ґрунту [8, 13, 22]. За даними А. І. Носатовського [8], коренева система озимої пшениці на родючих ґрунтах здатна проникати на глибину до 2 м. Тому озимій пшениці найбільше відповідають ґрунти з глибоким гумусовим шаром та сприятливими фізичними властивостями, достатніми запасами доступних для неї поживних речовин і вологи з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6 – 7,5).

Коренева система пшениці найкраще розвивається на пухких ґрунтах, об'ємна маса яких становить 1,1 – 1,25 г/см³. При об'ємній масі 1,35 – 1,4 г/см³ ріст коріння пригнічується, а якщо вона перевищує 1,6 г/см³, корені не проникають у ґрунт або проникають лише по червоточинах та щілинах.

Надмірна пухкість ґрунту з об'ємною масою менше 1,1 г/см³ теж несприятлива для формування коріння, бо при наступному осіданні ґрунту можливе обривання коренів (що буває, наприклад, при запізній оранці). На таких ґрунтах багато втрачається води і верхній шар пересихає, що особливо небажано для посушливих районів.

Встановлено, що серед озимих культур озима пшениця – одна з найбільш вибагливих до ґрунтових умов вирощування. Найвища урожайність її спостерігається при вирощуванні на чорноземних ґрунтах, на півдні – також на каштанових і темно-каштанових. Малоприсадибними (особливо для сортів твердої пшениці) є кислі підзолисті та солонцюваті ґрунти, а також ґрунти, схильні до заболочування, торфовища. Проте за відповідної технології й на таких ґрунтах можна вирощувати до 40 ц/га і більше зерна пшениці.

За виносом поживних речовин з ґрунту озима пшениця є азотофільною рослиною: 1 ц зерна виносить у середньому з ґрунту азоту 3,75 кг, фосфору – 1,3 кг і калію – 2,3 кг. На початку вегетації особливо цінними для пшениці є фосфорно-калійні добрива, які сприяють кращому розвитку її кореневої системи і нагромадженню в рослинах цукрів, підвищенню їх морозостійкості. Азотні добрива більш цінні для рослин навесні і влітку – для підсилення росту, формування зерна і збільшення в ньому вмісту білка.

Вимоги до світла [4, 8, 13]. Озима пшениця належить до рослин довгого світлового дня. Вегетаційний період її, залежно від району вирощування та особливостей сорту, коливається від 240 – 260 до 320 днів. Для пшениці має велике значення також інтенсивність освітлення. При затіненні рослин у загущених посівах нижні стеблові міжвузля надмірно витягуються і пшениця вилягає.

Районовані сорти [7]. В Україні вирощуються переважно сорти, які належать до виду *м'яких пшениць*.

Серед них поширені:

- у степовій та лісостеповій зонах — сорти сильної пшениці: Альбатрос одеський, Донецька 46, Дончанка 3, Красуня одеська, Одеська 162, Одеська 267, Вікторія одеська, Ніконія, Куяльник, Вдала, Писанка, Антонівка, Косовиця, Отоман, Подяка, Бунчук, Заможність, Литанівка, Польовик, Годувальниця одеська, Епоха одеська, Жайвір, Істина одеська, Місія одеська, Служниця одеська, Голубка одеська, Журавка одеська, Княгиня Ольга, Ластівка одеська, Вихованка одеська, Ліра одеська, Федорівка, Херсонська остиста та ін.;

- у лісостеповій — сорти сильної пшениці: Альбатрос одеський, Донецька 46, Київська остиста, Коломак 3, Коломак 5, Одеська 162, Одеська 267, Спартанка, Тіра, Юна та ін.; цінної пшениці: Веселка, Вікторія одеська, Донецька 48, Збруч, Лютесценс 7, Миронівська 61, Миронівська остиста, Одеська 161, Поліська 90, Струмок, Українка одеська, Ювілейна 75 та ін.;

- у поліській зоні — сорти сильної пшениці: Коломак 3, Тіра; цінної пшениці: Ганна, Горбі, Донська напівкарликова, Лютесценс 7, Миронівська 61, Миронівська остиста, Одеська 161, Поліська 90, Українка одеська, Циганка.

Із районуваних сортів *твердої пшениці* поширені – у степовій і лісостеповій зонах Алий парус, Аргонавт, Перлина одеська, Золоте руно, Лагуна, Гардемарин, Бурштин, Континент, Таврида, Крейсер, Лінкор, Босфор, Гавань, Харківська 32.

З метою раціонального використання факторів урожайності у кожному господарстві слід вирощувати 2–3 районуваних сорти, які різняться між собою біологічними особливостями та господарськими ознаками.

4 ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Процес формування урожаю представляє складну сукупність багатьох фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається біологічними особливостями рослин, факторами навколишнього середовища, взаємозв'язком між самими процесами [10, 21].

Прикладні динамічні моделі продуктивності сільськогосподарських культур описують процеси фотосинтезу, дихання, росту і вміщують три біологічні блоки: фотосинтез, дихання, ріст, а також блок перетворення початкової агрометеорологічної інформації – агрометеорологічний [10, 15].

Блок-схема прикладної динамічної моделі формування урожаю сільськогосподарських культур [10, 15] наведена на рис. 4.1, а Програма моделі – в Додатку А. Більш детально розглянемо кожний блок моделі.

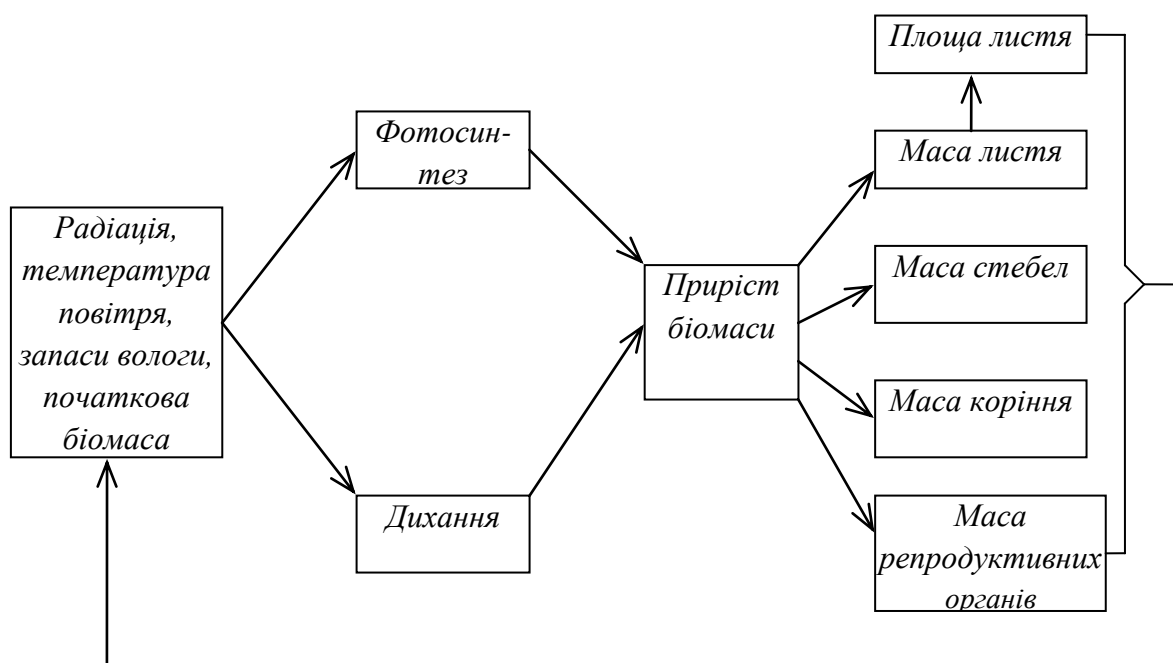


Рисунок 4.1 – Блок-схема прикладної динамічної моделі формування урожаю сільськогосподарських культур [15].

Блок фотосинтезу. Фотосинтез листя розраховується за формулою [10]

$$\Phi_0^j = k \cdot b \cdot I^j / k + b \cdot I^j, \quad (4.1)$$

де Φ_0^j – інтенсивність фотосинтезу при оптимальних умовах тепло- і вологозабезпеченості в реальних умовах освітленості, мг $\text{CO}_2/(\text{дм}^2 \text{ г})$;

k – інтенсивність фотосинтезу при світловому насиченні і нормальній концентрації CO_2 , мг $\text{CO}_2/(\text{дм}^2 \text{ г})$;

b – початковий нахил світлової кривої фотосинтезу, мг $\text{CO}_2/(\text{дм}^{-2} \text{ г}^{-1})/(\text{кал см}^{-2} \text{ хв}^{-1})$;

I – інтенсивність фотосинтетично-активної радіації (ФАР) всередині посіву, кал/ $(\text{см}^2 \text{ хв})$;

j – номер кроку розрахункового періоду.

В онтогенезі фотосинтетична активність листя визначається його віком і напруженістю водно-теплого режиму. Для розрахунку фотосинтезу в онтогенезі в реальних умовах навколишнього середовища, відмінних від біологічно-оптимальних, використовується вираз

$$\Phi_\tau^j = \Phi_0^j \cdot \alpha_\Phi^j \cdot \psi_\Phi^j \cdot \gamma_\Phi^j, \quad (4.2)$$

де Φ_τ – інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах навколишнього середовища, мг $\text{CO}_2/(\text{дм}^2 \text{ г})$;

α_Φ – онтогенетична крива фотосинтезу;

ψ_Φ , γ_Φ – функції впливу чинників навколишнього середовища (середньої за світлий час доби температури повітря та вологості ґрунту), що представляють собою одновершинні криві.

Функції α_{Φ} , ψ_{Φ} , γ_{Φ} , які входять в співвідношення (4.2), нормовані і змінюються від 0 до 1.

Сумарний фотосинтез посіву за світлий час доби можна розраховувати за формулою

$$\Phi^J = \varepsilon \cdot \Phi_{\tau}^J \cdot L^J \cdot \tau_a^J, \quad (4.3)$$

де Φ – денний фотосинтез посіву на одиницю площі, г/(м² д);

$\varepsilon = 0,68$ – коефіцієнт ефективності фотосинтезу;

L – площа листової поверхні, м²/м²;

τ_d – тривалість дня, год.

Блок дихання [10]. На відміну від процесу фотосинтезу спроможністю до дихального газообміну володіють всі органи рослини [5].

Витрати на дихання підрозділяються на дві складові:

1) дихання, пов'язане з підтримкою життєдіяльних структур рослинних тканин;

2) дихання, пов'язане з фотосинтезом та створенням нових структурних одиниць

$$R^J = \alpha_R^J (c_1 M^J + c_2 \Phi^J), \quad (4.4)$$

де R – витрати на дихання, г/м²;

α_R – онтогенетична крива дихання;

c_1 – коефіцієнт, що характеризує витрати на підтримку життєдіяльних структур рослинних тканин;

M – суха біомаса посіву, г/м²;

c_2 – коефіцієнт, який характеризує витрати, пов'язані з фотосинтезом та створенням нових морфологічних структурних одиниць.

Блок росту. Приріст біомаси посіву визначається різницею між сумарним фотосинтезом посіву і витратами на дихання рослин

$$\Delta M = \Phi^j - R^j, \quad (4.5)$$

Для опису росту окремих органів рослин використовуємо ростові рівняння у модифікованому вигляді, запропоновані Ю.К. Россом [16]:

$$m_i^{j+1} = m_i^j + (\beta_i^j \Delta M^j - v_i^j m_i^j), \quad (4.6)$$

$$m_p^{j+1} = m_p^j + \left(\beta_p^j \Delta M^j + \sum_i^{l,s,r} v_i^j m_i^j \right),$$

де m_i – загальна суха біомаса окремих $i \in l, s, r$ (l – листя, s – стебла, r – коріння, p – репродуктивні органи) органів, г/м²;

β_i – функція перерозподілу «свіжих», тільки що створених в процесі фотосинтезу асимілятів;

v_i – функція перерозподілу «старих» асимілятів, раніше запасених.

Ріст площі листя посіву визначається при позитивному прирості біомаси листя за формулою [10]

$$L^{j+1} = L^j + \Delta m_l (1/z). \quad (4.7)$$

де z – питома поверхнева площа листя, г/м².

При негативному прирості біомаси листя, для опису росту їхньої асимілюючої поверхні, застосуємо співвідношення виду [10]

$$L^{j+1} = L^j - \Delta m_l \cdot (1/z) \cdot (1/k_s), \quad (4.8)$$

де $k_s = 0,3$ – параметр, який характеризує критичний розмір зменшення живої біомаси листя, при якому починається її відмирання.

Агрометеорологічний блок. Поглинена посівом фотосинтетично-активна радіація розраховується за формулою [15]

$$I^j = I_0^j / (1 + cL), \quad (4.9)$$

де I_0 – інтенсивність ФАР на верхній межі посіву, кал/(см² хв);
 $c = 0,5$ – емпірична постійна.

Потік ФАР на верхню межу посіву визначається по формулі

$$I_0^j = 0,5Q^j / 60\tau_{\text{ä}}, \quad (4.10)$$

де Q – сумарна сонячна радіація, кал/(см² д).

Сумарна сонячна радіація розраховується за допомогою формули Сівкова [19]

$$Q^j = 12,66(S^j)^{1,31} + 315(\sin \cdot h_n^j)^{2,1}, \quad (4.11)$$

де S – тривалість сонячного сяйва, год.;

h_n – полуднева висота Сонця.

Середня за світлий час доби температура повітря [7] розраховується за формулою виду

$$T_{\text{ä}} = a_1 \cdot T_{\text{max}} + a_0, \quad (4.12)$$

де $T_{\text{д}}$ і T_{max} – середня денна і максимальна температури повітря, °С;

a_0 , a_1 – емпіричні коефіцієнти.

4.1 Визначення параметрів моделей сільськогосподарських культур стосовно конкретних ґрунтово-кліматичних зон

У відповідності з описаною структурою моделі її параметри поділяються на чотири групи [10, 15]:

1. Параметри для розрахунку інтенсивності фотосинтезу;
2. Параметри для розрахунку інтенсивності дихання;

3. Параметри для розрахунку динаміки біомаси окремих органів і всієї рослини, площі асимілюючої поверхні;

4. Параметри агрометеорологічного блоку, до якого входять значення коефіцієнтів рівнянь регресії для розрахунку середньої за світлу пору доби температури повітря.

Параметри блоку фотосинтезу [10, 15]. До групи параметрів блоку фотосинтезу входять параметри, які характеризують інтенсивність протікання процесу фотосинтезу під впливом факторів, що безпосередньо беруть участь у самому процесі, а також ті, що відображають умови здійснення процесу. Останні є функціями впливу факторів середовища на інтенсивність процесу фотосинтезу.

Цю групу складають параметри світлової кривої фотосинтезу k , b та ψ_{δ} , γ_{δ} – функції впливу температури повітря і вологості ґрунту на інтенсивність фотосинтезу.

Загальний вигляд світлової кривої фотосинтезу наведено на рис. 4.2.

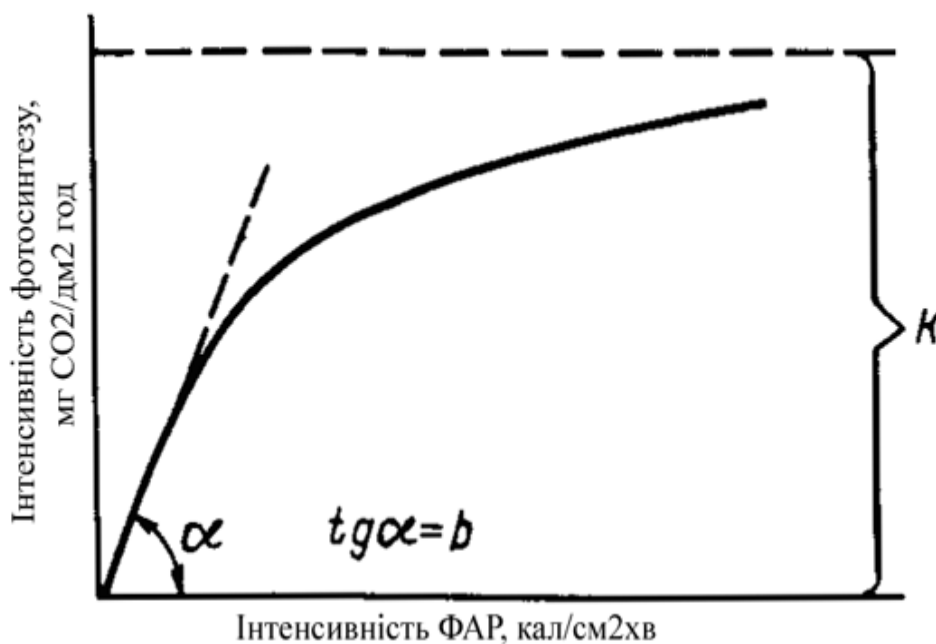


Рисунок 4.2 – Параметри світлової кривої фотосинтезу.

Параметр k характеризує плато світлової кривої, а параметр b – нахил світлової кривої фотосинтезу при незначних значеннях інтенсивності ФАР і визначається як тангенс кута нахилу світлової кривої.

Для озимого жита: $k = 15 \text{ мг CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год.})$;

$b = 555,6 \text{ мг CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год.}) / (\text{кал} / \text{см}^2 \cdot \text{хв})$.

Для озимої пшениці, ярого ячменю та вівса $k = 25 \text{ мг CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год.})$;

$b = 581,4 \text{ мг CO}_2 / (\text{дм}^2 \cdot \text{год.}) / (\text{кал} / \text{см}^2 \cdot \text{хв})$.

Врахування впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу проводиться через температурну криву фотосинтезу ψ_{ϕ} , яка будувалась по відношенню температури поточної доби до температури світлої пори доби, коли здійснюється фотосинтез (рис. 4.3).

Крайні та оптимальні середньодобові температури повітря для фотосинтезу отримані для різних культур: озимого жита – 20°C , озимої пшениці, ярого ячменю та вівса – 22°C .

Функції впливу вологості ґрунту на інтенсивність фотосинтезу визначені окремо для супіщаних та суглинистих ґрунтів (рис. 4.4).

Крім того, для розрахунку фотосинтезу використовується також параметр, який характеризує вплив зміни фізіологічного віку листя на інтенсивність фотосинтезу, – онтогенетична крива фотосинтезу α_{ϕ} , положення максимуму якої визначається темпами розвитку рослин на конкретній території.

Онтогенетична крива фотосинтезу – це одновершинна крива, яка описується виразом і наведена на рис. 4.5.

$$\alpha_{\phi}^j = l - a \left(\frac{TS_2 - \sum t_l^1}{10} \right)^2, \quad (4.13)$$

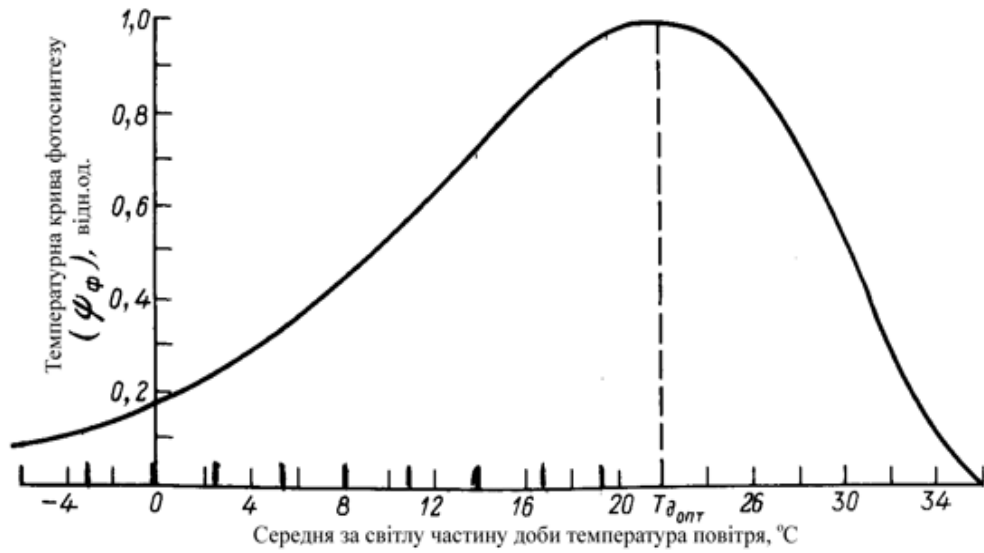


Рисунок 4.3 – Температурна крива озимої пшениці: $T_{д\text{ опт}}$ – оптимальна середня за світлий час доби температура повітря для фотосинтезу озимої пшениці.

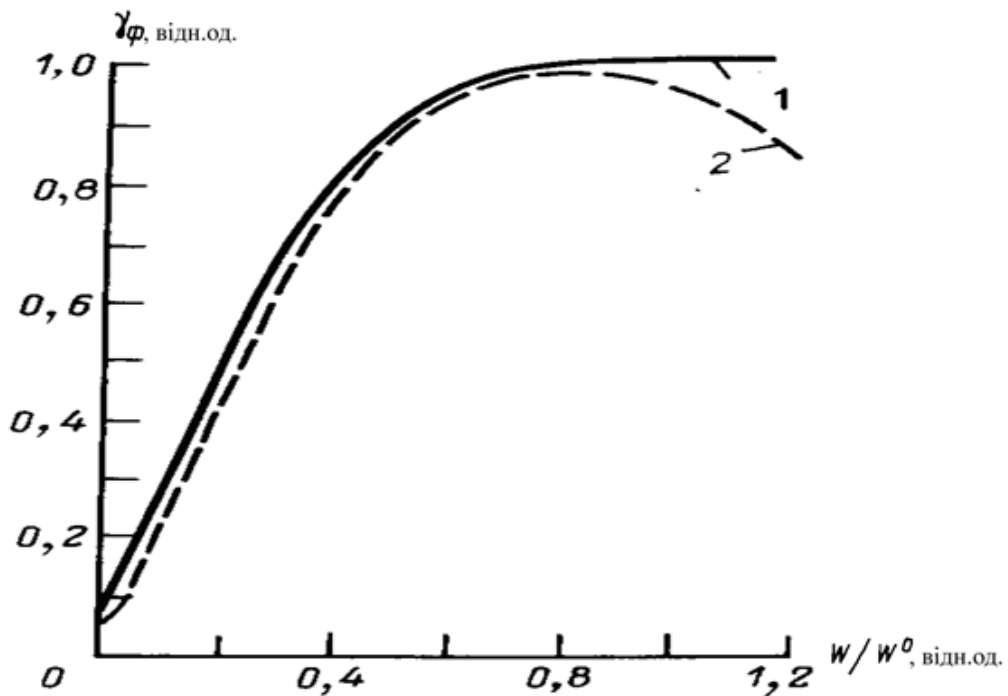


Рисунок 4.4 – Функція впливу вологості ґрунту на фотосинтез:

1 – супіщаний ґрунт; 2 – суглинковий ґрунт; W – запаси (мм) продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см; W^0 – найменша вологемісткість ґрунту в шарі ґрунту 0 – 50 см або найбільші запаси (мм) вологи у ґрунті в шарі ґрунту 0 – 50 см протягом трьох перших декад після відновлення вегетації (сходів).

в якому параметр a визначається за допомогою формули

$$a = \frac{-100l_n \cdot \alpha_{\phi}^j}{\sum t_l^1}, \quad (4.14)$$

де TS_2 – сума ефективних температур наростаючим підсумком;

$\sum t_l^1$ – сума ефективних температур, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу листя;

$\alpha_{\phi}^j=0,5$ – початкова інтенсивність фотосинтезу по відношенню до максимально можливої на початок вегетації при $TS_2=0$.

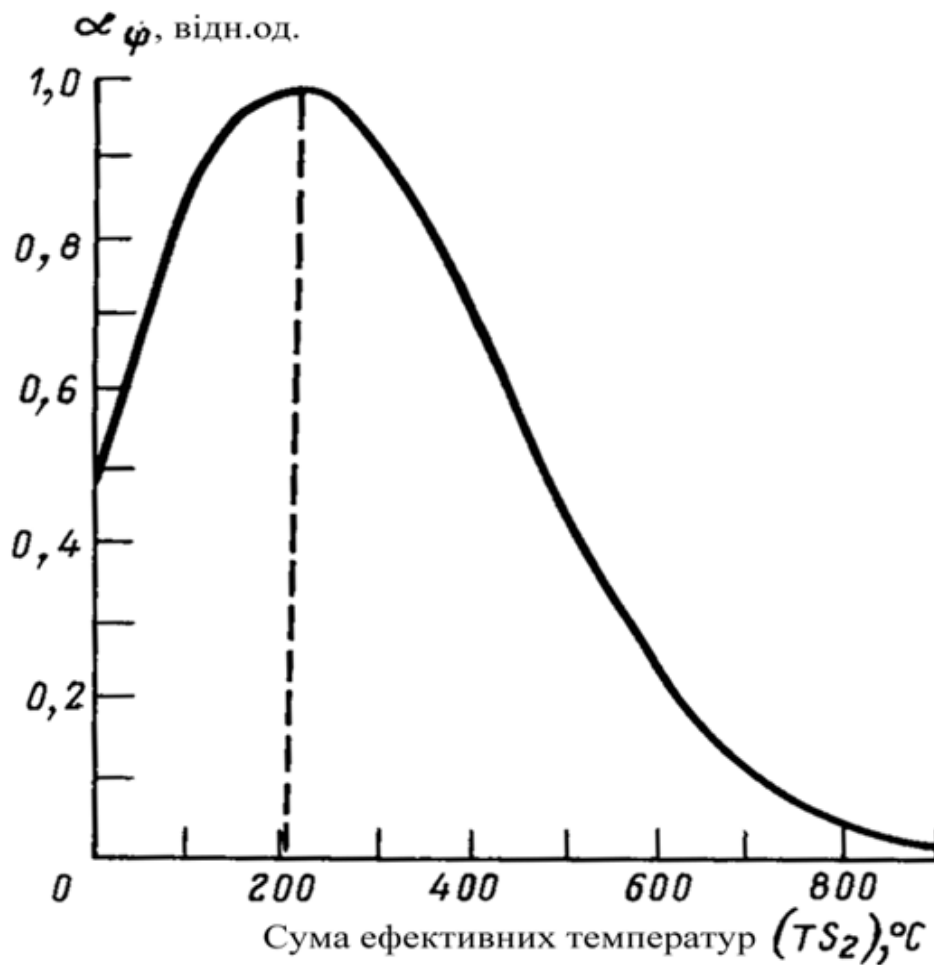


Рисунок 4.5 – Онтогенетична крива фотосинтезу.

Для визначення положення максимуму онтогенетичної кривої фотосинтезу будь-якої культури для конкретної території, тобто суми температур, що визначає це положення, необхідно за даними «Агрокліматичного довідника» розрахувати середні по області багаторічні дати відновлення вегетації (сходів) та воскової стиглості і визначити середню багаторічну суму ефективних температур вище 5 °С за цей період $\sum t_4$. Четверта частина цієї суми буде значенням $\sum t_l^1$.

Параметри блоку дихання [10, 15]. До цієї групи параметрів відноситься коефіцієнт витрат на підтримку структур $c_1 = 0,015$ та коефіцієнт витрат на конструктивне дихання $c_2 = 0,28$. Сюди також входить параметр, що характеризує вплив зміни віку органів на інтенсивність процесу дихання – онтогенетична крива дихання α_R , положення максимуму якої визначається темпами розвитку рослин на конкретній території.

Для визначення положення максимуму онтогенетичної кривої дихання, тобто суми температур, яка визначає це положення ($\sum t_l^3$), необхідно скористуватись сумою ефективних температур за період від відновлення вегетації (сходів) до воскової стиглості. Четверта частка цієї суми буде складати $\sum t_l^3$. Сума $\sum t_l^3$ дорівнює $\sum t_l^1$.

Параметри блоку росту [10, 15]. Головним блоком прикладних динамічних моделей формування урожаю є блок росту. Параметри цього блоку визначаються по кожній культурі для конкретної території. Ця група параметрів об'єднує функції періоду вегетативного росту β_i та функції періоду репродуктивного росту ν_i . У відповідності з роботами Х. Тоомінга [21] функції періоду вегетативного росту визначаються як

$$\beta_i = \frac{\Delta m_i}{\sum_i \Delta M_i}, \quad i \in l, s, r \quad (4.15)$$

та показують частку сумарного приросту всієї рослини, який приходить на i -й орган;

$$v_i = \frac{\Delta m_i}{m_i}, \quad i \in l, s, r \quad (4.16)$$

інші функції періоду репродуктивного росту показують відтік (перерозподіл) асимілятів із кожного вегетативного органа після закінчення його росту в репродуктивні органи.

Розрахунок функцій вегетативного і репродуктивного періодів у прикладних моделях формування урожаїв полягає в тому, що динаміка біомаси із кожного органа у відносних одиницях наводиться у вигляді сім'ї кривих (рис. 4.6), точки перегину яких $\sum t_i^2$, $i \in l, s, r, p$ збігаються з сумами температур, які дорівнюють половині всієї суми, необхідної для завершення росту кожного органа. Наведена на осі абсцис сума представляє собою суму температур, з якої починається ріст репродуктивних органів.

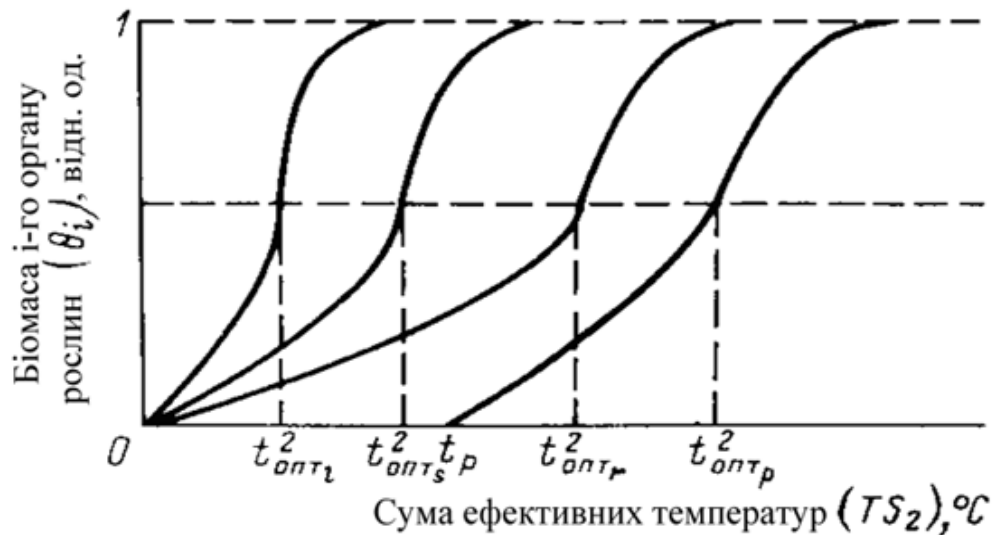


Рисунок 4.6 – Динаміка накопичення біомаси окремих органів рослини:

$\sum t_l^2, \sum t_s^2, \sum t_r^2, \sum t_p^2$ – суми температур, які дорівнюють половині суми температур, що необхідна для завершення росту відповідного органа рослини: l – листя; s – стебел; r – коренів; p – колосся; $\sum t_p$ – температура, з якої починається ріст колосся.

Якщо описати кожен криву рівнянням логістичної кривої, продиференціювати ці рівняння та помножити на коефіцієнт c_i , який характеризує частку органа в загальній біомасі під час дозрівання, то дістанемо такий вираз для визначення функцій періоду вегетативного росту:

$$\beta = \frac{\Delta\theta_i}{\sum_i \Delta\theta_i}, \quad i \in l, s, r, p, \quad (4.17)$$

в якому

$$\Delta\theta_i = \frac{4,6052 \cdot 10 \cdot \frac{2(\sum t_i^2 - TS_2^i)}{\sum t_i^2}}{\sum t_i^2 \left(1 + 10 \cdot \frac{2(\sum t_i^2 - TS_2^i)^2}{\sum t_i^2} \right)}, \quad i \in l, s, r, p, \quad (4.18)$$

де $\sum t_i^2$ – сума ефективних температур, яка дорівнює половині суми температур, необхідної для закінчення росту кожного органа;

c_i – коефіцієнт співвідношення різних органів в рослині на час дозрівання.

Загальний вигляд ростових функцій періоду вегетативного росту показано на рис. 4.7.

Перерозподіл «старих» асимілятів із листя, стебел та коріння у репродуктивні органи починається з моменту закінчення росту кожного з цих органів. Ростові функції періоду репродуктивного росту v_i для кожного вегетативного органа визначаються за виразом

$$v_i^j = \frac{0,3TS_1^j}{(2\sum t_p^2 - \sum t_p) - 2\sum t_i^2}, \quad i \in l, s, r, p, \quad (4.19)$$

де TS_1 – сума ефективних температур за будь-який інтервал часу (найчастіше за декаду).

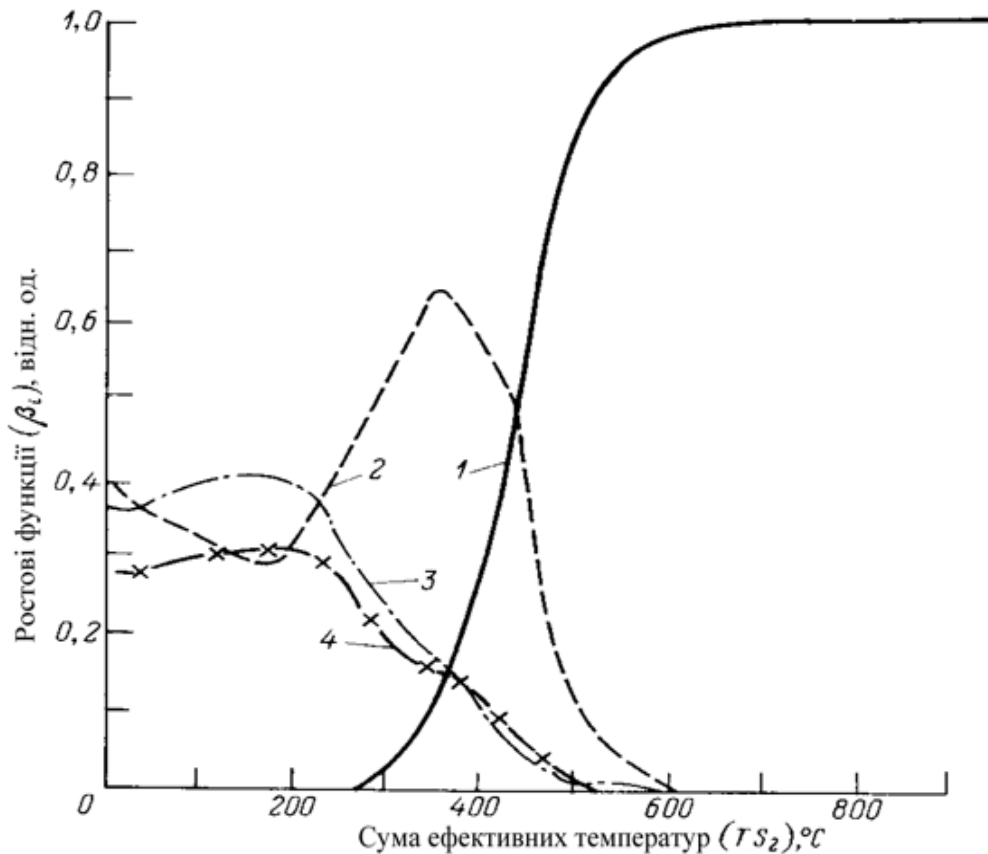


Рисунок 4.7 – Ростові функції періоду вегетативного росту озимої пшениці: 1 – репродуктивних органів (β_p); 2 – стебел (β_s); 3 – листя (β_l); 4 – корені (β_r).

Положення функцій періодів вегетативного та репродуктивного росту, що описують перерозподіл між органами рослин, визначається сумами температур, які необхідні для закінчення росту листя, стебел, коріння, початку росту колоса, настання воскової стиглості.

Для визначення цих сум необхідно розрахувати середні по області багаторічні дати настання фази виходу у трубку, появи нижнього вузла соломини, колосіння, цвітіння та підрахувати середні багаторічні суми ефективних температур вище $5\text{ }^\circ\text{C}$ за періоди: відновлення вегетації (сходи) – вихід у трубку Σt_1 ; відновлення вегетації (сходи) – колосіння Σt_2 ;

відновлення вегетації (сходи) – цвітіння Σt_3 . Тоді сума температур, яка визначає положення ростової функції будь-якого органа, тобто сума Σt_i^2 , буде становити для листя $(\Sigma t_l^2) - 1/2$ суми ефективних температур за період від відновлення вегетації до колосіння; стебел – $(\Sigma t_s^2) - 1/2$ суми ефективних температур за період від відновлення вегетації до цвітіння; коріння – (Σt_r^2) подібно до стебел. Сума Σt_r^2 дорівнює Σt_s^2 .

Необхідно визначити суму температур Σt_p , з якої починається ріст репродуктивного органа – колоса. Ця сума визначається як середня з двох сум: суми температур за період від відновлення вегетації (сходів) до виходу у трубку та суми температур за період від відновлення вегетації до колосіння

$$\Sigma t_p = \frac{\Sigma t_1 + \Sigma t_2}{2}. \quad (4.20)$$

Положення ростової функції колосу визначається сумою температур Σt_p^2 , яка визначається за допомогою виразу

$$\Sigma t_p^2 = \frac{\Sigma t_4 - \Sigma t_p}{2} + \Sigma t_p. \quad (4.21)$$

Числові значення коефіцієнта c_i для різних культур наведено нижче:

Культура	c_l	c_s	c_r	c_p
Озиме жито	0,22	0,42	0,13	0,23
Озима пшениця	0,25	0,36	0,11	0,28
Ярий ячмінь	0,23	0,33	0,11	0,33
Овес	0,23	0,33	0,15	0,29

Параметри агрометеорологічного блоку [10, 15]. Для здійснення розрахунків за моделлю необхідно розрахувати середню за декаду температуру повітря за світлу пору доби, яка визначається по середній максимальній за декаду температурі повітря за формулою

$$T_{\bar{a}} = a_1 \cdot T_{\max} + a_0. \quad (4.22)$$

Параметри цього виразу a_0 і a_1 окремо для кожного місяця вегетації визначені стосовно умов Нечорноземної зони і наводяться нижче:

	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень
a_0	-3,0	-1,365	-1,008	-1,081	0,559	-0,686
a_1	1,0	0,835	0,856	0,891	0,823	0,873

Різниця у добовому ході температури повітря не дозволяє без уточнення використовувати значення цих параметрів при розрахунках в інших ґрунтово-кліматичних умовах.

Для кожної кліматичної зони слід вибрати дві-три станції, дані спостережень яких надруковані у Метеорологічному щомісячнику. Для отримання стійких значень параметрів кожного місяця необхідно вибирати 3 – 4 роки з різними умовами термічного режиму (теплий, холодний та близький до норми).

Час сходу та заходу Сонця визначається за даними Довідника по клімату. За годинними спостереженнями розраховується середня за світлу пору доби температура повітря та виписується максимальна температура за день. Після цього визначається залежність середньої за день температури повітря від максимальної. Параметри a_0 і a_1 можуть бути визначені або з використанням методу найменших квадратів, або графічно після побудови графіка зв'язку T_g з $T_{\max} \cdot a_0$ – як відрізок, що відсікається на осі ординат T_g , a_1 – як тангенс кута нахилу прямої зв'язку T_g з T_{\max}

5 ОЦІНКА ДИНАМІКИ СЕРЕДНЬООБЛАСНОЇ УРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ У ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Прийнято [10] розглядати урожайність сільськогосподарських культур як такі, що містять в собі дві складових – тенденцію урожаю, обумовлену впливом підвищення агротехніки вирощування культури на фоні середніх кліматичних умов, та відхилення від тренду, які визначаються впливом погодних умов конкретних років.

Для оцінки динаміки урожайності озимої пшениці у Херсонській області за період 1999-2017 роки було отримано лінію тенденції урожаю за допомогою методу гармонійних зважень [24]. 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 є тимчасовий ряд урожайності.

$$y_t \quad (t = 1, 2, 3, \dots, n). \quad (5.1)$$

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

$$y_i(t) = a_i + b_i t \quad (i = 1, 2, \dots, n - k + 1), \quad (5.2)$$

де $k < n$ – кількість згладжуємих 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 і b рівняння (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 $\bar{y}_i(t)$ і визначаються за виразом

$$\bar{y}_i(t) = \frac{1}{g_i} \sum_{j=1}^{g_i} y_i(t) \quad (j = 1, 2, \dots, g_i), \quad (5.3)$$

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

$$\bar{y}_{t+1}(t) = y_t + \bar{\omega}_{t+1}, \quad (5.4)$$

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

Обчислюється середній розмір приростів по виразу

$$\bar{\omega}_{t+1} = \sum_{t=1}^{n-1} c_{t+1}^n \omega_{t+1}, \quad (5.5)$$

де ω_{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 по формулі

$$c_{t+1}^n = \frac{m_{t+1}}{n-1}, \quad (5.6)$$

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

$$m_2 = 1/(n-1), \quad (5.7)$$

а в наступний момент вага інформації m_3 буде визначатися як

$$m_3 = m_2 + 1/(n-2). \quad (5.8)$$

Таким чином, ряд зважувань визначається за рівнянням

$$m_{t+1} = m_t + 1/(n-t) \quad (t = 2, 3, \dots, n-1) \quad (5.9)$$

із початковою величиною, вираженою рівнянням (5.7).

Часовий ряд урожайності озимої пшениці у Херсонській області за період 1999 – 2017 рр. та тенденція урожайності, яка визначена за методом гармонійних зважень, приведено на рис. 5.1. Як видно з даних рис. 5.1, на початку цього періоду урожайність озимої пшениці у Херсонській області складала 21–22 ц/га, притому, що зберігалась досить невиразна тенденція зростання. За перше п'ятиріччя періоду (1996–2000 рр.) урожайність озимої пшениці у Херсонській області зросла до 21,4 ц/га. Надалі відбувалось поступове зростання, приріст тенденції за період 2001–2005 рр. складав 2,6 ц/га, що становить збільшення на 14 % урожайності озимої пшениці у Херсонській області порівняно з попереднім п'ятиріччям (табл. 5.1)

Таблиця 5.1 – Динаміка урожайності озимої пшениці у Херсонській області по п'ятиріччях

Показники	П'ятиріччя, роки			
	1996 – 2000	2001 – 2005	2006 – 2010	2011 – 2015
Середнє значення тренду, ц/га	21,4	24,0	25,9	28,5
Абсолютний приріст, ц/га		2,6	1,9	2,6
Відносний приріст, %		12	8	10

В період 2006–2010 рр. тенденція зростання урожайності озимої пшениці у Херсонській області дещо сповільнилась, на початок п'ятиріччя вона становила 24,3 ц/га, а на кінець періоду 25,9 ц/га. Величина абсолютного приросту становила (табл. 5.1) 1,9 ц/га, що становить 8 % відносного приросту. В подальшому (2011–2015 рр.) відбулося зростання тенденції урожайності озимої пшениці у Херсонській області. Для початку періоду вона становила 26,4 ц/га, тоді як на кінець п'ятиріччя її значення сягало 28,5 ц/га. При цьому урожайність озимої пшениці у Херсонській області в 2015, 2016 та 2017 роках зросла до 29,4–35,5 ц/га. Абсолютний приріст тенденції складав 2,6 ц/га, а відносний приріст сягнув 10 %.

В той же час слід відмітити коливання урожайності із року в рік, які викликані впливом погодних умов (рис. 5.2). Як показано на рис. 5.2, спостерігалось 12 позитивних і 7 негативних відхилень від лінії тренду урожайності озимої пшениці у Херсонській області. Особливо значним було викликане несприятливими умовами відхилення урожайності озимої пшениці у Херсонській області в 2003, 2007 та 2012 роках, коли від'ємні відхилення від тренду становили -15,7; -6,3; -9,8 °С. За період 1996-2016 роки спостерігалось 5 значних позитивних відхилень урожайності озимої пшениці у Херсонській області від тренду, які коливались від 6,5 до 8,4 ц/га. Це трапилось в 2001, 2004, 2008, 2011 та 2015 роках.

Таким чином, погодні умови досить суттєво впливають на мінливість урожаїв. В роботі [9] пропонується характеризувати кліматичну мінливість урожаїв величиною дисперсії σ_n^2 , яка розраховується за формулою

$$\sigma_i^2 = \sigma_{ia}^2 - \sigma_a^2, \quad (5.10)$$

де σ_{ia}^2 – загальна дисперсія урожаїв;

σ_a^2 – дисперсія урожаїв, виражена ростом культури землеробства.



Рисунок 5.1 – Урожай озимої пшениці та його тенденція у Херсонській області

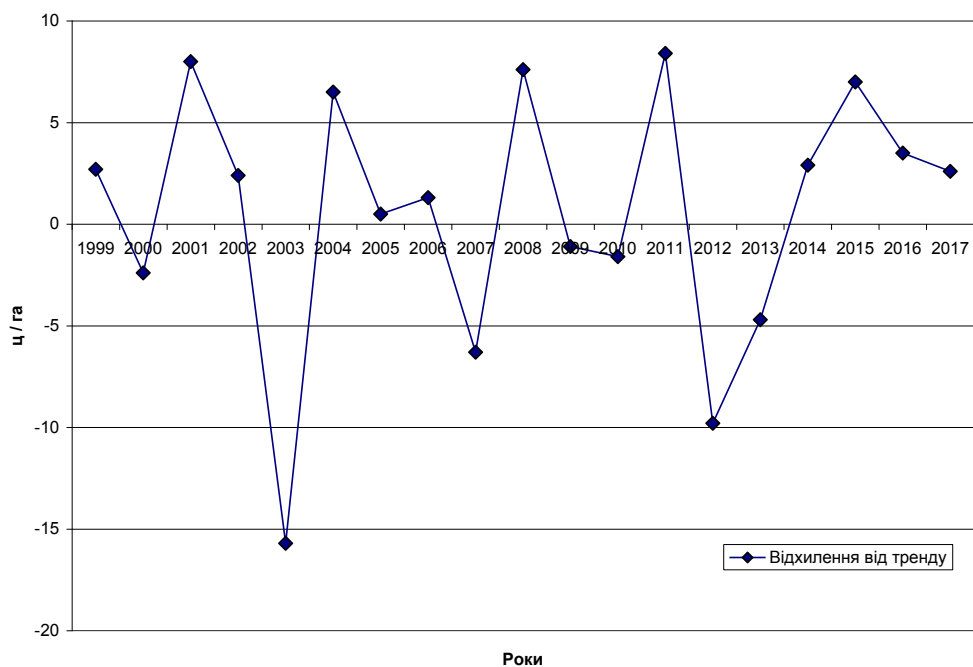


Рисунок 5.2 – Відхилення від тренду урожайності озимої пшениці у Херсонській області

Величини $\sigma_{\hat{a}}^2$ і σ_a^2 визначаються за такими формулами:

$$\sigma_{\hat{a}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}; \quad (5.11)$$

$$\sigma_a^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y} - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (5.12)$$

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

$$C_n = \frac{1}{\bar{y}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (\hat{y} - \bar{y})^2}{n-1}}. \quad (5.13)$$

Показник мінливості урожайності озимої пшениці становить 0,29, що свідчить, що Херсонська область відноситься до зони нестійких урожаїв озимої пшениці.

6 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЇВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Формування урожаю сільськогосподарських культур відбувається під впливом клімату. Він значною мірою визначає середній рівень урожайності, її міжрічну мінливість і просторову структуру.

При виконанні роботи для оцінки зміни фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці в умовах зміни клімату нами розглядалися такі варіанти:

- базовий період (1986 – 2005 рр.);
- кліматичні умови розрахункового періоду за кліматичним сценарієм RCP4.5 (2021 – 2050 рр.);
- кліматичні умови розрахункового періоду за кліматичним сценарієм RCP8.5 (2021 – 2050 рр.).

За теоретичну основу при виконання розрахунків та порівняння отриманих результатів для Херсонської області були використані розроблені проф. А.М. Польовим моделі продукційного процесу сільськогосподарських культур:

- модель формування продуктивності агроєкосистеми [11];
- результати розробки моделі фотосинтезу зеленого листа рослин при зміні концентрації CO₂ в атмосфері [12].

Розрахунки проводилися для Півдня України (на прикладі Херсонської області).

Вплив зміни клімату на формування продуктивності озимої пшениці розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів і гібридів сільськогосподарських культур в припущенні, що вони на даному етапі господарювання суттєво не зміняться.

6.1 Оцінка зміни агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці в умовах зміни клімату

В ході роботи нами була проведена порівняльна характеристика агрокліматичних умов вегетаційного періоду озимої пшениці.

Порівняння динаміки температур повітря за період вегетації озимої пшениці (рис. 6.3) показує, що за винятком трьох перших декад температура повітря за кліматичними сценаріями була дещо нижче від базового (1996–2005 рр.) періоду. Це пояснюється тим, що значне потепління почалось в кінці 80-х років і базовий період уже проходив в період суттєвих змін клімату. Дві перші декади вегетації температура повітря за кліматичним сценарієм RCP8.5 була на 1,0–1,5 °С вище, чим у базовий період. Потім вона наближалась до температури повітря базового періоду та була нижче її на 1,1–1,5 °С. В кінці вегетації озимої пшениці ця різниця згладилась.

Кількість опадів була нерівномірною за різними сценаріями (рис. 6.1).

В цілому сума опадів становила за базовий період 167 мм, тоді як за кліматичним сценарієм RCP4.5 вона складала 133 мм, а за кліматичним сценарієм RCP8.5 – 155 мм..

Таблиця 6.1 – Порівняльна оцінка агрокліматичних умов вегетаційного періоду озимої пшениці на Півдні України (на прикладі Херсонської області)

Період	Дата відновлення вегетації	Дата воскової стиглості	Тривалість періоду вегетації, дні	Сума опадів		Сумарне випаровування, мм	Випаровуваність, мм	Вологопотреба, мм	Вологозабезпеченість, %
				мм	% від клім. норми				
Середні багаторічні									
1996–2005	14.03	04.07	112	167	100	207	526	368	56,2
Кліматичний сценарій RCP4.5									
2021–2050	13.03	06.07	115	133	80	181	421	326	55,5
Кліматичний сценарій RCP8.5									
2021–2050	16.03	08.07	114	155	93	201	396	365	55,0

Для кліматичного сценарію RCP8.5 сума опадів була трохи меншою від базової величини. Слід відмітити, що в середині вегетаційного періоду досить часто спостерігались (рис. 6.1) декади, коли кількість опадів перевищувала базовий рівень.

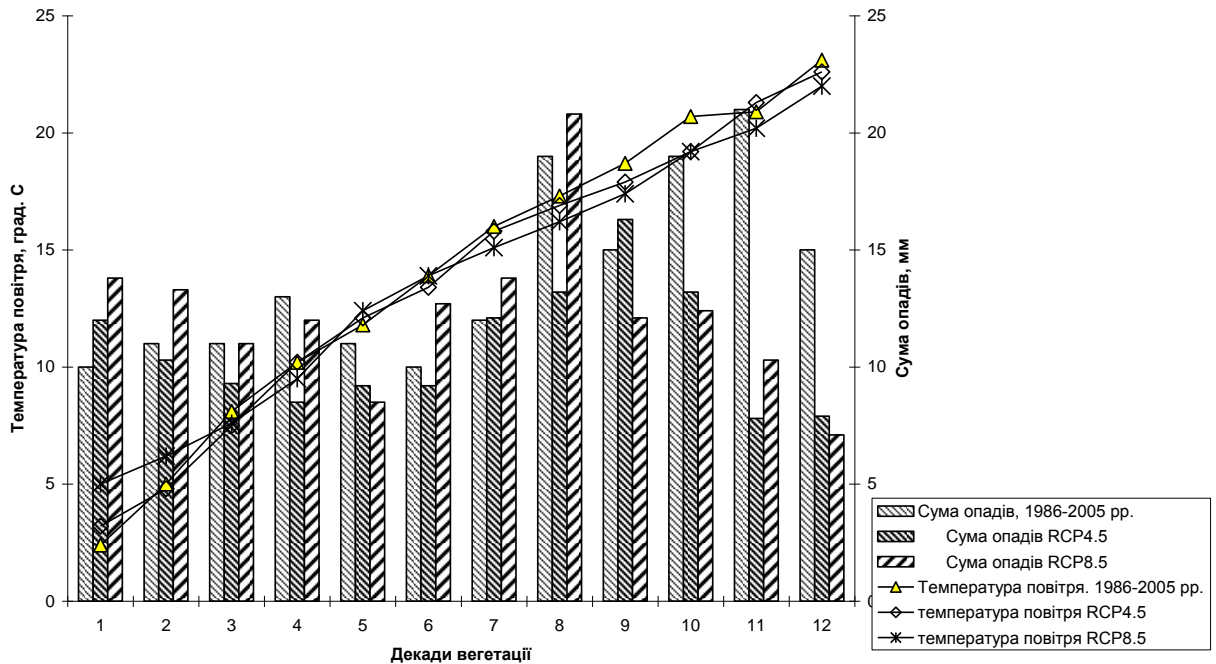


Рисунок 6.1 - Порівняння середньої за декаду температури повітря та декадної суми опадів у базовому (1996-2005 рр.) періоді та за кліматичними сценаріями зміни клімату в період вегетації озимої пшениці

Таким чином, агрокліматичні умови вегетації озимої пшениці за сценарними періодами будуть складатися на фоні дещо понижених температур повітря та недостатньої кількості опадів. Все це обумовить кращі гірші волого забезпечення, які очікуються в кліматичні сценарні періоди (рис. 6.2). Загальною закономірністю буде зменшення волого забезпечення від початку до середини та кінця періоду вегетації.

Як видно з даних рис. 6.2, за кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 вологозабезпеченість буде нижчою, особливо починаючи з четвертої декади вегетації. До цього періоду волого забезпечення було досить високим як для базового періоду, так і для сценарних періодів, воно складало вище 80 % від оптимального. Різниця в волого забезпеченні була несуттєвою.

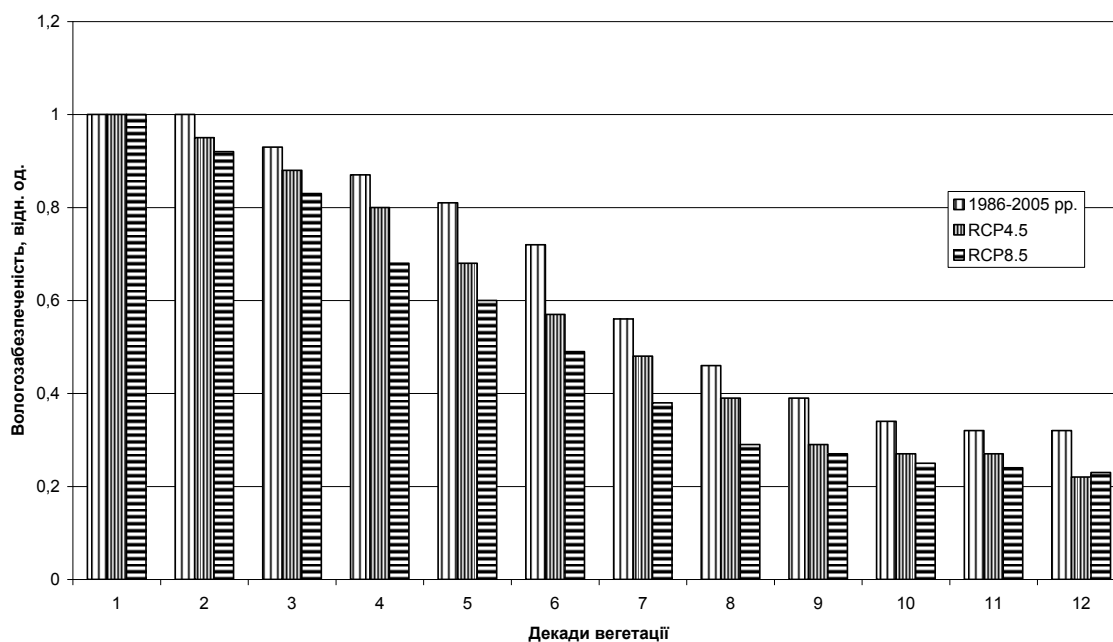


Рисунок 6.2 – Порівняння вологозабезпеченості посівів озимої пшениці в базовому періоді (1996-2005 рр.) та за кліматичними сценаріями

Починаючи з четвертої декади волого забезпечення за кліматичними сценаріями очікується значно гіршим. З декади в декаду воно буде нижчим. В цілому за весь вегетаційний період озимої пшениці (табл. 6.1) вологозабезпеченість культури буде вищою за базовим періодом в порівнянні зі сценарними періодами RCP4.5 та RCP8.5.

6.2 Оцінка зміни фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці під впливом очікуваних змін клімату

Очікувані гірші агрокліматичні умови вегетації озимої пшениці за кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 створять умови для формування дещо меншої площі асиміляційного апарату (рис. 6.3).

В період максимального розвитку відносна площа листя буде на 1,0 – 1,5 м²/м² менше, чим в базовий період. Максимум площі листя наступить майже одночасно порівняно з базовою величиною, що забезпечить близький за тривалістю період інтенсивної роботи фотосинтетичного апарату.

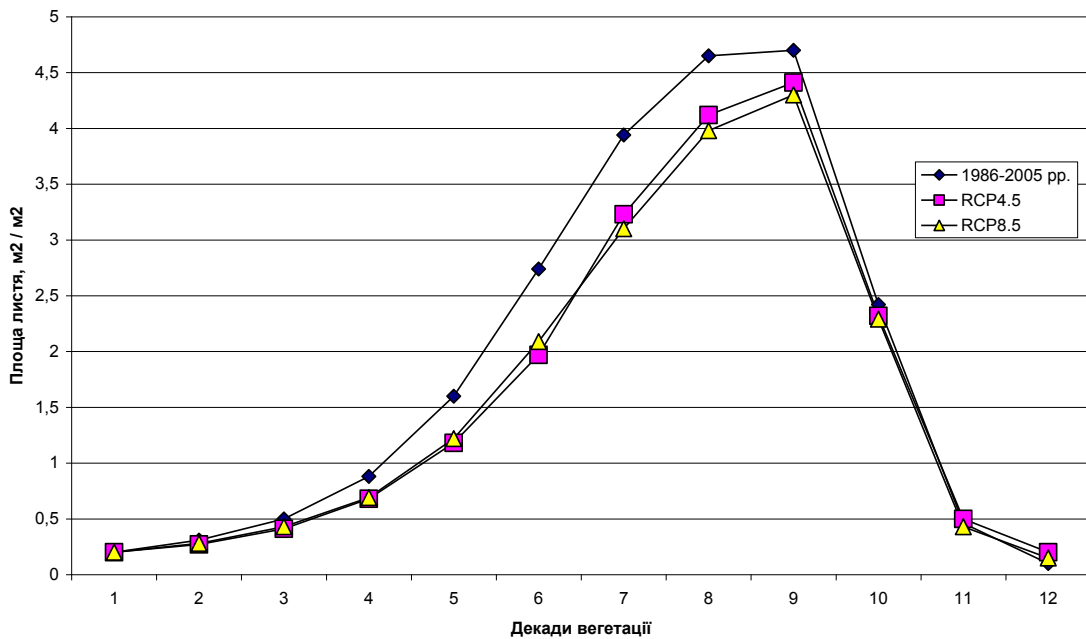


Рисунок 6.3 – динаміки площі листя озимої пшениці за середніми багаторічними умовами та кліматичними сценаріями

Відносна площа листя буде становити $4,2 \text{ м}^2 / \text{м}^2$ для сценарія RCP4.5, та $4,1 \text{ м}^2 / \text{м}^2$ для кліматичного сценарію RCP8.5, в той час як для базового періоду вона буде становити $4,7 \text{ м}^2 / \text{м}^2$. Відповідно це відзначиться і на величині фотосинтетичного потенціалу, який сформується за сценарними даними на 16–18 % меншим від базової величини (табл. 6.2).

Зміна сухої маси рослин може служити об'єктивним показником їх асиміляційної діяльності. Приріст сухої біомаси в грамах за певний проміжок часу, віднесений до одиниці листкової поверхні, називають чистою продуктивністю фотосинтезу. Чиста продуктивність фотосинтезу очікується за кліматичними сценаріями, особливо в другій половині вегетації дещо меншою від середньої багаторічної (рис. 6.4).

В період максимального розвитку надземної маси посівів озимої пшениці вона буде становити для середніх багаторічних умов $79 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$, для кліматичного сценарія RCP4.5 вона буде трохи меншою (на 5 %), а для кліматичного сценарія RCP8.5 вона зменшиться на 13 %.

Таблиця 6.2 – Порівняльна характеристика фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці на Півдні України (на прикладі Херсонської області)

Період	В період максимального розвитку		Фотосинтетичний потенціал за вегетаційний період, м ² /м ²	Максимальний приріст рослин, г/м ² *дек	Біомаса рослин, г/м ²	Урожай, ц/га
	Площа листя, м ² /м ²	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² *дек				
Середні багаторічні						
1986–2005	4,7	79	222	209	821	24,1
Кліматичний сценарій RCP4.5						
2021–2050	4,2	75	186	205	791	19,6
Кліматичний сценарій RCP8.5						
2021– 2050	4,1	69	182	197	766	18,5

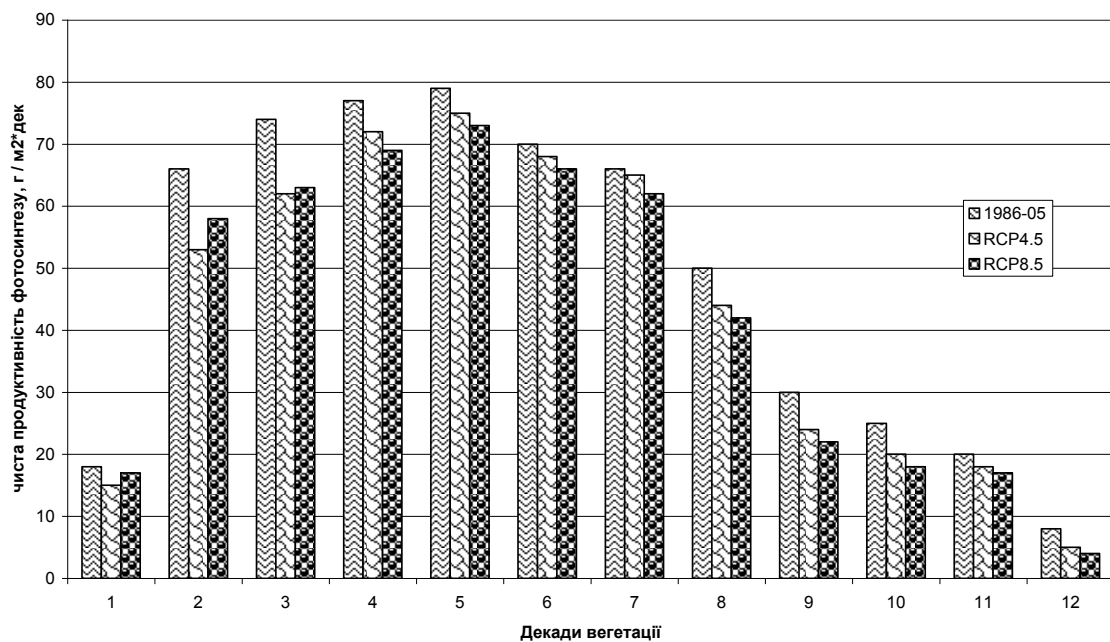


Рисунок 6.4 – Чиста продуктивність фотосинтезу озимої пшениці за період 1996-2005 рр. та кліматичними сценаріями змін клімату

За рахунок цього зміняться прирости сухої маси рослин (рис. 6.5). Особливо ця різниця відчутна у першій половині вегетації, для другої половині вегетації, коли йде формування репродуктивних органів та налив зерна, ця різниця буде менш відчутна. Максимальні прирости біомаси за сценаріями зміни клімату будуть складати 96-98 % базової величини приростів.

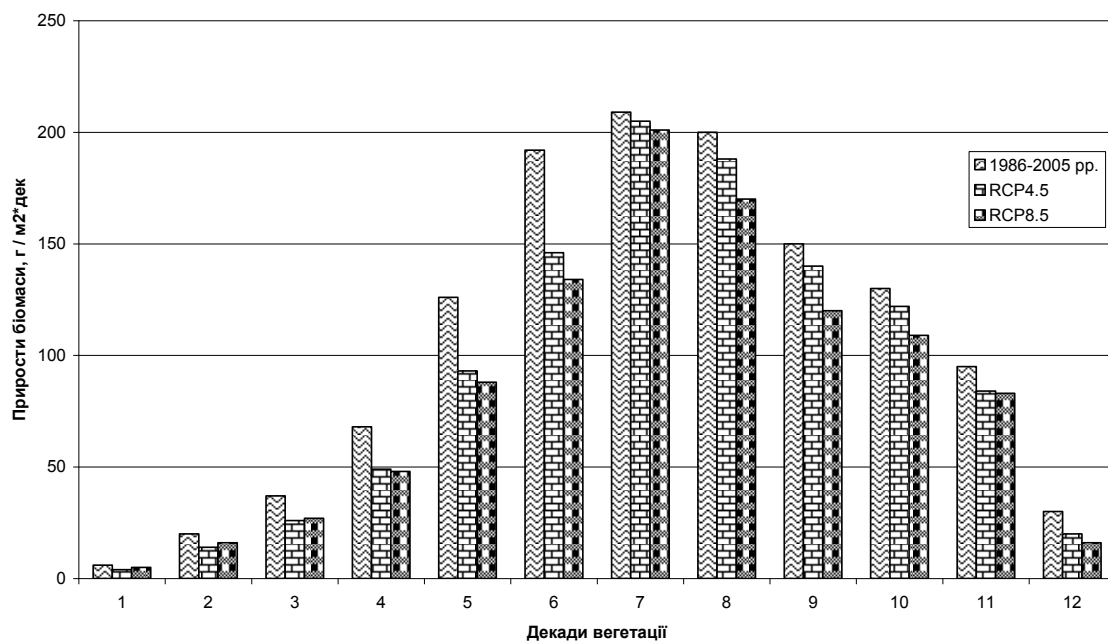


Рисунок 6.5 – Динаміка приростів загальної біомаси озимої пшениці за середніми багаторічними умовами та кліматичними сценаріями

Таким чином, більш високий рівень продуктивності фотосинтезу та більше значення фотосинтетичного потенціалу, тобто більший проміжок часу роботи асиміляційного апарату, призведуть до більшої величини приростів біомаси при середніх багаторічних умовах. Відповідно зменшиться загальна біомаса посівів озимої пшениці при реалізації кліматичних сценаріїв (рис. 6.6). При реалізації кліматичного сценарію RCP4.5 загальна біомаса рослин становитиме 791 г/м^2 , а для сценарія RCP8.5 – 766 г/м^2 , що становитиме відповідно 96 та 93 % від урожаю загальної біомаси при середніх багаторічних умовах, коли вона становила 821 г/м^2 .

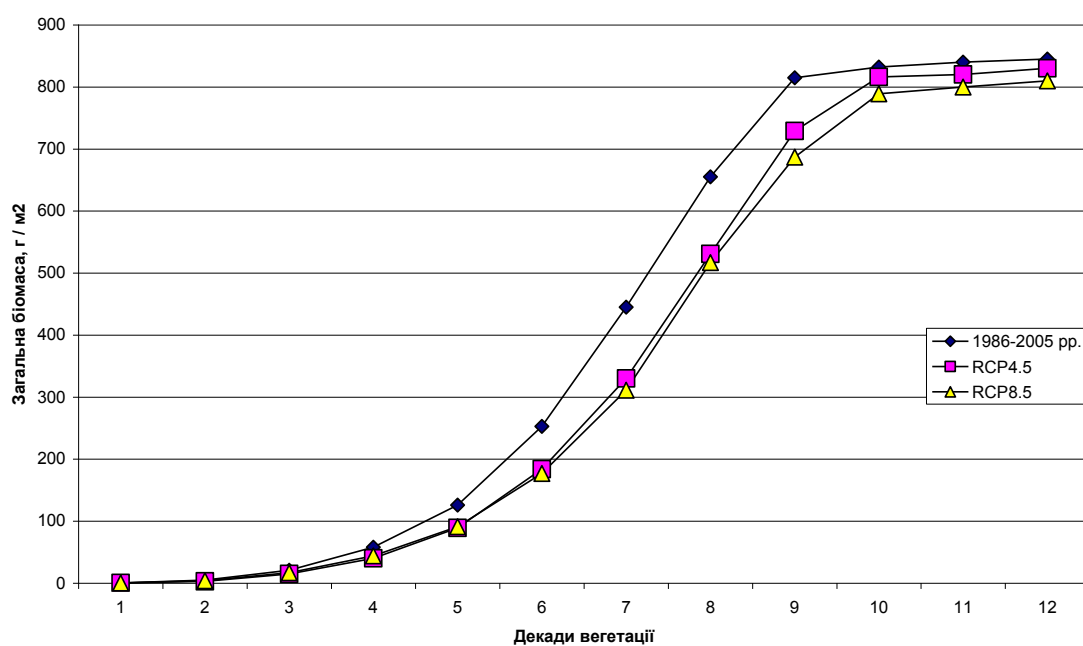


Рисунок 6.6 – Порівняння динаміки загальної біомаси озимої пшениці за середніми багаторічними умовами та кліматичними

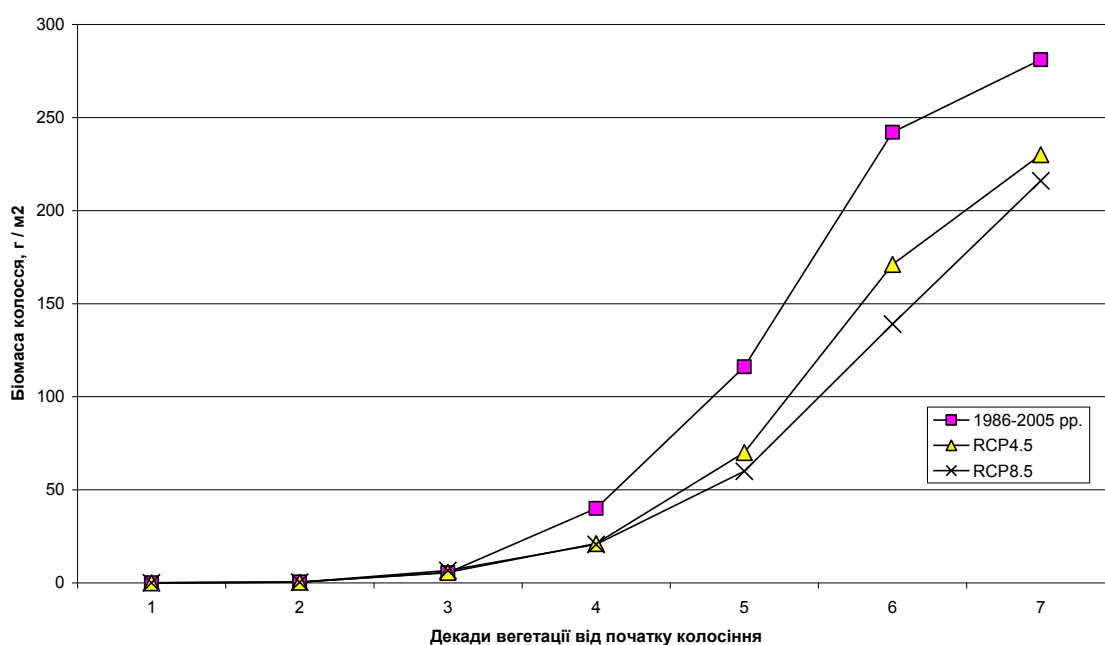


Рисунок 6.7 – Динаміка біомаси колосся озимої пшениці за середніми багаторічними умовами та кліматичними сценаріями

Все це обумовить суттєву різницю в формуванні колосся (рис. 6.7) та урожайності озимої пшениці (табл. 6.2). При середніх кліматичних умовах базова величина урожаю становить 24,1 ц/га. За сценарними кліматичними умовами очікується, що урожай буде становити при реалізації сценарію RCP4.5 величину 19,6 ц/га, а при реалізації кліматичного сценарію RCP4.5 – 18,5 ц/га.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаної роботи зроблено таке:

1. Вивчені фізико-географічні особливості Південного Степу України (на прикладі Херсонської області).
2. Вивчена динамічна модель формування урожаю сільськогосподарських культур.
3. Надано характеристику кліматичних та агрокліматичних ресурсів Херсонської області.
4. Надано оцінку можливих агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці у зв'язку зі змінами клімату.
5. Виконано порівняння фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці при середніх багаторічних умовах та в умовах кліматичних сценаріїв.
6. Встановлено, що формування загальної біомаси у 2031–2050 рр. за рахунок зміни клімату буде менш інтенсивно, чим при середніх багаторічних умовах. Максимальні прости біомаси за сценаріями зміни клімату будуть складати 96-98 % базової величини приростів.
7. При реалізації кліматичного сценарію RCP4.5 загальна біомаса рослин становитиме 791 г/м^2 , а для сценарію RCP8.5 – 766 г/м^2 , що становитиме відповідно 96 та 93 % від урожаю загальної біомаси при середніх багаторічних умовах, коли вона становила 821 г/м^2 .
8. При зміні кліматичних умов в 2021-2050 рр. урожай зерна озимої пшениці зменшиться. При середніх кліматичних умовах базова величина урожаю становить 24,1 ц/га. За сценарними кліматичними умовами очікується, що урожай буде становити при реалізації сценарію RCP4.5 величину 19,6 ц/га, а при реалізації сценарію RCP8.5 – 18,5 ц/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агроклиматический справочник по Херсонской области. Л.: Гидрометеиздат, 1958. 136 с.
2. Агрокліматичний довідник по Херсонській області (1986–2005 рр.) / за ред.. С.М. Мельничука, Т.І. Адаменко. Херсон: «Астропринт», 2011. 208 с.
3. Бойко М.Ф., Чорний С.Г. Екологія Херсонщини: навчальний посібник. Херсон: 2001. 156 с.
4. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. 592 с.
5. Колосков П.И. Климатический фактор сельского хозяйства и агрометеорологическое районирование. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 328 с.
6. Методы и средства наблюдений, автоматизация и обработка агрометеорологической информации. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 80 с.
7. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України К.: Урожай, 2004. 840 с.
8. Носатовський А.И. Пшеница. М.: Изд-во С.-х. литературы, 1950. 408 с.
9. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 152 с.
10. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.
11. Польовий А.М. Моделювання продуктивності агроєкосистем // Вісник ОДЕКУ, 2005. Вип. 1. С. 79-86.
12. Польовий А.М. Моделювання впливу підвищення концентрації CO₂ в атмосфері на фотосинтез зеленого листка // Український гідрометеорологічний журнал. 2009. № 4. С. 46-56.
13. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія: підручник. Одеса: «ТЕС», 2012. 630 с.

14. Польовий А.М. Вплив антропогенних змін клімату на сільське господарство: конспект лекцій. Одеса: Екологія, 2013. 108 с.
15. Практикум з сільськогосподарської метеорології /А.М. Польовий, Л.Ю. Божко, В.М. Ситов, О.Є Ярмольська. Одеса: «ТЄС», 2002. 400 с.
16. Росс Ю.К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 342 с.
17. Руденко В.П. Довідник з географії природно-ресурсного потенціалу України. К.: Вища школа, 1993. 180 с.
18. Рябцева В.Ф. Грунти Херсонської області. Одеса: «Маяк», 1969. 32 с.
19. Сивков С.И. Методы расчета характеристик солнечной радиации. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 232 с.
20. Синицина Н.И., Гольцберг И.А., Струнников Э.А. Агроклиматология. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 344 с.
21. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 264 с.
22. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 302 с.
23. Цупенко Н.Ф. Справочник агронома по метеорологии. К.: Урожай, 1990. 240 с.
24. Hellwig Z. Schemat budowy prognozy statycznej metody wag harmonicnych. Przegląd Statystyczny, 1967, v. 14, #2, p. 133-153.
25. Kogan F.N. Climate constants and trends in global grain production. – Agricultural and Forest Meteorology, 1986. Vol. 37. P. 89-107.
26. Weather/climate and sustainable agricultural production and protection. CAgM Report No. 74. WMO/TD-No.838. Geneva, Switzerland. August, 1997. 111 p.

ДОДАТОК

Додаток А

```

*****
C      БАЗОВА ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ
C      СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР
*****

      common
w0(15),ts(15),ss(15),dv(15),inf(50),tmax(15)
      common n,t0,n2,n1,fi
      Character*4 a1,a2,a3,a4
      real inf
      integer t0,dv
      kb=1
      open
(unit=5,file='modell1.dat',status='old',form='formatted'
)
      Open (UNIT=6,FILE='RESULT1.dat')
      read(5,100)kb
      do 30 i=1,kb
        read(*,116) a1,a2,a3,a4
        read(*,100)n,t0,n1,n2,fi
        read(*,102) (tmax(j),j=1,n)
        read(*,102) (w0(j),j=1,n)
        read(*,102) (ts(j),j=1,n)
        read(*,102) (ss(j),j=1,n)
        read(*,115) (dv(j),j=1,n)
        read(*,101) (inf(j),j=1,28)
        write(*,119)
        WRITE(6,234)
        WRITE(6,236)
234 FORMAT(10X,"БАЗОВА ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ")
236 FORMAT(10X," ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ")
        write(*,119)
        write(6,117)
117 format(10x," ВХІДНА ІНФОРМАЦІЯ ")
        write(6,118)
        write(*,116) a1,a2,a3,a4
        write(*,100) n,t0,n1,n2,fi
        write(*,102) (tmax(j),j=1,n)
        write(*,102) (w0(j),j=1,n)
        write(*,102) (ts(j),j=1,n)
        write(*,102) (ss(j),j=1,n)
        write(*,115) (dv(j),j=1,n)
118 format(1x,72('-'))

```

```

        write(*,118)
        write(*,101) (inf(j),j=1,28)
        write(*,119)
119  format(1x,72('='))
        write(*,120)
120  format(1x,'" РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ"')
        write(*,119)
        call dmpp
100  format(4i3,f6.2)
101  format(10f8.3)
102  format(14f5.1)
115  format(24i3)
116  format(4a4)
    30  continue
        stop
        end
        subroutine dmpp
            dimension l1m(15),qm(15),ts1m(15),ts2m(15)
            common
w0(15),ts(15),ss(15),dv(15),inf(50),tmax(15)
            dimension
j1m(15),gim(15),flm(15),ksi(15),gamfm(15),blm(15),1
bsm(15),brm(15),bpm(15),aflm(15),arlm(15),tss(150),
ts11(15)
            real ksi,l1m
            real*8 ksifl,top,td
            integer t0,dv,gi,g2,gim
            common n,t0,n1,n2,fi
            real m,ml,ms,mr,mp,ll,ls,lp,mu,ksifp,inf,
j0,jj,mz
            drost(ts2,topt,cc)=(2.3026*(2./topt)*10.** (2.-
(2./topt)*ts2)*
* 1000.*cc)/(1.+10.** (2.- (2./topt)*ts2))**2
            ff01(bk,b,jj)=bk*b*jj/(bk+b*jj)
            j1=1
            gi=0
            ml=inf(1)
            ms=inf(2)
            mr=inf(3)
            mp=inf(4)
            sss=inf(25)
            sss1=inf(26)
            ll=inf(5)
            ts2=0
            j2=0

```

```

c      write(*,331)ml,ms,mr,mp
331  format(1x,4f7.3)
      write(*,121)
121  format(' ')
      write(*,122)
122  format(10x,'  " СУХА БІОМАСА ОРГАНІВ, (г/м2) ")
      write(*,120)
109
format(4x,'i'dek',1x,'i','cyt',2x,'i',3x,'ml',3x,
'i',3x,'ms',3x,1'i',3x,'mr',3x,'i',4x,'mp',2x,
'i',3x,'m',4x,'i')
      write(*,109)
120  format(4x,70('-'))
      write(*,120)
      do 300 j=1,n
          nn=dv(j)
          do 310 i=1,nn
              ts1=ts(j)-inf(27)
              if(ts1.lt.0)ts1=0
              ts2=ts2+ts1
              tss(i+j2)=ts2
310  continue
          j2=j2+dv(j)
          ts11(j)=ts1
300  continue
      do 99 j=1,n
          s1=0
          s2=0
          s3=0
          s4=0
          s5=0
          s6=0
          s7=0
          s8=0
          s9=0
          s10=0
          s11=0
          ts1=ts11(j)
          m=ml+ms+mr+mp
          fm=ml+ms
c      write(*,334)m

334  format(1x,f10.2)
      nn=dv(j)
      do 400 i=1,nn

```

```

444 format(1x,i5,2x,f7.3)
      ts2=tss(gi+1)
c      write(*,444)gi,tss(gi)
      delta=0.017453*(0.473*(t0+gi)-0.196e-
2*(t0+gi)**2-0.407e-5*
      * (t0+gi)**3-0.616)
      a=sin(0.017453*fi)*sin(delta)
      b=cos(0.017453*fi)*cos(delta)
      tz=12+3.8197*acos(-a/b)
      tv=24-tz
      s1=s1-delta
      s2=s2+a
      s3=s3+b
      s4=s4+tz
      s5=s5+tv
C      write(6,335)tv,delta
335 format(1x,2f8.2)
      a1=-100.*alog(Inf(15))/(Inf(8)**2)
      alf=exp(-a1*((ts2-Inf(8))/10)**2)
      a1=-100.*alog(Inf(16))/(Inf(9)**2)
      arl=exp(-a1*((ts2-Inf(9))/10)**2)
      dml=drost(ts2,Inf(10),Inf(21))
      dms=drost(ts2,Inf(11),Inf(22))
      dmr=drost(ts2,Inf(12),Inf(23))
      r1=ts2-Inf(14)
      if(r1.lt.0) goto 62
      dmp=drost(r1,Inf(13)-Inf(14),Inf(24))
      goto 63
62      dmp=0.0
63      s6=s6+alf
      s7=s7+arl
      s8=s8+dml
      s9=s9+dms
      s10=s10+dmr
      s11=s11+dmp
      gi=gi+1
400 continue
      delta=s1/dv(j)
      a=s2/dv(j)
      b=s3/dv(j)
      tz=s4/dv(j)
      tv=s5/dv(j)
      taud=tz-tv
      afl=s6/dv(j)
      arl=s7/dv(j)

```

```

        dml=s8/dv(j)
        dms=s9/dv(j)
        dmr=s10/dv(j)
        dmp=s11/dv(j)
        dm=dml+dms+dmr+dmp
c      write(6,336) dml,dms,dmp,dmr,dm
336    format(1x,5f10.3)
        bl=dml/dm
        bs=dms/dm
        br=dmr/dm
        bp=dmp/dm
        if( n2.eq.1 ) goto 1
        if( n2.eq.2 ) goto 2
        if( n2.eq.3 ) goto 3
        nn1=30-n1+1
        if (gi.le.nn1) goto 7
        if (gi.le.nn1+31) goto 8
        td=0.873*tmax(j)-0.686
goto 9
1      nn1=31-n1+1
        if (gi.le.nn1) goto 4
        if (gi.le.nn1+30) goto 5
        if (gi.le.nn1+61) goto 6
        if (gi.le.nn1+91) goto 7
        if (gi.le.nn1+122) goto 8
        td=0.873*tmax(j)-0.686
goto 9
2      nn1=30-n1+1
        if (gi.le.nn1 ) goto 5
        if (gi.le.nn1+30) goto 6
        if (gi.le.nn1+61) goto 7
        if (gi.le.nn1+92) goto 8
        td=0.873*tmax(j)-0.686
goto 9
3      nn1=31-n1+1
        if (gi.le.nn1 ) goto 6
        if (gi.le.nn1+30) goto 7
        if (gi.le.nn1+61) goto 8
        td=0.873*tmax(j)-0.686
goto 9
4      td=tmax(j)-3.
goto 9
5      td=0.835*tmax(j)-1.365
goto 9
6      td=0.856*tmax(j)-1.008

```

```

      goto 9
7      td=0.891*tmax(j)-1.081
      goto 9
8      td=0.823*tmax(j)+0.559
9      q=12.66*ss(j)**1.31+315.0*(a+b)**2.1
      j0=0.5*q/(taud*60)
      top=inf(28)
      w1=w0(j)/inf(7)
      ksifl=((td+10)/32)**(0.11174*(td-top)/10)*
6          ((36-td)/14)**(0.9041*(td-top)/10)
c      ****uvcvjic
      if( ksifl.gt.1 ) ksifl=1
      if( ksifl.lt.0.1 ) ksifl=0.1
      if(inf(7).le.85)gamf=2.899*exp(-0.9117*w1)-
3.64*exp(-2.73*w1)
      if(inf(7).gt.85)gamf=4.200*exp(-0.703*w1)-
5.48*exp(-1.648*w1)
      if( gamf.gt.1 ) gamf=1
      if( gamf.lt.0.1 ) gamf=0.1
      jj=j0/(1.+0.5*ll)
      f0l=ff0l(sss,sss1,jj)
      ftl=afl*f0l*ksifl*gamf
      fl=0.68*ftl*ll*taud*0.1
      dmm=fl-arl*(0.015*m+0.20*fl)
      v1=0.3*m1*ts1/(tss(j2)-2.*inf(10))
      v2=0.3*ms*ts1/(tss(j2)-2.*inf(11))
      v3=0.3*mr*ts1/(tss(j2)-2.*inf(12))
      if(ts2.lt.2*inf(10)) v1=0
      if(ts2.lt.2*inf(11)) v2=0
      if(ts2.lt.2*inf(12)) v3=0
      ml=ml+(b1*dmm-v1)*dv(j)
      ms=ms+(bs*dmm-v2)*dv(j)
      mr=mr+(br*dmm-v3)*dv(j)
      mp=mp+(bp*dmm+v1+v2+v3)*dv(j)
c      write(6,337)ml,ms,mp,mr
337 format(1x,4f10.3)
      if((b1*dmm-v1)*dv(j).ge.0) ll=ll+(b1*dmm-
v1)*dv(j)/inf(20)
      if((b1*dmm-v1)*dv(j).lt.0) ll=ll+(b1*dmm-
v1)*dv(j)/(inf(20)*0.3)
      if(ll.lt.0) ll=0.001
      j1m(j)=j
      gim(j)=gi
      flm(j)=fl
      ksi(j)=ksifl

```

```

gamfm(j)=gamf
blm(j)=bl
bsm(j)=bs
brm(j)=br
bpm(j)=bp
aflm(j)=af1
arlm(j)=arl
llm(j)=ll
qm(j)=q
ts1m(j)=ts1
ts2m(j)=ts2
write(*,139) j, gi, ml, ms, mr, mp, m
139
format(4x, 'i', i5, 'i', i3, 2x, 'i', f7.3, 1x, 'i', 1x, f7.3, 'i',
1x, f7.3,
1' i', f8.3, 'i', f8.3, 'i')
j1=j1+1
99 continue
write(*,120)
j1=j-1
write(*,121)
write(*,170)
170 format(10x, 'Площа листя, радіація, суми т-р
функції впливу')
write(*,140)
write(*,143)
143
format(4x, 'i', 'dek', 1x, 'i', 'cyt', 2x, 'i', 2x, 'LL', 1x, 'i',
3x, 'q', 4x,
1' i', 2x, 'ts1', 2x, 'i', 3x, 'ts2', 2x, 'i', 2x, 'fl', 2x, 'i', 1x,
'ksifl', 1x
1, 'i', ' gamf ', 'i')
write(*,140)
do 154 ji=1, j1

write(6,151) j1m(ji), gim(ji), llm(ji), qm(ji), ts1m(ji), ts2
m(ji)
1, flm(ji), ksi(ji), gamfm(ji)
154 continue
151 format(4x, 'i', i3, 1x, 'i', 1x, i3, 1x, 'i', f5.2,
1' i', f8.3, 'i', f7.3, 'i', f8.3, 'i', f6.3, 'i', f7.3, 'i', 1x, f5
.2, 'i')
write(*,121)

```



```

        write(*,140)
        write(*,153)
153 format(15x,'Ростові функції, онтоген.крива
фотосинт. I дихання')
        write(*,140)
        write(*,149)
        write(*,140)
149 format(4x,'i','DEK',1x,'i',1x,
'CYT',1x,'i',3x,'bl',3x,'i',13x,'bs',3x,'i',3x,'br',
3x,'i',3x,'bp',3x,'i',2x,'afl',2x,'i',3x,
1'arl',3x,'i')
        do 141 i5=1,j1
        write(6,150)j1m(i5),gim(i5),blm(i5),
1 bsm(i5),brm(i5),bpm(i5),aflm(i5),arlm(i5)
141 continue
        write(*,140)
150 format(4x,'i',i3,1x,'i',1x,i3,1x,'i',2x,
1f5.3,1x,'i',2x,f5.3,1x,'i',2x,f5.3,1x,'i',2x,f5.3,
1x,'i',11x,f5.3,1x,'i',1x,f5.3,3x,'i')
140 format(4x,67('-'))
C CLOSE (UNIT=6)
return
end

```