

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 в центральних районах України**

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

Освітня програма «Агрометеорологія»
(назва)

Варзопова Ірина Сергіївна
(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 СТУДЕНТЦІ

Варзоповій Ірині Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вплив змін клімату на фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці в Центральних районах 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 Дніпровській області за 1986 – 2005 рр. 2. Кліматичний сценарій А1В, регіональна кліматична модель MPI-M-REMO, глобальна модель – ECHAM5-r3 як найбільш вірогідний на період до 2050 року. 3. Програма динамічної моделі формування урожайності сільськогосподарських культур
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Вивчити фізико-географічні умови Дніпровської області; 2. Описати агрокліматичні умови вегетації с/г 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.	29.10.2018 р.		
2	Вивчити фізико-географічні умови Дніпровської області	30.10.2018 р.- 3.11.2018 р.	85	4 (добре)
3	Описати агрокліматичні умови вегетації с.-х. культур	4.11. 2018 р.- 6.11.2018 р.	85	4 (добре)
4	Описати біологічні особливості озимої пшениці та її основні сорти;	7.11.2018 р.- 9.11.2018 р.	85	4 (добре)
5	Описати динамічну модель формування урожайності	10.11.2018 р.- 15.11.2018 р.	83	4 (добре)
6	Оцінити коливання середньообласної урожайності озимої пшениці	16.11.2018 р.- 18.11.2018 р.	87	4 (добре)
7	Рубіжна атестація	19.11.2018 р.- 24.11.2018 р.	85	4 (добре)
8	Оцінити зміну агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці у зв'язку зі змінами клімату.	25.11.2018 р. - 29.11.2018 р.	90	5 (відмінно)
9	Оцінити зміну фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці в умовах зміни клімату	30.11 2018 р.- 2.12.2018 р.	91	5 (відмінно)
10	Опис отриманих результатів та підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи	3.12 2018 р.- 10.12.2018 р.	92	5 (відмінно)
11	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.	92	5 (відмінно)
12	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту			
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

Студентка Варзопова І.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

АНОТАЦІЯ

Варзопова І.С. «Вплив змін клімату на фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці в Уентральних районах України»

Актуальність теми зумовлена тим, що необхідним вважається адаптація рослинництва до кліматичних 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 в центральних районах України.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішувались наступні завдання:

1. Вивчити фізико-географічні умови Дніпровської 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 Дніпровській області в умовах зміни клімату.

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

Обсяг роботи – 81 сторінок, 13 рисунків, 8 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

Varsopova I.S. "Influence of changes of climate on the photosynthetic productivity of winter wheat in the Zentral region Ukraine"

Actuality of theme is predefined by that the important taking into account climatic changes, adaptation of plant-grower to these climatic 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 geografical terms of the Dneprovskaj area;
2. To describe the agroclimatic terms of vegetation of cultures;
3. To describe the biological features of winter wheat and her basic sorts;
4. To describe the 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 Dneprov region in the conditions of change of climate.

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

Volume of work– 81 pages, 13 figures, 8 tables. Master's of 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 ДНІПРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	8
1.1 Фізико-географічний опис території області.....	8
1.2 Характеристика ґрунтового покриву.....	13
1.3 Кліматичні та агрокліматичні умови Дніпровської області.....	16
2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ.....	23
3 ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	30
3.1 Визначення параметрів моделей сільськогосподарських культур стосовно конкретних ґрунтово-кліматичних зон.....	34
4 НАРОДНОГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ТА ЇЇ СОРТИ.....	45
5 ОЦІНКА ДИНАМІКИ СЕРЕДНЬООБЛАСНОЇ УРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ У ДНІПРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	51
6 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПРОДУЦІЙНИЙ ПРОЦЕС ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ.....	57
6.1 Агрокліматичні умови вирощування озимої пшениці при зміні клімату.....	57
6.2 Оцінка продукційного процесу рослин, фотосинтетичної продуктивності та коливання урожайності озимої пшениці в зв'язку зі зміною клімату.....	60
ВИСНОВКИ.....	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	71
ДОДАТОК.....	73

ВСТУП

За висновками провідних науковців підвищення середньої температури повітря на 1,4 – 8 °С 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 [15, 24, 25].

В Україні в умовах зміни клімату важливим чинником підвищення ефективності сільського господарства 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 [15].

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 та впливу цих змін на їхню продуктивність [4, 15].

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

Для оцінки змін кліматичних умов на період 2021 – 2050 рр.

використано сценарій зміни клімату в Україні – сценарій A1B, регіональна кліматична модель MPI-M-REMO, глобальна модель – ECHAM5-r3 як найбільш вірогідний на період до 2050 року. Кількісна оцінка впливу змін клімату на фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці в умовах Заходу України проведена за допомогою динамічної моделі формування урожаю А.М. Польового [11, 12]. Оцінка підвищення концентрації CO₂ в атмосфері виконана за допомогою моделі фотосинтезу зеленого листка А.М. Польового [13].

1 ПРИРОДНІ УМОВИ ДНІПРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Фізико-географічний опис території області

Дніпровська область розташована у південно-східній частині України, між $49^{\circ} 12'$ і $47^{\circ} 28'$ північної широти та 33° і 37° східної довготи. Протяжність території із заходу на схід становить 270 км, з півночі на південь – 200 км. Загальна площа області дорівнює 31,9 тис. км², що складає 5,3 % території країни. На півночі Дніпровська область межує з Полтавською і Харківською областями, на сході – з Донецькою, на заході – з Миколаївською і Кіровоградською, на півдні – із Херсонською та Запорізькою областями. Дніпровська область розташована в басейні середньої і нижньої течії Дніпра [1, 8].

Геологічна будова. Основу геологічної будови Дніпровської області складають два великих геоструктурних утворення [1, 2]: Український кристалічний щит і Дніпровсько-Донецька западина. Межа між Українським кристалічним щитом і Дніпровсько-Донецькою западиною проходить спочатку по долині р. Дніпро, потім – р. Самари. Майже вся правобережна частина області і південь лівобережжя відносяться до Українського кристалічного щита. З південного заходу в межі області заходить Причорноморська низовина.

У межах Українського кристалічного щита докембрійські породи піднімаються на висоту до 100–150 м вище рівня моря. Поверхня щита хвиляста, розірвана глибинними розломами і депресіями з амплітудою висот від десятків до сотень метрів. Докембрійські кристалічні породи Українського кристалічного щита представлені гнейсами, кристалічними сланцями, амфіболітами, діоритами, гранітами. Вік порід кристалічного щита становить 2,8–3,1 млрд. років. В долинах річок і балок кристалічні породи

часто відслонюються на денну поверхню у вигляді скель, кам'янистих виступів. Дніпровські пороги, нині затоплені водами Дніпровського водосховища, утворилися на місці розмиву щита водами р. Дніпро [1, 2].

Поверхня кристалічного щита вкрита корою вивітрювання потужністю від декількох до десятків метрів. Представлена кора вивітрювання первинними каолінами різного мінералогічного складу. До найбільш древніх осадових утворень Українського щита відносяться нижньо-крейдові відкладення мезозою. Вони представлені русловими, заплавними і озерно-болотними фаціями – пісками різнозернистими, глинами, часто вуглистими. Зверху мезозойські відкладення перекриті континентальними відкладеннями Дніпровського буровугільного басейну, які відносяться до палеогенової системи кайнозою [1, 18].

Відкладення мезозою і кайнозою заповнюють депресії щита. Неогенова система представлена морськими відкладеннями – пісками, піщанистими вапняками, глинами, конгломератами, які перекриті зверху строкатими і червоно-бурими глинами пліоцен-нижньочетвертинного віку [8].

По північно-східній межі свого розповсюдження Український кристалічний щит починає круто занурюватись на велику глибину (на межі з Харківською областю до 8000 м і глибше), тут утворилася велика Дніпровсько-Донецька западина, заповнена осадовими породами. Відкладення Дніпровсько-Донецької западини представлені кам'яновугільною (вапняки, глинисто-піщані і вуглисті сланці, піщаники) і пермською (глини і піщаники) системами палеозою. Мезозой представлений тріасовою (піски, галечники, глини, піщаники, аргіліти, алевроліти), юрською (піски, сіро- і зеленоколірні глини, алевроліти, піщаники з прошарками бурого вугілля, вапняків) і карбоновою (піски, глини, вапняки) системами. Палеогенова система кайнозою представлена бучакськими, київськими та харківськими ярусами, неогенова – відкладеннями сарматського, меотичного і понтичного ярусів з горизонтом строкатих глин у

покрівлі. З осадовими відкладеннями Дніпровсько-Донецької западини пов'язані родовища нафти і природного газу, кам'яного вугілля [1, 8].

На південно-західній межі розповсюдження Український кристалічний щит також поступово занурюється під відкладення Причорноморської низовини в межах Широківського, Апостолівського і південної частини Нікопольського районів. Відкладення Причорноморської низовини представлені річковими і озерними піщано-глинистими фаціями карбонового періоду мезозою (піски, піщаники, гравілати, глини, вторинні каоліни). Верхньокрейдові відкладення представлені мергелями, вапняками, пісками, алевролітами, трепелами, опоками, галечниками. Палеогенова система представлена континентальними і морськими утвореннями – пісками, гравієм, глинами, відкладеннями бурого вугілля, вторинними каолінами, вапняковистими пісками, алевролітами, мергелями. До нижньої частини палеогенових відкладень приурочені пласти марганцевих руд Придніпровського марганцеворудного басейну. Неогенова система представлена вапняковистими глинами, мергелями, вапняками, алевролітами, пісками, конгломератами [8].

Рельєф. Рельєф Дніпровської області рівнинний, сильно порізаний долинами р. Дніпро, її притоків, ярами та балками. Загальні риси рельєфу Дніпровської області визначаються особливостями геологічної будови. Українському кристалічному щиту відповідає велика геоморфологічна область – Придніпровська височина, Дніпровсько-Донецькій западині – Придніпровська низовина, і Причорноморській западині – Причорноморська низовина [1, 2, 8].

Придніпровська височина, її південні відроги займають майже всю правобережну частину області, вклинюється на територію області з північного заходу паралельно течії р. Дніпро, поступово знижуючись і обриваючись в районі порожистої частини крутим уступом. Височина є вододілом і місцем зародження численних малих і середніх річок. Середні

відмітки земної поверхні височини – 150 м, найвища – 192 м. Глибина розчленування рельєфу Придніпровської височини долинами річок становить 70–120 м. Долини річок асиметричні, як правило правосторонні. Спостерігаються виходи гранітних порід кристалічного щита у вигляді скель, каньйонів, порогів у руслах рік, найбільші з яких – Дніпровські пороги в руслі р. Дніпро, затоплені водами Дніпровського водосховища. Схили долин розрізані чисельними балками, ярами [1, 8].

Придніпровська низовина заходить в межі області в напрямку з півночі на південний схід і займає долини і межиріччя рік Оріль і Самара. Загальний похил низовини направлений зі сходу і північного сходу на захід, південний захід, від Полтавської рівнини до долини р. Дніпро. Середня висота низовини 130 м, найвищі відмітки в межах області – 191 м, найменші – 52-64 м у заплаві Дніпра. Правостороння асиметричність долин річок тут більше виражена, ніж у межах Придніпровської височини. Як правило праві притоки, балки, яри рік короткі і круті, ліві – видовжені і пологі. Добре виражено в межах низовини терасування долин рік Дніпро, Оріль, Самара, в долинах рік багато озер, староріч, боліт [1, 8].

На південному сході поверхня поступово підвищується, тут починаються відроги Донецького кряжу і Приазовської височини, звідки витікають річки Самара, Вовча і більшість їх приток. У цьому місці, біля села Просяна, знаходиться найвища точка Дніпровської області – 211 м.

На південному заході області, у межах Широківського і Апостолівського районів, розташована Причорноморська низовина. Загальний похил поверхні низовини направлений з півночі на південь, у напрямку занурення кристалічного щита. Поверхня низовини відзначається неглибоким розчленуванням рельєфу річковими долинами – 50-70 м. Середня відмітка земної поверхні низовини в межах області – 50 м, найменша – 16 м в долині р. Інгулець [1, 8].

Рельєф характеризується широкими плоскими межиріччями,

неглибокими, пологими долинами рік і балок. На території низовини по широких межиріччях мають розповсюдження подові форми рельєфу – широкі безстічні зниження, які періодично заповнюються талими водами [1, 8].

Значний рельєфоутворювальний вплив в межах області здійснюють водосховища Дніпровського каскаду. Завдяки дії хвильової абразії утворились круті урвисті береги та кручі висотою 5–15 м, іноді до 30 м, виникли намиті пляжі. Вздовж берегів поширені зсувні форми рельєфу. Одним із суттєвих факторів сучасного рельєфоутворення є антропогенний вплив, розвиток гірничорудної промисловості, утворення техногенних форм рельєфу – кар’єрів, відвалів гірських порід тощо [18].

Гідрографія. У Дніпровській області нараховується близько 340 річок і балок (які належать до категорії річок) довжиною більше 10 км. З них 74 річки мають довжину більше 25 км і 266 річок – довжину від 10 до 25 км. Сумарна довжина всіх річок на території області становить понад 7 тис. км [1, 8].

Вся територія Дніпровської області відноситься до басейну Дніпра. Головна водна артерія – р. Дніпро перетинає область з півночі на південь, потім протікає вздовж південної межі області зі сходу на захід. Протяжність Дніпра в межах області – 261 км, площа водозбору – 31925 км². Головні притоки Дніпра: лівобережні – Оріль, Самара з Вовчою, Кільчень; правобережні – Мокра Сура, Базавлук, Інгулець з притоками Вісунь і Саксагань (всі вони належать до класу середніх річок). Басейни рік Мокра Сура і Базавлук розташовані повністю в межах області, інші – виходять за її межі [1, 8].

Щільність річкової мережі становить в середньому 0,24 км/км². Всі ріки рівнинного типу, тип водного живлення – східноєвропейський, переважає снігове живлення (близько 70 % стоку), влітку ріки міліють і часто пересихають. До розряду судноплавних відноситься ріки Дніпро і Самара до

м. Новомосковськ та р. Оріль в пригирловій частині [1, 8].

Озер в області нараховується близько 200, їх загальна площа більше 25 км². Озера розташовані переважно в долинах рік Оріль, Самара, Вовча. Найбільші з них: Солоний Лиман біля с. Новотроїцьке – 265 га, Козачий Лиман біля с. Гупалівка – 133 га і Ковпаківський Лиман біля – 130 га.

На території області розташовані частини трьох водосховищ Дніпровського каскаду: Дніпродзержинське, Дніпровське і Каховське, які належать до класу надвеликих (об'єм більше 1 млрд. м³). Крім того, в області розташоване одне велике водосховище (Карачунівське на р. Інгулець), 9 середніх і 96 малих. Загальна кількість водосховищ – 109. Ставоків в області нараховується 2,72 тис. шт., загальна площа водного дзеркала 193 км². Ставки і водосховища використовуються для питного і промислового водопостачання, зрошення, риборозведення і рекреації. Водними ресурсами область забезпечена найбільше серед областей України, але вони розподілені нерівномірно, в основному скупчені у водосховищах Дніпровського каскаду [8, 18].

По території області проходять траси каналів Дніпро – Донбас і Дніпро–Кривий Ріг. Вони призначені для водопостачання промислових центрів Криворіжжя і Центрального Донбасу. Потужний водогін Дніпро – Західний Донбас забезпечує водопостачання східних районів області [8].

1.2 Характеристика ґрунтового покриву

Ґрунтовий покрив області сформувався в умовах посушливого степового клімату, під впливом переважно степової рослинності – різнотравно-типчакowo-ковилових степів на більшій частині області і типчакowo-ковилових степів – на крайньому південному заході. Материнською породою для розвитку ґрунтового покриву послужили переважно еолово-делювіальні четвертинні відкладення у вигляді суглинків

легкого, середнього і важкого мінерального складу, які вкривають майже всю територію області. Частка інших типів підстильних порід незначна [1, 8].

Перелік основних типів ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення наведений нижче (рис. 1.1).

Таблиця 1.1 – Основні типи ґрунтів Дніпровської області [1] (с.-г. угіддя станом на 01.01.1994 р.)

Типи ґрунтів	Площа	
	тис. га	в %
Чорноземи звичайні на лесових породах	1697,8	74,1
Чорноземи південні	246,5	10,8
Чорноземи на щільних глинах	21,5	0,9
Чорноземи на третинних та давньо-алювіальних пісках	12,2	0,5
Чорноземи та дернові ґрунти на елювії щільних порід	5,6	0,2
Чорноземи лучні та лучно-чорноземні ґрунти	208,9	9,1
Болотні, лучно-болотні ґрунти	33,0	1,5
Солонці і солончаки, осолоділі ґрунти	9,7	0,4
Подові ґрунти	1,2	0,1
Дернові ґрунти на давньо-алювіальних відкладеннях	5,2	0,2
Намиті та рекультивовані ґрунти	46,1	2,0
Розмиті ґрунти і виходи порід	4,8	0,2
Всього:	2292,5	100

Основу ґрунтового покриву області складають чорноземи звичайні, що відрізняються як за потужністю гумусового шару, так і за механічним складом – від важкосуглинкових до легкоглинистих. На їхню частку припадає близько 74 % всієї площі с.-г. угідь. Ґрунти мають високу потенційну родючість та здатність забезпечувати с.-г. культури певною кількістю елементів живлення. При переміщенні з півночі на південь області, чорноземи звичайні малогумусні потужні переходять спочатку в середньопотужні, потім в малогумусні, а останні – у чорноземи південні [1, 2]

На найбільшій частині області розповсюджені чорноземи звичайні, середньо- і малогумусні та їхні змиті або сильнозмиті різновиди. Вони займають широкі вододільні плато і схили річкових долин на всій

лівобережній частині області, а також у центральній і північній частинах правобережжя. Це найбільш родючі ґрунти, сприятливі для розвитку с.-г. культур, використовуються здебільшого під рілля [1, 18].

Таблиця 1.2 – Характеристика використання земель у сільськогосподарському виробництві [1]

Загальна площа території області, тис. га	Характеристика використання земель	Площа сільськогосподарських угідь, тис. га					Площа земель мало- і непридатних для с.-г. виробництва та ін., тис.га
		Всього	у тому числі				
			рілля	сіножаті	вигопи і пасовища	багато-річні насадження	
3192,3	2009 р.	2514,3	2125	17,5	317,8	54,0	69,4

Таблиця 1.3 – Бонітети основних типів ґрунтів Дніпровської області (за В.П.Кузьмічовим)

Генетичний тип і механічний склад ґрунту	Бал за урожайністю			
	Загальною	Всіх зернових культур	Озимої пшениці	Соняшника
Чорноземи звичайні глибокі:				
легкосуглинкові та середньосуглинкові	60	69	78	69
Важкосуглинкові	66	74	86	77
Глинисті	69	76	94	78
Чорноземи звичайні середньоглибокі і неглибокі:				
Важкосуглинкові	70	84	91	84
Глинисті	79	96	100	100
Перехідні до південних важкосуглинкових	63	76	87	81
Чорноземи південні важкосуглинкові і глинисті	54	70	68	62

Чорноземи південні розповсюджені на правобережжі, на крайньому південному заході області на території Широківського і Апостолівського районів. Ґрунти також відзначаються високою родючістю і використовуються під рілля. Чорноземи лучні, лучно-чорноземні та лучні

грунти розповсюджені у заплавах річок та на надзаплавних терасах. Використовуються під ріллю, сінокоси, пасовища.

1.3 Кліматичні та агрокліматичні умови Дніпровської області

Клімат Дніпровської області помірно-континентальний. Ступінь континентальності збільшується із південного заходу на північний схід, на що вказує збільшення амплітуди добових та річних температур повітря [1, 2].

Однією з особливостей клімату Дніпровщини є значні коливання погодних умов з року в рік. Помірно вологі роки змінюються різко посушливими, які нерідко посилюються дією суховіїв. Взагалі клімат характеризується відносно холодною зимою з нестійким сніговим покривом та жарким, посушливим літом.

Середня температура повітря за рік по області становить 8,4–9,8°C. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус 2,3–4,0°C, середня температура липня (найтеплішого місяця) – плюс 21,4–22,9 °C [1, 2].

Абсолютний мінімум температури повітря по області відмічався у січні 1987 року і становив 33,7 °C морозу (м. Павлоград), абсолютний максимум – 40,4 °C тепла відмічався у липні 2002 року (м. Лошкарівка).

Аналіз даних за наступні після врахованих в довідник 5 років (2006-2010 рр.) виявив, що температура повітря в серпні 2010 року скрізь по області перевищила абсолютний максимум і досягала в основному 39,6-40,5 °C, а по АМСЦ Дніпропетровськ 40,9 °C [1, 2].

Зимовий період на Дніпровщині триває 87–99 днів – з 27 листопада – 1 грудня, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0 °C у бік похолодання і починається зима, до 25 лютого – 5 березня, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0 °C у бік потепління починається весна [1, 2].

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5 °С і вище) триває 215–227 днів, починається 26 – 31 березня і закінчується 1–8 листопада. Сума позитивних температур повітря вище 5 °С за цей період змінюється від 3345 °С на заході області до 3650 °С на півдні.

Період активної вегетації с.-г. культур (із середніми добовими температурами повітря 10°С і вище) триває 174–183 дні, змінюючись в окремі роки від 147 до 199 днів, починається 14–16 квітня і закінчується 6–14 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 10 °С за цей період змінюється від 3020 °С на заході області до 3360 °С на півдні. В окремі роки ця сума коливається від 2590 до 3650 °С [1].

Літній період (із середніми добовими температурами повітря 15 °С і вище), триває в області 121–136 днів – з 12–17 травня до 15–25 вересня. Середня сума позитивних температур повітря вище 15 °С за цей період змінюється від 2320 °С на заході області до 2725 °С на півдні.

Середня обласна кількість опадів за рік становить 523 мм, змінюючись по території від 460 до 607 мм. Кількість опадів по роках змінюється від 253 до 914 мм. У теплий період року (квітень – жовтень) опадів випадає 282–386 мм або 60–68 % від річної кількості. У найбільш посушливі роки їх випадає в півтора – два рази менше. Недобір опадів порівняно з нормою, особливо в сукупності з високими температурами, обумовлює ґрунтову засуху [1].

Режим зволоження території області створює в цілому позитивний баланс вологи у ґрунті. Але значну повторюваність мають ґрунтові посухи, які негативно впливають на розвиток с.-г. культур.

Сувора атмосферна посуха (ГТК становить 0,4–0,6), яка звичайно поєднується із ґрунтовою у період активної вегетації с.-г. культур, буває здебільшого у 10–15 % років, на півдні області – у 40 % років. У 50–60 % років відмічається дуже посушливий липень та серпень (ГТК менше 0,7) [1].

Тривале бездощів'я, що нерідко спостерігається у період активної

вегетації рослин, посилює сухість повітря. Відносна вологість повітря у теплий період року по області коливається від 60 % весною до 80 % восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30 % та менше за цей період становить здебільшого 30–44 днів і лише місцями на сході області – 18–19 днів [1].

Середня багаторічна дата перших осінніх заморозків по області у повітрі – 5-15 жовтня, а останніх весняних заморозків – 15–26 квітня [1].

Найпізніший весняний заморозок у повітрі зафіксовано 21 травня 2002 року, а на ґрунті – 27 травня 2001 року.

Найбільш ранній осінній заморозок у повітрі відмічався 19 вересня 1987 року, а на ґрунті – 9 вересня 1991 та 1998 року.

Середня тривалість беззаморозкового періоду по області у повітрі становить 164–188 днів, на поверхні ґрунту – 140–165 днів [1].

У вегетаційний період на території області відмічається від 11 до 23 днів із суховіями різної інтенсивності [1].

Серед інших несприятливих для с.-г. культур явищ погоди на території області у вегетаційний період відмічаються град, сильний вітер, дуже сильні дощі та зливи.

Сніговий покрив на переважній частині території області утворюється в другій декаді грудня, а руйнується у другій та третій декадах лютого. Загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму становить по області 46–79 днів. Середня найбільша висота снігового покриву за зиму за даними снігозйомки складає 4–11 см, тоді як максимальна висота його в окремі роки досягає 30–57 см. В останні десятиріччя досить часто відмічаються роки без сталого снігового покриву, або взагалі безсніжні зими [1].

Середня з найбільших значень глибини промерзання ґрунту по області за зиму коливається від 30 до 40 см. Максимальне промерзання ґрунту – 84 см відмічалось по області у 2003 році.

Середня із мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см по області за зиму становить мінус 3,0–5,2 °С. Найнижча температура ґрунту на глибині 3 см відмічалася в 1994 році і становила мінус 17,9°С [1].

Взимку, звичайно, спостерігаються відлиги, кількість днів з якими за період грудень – лютий по області коливається від 45 до 56. Відлиги, які тривають більше 5 днів поспіль, зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин.

Після тривалих відлиг за наявності снігового покриву існує велика 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 відмічається у 10 % років (два рази за 20 років).

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації с.-г. культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта) територію Дніпровської області поділено [1] на три агрокліматичних райони (рис. 1.1):

I Північно-східний – високого рівня теплозабезпечення, нестійкого зволоження;

II Центральний – високого рівня теплозабезпечення, недостатнього зволоження;

III Південний – високого рівня теплозабезпечення, посушливий.

Кліматичні ресурси північно-східного агрокліматичного району характеризуються такими показниками: ГТК дорівнює 1,0–1,1, кількість опадів за вегетаційний період – 350-380 мм, а за рік – 545-605 мм. Сума температур за період із температурою повітря вище 10 °С становить 3000–3050 °С. Стійкий сніговий покрив відмічається не кожний рік.

Центральний район менш зволожений ніж північно-східний. Величина ГТК становить 0,8–0,9, кількість опадів за вегетаційний період досягає 310–340 мм, а за рік – 470-540 мм. Сума температур за період із температурою

повітря вище +10 °С становить 3060–3160 °С. Стійкий сніговий покрив у 20–40 % зим відсутній.

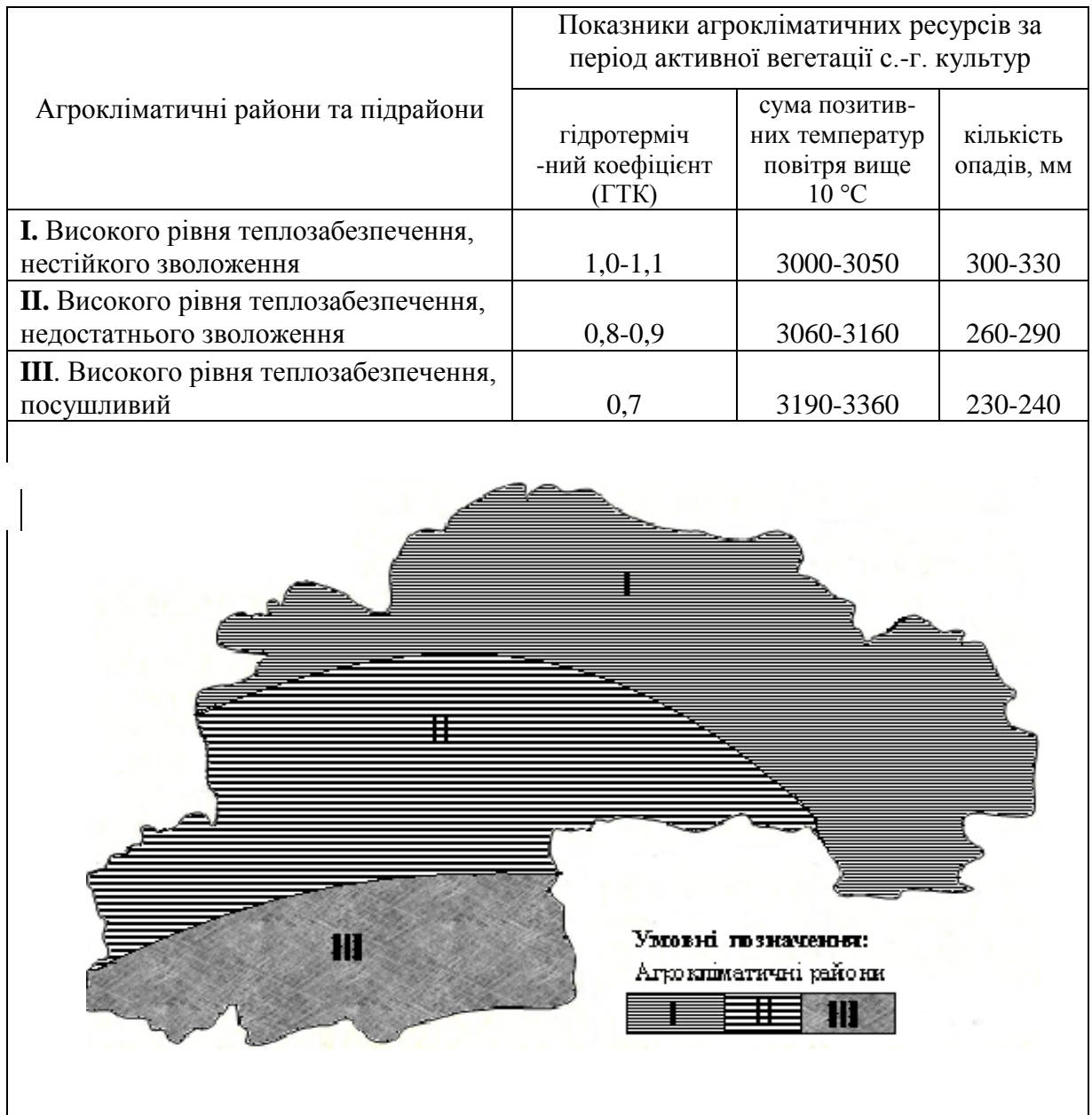


Рисунок 1.1 – Агрокліматичне районування Дніпровської області [1].

Південний район відмічається найменшим, порівняно з іншими районами, зволоженням. Величина ГТК становить 0,7; сума опадів за вегетаційний період – 280–300 мм, а за рік – 450–460 мм. Сума температур

за період із температурою повітря вище 10 °С становить 3190–3360 °С. Стійкий сніговий покрив у 65 % зим у цьому районі відсутній.

До цих агрокліматичних районів відносяться такі адміністративні райони (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Карта-схема розташування адміністративних районів та гідрометеостанцій Дніпровської області.

До північно-східного району відносяться Васильківський, Магдалинівський, Межівський, Новомосковський, Павлоградський, Петропавлівський, Покровський, Царичанський та Юр'ївський адміністративні райони.

До центрального відносяться Верхньодніпровський, Дніпропетровський, Криворізький, Криничанський, Петриківський,

П'ятихатський, Синельниківський, Солонянський та Софіївський адміністративні райони.

До південного району входять Апостолівський, Нікопольський, Томаківський та Широківський адміністративні райони.

2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Серед озимих зернових культур, які вирощують в Україні, велике продовольче значення має озима пшениця [6, 7, 22]. Вона характеризується високою поживною цінністю зерна і врожайністю.

Зерно пшениці містить більше поживних речовин, ніж зерно інших зернових культур. Зерно пшениці озимої, яку вирощують у південних областях України, містить від 12 до 17% білка, 62 – 66 безазотистих екстрактивних речовин (переважно крохмалю), близько 2 % жиру. В зерні пшениці, вирощеної в країнах Західної Європи, міститься значно менше білка [3, 6, 7].

У пшеничному хлібі більше білка, вуглеводів і вітамінів, ніж у житньому. Крім того, в ньому багато кальцію, фосфору, заліза. Зерно пшениці використовують для виробництва борошна, виготовлення кондитерських і макаронних виробів, круп [3].

Пшеничні висівки є цінним концентрованим кормом для всіх видів тварин. Вони містять багато білка, жиру і вітамінів. Пшеничну солому використовують як грубий корм, підстилку. Полову безостих сортів пшениці згодують великій рогатій худобі та вівцям [6, 7].

Озима пшениця є основною зерною культурою України за посівними площами, на яку припадає майже 20 % посівних площ. Озима пшениця забезпечує близько 50 % валового збору зерна в країні і є головною продовольчою культурою [6, 7].

Озима пшениця – це однорічна зимуюча культура [9, 14]. Розглянемо більш детально основні вимоги до її вирощування.

Вимоги до температури.[9, 14] 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 [14, 21].

Найсприятливішим для сівби пшениці є календарний строк із середньодобовою температурою повітря 14–17 °С. А.І. Носатовський, вивчаючи біологічні особливості пшениці, встановив, що ця культура добре перезимовує і дає високі врожаї, якщо до початку зими рослини утворюють 3–4 пагони. У таких рослин уже досить розвинена коренева система та є значний запас пластичних речовин, тому вони краще витримують несприятливі умови перезимівлі. Сіяти пшеницю слід за 50–60 діб до припинення осінньої вегетації рослин [9, 14, 21].

У суворих умовах осінньо-зимового періоду насамперед гинуть пізні посіви озимої пшениці. Посіви оптимальних строків звичайно перезимовують.

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 кущення 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 кущення 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 [14, 21].

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 [14, 21].

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. [14, 21]

Протягом вегетації сприятливою середньою температурою є 16 – 20 °С зі зниженням у період кушіння до 10 – 12 °С та підвищенням при формуванні фази вихід у трубку до 20 – 22 °С. При цвітінні та наливі зерна підвищення температури досягає 25 – 30 °С. Для розвитку сильної кореневої системи оптимальною температурою ґрунту являється температура від 10 до 20 °С [14, 21].

Вимоги до вологи. Озима пшениця потребує достатньої кількості вологи протягом усієї вегетації [9, 14, 21]. 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 [12].

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 кущіння (800 – 1000), найменшим – наприкінці вегетації (150 – 200). Більш економно витрачають вологу рослини, достатньо забезпечені поживними речовинами [14].

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 кущіння – при вологості орного шару 0 – 20 см не менше 20 – 30 мм. При достатньому забезпеченні рослин вологою вони нормально куцяться, формують добре розвинену вторинну кореневу систему, стають більш зимоста морозостійкими [21].

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 [21].

Вимоги до ґрунту. За даними А.І. Носатовського [9], 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 [9. 14].

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 [6].

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 у рослинах сахарів, підвищенню їх морозостійкості. Азотні добрива більш цінні для рослин навесні і влітку – для підсилення росту, формування зерна і збільшення в ньому вмісту білка [6, 7].

Вимоги до світла. 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 [9, 14].

Районовані сорти. В Україні вирощуються переважно сорти, які належать до виду *м'якої пшениці*. Серед них поширені [6, 7]:

- 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 зоні 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.;

Із районованих 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 районованих сорти, які різняться між собою біологічними особливостями та господарськими ознаками.

До сильних пшениць, вирощуваних в Україні, належать сорти Безоста

1, Альбатрос одеський, Одеська 133, Обрій, Ольвія, Ростовчанка 2, Скіф'янка, Спартанка, Тарасівська 29 та ін., а до цінних за якістю зерна – Донецька 48, Донська напівкарликова, Лютесценс 7, Миронівська 61, Миронівська остиста, Напівкарлик 3, Одеська 117, Одеська напівкарликова, Поліська 90, Ювілейна 75, Херсонська 86 та ін.

Сорти пшениці озимої по-різному реагують на строки сівби. Так, сорт Безоста 1 найкраще висівати наприкінці оптимальних строків, визначених для певного району. Сорти Миронівська 808, Іллічівка менш чутливі до строків сівби.

3 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 [11, 20].

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 [11, 12].

Блок-схема прикладної динамічної моделі формування урожаю сільськогосподарських культур [11, 16] представлена на рис. 3.1, а Програма моделі – додаток А. Більш детально розглянемо кожний блок моделі.

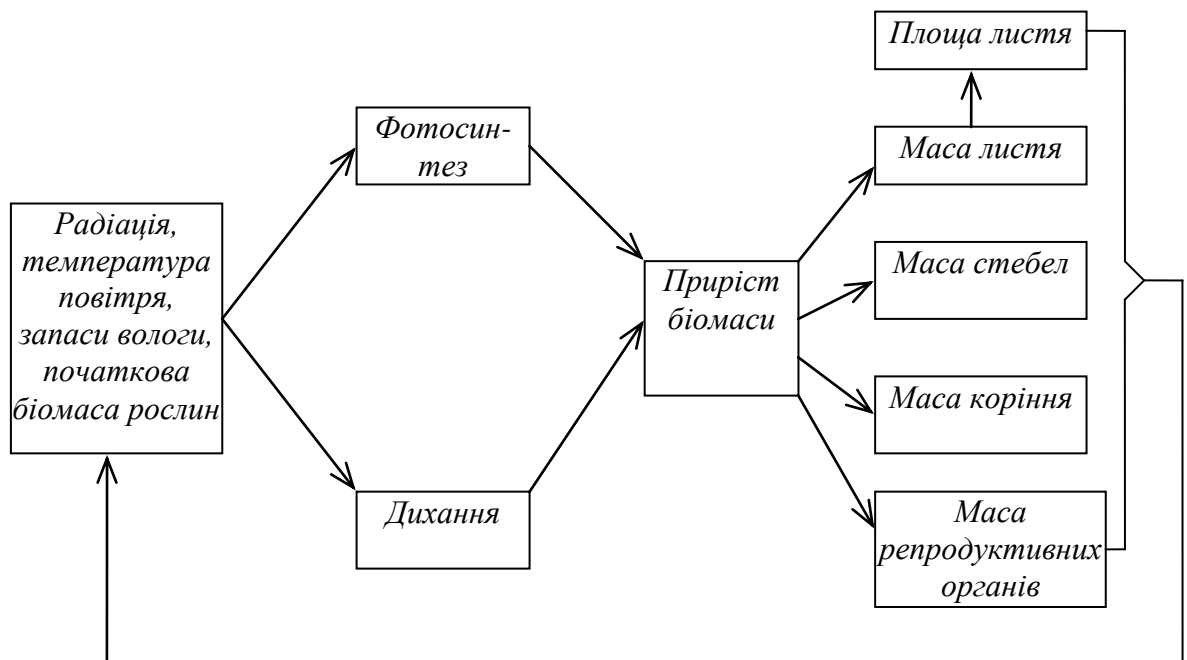


Рисунок 3.1 – Блок-схема прикладної динамічної моделі формування урожаю сільськогосподарських культур [16].

Блок фотосинтезу. Фотосинтез листя розраховується за формулою [11, 16]

$$\Phi_0^j = k \cdot b \cdot I^j / k + b \cdot I^j, \quad (3.1)$$

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-теплогового режиму. Для розрахунку фотосинтезу в онтогенезі в реальних умовах навколишнього середовища, відмінних від біологічно-оптимальних, використовується вираз [11, 16]

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

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 (3.2), нормовані і

змінюються від 0 до 1.

Сумарний фотосинтез посіву за світлий час доби можна розраховувати за формулою

$$\Phi^j = \varepsilon \cdot \Phi_{\tau}^j \cdot L^j \cdot \tau_{\text{д}}^j, \quad (3.3)$$

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

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

L – площа листової поверхні, м²/м²;

$\tau_{\text{д}}$ – тривалість дня, год.

Блок дихання. На відміну від процесу фотосинтезу спроможністю до дихального газообміну володіють всі органи рослини [12, 14].

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

$$R^j = \alpha_R^j (c_1 M^j + c_2 \Phi^j), \quad (3.4)$$

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 [11, 14]

$$\Delta M = \Phi^J - R^J, \quad (3.5)$$

Для опису росту окремих органів рослин використовуємо ростові рівняння у модифікованому вигляді, запропоновані Ю.К. Россом [17]:

$$m_i^{j+1} = m_i^j + (\beta_i^j \Delta M^j - v_i^j m_i^j), \quad (3.6)$$

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

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 [11]

$$L^{j+1} = L^j + \Delta m_l (1/z). \quad (3.7)$$

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

При негативному прирості біомаси листя, для опису росту їхньої асимілюючої поверхні, застосуємо співвідношення виду [11]

$$L^{j+1} = L^j - \Delta m_l \cdot (1/z) \cdot (1/k_s), \quad (3.8)$$

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 [11]

$$I^j = I_0^j / (1 + cL), \quad (3.9)$$

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

$$I_0^j = 0,5Q^j / 60\tau_{\text{ä}}, \quad (3.10)$$

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

Сумарна сонячна радіація розраховується за допомогою формули Сівкова [19]

$$Q^j = 12,66(S^j)^{1,31} + 315(\sin \cdot h_n^j)^{2,1}, \quad (3.11)$$

де S – тривалість сонячного сяйва, год.;

h_n – полуднева висота Сонця.

Середня за світлий час доби температура повітря [11] розраховується за формулою виду

$$T_{\text{ä}} = a_1 \cdot T_{\text{max}} + a_0, \quad (3.12)$$

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

a_0, a_1 – емпіричні коефіцієнти.

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

У відповідності з описаною структурою моделі її параметри поділяються на чотири групи [11, 16]:

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. [11, 16] 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. 3.2.

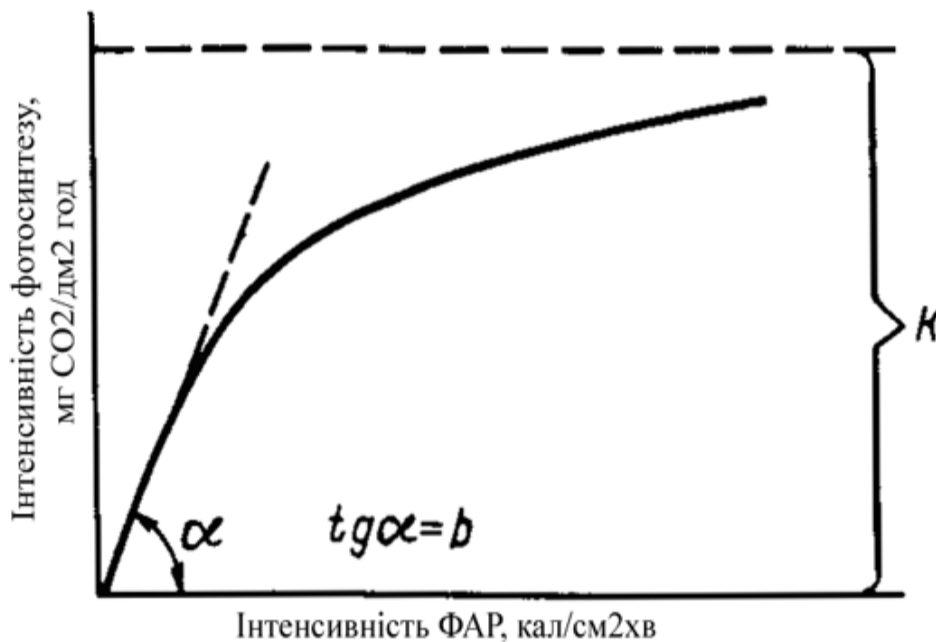


Рисунок 3.2 – Параметри світлової кривої фотосинтезу.

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_{δ} , яка будувалась по відношенню температури поточної доби до температури світлої пори доби, коли здійснюється фотосинтез (рис. 3.3).

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 γ_{ϕ} визначені окремо для супіщаних та суглинистих ґрунтів (рис. 3.4).

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. 3.5.

$$\alpha_{\phi}^j = l - a \left(\frac{TS_2 - \sum t_l^1}{10} \right)^2, \quad (3.13)$$

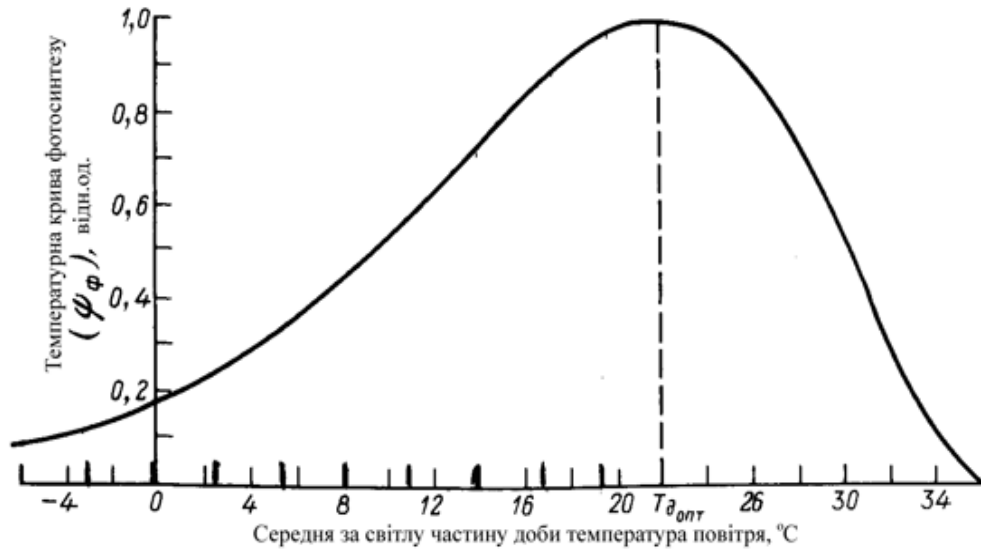


Рисунок 3.3 – Температурна крива озимої пшениці:

$T_{д\text{ опт}}$ – оптимальна середня за світлий час доби температура повітря для отосинтезу озимої пшениці.

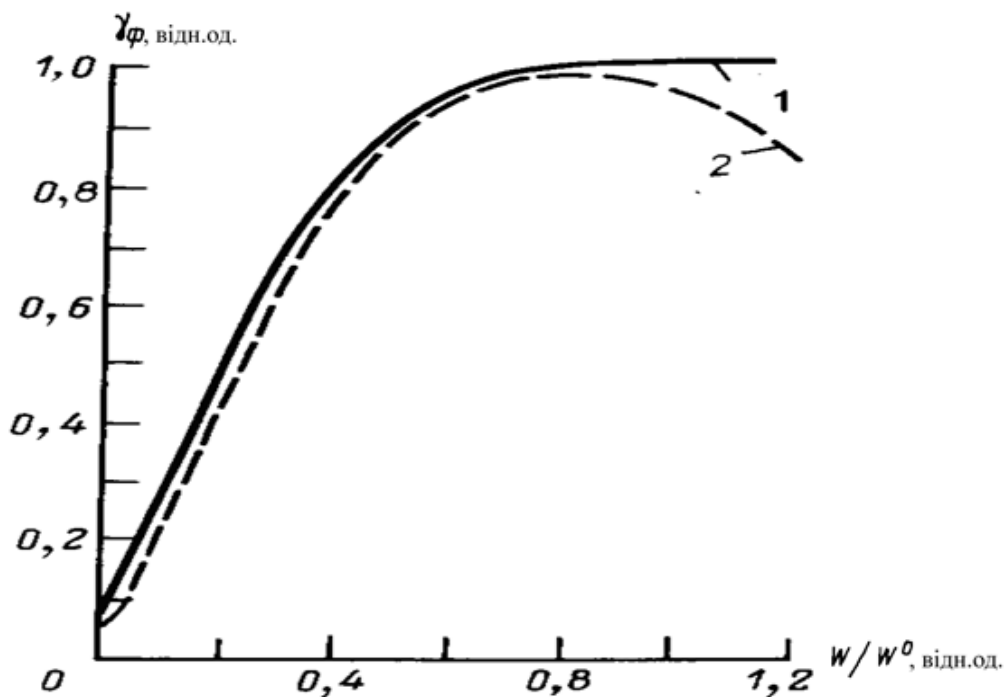


Рисунок 3.4 – Функція впливу вологості ґрунту на фотосинтез:

1 – супіщаний ґрунт; 2 – суглинковий ґрунт; W – запаси (мм) продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см; W^0 – найменша вологоємність 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

$$a = \frac{-100l_n \cdot \alpha_{\phi}^j}{\sum t_l^1}, \quad (3.14)$$

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 $TS_2 = 0$.

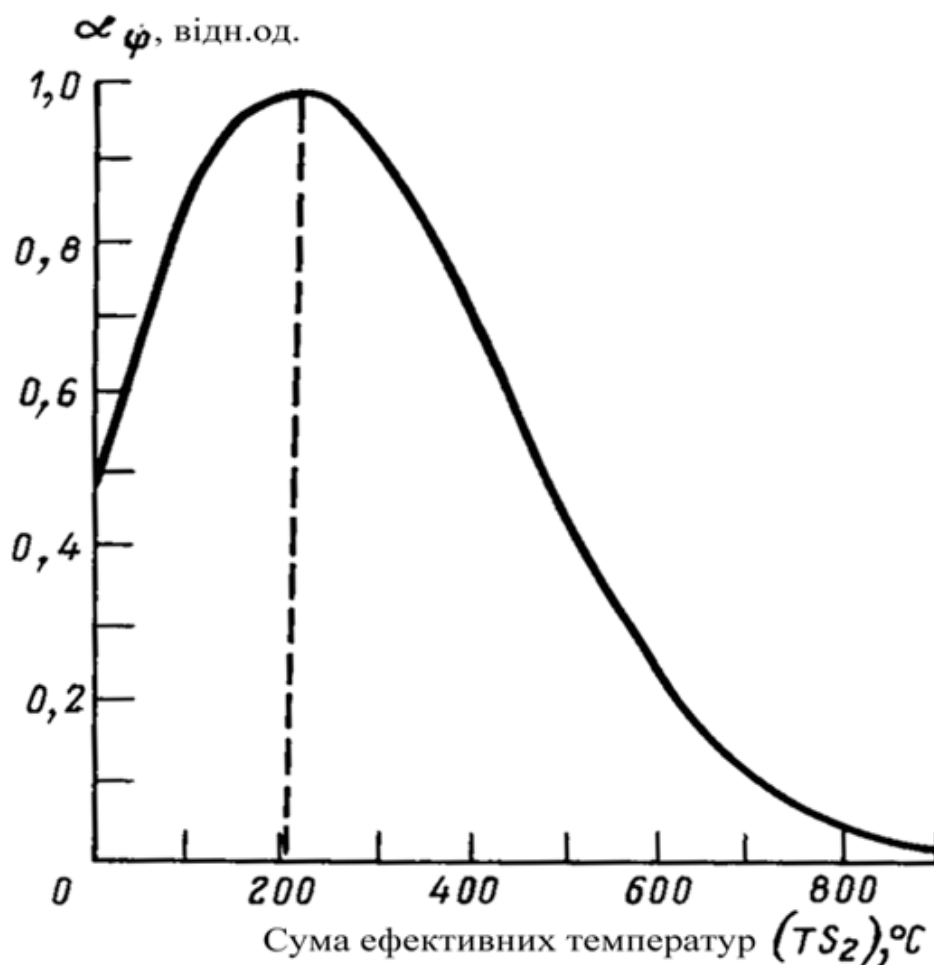


Рисунок 3.5 – Онтогенетична крива фотосинтезу.

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 °C за цей період $\sum t_4$.

Четверта частина цієї суми буде значенням $\sum t_l^1$.

Параметри блоку дихання [11, 16]. 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 [11, 16]. 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 [8] функції періоду вегетативного росту визначаються як

$$\beta_i = \frac{\Delta m_i}{\sum_i \Delta M_i}, \quad i \in l, s, r \quad (3.15)$$

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

$$v_i = \frac{\Delta m_i}{m_i}, \quad i \in l, s, r \quad (3.16)$$

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. 3.6), 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 3.6 – 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 кожну 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:

$$\beta = \frac{\Delta\theta_i}{\sum_i \Delta\theta_i}, \quad i \in l, s, r, p, \quad (3.17)$$

в якому

$$\Delta\theta_i = \frac{4,6052 \cdot 10 \cdot \frac{2(\sum t_i^2 - TS_2^i)}{\sum t_i^2}}{\sum t_i^2 \left(1 + 10 \cdot \frac{2(\sum t_i^2 - TS_2^i)^2}{\sum t_i^2} \right)} \quad i \in l, s, r, p, \quad (3.18)$$

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. 3.7.

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

$$v_i^j = \frac{0,3TS_1^j}{(2\sum t_p^2 - \sum t_p) - 2\sum t_i^2}, \quad i \in l, s, r, p, \quad (3.19)$$

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

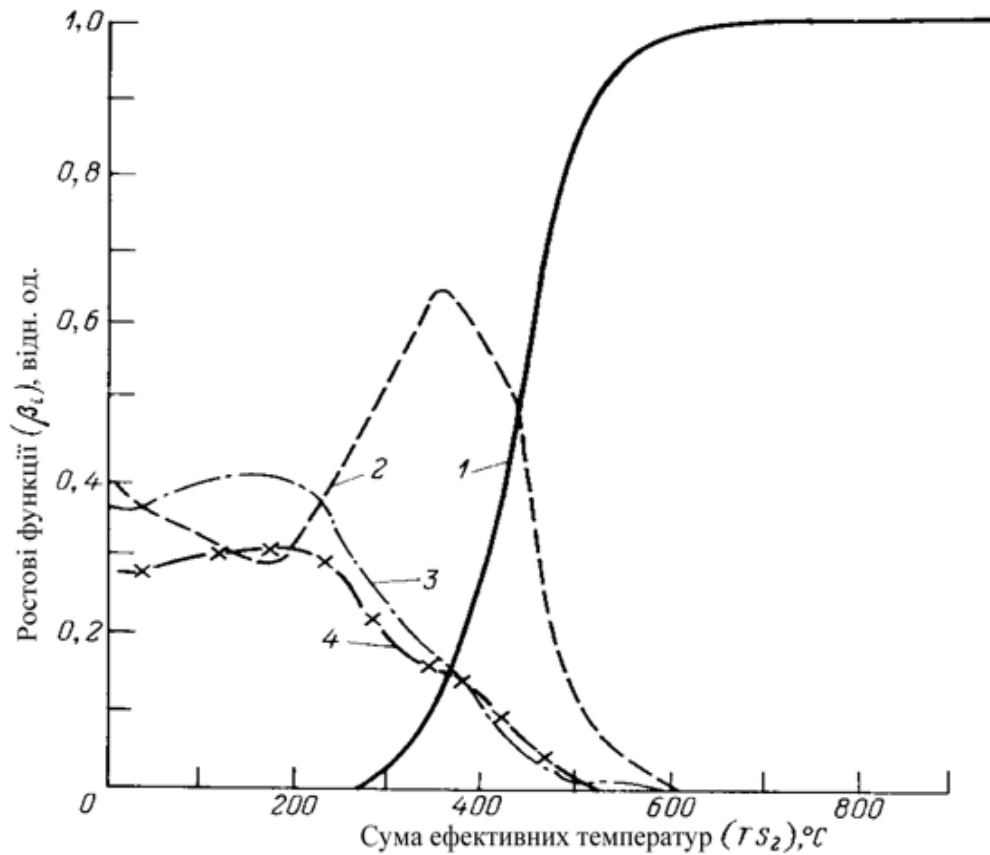


Рисунок 3.7 – Ростові функції періоду вегетативного росту озимої пшениці: 1 – репродуктивних органів (β_p); 2 – стебел (β_s); 3 – листя (β_l); 4 – корені (β_r).

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

$$\Sigma t_p = \frac{\Sigma t_1 + \Sigma t_2}{2}. \quad (3.20)$$

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

$$\Sigma t_p^2 = \frac{\Sigma t_4 - \Sigma t_p}{2} + \Sigma t_p. \quad (3.21)$$

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 [11, 16]. 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

$$T_{\ddot{a}} = a_1 \cdot T_{\max} + a_0. \quad (3.22)$$

Параметри цього виразу a_0 , 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}

4 НАРОДНОГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ТА ЇЇ СОРТИ

Серед найважливіших зернових культур озима пшениця за посівними площами займає в Україні перше місце і є головною продовольчою культурою і забезпечує близько 50 % валового збору зерна в країні.. Це свідчення великого народногосподарського значення озимої пшениці, її необхідності у задоволенні людей високоякісними продуктами харчування [3, 6, 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.

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 [3, 6, 7].

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.).

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 [3, 6, 7].

Якість білків пшеничного хліба дуже висока, вони добре засвоюються. Об'ємний вихід хліба, розпливчастість і пористість його м'якуша визначаються вмістом і якістю клейковини в борошні. Клейковина – це білкова маса, яка характеризується відповідними еластичністю, в'язкістю, пружністю. До складу клейковини переважно входять білкові речовини – гліадин і глютенін. Вміст клейковини в зерні залежно від сорту та умов вирощування змінюється: сирій – від 16 до 52%, сухої – від 5 до 20 %.

За хлібопекарськими якостями сорти озимої пшениці поділяють на сильні, середні, або цінні, та слабкі (філери). Сила пшениці залежить не лише від сорту, а й від ґрунтово-кліматичних умов і технології вирощування. Тісто з борошна сильної пшениці забезпечує високий об'ємний вихід хліба з еластичним м'якушем. Якщо до борошна слабкої пшениці додати 30 – 50 % борошна сильної пшениці, якість хліба значно поліпшується [3, 6, 7].

Зерно сортів сильних озимих пшениць повинно містити білка не менше 14%, сирій клейковини – не менше 28 % з добрими фізичними властивостями (високою пружністю та розтяжністю) і склоподібністю не менше 60 %, натура зерна – не менше 755 г/л. Зерно вітчизняних сильних і твердих пшениць користується великим попитом на внутрішньому і міжнародному ринках [3, 6, 7].

Зерно сортів середніх (цінних) пшениць характеризується добрими хлібопекарськими якостями, але воно не здатне поліпшувати борошно слабкої пшениці. В ньому міститься 11 – 13,9 % білка, 23 – 27 % клейковини.

Зерно слабких пшениць не забезпечує випікання хліба задовільної якості. Хліб має грубий, із щільним м'якушем, а подовий – розпливається. Зерно слабкої пшениці має невисокий вміст білка (менше 11 %) та клейковини (менше 23 %), хоча буває і достатня їх кількість, однак клейковина низької якості.

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 [3, 6, 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].

РАЙОНОВАНІ СОРТИ [3, 6, 7]. Велике значення для підвищення урожайності озимої пшениці має правильний добір сортів з урахуванням їх вимог до ґрунтово-кліматичних умов. Для південно-східних районів потрібні сорти посухостійкі, а для західних районів достатнього зволоження – стійкі проти вилягання, випрівання та ураження грибними хворобами.

У зв'язку з великою різноманітністю ґрунтово-кліматичних умов в Україні районовано багато сортів озимої пшениці. Найпоширеніші такі сорти.

Безоста 1 – ранньостиглий, високоврожайний, стійкий проти вилягання і обсипання сорт. Мало зимостійкий порівняно з іншими сортами. Зерно крупне. Належить до сильних пшениць. Хлібопекарські якості високі. Районований у степовій зоні.

Поліська 87 — середньостиглий, високоврожайний, досить стійкий проти вилягання сорт. Зерно крупне. Хлібопекарські якості середні. Районований у лісостеповій і поліській зонах.

Одеська 265 – середньостиглий, зимостійкий, високоврожайний сорт. Належить до сильних пшениць. Районований у південних степових областях.

Щедра Полісся – середньостиглий, високоврожайний, стійкий проти вилягання сорт. Зимостійкість середня. Бурою іржею, борошнистою росою і кореневими гнилями уражується середньо. Маса 1000 зерен сягає 35 – 44 г. Хлібопекарські якості середні. Районований у лісостеповій і поліській зонах.

Поліська 90 — середньостиглий, високоврожайний, середньорослий, але стійкий проти вилягання сорт. Зимостійкість – від середньої до вище середньої. Маса 1000 зерен досягає 42 – 48 г. Борошномельні та хлібопекарські якості добрі й високі. Районований у лісостеповій і поліській зонах.

Миронівська 61 – середньостиглий, стійкий проти вилягання. Зимо- і посухостійкість середня. Стійкий проти обсипання зерна. Кореневими гнилями і борошнистою росою уражується слабо. Маса 1000 зерен – 40,2 – 42,4 г. Борошномельні та хлібопекарські якості добрі. Належить до цінних пшениць. Придатний для вирощування за інтенсивною технологією. Районований у лісостеповій і поліській зонах.

Одеська 66 – середньостиглий, досить стійкий проти вилягання, зимостійкий сорт. Маса 1000 насінин досягає 40 – 45,3 г. Хлібопекарські якості добрі. Районований у поліській зоні.

Одеська напівкарликова – середньоранній, стійкий проти вилягання, зимостійкий сорт. Маса 1000 зерен – 35 – 46,5 г. Хлібопекарські якості добрі

й відмінні. Районований у степовій зоні.

Циганка – середньопізній, високоврожайний. Належить до цінних пшениць. Слабо уражується борошнистою росою і бурою іржею. Маса 1000 зерен сягає 40,5 – 41,4 г. Районований у поліській зоні.

Обрій – середньоранній, високоврожайний, належить до сильних пшениць. Стійкий проти вилягання, посухостійкий.

Зимостійкість середня. Борошнистою росою, бурою іржею уражується слабо. Маса 1000 зерен — 35 – 43 г. Районований у степовій зоні.

Альбатрос одеський – середньоранній, високоврожайний. Належить до сильних пшениць. Стійкість проти вилягання, обсіпання і посухи висока. Зимостійкість середня. Борошнистою росою, бурою іржею і летючою сажкою уражується слабо. Маса 1000 зерен досягає 30 – 35 г. Районований у лісостеповій і степовій зонах.

Із сортів твердої озимої пшениці в Україні вирощують такі:

Корал одеський (Мрія) – середньоранній, посухостійкий. Макаронні якості задовільні. Районований у степовій і лісостеповій зонах.

Парус – середньоранній, посухостійкий, стійкий проти вилягання. Зимостійкість середня. Макаронні якості добрі. Районований у Криму.

Айсберг одеський – середньоранній, стійкий проти вилягання. Посухостійкість середня, морозо- і зимостійкий. Макаронні якості добрі. Районований у степовій зоні.

Із нових районуваних сортів слід відзначити Крижинка, Колумбія та ін.

Одним з основних напрямів селекції високоврожайних сортів пшениці є зменшення висоти стебла. Це зумовлено не лише потребою підвищення стійкості рослин проти вилягання, а й тенденцією збільшення врожаїв зерна за рахунок урожаїв соломи. Досить високі урожаї нових інтенсивних сортів пшениці можна мати при загущеному стеблостой, збільшенні кількості зерен у колоску, а також при підвищенні вмісту білка в зерні.

Різноманітністю кліматичних умов в Україні пояснюється те, що в

західних областях з м'якими зимами і більшою кількістю опадів високі врожаї дають пізньостиглі сорти західноєвропейського екологічного типу. У південно-східних і центральних районах країни досить високі врожаї мають при вирощуванні ранньостиглих сортів степового походження, стійких проти високих температур і літньої посухи. Проте зміни погодних умов в окремі роки часто є причиною того, що високі врожаї сортів збирають і в нетипових кліматичних умовах. Отже, оцінювати сорти, користуючись даними лише нетривалого за часом сортовипробування, не можна.

5 ОЦІНКА ДИНАМІКИ СЕРЕДНЬООБЛАСНОЇ УРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ У ДНІПРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Динаміка урожайності озимої пшениці розглядалась як тенденція абсолютних значень урожайності, що викликана зміною агротехніки вирощування культури, так і як відхилення урожайності від її тенденції, що обумовлені впливом погодних умов конкретних років [10, 11]. Для оцінки динаміки урожайності озимої пшениці у Дніпровській області за період 1996–2017 роки було отримано лінію тенденції урожаю за допомогою методу гармонійних зважень [23]. 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

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

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 Дніпровській області за період 1996 – 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 у Дніпровській області складала 25-30 ц/га, притому, що зберігалась досить виразна тенденція зростання. За перше п'ятиріччя періоду (1996-2000 роки) урожайність у Дніпровській області зросла до 26,1 ц/га. Надалі відбувалось поступове зростання, приріст тенденції урожайності озимої пшениці у Дніпровській області за період 2001-2005 роки склав 3,0 ц/га, що становить збільшення на 12 % порівняно з попереднім п'ятиріччям (табл. 5.1)

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

Показники	П'ятиріччя, роки			
	1996 – 2000	2001–2005	2006 – 2010	2011 – 2015
Середнє значення тренду, ц/га	26,1	29,1	29,3	29,8
Абсолютний приріст, ц/га		3,0	0,2	0,5
Відносний приріст, %		12	0,6	1,7

В період 2006–2010 року тенденція зростання урожайності озимої пшениці у Дніпровській області сповільнилась, вона майже не зростала, на початок п'ятиріччя вона становила 29,3 ц/га, а на кінець періоду 29,0 ц/га. Величина абсолютного приросту урожайності озимої пшениці у Дніпровській області становила (табл. 5.1) 0,2 ц/га, що становить 0,6 % відносного приросту. В подальшому (2011-2015 рр.) відбулося зростання тенденції урожайності озимої пшениці у Дніпровській області . Для початку періоду вона становила 29,2 ц/га, тоді як на кінець п'ятиріччя її значення сягало 31,9 ц/га. При цьому урожайність озимої пшениці у Дніпровській області в 2013 – 2015 роках зросла від 30,9 ц/га до 34,2 ц/га. Абсолютний приріст тенденції складав 0,5 ц/га, а відносний приріст був на рівні 1,7 %.

В той же час слід відмітити коливання урожайності озимої пшениці у Дніпровській області із року в рік, які викликані впливом погодних умов (рис. 5.2). Як показано на рис. 5.2, спостерігалось 10 позитивних і 5 негативних відхилень урожайності озимої пшениці від лінії тренду у Дніпровській області . Особливо значним було викликане несприятливими умовами відхилення урожайності озимої пшениці у Дніпровській області в 2000, 2003, 2007 та 2012 роках, коли від'ємні відхилення від тренду становили -9,8; -22,1. За період 1996-2016 роки спостерігалось 5 значних позитивних відхилень урожайності озимої пшениці від тренду у Дніпровській області , які коливались від 2,6 до 6,7 ц/га. Це трапилось в 2001, 2002, 2004, 2005 та 2008 роках.

Таким чином, погодні умови досить суттєво впливають на мінливість урожаїв. В роботі [10] пропонується характеризувати кліматичну мінливість урожаїв величиною дисперсії σ_n^2 , яка розраховується за формулою

$$\sigma_i^2 = \sigma_{i\bar{a}}^2 - \sigma_{\bar{a}}^2, \quad (5.10)$$

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

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

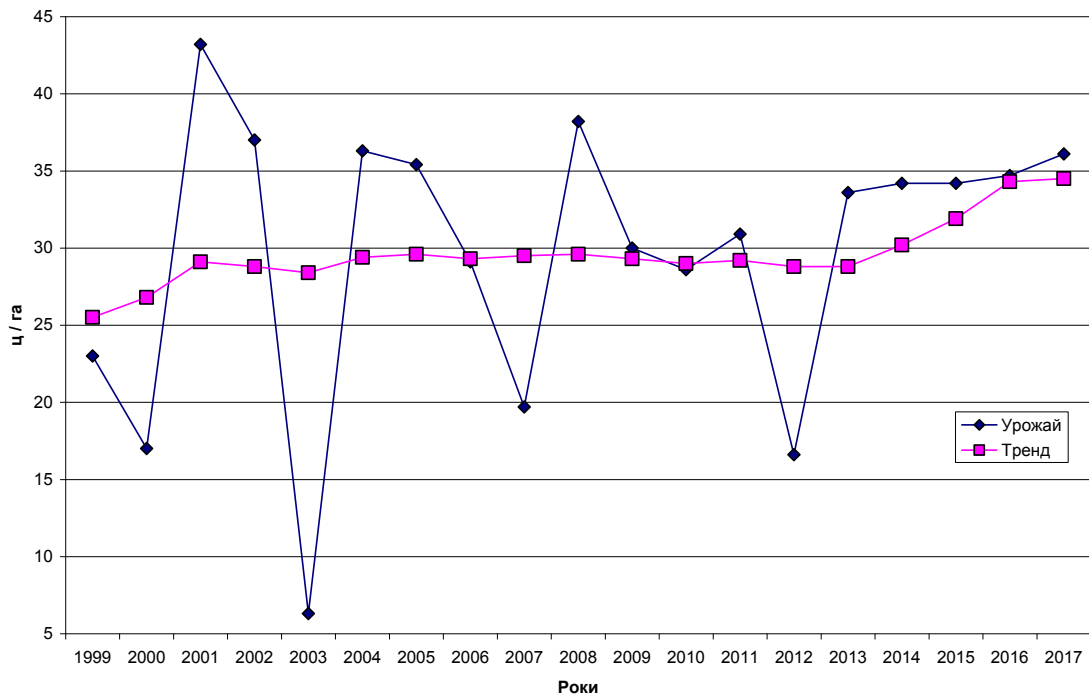


Рисунок 5.1 – Урожай озимої пшениці та його тенденція у Дніпровській області

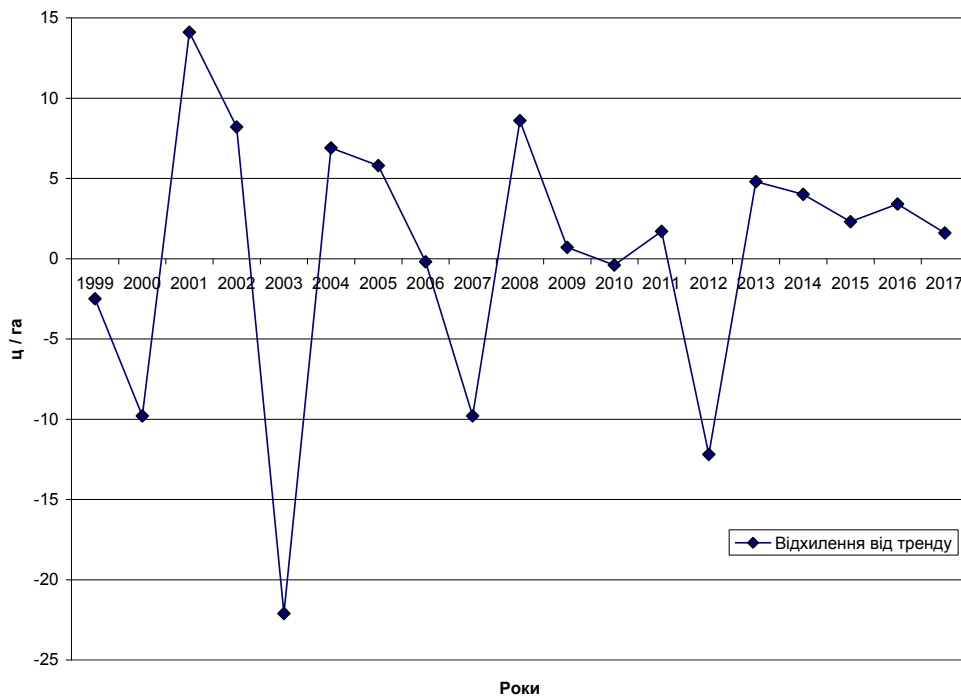


Рисунок 5.2 – Відхилення від тренду урожайності озимої пшениці у Дніпровській області

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

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

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

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 0,33, що свідчить, що Дніпровська область відноситься до зони нестійких урожаїв озимої пшениці.

6 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПРОДУЦІЙНИЙ ПРОЦЕС ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

6.1 Агрокліматичні умови вирощування озимої пшениці при зміні клімату

Під впливом змін клімату змінюються і радіаційно-теплові ресурси та волого забезпечення сільськогосподарських культур.

Для характеристики зміни агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці у Дніпровській області використовувались найбільш поширені показники тепло та вологозабезпеченості [5, 15]

Основними кліматичними та агрокліматичними характеристиками температурного режиму вегетаційного періоду були:

- дати стійкого переходу температури повітря через 0, 5, 10, 15 °С навесні та восени;
- тривалість періоду з температурами повітря вище 0, 5, 10, 15 °С;
- суми позитивних температур повітря за період з температурами вище 0, 5, 10, 15 °С;
- середня температура повітря січня, липня та їхня амплітуда;
- дати останнього навесні та першого восени заморозку на висоті 2 м та на поверхні ґрунту;
- тривалість беззаморозкового періоду в повітрі на висоті 2 м та на поверхні ґрунту.

За умов реалізації сценарію зміни клімату терміни відновлення вегетації у озимої пшениці у Дніпровській області змістяться на більш ранні строки: для I періоду на 5 днів, для II періоду – на 17 днів (табл. 6.1). Відповідно змістяться і строки появи сходів на 4 – 12 днів та колосіння на 2 –

6 днів. Воскова стиглість у Дніпровській області настане на 2–5 днів раніше, а тривалість періоду відновлення вегетації – воскова стиглість збільшиться до 3 – 11 днів.

Таблиця 6.1 – Порівняння фаз розвитку озимої пшениці при середніх багаторічних умовах та в умовах змін клімату

Період	Відновлення вегетації	Колосіння	Воскова стиглість	Тривалість вегетаційного періоду, дні
1970–2010	9.IV	10.VI	6.VII	88
2021–2030	4.IV	8.VI	4.VII	91
Різниця	-5	-2	-2	+3
2031–2050	24.III	4.VI	1.VII	99
Різниця	-17	-6	-5	+11

Період відновлення вегетації – колосіння у Дніпровській області буде проходити при знижених температурах: на 1,1 °С у I-й кліматичний період і на 2,4 °С у II-й період (табл. 6.2). Зросте сума опадів у цей період, особливо у II-й період (від 88 до 119 мм), збільшення становитиме 35 %.

Деяке зниженням буде і температурний режим в період колосіння – воскова стиглість у Дніпровській області, сума опадів в цей міжфазний період залишиться на рівні базового періоду. В цілому за весь період вегетації озимої пшениці у Дніпровській області ріст і розвиток будуть проходити на фоні знижених температур.

Опади є основним джерелом зволоження земної поверхні і з цієї точки зору вони визначають стан багатьох природних ресурсів. Тому поняття просторово-часової мінливості структури поля опадів сучасності та їхні майбутні зміни відіграють важливу роль в прогнозах кліматично-зумовлених природних ресурсів (табл. 6.2).

Для характеристики умов зволоження у Дніпровській області аналізувались такі ж періоди як і для теплозабезпеченості: базовий 1970–2010 рр. та розрахункові за кліматичним сценарієм 2021–2030 рр. та 2031–2050 рр.

Таблиця 6.2 – Агрокліматичні умови вирощування озимої пшениці

Період	Період відновлення вегетації – колосіння			Період колосіння – воскова стиглість			Весь вегетаційний період		
	середня температура, °С	сума температур, °С	сума опадів, мм	середня температура, °С	сума температур, °С	сума опадів, мм	середня температура, °С	сума температур, °С	Сума опадів, мм
1970–2010	14,7	907	88	20,7	539	62	16,4	1446	150
2021–2030	13,6	885	92	20,6	537	61	15,6	1422	152
Різниця	-1,1	-22	+4 %	-0,1	-2	0	-0,8	-24	+1 %
2031–2050	12,3	888	119	20,1	543	62	14,4	1431	181
Різниця	-2,4	-19	+35 %	-0,6	+4	0	-2,0	-15	+21 %

При цьому розглядались такі показники:

- сума опадів за періоди: зима, весна, літо, осінь, рік;
- сума опадів за періоди з температурами повітря вище 5 і 10 °С;
- сумарне випаровування, випаровуваність, дефіцит випаровування;
- коефіцієнт зволоження – ГТК за період травень – серпень.

Водний режим відновлення вегетації в озимої пшениці у Дніпровській області значно покращиться (табл. 6.3). Значно зросте сумарне випаровування в порівнянні з базовим (178 мм) до 252 мм в I-й період і до 243 мм у II-й період.

Таблиця 6.3 – Характеристика водного режиму вегетаційного періоду озимої пшениці

Період	Сумарна за вегетаційний період, мм					Середній ГТК	Вологозбезпеченість за період, %		
	випаровуваність	випаровування	транспірація	Випаровування з поверхні ґрунту	дефіцит випаровування		сходи-колосіння	колосіння – воск. стиглість	Весь вегетаційний період
1970 – 2010	256	178	82	96	78	1,0	71,3	66,9	69,8
2021 –2030	344	252	121	130	92	1,16	77,6	69,7	75,3
Різниця	+34 %	+42 %	+48%	+35 %	+18 %	+0,16	+6,3	+2,8	+5,5
2031 –2050	331	243	123	119	88	1,22	77,5	70,9	75,5
Різниця	+29 %	+36 %	+50%	+24%	+13 %	+0,22	+6,2	+4,0	+5,7

Відбудеться збільшення затрат на транспірацію з 82 мм до 121–123 мм. Показник зволоження ГТК також збільшиться з 1,00 до 1,16 в I-й період і до 1,22 у II-й період.

Такі умови зволоження суттєво покращать умови вологозабезпеченості відновлення вегетації у Дніпровській області . В період сходи – колосіння вони зміняться від 71,3 % до 77,5–77,6 %. Трохи меншим покращення буде в період колосіння – воскова стиглість від 66,9 % до 69,7–70,9 %.

6.2 Оцінка продукційного процесу рослин, фотосинтетичної продуктивності та коливання урожайності озимої пшениці в зв'язку зі зміною клімату

Зміна агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці у Дніпровській області привела до зміни показників фотосинтетичної продуктивності і як наслідок урожаю зерна. На фоні зміни кліматичних умов у I та II періоди нами розглядались такі варіанти:

- кліматичні умови періоду;
- кліматичні умови періоду + збільшення CO₂ в атмосфері (для I-го періоду з 380 до 470 ppm , для II періоду з 380 до 520 ppm);
- кліматичні умови періоду + збільшення CO₂ + внесення добрив N₇₅;
- кліматичні умови періоду + збільшення CO₂ + внесення добрив N₁₂₅.

Слід зазначити, що вплив зміни клімату на формування продуктивності озимої пшениці у Дніпровській області розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів культури.

Динаміка наростання площі листкової поверхні озимої пшениці у Дніпровській області наведена на рис. 6.1. За рахунок деякого запізнення в порівнянні з базовим періодом прирости площі листя в I-й період будуть йти на 1–2 декади пізніше (рис. 6.1а).

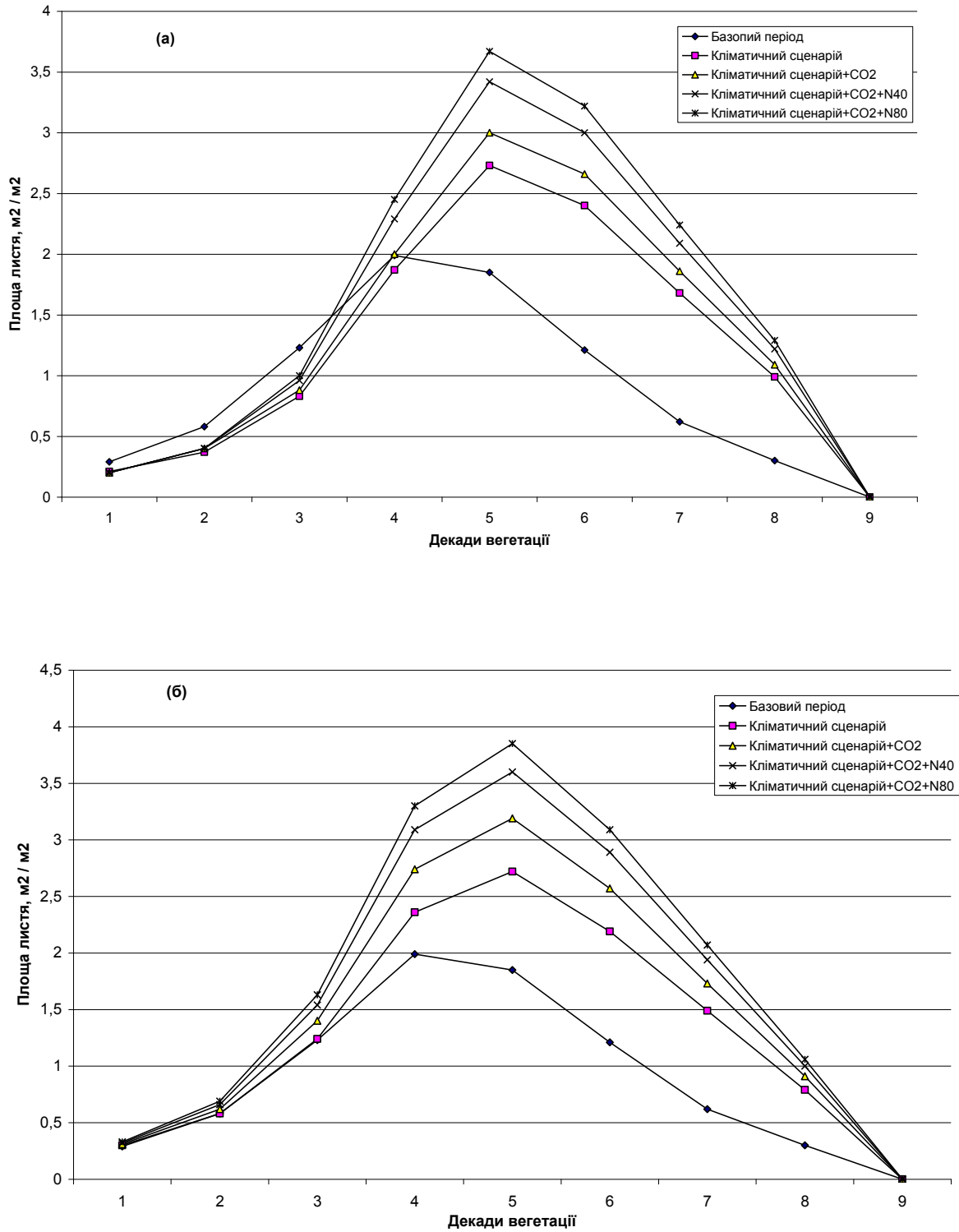


Рисунок 6.1 – Динаміка відносної площі листкової поверхні озимої пшениці в умовах зміни клімату в порівнянні з базовим періодом за сценаріями на: а) 2021 – 2030 рр.; б) 2031– 2050 рр.

При зміні кліматичних умов у Дніпровській області площа листкової поверхні в період її максимального розвитку (колосіння – цвітіння) збільшиться з 1,99 до 2,73 м²/м². Порівняно з базовим періодом це становитиме 37 % (табл. 6.4).

Таблиця 6.4 – Фотосинтетична продуктивність озимої пшениці у Дніпровській області

Період	Варіант	Період максимального росту		Фотосинтетичний потенціал відновлення вегетації в м ² /м ² за вегетаційний період	Урожай, ц/га
		Площа листкової поверхні, м ² /м ²	приріст загальної сухої біомаси, г/м ² ·за день		
1970-2010	Базовий	1,99	9,34	79,11	30,4
2021-2030	Клімат	2,73	15,05	111,64	31,7
	Клімат + CO ₂	3,02	17,06	122,63	34,6
	Клімат + CO ₂ + N ₄₀	3,42	19,68	137,43	38,2
	Клімат + CO ₂ + N ₈₀	3,67	21,26	146,68	40,4
2031–2050	Клімат	2,72	16,95	119,12	34,8
	Клімат + CO ₂	3,19	20,54	137,58	40,1
	Клімат + CO ₂ + N ₄₀	3,60	23,35	153,68	44,3
	Клімат + CO ₂ + N ₈₀	3,85	24,98	163,72	46,7

Підвищення вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 470 ppm обумовить збільшення площі листя у Дніпровській області до 3,02 м²/м². Внесення добрив покращить умови формування листкової поверхні у Дніпровській області: внесення доз добрив N₇₅ підвищить рівень розмірів площі листя до 3,42 м²/м², внесення N₁₂₅ обумовить зростання до рівня 3,67 м²/м², що відповідно на 72 та 84 % вище порівняно з базовим періодом. Фотосинтетичний потенціал озимої пшениці у Дніпровській області збільшиться при внесенні добрив на 73–84 % в порівнянні з базовим періодом.

Кліматичні умови II-го періоду у Дніпровській області виявляться більш сприятливими для фотосинтетичної діяльності відновлення вегетації

озимої пшениці та формування його урожаю. За рахунок тільки зміни кліматичних умов зросте площа листкової поверхні з 1,99 до 2,72 м²/м² (рис. 6.1б).

Збільшення вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 520 ppm суттєво підвищить рівень показників фотосинтетичної діяльності відновлення вегетації озимої пшениці у Дніпровській області. Зросте площа листя до 3,19 м²/м², ще більшим буде це зростання при внесенні добрив: при внесенні добрив в дозі N₇₅ площа листя зросте до рівня 3,60 м²/м² (на 81 %), а при внесенні N₁₂₅ – до 3,85 м²/м² (на 93 %).

Сезонний хід інтенсивності фотосинтезу має чітко визначений максимум в фазу колосіння, після чого він поступово знижується (рис. 6.2).

В I-й період кліматичні умови у Дніпровській області в травні дещо гірші, ніж в базовий період (рис. 6.2а). При зміні кліматичних умов в порівнянні з базовим періодом інтенсивність фотосинтезу озимої пшениці в перші три декади вегетації буде на 0,1 – 0,2 мг CO₂/дм²·год. нижче, чим в базовий період але це буде спостерігатись тільки до фази колосіння.

Підвищення вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 470 ppm підвищить рівень інтенсивності фотосинтезу у Дніпровській області в декаду його максимальних значень до рівня 11,6 мг CO₂/дм²·год.

Внесення добрив в дозі N₇₅ та N₁₂₅ суттєво підніме рівень інтенсивності фотосинтезу у Дніпровській області, особливо при внесенні вищої дози добрив. Це підвищення буде становити 1,5–2,9 мг CO₂/дм²·год., а рівень інтенсивності фотосинтезу сягатиме 12,3–12,7 мг CO₂/дм²·год.

При реалізації кліматичного сценарію II-го періоду у Дніпровській області інтенсивність фотосинтезу буде вищою (рис. 6.2б), чим в базовий період, а збільшення вмісту CO₂ в атмосфері до 520 ppm обумовить підвищення інтенсивності фотосинтезу на 0,8 – 1,5 мг CO₂/дм²·год. При внесенні добрив рівень фотосинтезу зросте і в період максимальних значень він буде складати 11,5 – 11,8 мг CO₂/дм²·год.

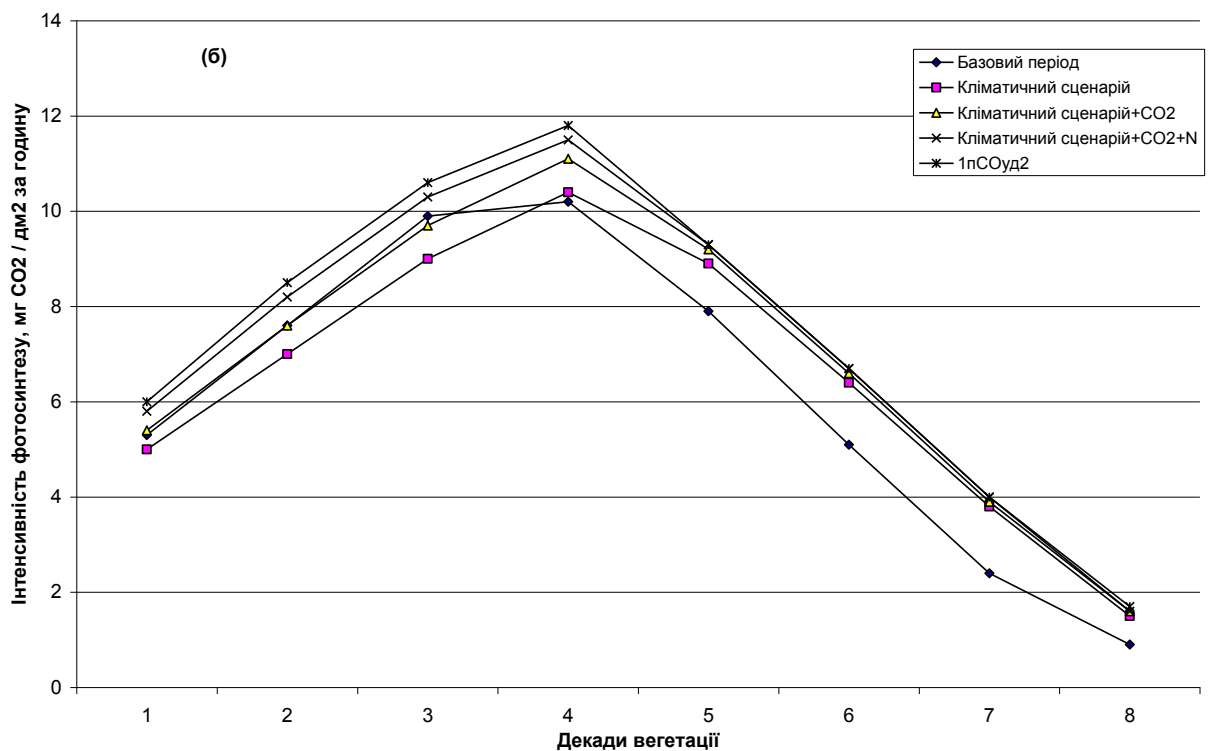
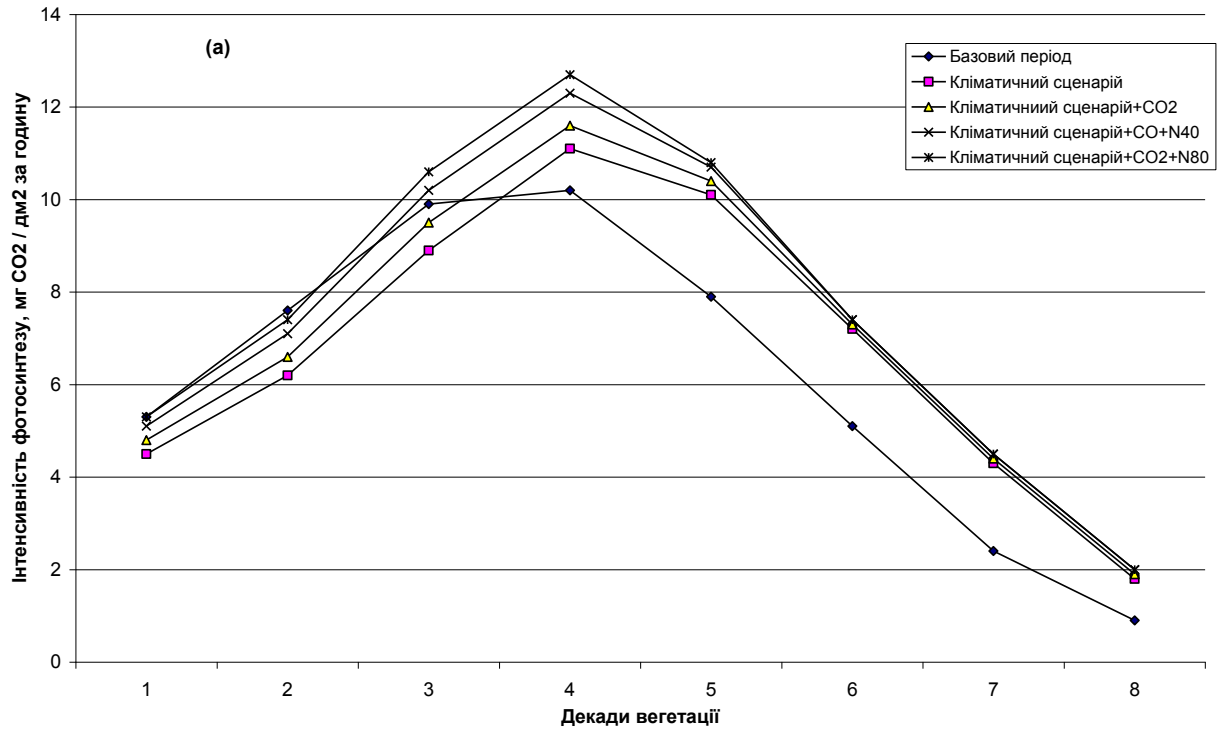


Рисунок 6.2 – Динаміка інтенсивності фотосинтезу озимої пшениці в умовах зміни клімату в порівнянні з базовим періодом за сценаріями на: а) 2021 – 2030 рр.; б) 2031 – 2050 рр.

Накопичення загальної біомаси перші чотири декади йтиме досить повільно, потім зросте і після 7-ої декади вегетації сповільниться (рис. 6.3).

В I-й період на початку вегетації зміна клімату у Дніпровській області не позначиться на приростах загальної біомаси, вона навіть буде дещо менша, ніж в базовий період і тільки після 6-ої декади спостерігатиметься більш високий темп наростання загальної біомаси (рис. 6.3а).

Врахування підвищення рівня CO₂ показує, що прирости біомаси у Дніпровській області зростуть, а розміри загальної біомаси зростуть на 58 %. Внесення добрив в дозах N₇₅ та N₁₂₅ обумовлять збільшення приростів загальної біомаси до 11,7 – 21,3 г/м² за день (табл. 6.4) та збільшення її майже вдвічі в порівнянні з базовим періодом.

Формування загальної біомаси у II-й період за рахунок зміни клімату у Дніпровській області буде йти більш інтенсивніше (рис. 6.3б). Приріст загальної біомаси в період максимальних значень збільшиться з 9,34 до 16,95 г/м² за день (табл. 6.4).

Ще суттєвішим буде збільшення приростів за рахунок зміни вмісту CO₂ в атмосфері, вони становитимуть в період максимальних значень 20,54 г/м² за день. Внесення добрив підвищить рівень приростів загальної біомаси у Дніпровській області і вона сформується на рівні 827–886 г/м².

Зміна всіх показників фотосинтетичної діяльності відновлення вегетації в озимій пшениці обумовить відповідно і зміну кінцевої продукції – урожаю зерна (табл. 6.4 і рис. 6.4).

При зміні кліматичних умов в I-й період урожай зерна озимій пшениці у Дніпровській області збільшиться з 30,4 до 31,7 ц/га. Підвищення вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 470 ppm призведе до підвищення урожаю зерна у Дніпровській області на 4,2 ц/га (до 34,6 ц/га).

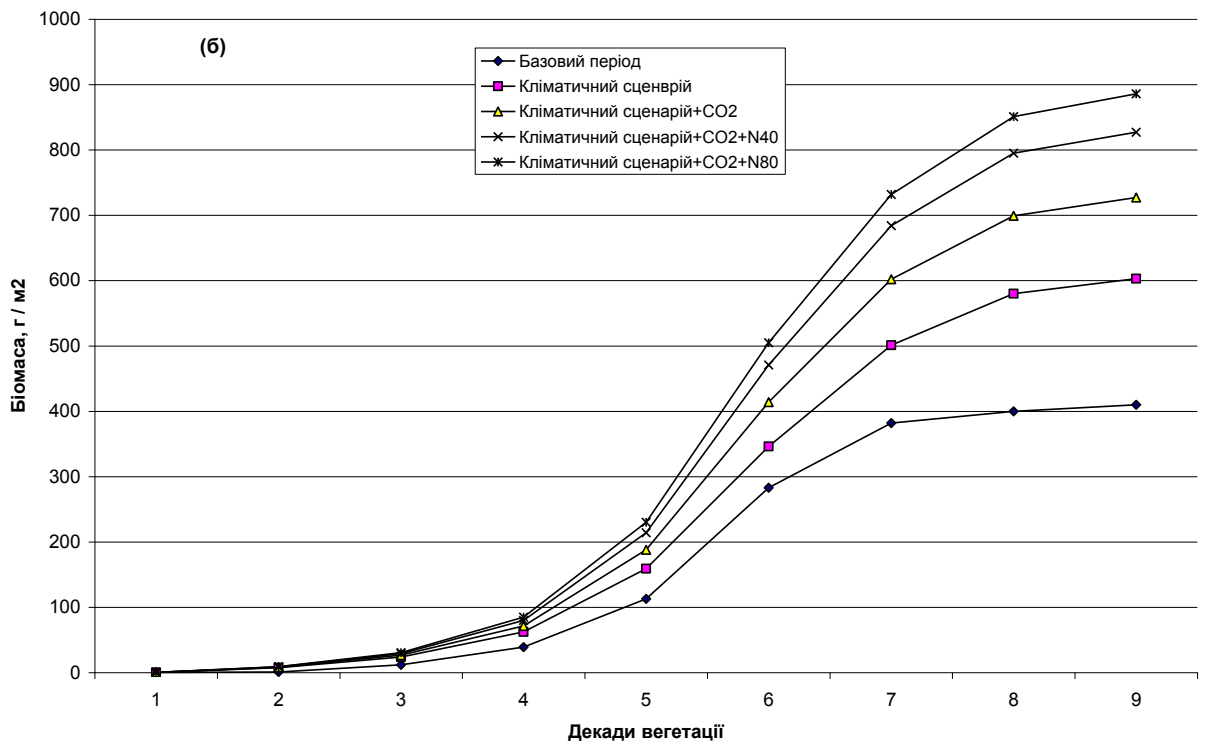
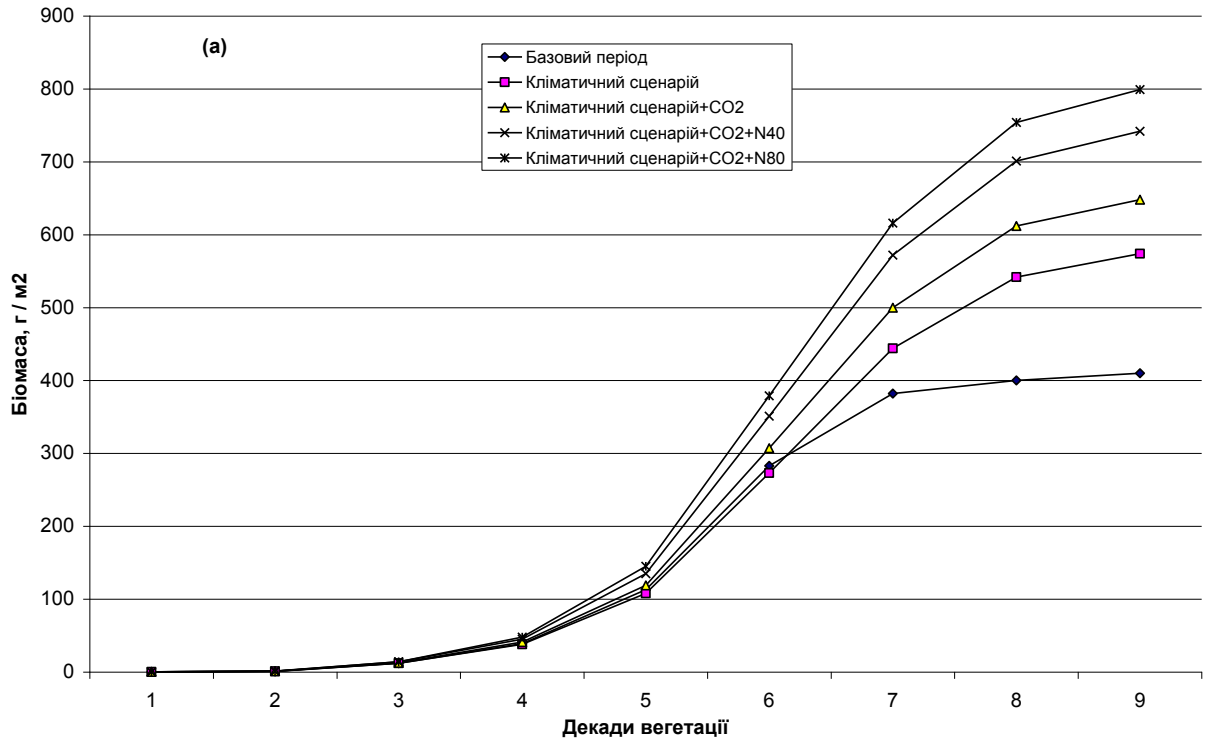


Рисунок 6.3 – Динаміка загальної сухої біомаси озимої пшениці в умовах зміни клімату в порівнянні з базовим періодом за сценаріями на:
а) 2021 – 2030 рр. ; б) 2031– 2050 рр.

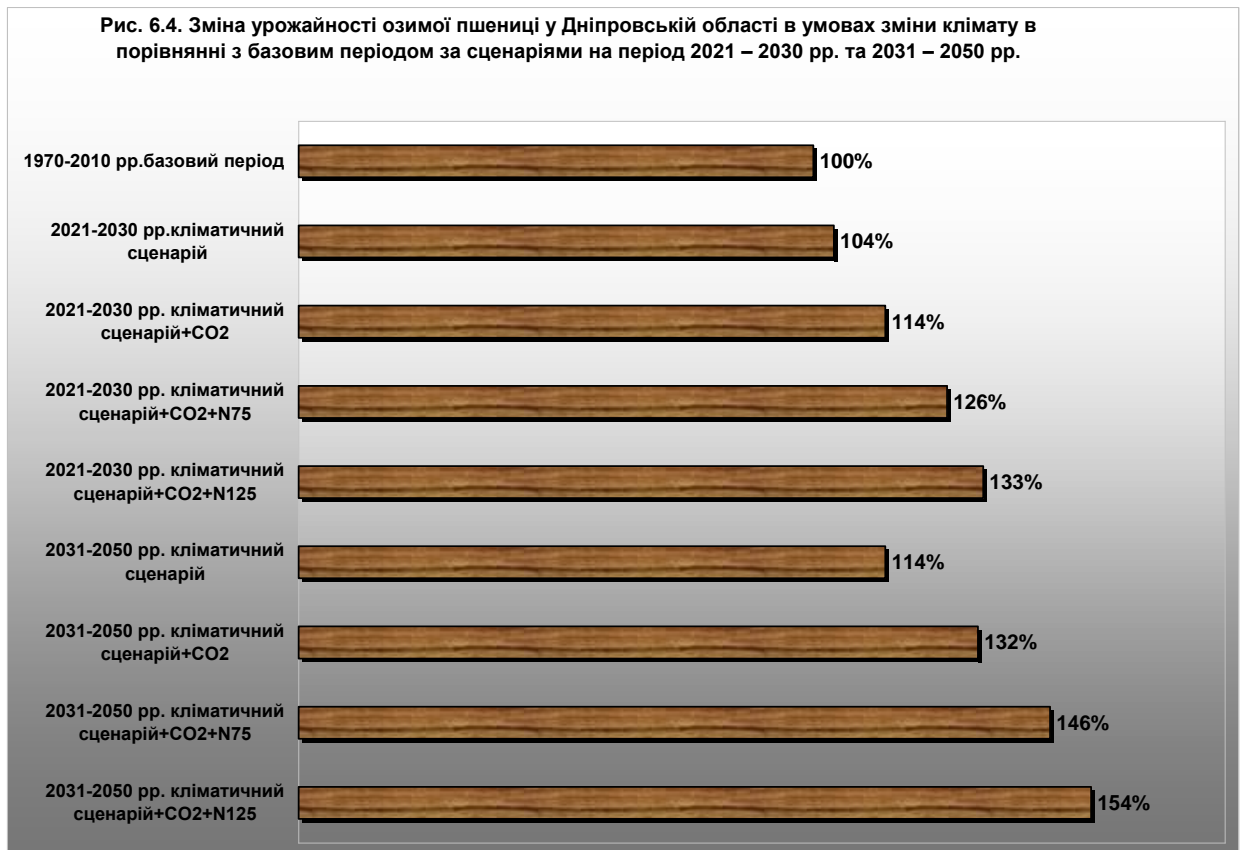


Рисунок 6.4 – Зміна урожайності озимої пшениці у Дніпровській області в умовах зміни клімату в порівнянні з базовим періодом за сценаріями на періоди 2021–2030 рр. і 2031–2050 рр.

Внесення добрив в дозі N_{45} і N_{125} (табл. 6.4) підвищить показники фотосинтетичної діяльності відновлення вегетації озимої пшениці та призведе до збільшення урожаю у Дніпровській області відповідно по періодах до 38,2 та 40,4 ц/га, що становитиме 126 та 133 % від базового періоду (рис. 6.4).

Кліматичні умови II-го періоду у Дніпровській області виявляться більш сприятливими для фотосинтетичної діяльності відновлення вегетації озимої пшениці та формування його урожаю. За рахунок тільки зміни кліматичних умов урожайність зерна озимої пшениці підвищиться на 4,4 ц/га порівняно з базовим періодом (табл. 6.4).

Збільшення вмісту CO_2 в атмосфері з 380 до 520 ppm суттєво підвищить рівень показників фотосинтетичної діяльності відновлення вегетації і як результат збільшення показників фотосинтетичної продуктивності. Очікуваний урожай озимої пшениці у Дніпровській області становитиме 40,1 ц/га, що майже в 1,3 раз більше порівняно з базовим періодом.

Внесення мінеральних добрив в дозах N_{45} і N_{125} дозволить підвищити рівень урожайності у Дніпровській області до 44,3–46,7 ц/га, що становить відповідно 146 та 154 % від базового періоду (рис. 6.4).

ВИСНОВКИ

В результаті виконаної роботи зроблено таке:

1. Вивчені фізико-географічні особливості Дніпровської області.
2. Вивчена динамічна модель формування урожаю сільськогосподарських культур.
3. Надано характеристику кліматичних та агрокліматичних ресурсів Дніпровської області.
4. Надано оцінку можливих змін температурного режиму та режиму зволоження в період вегетації озимої пшениці. у зв'язку зі змінами клімату.
5. При зміні кліматичних умов площа листкової поверхні в період її максимального розвитку (колосіння – цвітіння) збільшиться з 1,99 до 2,73 м²/м². Порівняно з базовим періодом це становитиме 37 % .
6. Збільшення вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 520 ppm суттєво підвищить рівень показників фотосинтетичної діяльності озимої пшениці. Зросте площа листя до 3,19 м²/м² , ще більшим буде це зростання при внесенні добрив: при внесенні добрив в дозі N₇₅ площа листя зросте до рівня 3,60 м²/м² (на 81 %), а при внесенні N₁₂₅ – до 3,85 м²/м² (на 93 %).
7. Підвищення вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 470 ppm підвищить рівень інтенсивності фотосинтезу в декаду його максимальних значень до рівня 11,6 мг CO₂ /дм²·год. Внесення добрив в дозі N₇₅ та N₁₂₅ суттєво підніме рівень інтенсивності фотосинтезу, особливо при внесенні вищої дози добрив. Це підвищення буде становити 1,5–2,9 мг CO₂ /дм²·год., а рівень інтенсивності фотосинтезу сягатиме 12,3–12,7 мг CO₂ /дм²·год.
8. При зміні кліматичних умов в період 2021-2030 рр. урожай зерна озимої пшениці збільшиться з 30,4 до 31,7 ц/га. Підвищення вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 470 ppm призведе до підвищення урожаю зерна на 4,2 ц/га (до 34,6 ц/га). Внесення добрив в дозі N₄₅ і N₁₂₅ підвищить показники фотосинтетичної діяльності відновлення вегетації озимої пшениці та

призведе до збільшення урожаю відповідно по періодах до 38,2 та 40,4 ц/га, що становитиме 126 та 133 % від базового періоду .

9. Кліматичні умови періоду 20231-2050 рр. виявляться більш сприятливими для фотосинтетичної діяльності відновлення вегетації озимої пшениці та формування його урожаю. За рахунок тільки зміни кліматичних умов урожайність зерна озимої пшениці підвищиться на 4,4 ц/га порівняно з базовим періодом. При збільшенні вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 520 ppm очікуваний урожай озимої пшениці становитиме 40,1 ц/га, що майже в 1,3 раз більше порівняно з базовим періодом. Внесення мінеральних добрив в дозах N₄₅ і N₁₂₅ дозволить підвищити рівень урожайності до 44,3–46,7 ц/га, що становить відповідно 146 та 154 % від базового періоду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агроклиматический справочник по Днепропетровской области. Л.: Гидрометеиздат, 1958. 136 с
2. Агрокліматичний довідник по Дніпропетровській області (1986–2005 рр.). Дніпропетровськ: «Поліграф-Медіа», 2011. 232 с.
3. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
4. Колосков П.И. Климатический фактор сельского хозяйства и агрометеорологическое районирование. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 328 с.
5. Методы и средства наблюдений, автоматизация и обработка агрометеорологической информации. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 80 с.
6. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України. К.: Урожай, 2004. 775 с.
7. Наукові основи ведення зернового господарства / Сайков.Ф., Лобас М.Г., Яшовський І.В. та ін.. К.: Урожай, 1994. 224 с.
8. Національний атлас України. К.:ДНВП «Картографія», 2007. 169 с.
9. Носатовський А.И. Пшеница. М.: Изд-во С.-х. литературы, 1950. 408 с.
10. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 152 с.
11. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 175 с.
12. Польовий А.М. Моделювання продуктивності агроєкосистем //Вісник ОДЕКУ, 2005. Вип. 1. С. 79-86.
13. Польовий А.М. Моделювання впливу підвищення концентрації CO₂ в атмосфері на фотосинтез зеленого листка //Український гідрометеорологічний журнал. 2009. № 4. С. 46-56.
14. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. Одеса: «ТЕС», 2012. 630 с.

15. Польовий А.М. Вплив антропогенних змін клімату на сільське господарство: конспект лекцій. Одеса: Екологія, 2013. 108 с.
16. Практикум з сільськогосподарської метеорології /А.М. Польовий, Л.Ю. Божко, В.М. Ситов, О.Є Ярмольська. Одеса: «ТЄС», 2002. 400 с.
17. Росс Ю.К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 341 с.
18. Руденко В.П. Довідник з географії природно-ресурсного потенціалу України. К.: Вища школа, 1993. 180 с.
19. Сивков С.И. Методы расчета характеристик солнечной радиации. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 232 с.
20. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 264 с.
21. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 302 с.
22. Устойчивость земледелия. Проблемы и пути решения /Сайко В.Ф., Малиенко А.М., Мазур Г.А. и др. К.:Урожай, 1993. 520 с.
23. Hellwig Z. Schemat budowy prognozy statycznej metody wag harmonicnych. Przegląd Statystyczny, 1967. V. 14, #2. P. 133-153.
24. Kogan F.N. Climate constants and trends in global grain production. Agricultural and Forest Meteorology, 1986. Vol. 37. P. 89-107.
25. Weather/climate and sustainable agricultural production and protection. CAgM Report No. 74. WMO/TD-No.838. Geneva, Switzerland. August, 1997. 111 p.

ДОДАТОК

```

*****
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*ml*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+(bl*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((bl*dmm-v1)*dv(j).ge.0) ll=ll+(bl*dmm-
v1)*dv(j)/inf(20)
      if((bl*dmm-v1)*dv(j).lt.0) ll=ll+(bl*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)=ar1
    llm(j)=l1
    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'ar1',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

```