

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра агрометеорології та  
агроекології

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: Агрометеорологічні умови формування продуктивності озимої  
пшениці в Південному Степу

Виконала студентка 2 курсу групи МЗА-19  
Спеціальності 103 «Науки про Землю»,

(шифр і назва)

Освітня програма «Агрометеорологія»

(назва)

Вінницька Олена Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник к.геогр.н., доцент

Барсукова Олена Анатоліївна

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант -

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Рецензент к.геогр.н., доцент

Романчук Марина Євгенівна

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Одеса 2020 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут гідрометеорологічний  
Кафедра агromетеорології та агроекології  
Рівень вищої освіти магістр  
Спеціальність 103 «Науки про Землю»  
(шифр і назва)  
Освітня програма Агromетеорологія  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
агromетеорології та агроекології  
Польовий А.М.  
«26» жовтня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Вінницької Олені Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Агromетеорологічні умови формування продуктивності озимої пшениці в Південному Степу  
керівник роботи Барсукова Олена Анатоліївна, к.геогр.н., доцент,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом закладу вищої освіти від «16» жовтня 2020 року № 194 «С»
2. Строк подання студентом роботи 07 грудня 2020 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Матеріали паралельних спостережень за врожаєм, фазами розвитку озимої пшениці та метеорологічними факторами в Південному Степу
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Фізико-географічна та агрокліматична характеристика території Південного Степу; 2. Біологічні особливості озимої пшениці та її вимоги до умов вирощування; 3. Визначити параметри моди і функції впливу агрокліматичних умов на продуктивність озимої пшениці; 4. Умови формування озимої пшениці в Південному Степу
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
1. Динаміка декадних приростів ПВ і сум ФАР озимої пшениці в Південному Степу; 2. Графіки декадного ходу приростів ( $\Delta MMB$ ) та термічного режиму; 3. Графіки декадного ходу водного режиму озимої пшениці в Південному Степу за базовий період та за сценаріями змін клімату RCP4.5 та RCP8.5

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання та ознайомлення з фізико-географічними особливостями території дослідження. Біологічні особливості озимої пшениці та їх вимоги до навколишнього середовища. Підготовка банку даних..	26.10.2020 р. - 05.11.2020 р.	92	5(відмінно)
2	Вивчення алгоритму динамічної моделі продуктивності сільськогосподарських культур, проведення розрахунків	06.11.2020 р. - 15.11.2020 р..	92	5(відмінно)
	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>16.11.2020 р.</b> <b>21.11.2020 р.</b>	92	5(відмінно)
3	Виконання розрахунків, побудова графіків, таблиць. Аналіз отриманих результатів, написання основного тексту роботи	22.11.2020 р. - 03.12.2020 р.	95	5(відмінно)
4	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.	04.12.2020 р. - 07.12.2020 р.	95	5(відмінно)
	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.			
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>94,0</b>	

Студентка \_\_\_\_\_ Вінницька О.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Барсукова О.А.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

### Вінницька О.С. «Агрометеорологічні умови формування продуктивності озимої пшениці в Південному Степу»

В Україні озима пшениця вирощується всюди, але найбільш сприятливі за умовами перезимівлі для вирощування озимої пшениці південні райони України, в північних районах озима пшениця краще забезпечена вологою. В сприятливі за зволоженням роки тут отримують врожаї озимої пшениці більше 45 ц/га, іноді до 60 – 70 ц/га. Максимальні врожаї найпоширеніших сортів становлять 52 – 55 ц/га. Але пшениці значно коливаються як в часі, так і по території. Ці коливання пов'язані з погодними умовами кожного конкретного року. Тому рівень культури землеробства і оцінка агрометеорологічних умов формування продуктивності озимої пшениці є основною задачею землеробів і науковців.

Метою нашої роботи є вивчення впливу погодних умов на темпи розвитку і формування врожаю озимої пшениці та оцінка впливу кліматичних змін в Південному Степу.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання: дати кількісну оцінку впливу агрометеорологічних умов на темпи розвитку рослин і формування врожаю;

- оцінити просторово-часову мінливість врожайності озимої пшениці в Південному Степу;
- адаптувати і модифікувати стосовно до культури озимої пшениці модель оцінки агрокліматичних ресурсів;
- оцінити вплив агрокліматичних умов на динаміку формування приростів різних рівнів агроекологічної врожайності;

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

*Предмет дослідження* - оцінка впливу агрокліматичних умов на урожайність озимої пшениці в Південному Степу.

*Методи дослідження* - методи математичного моделювання продукційного процесу рослин, статистичні та ймовірнісні методи.

*Вперше:* встановлені закономірності впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування озимої пшениці та їх продуктивність в Південному Степу.

Отримані результати можуть бути використані при виконанні комплексної оцінки агрокліматичних ресурсів стосовно вирощування озимої пшениці та оптимізації розміщення посівних площ цієї культури.

Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків та переліку посилань. Повний обсяг роботи становить 77 сторінок, 39 рисунків, 7 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 22 найменувань.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** погодні умови, озима пшениця, динаміка, урожай, вирощування, базова модель, агрокліматичні умови.

## SUMMARY

### Vinnytska O.S. «Agrometeorological conditions of formation productivity of winter wheat in the South Steppe»

In Ukraine, winter wheat is grown everywhere, but the most favorable conditions for overwintering for growing winter wheat in the southern regions of Ukraine, in the northern regions of winter wheat is better provided with moisture. In favorable years for moisture, winter wheat yields here are more than 45 q/ha, sometimes up to 60 - 70 q/ha. The maximum yields of the most common varieties are 52 - 55 q/ha.

But wheat yields increase significantly both in time and territory. These are the amounts of consumption with the weather conditions of each particular year. Therefore, the level of agricultural culture and assessment of agrometeorological conditions for the formation of winter wheat productivity is the main task of farmers and scientists.

The aim of our work is to study the impact of changing conditions on the rate of development and formation of winter wheat yields and to assess the impact of climate change in the Southern Steppe.

To achieve this goal it was necessary to solve the following tasks: to quantify the impact of agrometeorological conditions on the rate of plant development and crop formation;

- to estimate the spatio-temporal variability of winter wheat yield in the Southern Steppe;

- to adapt and modify the model of agro-climatic resources assessment in relation to winter wheat culture;

- to assess the impact of agroclimatic conditions on the dynamics of growth of different levels of agro-ecological yield;

The object of study - agroclimatic conditions for the formation of winter wheat yields in climate change.

The subject of the research is the assessment of the influence of agroclimatic conditions on the yield of winter wheat in the Southern Steppe.

Research methods - methods of mathematical modeling of the production process of plants, statistical and probabilistic methods.

For the first time: regularities of influence of climate changes on agroclimatic conditions of cultivation of winter wheat and their productivity in the Southern Steppe are established.

The obtained results can be used in performing a comprehensive assessment of agro-climatic resources in relation to the cultivation of winter wheat and optimizing the location of sown areas of this crop.

The work consists of an introduction, 4 sections, conclusions and a list of references. The total volume of work is 77 pages, 39 figures, 7 tables. The list of used literature sources contains 22 titles.

**KEY WORDS:** weather conditions, winter wheat, dynamics, harvest, cultivation, basic model, agroclimatic conditions.

## Зміст

	Стр.
Вступ.....	6
1. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС ТА АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІВДЕННОГО СТЕПУ.....	8
2. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ВИМОГИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ДО ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВІЩА...	12
2.1 Ботанічна характеристика озимої пшениці.....	12
2.2 Вимоги до температурних умов озимої пшениці.....	13
2.3 Вимоги до умов зволоження озимої пшениці .....	16
2.4 Вимоги до умов освітлення озимої пшениці .....	17
2.5 Вимоги до ґрунтових умов озимої пшениці .....	18
2.6 Відомі хвороби і шкідники озимої пшениці.....	21
3. ДИНАМІКА ВРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА ДОСЛІДЖУВАНИЙ ПЕРІОД В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ.....	22
3.1 Вплив погодних умов на формування врожаїв озимої пшениці.....	37
3.2 Оцінка агрокліматичних умов формування врожайності озимої пшениці .....	46
4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЙОГО ПОСІВІВ .....	51
ВИСНОВКИ .....	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	71
ДОДАТОК .....	73

## ВСТУП

Найбільш вразливою галуззю економіки України до зміни клімату та його коливань є сільське господарство. Оскільки урожайність сільськогосподарських культур значною мірою залежить від коливань клімату та тепло- та вологозабезпеченості рослини. На швидкість біохімічних процесів, ріст і розвиток, на продовольчу безпеку України значною мірою впливає зміна термічного режиму та режиму зволоження.

Найважливішою проблемою XXI ст. є вирішення продовольчої проблеми. Воно є вирішальним чинником соціальної стабільності світової спільноти. Погіршення світової продовольчої проблеми зумовлено перевагою зростання населення над темпами зростання виробництва продовольства, та різким зменшенням таких ресурсів як орнопридатні землі, запаси прісної води, джерела енергії. Зменшення розмірів орних земель, неприступність для багатьох держав таких елементів індустріальних технологій, як хімізація, іригація, комплексна механізація, призводять до дестабілізації і навіть зниження виробництва життєво важливих сільськогосподарських продуктів. Особливо складним є положення із зерном. Головний продукт сільського господарства забезпечує не тільки продовольчі потреби людини, але і найцінніший фураж для тварин [4].

Озима пшениця відноситься до культур найбільш цінних і врожайних зернових культур. У хімічний склад зерна входять всі необхідні для харчування елементи: білки, вуглеводи, жири, вітаміни, ферменти і мінеральні речовини. Основну частину зерна пшениці складають вуглеводи. Вони представлені в основному крохмалем (48-63%). Вуглеводи мають велике енергетичне значення у харчуванні людини.

Пшеничний хліб відзначається високим вмістом білку (14%), вуглеводів (80%). Великий вплив на вміст білку в зерні озимої пшениці здійснюють клімат, ґрунти на добрива, які вносяться під посіви озимої пшениці.

Зерно пшениці використовується для виготовлення борошна, круп, макаронних виробів та в кондитерській промисловості [1]. Пшеничні висівки – концентрований корм для сільськогосподарських тварин. Солома і полова мають велику кормову цінність. В 100 кг соломи вміщується 0,5 – 1,0 перетравлюваного протеїну. Інколи пшеницю використовують як зелений корм тваринам.

В Україні озима пшениця вирощується всюди, але найбільш сприятливі за умовами перезимівлі для вирощування озимої пшениці південні райони України, в північних районах озима пшениця краще забезпечена вологою. В сприятливих за зволоженням роки тут отримують врожаї озимої пшениці більше 45 ц/га, іноді до 60 – 70 ц/га. Максимальні врожаї найпоширеніших сортів становлять 52 – 55 ц/га. Але пшениці значно коливаються як в часі, так і по території. Ці коливання пов'язані з погодними умовами кожного конкретного року. Тому рівень культури землеробства і оцінка агрометеорологічних умов формування продуктивності озимої пшениці є основною задачею землеробів і науковців. Застосування інтенсивних технологій вирощування озимої пшениці призводить до різкого підвищення її урожайності і в той же час підвищує вимоги до навколишнього середовища.

Для забезпечення безперервного підвищення продуктивності озимої пшениці необхідні знання кліматичних ресурсів території її вирощування та врахування кліматичних особливостей при плануванні розміщення посівних площ озимої пшениці в районах з найвищою врожайністю.

Метою нашої роботи є вивчення впливу погодних умов на темпи розвитку і формування врожаю озимої пшениці та оцінка впливу кліматичних змін в Південному Степу.



## 1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС ТА АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІВДЕННОГО СТЕПУ

Степова зона простягається на південь від лісостепу до Азово-Чорноморського узбережжя, і Кримських передгір'їв на відстань від 300 до 500 км. Із заходу на схід степові ландшафти поширені від західних кордонів до відрогів Середньоруської височини на відстані більше 1000 км. Загальна площа степової зони становить більше 240 тис. км<sup>2</sup> майже 40 % території України. В її межах знаходяться південні частини Харківської і Кіровоградської областей. Донецька, Луганська, Дніпропетровська, Запорізька, Херсонська, Миколаївська, Одеська області.

Південний Степ в межах території України утворилася після відступу четвертинного Дніпровського зледеніння і накопичення лесових гірських порід внаслідок збільшення континентальності клімату. Зональні риси природних умов степової зони визначає її розміщення на півдні Східноєвропейської рівнини в межах різних тектонічних структур та форм рельєфу [1].

Український степ має рівнинний рельєф, проте неоднорідний. Південно-західна, центральна і кримська частини степів розташовані на Причорноморській низовині. На сході Причорноморська низовина межує з Приазовською низовиною. На півночі степова зона охоплює південні окраїни Придніпровської височини та Придніпровської низовини. На північному заході до цієї зони підходять південні відгалуження Подільської височини. На сході степової зони знаходиться Донецький кряж і Приазовська височина (рис. 1.1). Клімат степової зони помірно-континентальний. Так, середні значення річної сумарної кількості сонячної радіації змінюються від 4100 МДж/м<sup>2</sup> на півночі до 5230 МДж/м<sup>2</sup> на півдні, а річний радіаційний

баланс становить 1800 – 1850 МДж/м<sup>2</sup>, завдяки чому зона має найбільші теплові ресурси.

Безморозний період триває 160 – 220 днів. Пересічна температура липня становить +20...+24 °С, а в січні вона сягає –2...–8 °С. Сніговий покрив у степу нестійкий, зима із частими відлигами. Степова зона розміщується на південь від осі підвищеного атмосферного тиску (осі Воєйкова), що вплинуло на характер атмосферної циркуляції та кількості опадів. Незважаючи на переважання західного перенесення повітряних мас, велику роль тут відіграють східні та північно-східні континентальні вітри. Тому річна кількість опадів незначна і змінюється від 450 мм на півночі до 300 мм на півдні.



Рисунок 1.1 – Фізико-географічне положення Степової зони України

Степові чорноземи мають високу природну родючість. У степовій зоні інтенсивно розвиваються негативні природні процеси: водна і вітрова ерозія, просідання гірських порід, засолення ґрунтів або їх заболочення в заплавах

річок. У результаті недбалої господарської діяльності виникають явища вторинного засолення і вторинної ерозії [22].

Територія України за своїми природно-кліматичними характеристиками поділена на 4 зони:

1. Волога, помірно тепла, з декількома підзонами;
2. Зона недостатньо зволоження та тепла;
3. Зона посушлива, дуже тепла має окремий підрайон – Донецький кряж. Це зона Північного степу.
4. Зона посушлива, помірно-жарка з м'якою зимою з окремим підрайоном – Кримський регіон. Це зона Південного степу[4].

Степова зона України (Північний та Південний степ) характеризується атлантично-континентальним кліматом. Клімат дуже посушливий, характеризується жарким літом, холодною і малосніжною зимою. Влітку середня температура липня коливається від 21 до 30 °С, іноді максимальні температури досягають 38-41 °С. Взимку найнижчі температури спостерігаються в січні місяці – до -7°С. Зима характеризується нестійкою погодою з великою кількістю відлиг та різких похолодань.

Найдовший без морозний період в Північному степу становить 150-160 днів. В Південному степу – до 200 днів.

В степовій зоні України річна сума опадів дуже нерівномірно розподіляється по території. В Північному степу річна сума опадів сягає 290-310 мм. В Південному степу – 250-295 мм. В цілому річні суми опадів зменшуються з північного заходу на південний схід. Таку ж закономірність розподілу має і кількість днів з опадами – від 125 до 70 днів[8].

Річний розподіл метеорологічних величин по станціях степової зони наводиться в табл.1.1.

Клімат України є перехідним між м'яким кліматом Західної Європи та континентальним кліматом Європейської частини СНД. Континентальність клімату найбільше проявляється в усіх зонах України за виключенням степової зони, в якій переважає помірний клімат пом'якшений наявністю

Чорного та Азовського морів. В Україні налічується 22 різновиди ґрунтів . В степовій зоні ґрунтовий покрив досить однорідний, переважають звичайні чорноземи з вмістом гумусу 6-7 відсотків. На крайньому півдні дуже поширені піски. Географічне положення України забезпечує найбільш сприятливі умови для розвитку сільськогосподарського виробництва.

Таблиця 1.1- Середньомісячні значення метеорологічних величин.

Величини	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Кропивницький											
T, °C	-5,5	-4,6	0,3	8,3	15,2	18,7	20,8	19,9	14,7	8,4	2,1	-2,8
R, мм	28	26	26	34	45	65	65	49	34	36	33	33
	Дніпро											
T, °C	-5,6	-4,7	0,3	8,8	16,1	19,8	22,0	21,1	15,7	8,8	2,3	-2,8
R, мм	36	29	31	35	46	65	53	40	30	37	37	39
	Одеса											
T, °C	-2,2	-1,8	2,1	8,4	15,0	19,4	22,1	21,5	16,9	11,3	5,4	0,5
R, мм	28	25	21	25	34	47	35	31	28	35	33	31
	Миколаїв											
T, °C	-3,7	-2,7	2,0	9,2	16,3	20,3	23,0	22,1	16,9	10,5	4,1	-0,9
R, мм	28	25	25	29	39	68	43	42	27	33	31	32
	Херсон											
T, °C	-3,4	-2,3	2,2	9,5	16,2	20,3	22,9	22,1	16,8	10,5	4,3	-0,4
R, мм	25	21	20	25	37	46	36	33	25	30	28	28
	Запоріжжя											
T, °C	-5,0	-4,6	0,5	8,9	16,4	20,1	22,1	21,7	16,1	9,5	3,4	-2,0
R, мм	31	27	26	35	39	57	50	45	30	30	36	37

## 2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ВИМОГИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ДО ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 2.1 Ботанічна характеристика озимої пшениці

Пшениця – найважливіша зернова культура. На земній кулі налічують близько 15 її видів. Кожен вид має багато сортів. Зараз відомо 4000 сортів пшениці. Однак всі види і сорти її мають загальні ознаки будови.

Коренева система у пшениці мичкувата.

При проростанні зернівки з зародка спочатку виростає кілька корінців, один з яких головний. Він більш розвинений[5].

Майже одночасно утворюється підземний пагін з укороченими між вузлами. Стеблові вузли на них розташовані дуже щільно. Таку групу зближених вузлів називають вузлом кущіння. Від цих вузлів відростають додаткові корені, що утворюють мичкувату кореневу систему, а з нирок – численні надземні пагони пшениці, коли вона кущиться. Велика частина коренів розвивається в орному шарі ґрунту на глибині 20 см.

Стебло у пшениці, як у всіх злаків, прямий і порожній у середині. Такий стебло називають соломиною. У однієї рослини пшениці при кущіння розвивається від 2-4 до 12 і більше стебел. Стебло злаків росте за рахунок клітин, які діляться біля основи кожного міжвузля. Таке зростання називають інтернейроним.

Листя у пшениці довгі, вузькі, з паралельним жилкуванням. Вони відростають від стебла в місцях розташування вузлів. Нижня частина листа, згорнута в трубочку, називається піхвою, так як в неї ніби вкладений стебло рослини. Піхву аркуша захищає ділянку, що росте стебла. Стебло стає міцнішим.

Квітки зібрані в суцвіття складний колос. Він складається з багатьох колосків. Кожен колосок має дві колоскові луски, а між ними від двох до семи квіток.

Квітка пшениці за своєю будовою схожий на квітку жита. У нього 2 квіткові луски замість яскравого оцвітину, 3 пильовика на довгих тичинкових нитках і сидячий товчач з 2 волохатими, пір'ястими приймочками. У закритих квітках пшениці відбувається самозапилення. Плід пшениці – зернівка з одного сім'ядоль в насінні.

Найбільше значення мають пшениці тверда і м'яка.

Зерно твердої пшениці щільне. Якщо його розрізати, воно блищить, як скло. Тверду пшеницю висівають ранньою весною. Вона дуже вимоглива до ґрунту і клімату.

А посіяне в ґрунт зерно пшениці поглинає воду, набухає і проростає. Через кілька днів з'являються сходи. Коли у сходів утворюється третій лист, від підземної частини стебла пшениці відростають бічні пагони – пшениця кущиться. При кущіння рослина залишається низьким, стебла його непомітні. Незабаром після кущіння стебла починають рости – відбувається вихід в трубку. Потім з піхви верхнього листа з'являється колос, настає колосіння, а трохи пізніше – цвітіння. Після відцвітання дозріває зерно.

Поява сходів, кущіння, вихід у трубку, цвітіння і дозрівання – це різні фази розвитку пшениці.

Коли починає дозрівати зерно, то цю фазу називають молочної стиглістю.

Забирають пшеницю при настанні воскової стиглості[6].

## 2.2 Вимоги до температурних умов озимої пшениці

Основним фактором життя рослин є тепло. Вплив тепла позначається на розвитку рослин від моменту набухання насіння в ґрунті до дозрівання нового врожаю, при цьому зростання і розвиток рослини в кожен період його життя протікає тільки в певному діапазоні температур.

Озима пшениця з групи зернових досить холодостійка культура. Зерно озимої пшениці здатне проростати при температурі 1-4 °С, а асиміляційні процеси починаються при 3-4 °С. Швидко і дружно сходи з'являються при температурі 15-18°С.

А.І. Носатовський доказує, що поява сходів озимої пшениці при доброму зволоженні ґрунту настає при накопиченні після сівби суми середньодобової температури 120 °С. Від сходів до початку кушіння озимої пшениці сума середньодобових температур дорівнює 220 °С. Утворення трьох погонів у озимої пшениці спостерігається при накопиченні суми середньодобових температур 580 °С[20].

Кушіння озимої пшениці починається приблизно через 15 днів після появи сходів; воно протікає восени і навесні. Тривалість осіннього періоду кушіння при нормальних умовах становить в середньому 25-35 днів, весняного – 30-40 днів. Таким чином, без урахування зимового спокою кушіння озимої пшениці проходить приблизно на рівні 55-75 днів. Сума середньодобових температур за цей період становить 500-550 °С, з яких на частку фаз кушіння припадає близько 200 °С.

Вихід в трубку у озимої пшениці настає в першій половині травня при температурі не менше 10°С. Колосіння починається з появи колоса з пазухи останнього листа. Залежно від погодних умов воно настає на 25-35 день після початку виходу в трубку. Тривалість періоду від весняного пробудження до колосіння пшениці коливається від 55 до 75 днів.

З урахуванням того, що озима пшениця для дозрівання або технічної стиглості вимагає приблизно сум активних температур 1400-1500°С, можна зробити висновок, що на всій території степу цілком вистачає тепла для вирощування цієї культури [9].

У різні періоди вегетації озима пшениця пред'являє неоднакові вимоги до температурних умов. У період сходів і кушіння оптимальною є температура від 12 до 14 °С. У перехідному до зими періоді найбільш сприятлива для розвитку пшениці суха ясна і тепла погода: вдень 10-12 °С з

пониженням температури вночі до 0 °С і нижче. Така температура сприяє гарній загартуванню рослин пшениці, що підвищує її витривалість в зимово – весняний період.

Стійкість озимої пшениці до негативних температур під час перезимівлі в значній мірі залежить від ступеня розвиненості рослин умов, які супроводжують загартування, вологості верхнього шару ґрунту і інших чинників. Найбільшу стійкість до низьких негативних температур вона набуває в фазі кущіння, коли є 2 – 4 пагона. У такому стані в залежності від сортових особливостей озима пшениця може переносити морози приблизно до 17-22°С. При нетривалому їх дії озима пшениця в більшості випадків не вимерзає. Однак, якщо ґрунт перезволожений, а також при різкому переході від позитивних температур до низьких негативним, можлива загибель посівів озимої пшениці та при значно менших морозах [5].

У зими з достатнім сніговим покривом озима пшениця добре переносить морози 35 °С і більше.

До закінчення зимового спокою поступово знижується стійкість озимої пшениці до негативних температур. На початку весняної вегетації вона може пошкодитися заморозками мінус 6-8°С, а в фазі виходу в трубку – при зниженні температури до мінус 4 °С.

Найбільш сприятливі для формування зерна пшениці відносно високі температури повітря в період колосіння – воскова стиглість. В цей час рослинам необхідна температура 18-20 °С. При підвищенні температури повітря в фазі дозрівання зерна до 22-25 °С вміст білка в зерні зростає.

Терміни настання повної стиглості зерна залежать від багатьох чинників, серед яких чимала роль належить ґрунтово-кліматичних умов, прийомів обробітку і сортовим особливостям

Повна стиглість озимої пшениці зазвичай настає в кінці липня – перших числах серпня. При прохолодною і дощовій погоді в весняно-літній період вегетації збільшується тривалість всіх фаз, затримується дозрівання зерна, суха ж і спекотна погода прискорює дозрівання зерна.



### 2.3 Вимоги до умов зволоження озимої пшениці

Ставлення і вимоги озимої пшениці до вологи характеризують її як порівняно посухостійку культуру.

Споживання вологи залежить від віку, інтенсивності росту, потужності розвитку, наявності вологи в ґрунті, температури і відносної вологості повітря, освітлення, розвиненості кореневої системи, забезпеченості поживними речовинами та інших факторів і умов.

Найбільш сприятливі умови для росту і розвитку озимої пшениці складаються при вологості ґрунту не нижче 75-81% ПВ. Нижньою межею вологості, при якому припиняється споживання рослинами води з ґрунту, є вологість завядання. Залежно від воднофізичних властивостей і хімічного складу вона характеризується вмістом води від 6-7 до 15-16% абсолютно сухої маси ґрунту. За період вегетації озима пшениця витрачає 2500-4000 м<sup>3</sup> води з 1 га [7].

Н.А. Зубаревим для розрахунку швидкості проростання насіння та строків появи сходів зернових культур при різній температурі та повному забезпеченні вологою запропонований гідротермічний коефіцієнт проростання, який показує, в скільки раз швидше чи повільніше проходить набухання і проростання насіння прилюбій температурі по порівнянню зі швидкістю проростання при температурі 5°C [21].

Про продуктивності використання споживаної рослинами вологи судять по транспіраційному коефіцієнту. У озимої пшениці він становить в середньому 450, досягаючи в окремі роки 700. У роки сприятливі за умовами зволоження та інших факторів середовища, на тлі високої культури землеробства транспіраційний коефіцієнт може опускатися до 350-300.

Надмірно волога погода сприяє формуванню потужної вегетативної маси, слабо стійкою до вилягання. Посіви, полегли в період наливу зерна, як і в більш ранній час, формують знижений урожай зерна[3].

Волога і холодна погода під час наливу і дозрівання зерна негативно позначається на інтенсивності відтоку пластичних речовин з листя і стебла до наливу зерна[11].

#### 2.4 Вимоги до умов освітлення озимої пшениці

Світло – один з найважливіших факторів в житті рослин. Під впливом сонячного світла і тепла в рослинах проходить фотосинтез, в результаті якого в них утворюються органічні речовини.

Інтенсивність фотосинтезу у озимої пшениці залежить від багатьох факторів зовнішнього середовища, стану розвитку рослин, розміру асиміляційної поверхні, сортових особливостей і т.д. Найбільш сприятливі умови для фотосинтезу при наявності інших факторів складаються при тривалому світловому дні і підвищеної інтенсивності освітлення[6].

Вже на початку осінньої вегетації озимої пшениці брак світла може позначитися на темпах зростання і, в першу чергу, на формуванні нового листя, вузла кущіння. Сонячна погода в фазі сходів і особливо під час зростання другого і третього листя в поєднанні зі сприятливими температурними, водним і харчовим режимами сприяє формуванню більших листя і закладці вузла кущіння на великій глибині. І навпаки, при похмурій, дощовій погоді в поєднанні зі зниженою температурою вузол кущіння закладається ближче до поверхні ґрунту, що збільшує ймовірність загибелі рослин озимої пшениці при несприятливих умовах перезимівлі.

Інтенсивне сонячне освітлення в осінній період фази кущіння забезпечує накопичення в листі і вузлі кущіння великої кількості пластичних речовин і насамперед цукрів. При сонячній погоді і зміні температур від позитивних днів до невеликих негативних в нічні години краще відбувається загартування озимої пшениці перед відходом в зиму, що підвищує її морозостійкість[7].

Тривалість денного освітлення впливає на проходження світлової стадії озимої пшениці. Рослини, які не пройшли світлову стадію, що не виколошується. У польових умовах світлова стадія збігається з фазою кушіння – вихід в трубку.

Для проходження світлової стадії необхідні освітлення, оптимальна температура, вологість і наявність поживних речовин. Головним з цих факторів є тривалість освітлення протягом доби.

Інтенсивне освітлення в кінці фази кушіння – початку виходу в трубку забезпечує формування потужної асиміляційної поверхні. Продуктивність фотосинтезу в сонячну погоду в цей період може підніматися до 10 – 14 г/м<sup>2</sup> на добу[9].

Сонячна погода на початку фази виходу в трубку сприяє формуванню коротких, але міцних нижніх міжвузлів, що підвищує стійкість стебел до вилягання. На сильно загущених посівах через травостій проникає не більше 10% сонячних променів. На таких полях можливо вилягання навіть в роки, коли на початку фази виходу в трубку були сонячні дні.

Сполучення сонячної і ясної погоди з хорошою забезпеченістю рослин вологою і оптимальними температурами (18 – 22<sup>0</sup>С) в період формування і дозрівання зерна – один з найважливіших чинників отримання високого врожаю [3].

## 2.5 Вимоги до ґрунтових умов озимої пшениці

Озима пшениця досить вибаглива до попередників, тому потрібно приділити належну увагу культурам, що були посаджені на ґрунті до початку роботи з нею. При різних умовах погоди і клімату кращими попередниками будуть такі, що ні виснажують ґрунт, рано звільняють поля і залишають після себе чисті від бур'янів поля[10].

У районах Степу та Лісостепу ідеальними попередниками є ті, які в меншій мірі висушують кореневмісному шар ґрунту. Кращий попередник в цій зоні – чорний пар. Він впливає на зменшення кількості бур'янів, накопичення вологи і поживних елементів. Така культура не тільки гарантуватиме збільшення врожайності, а й покращувати якість зернової культури. У цій зоні також прихильно вирощувати озиму пшеницю після гороху, кукурудзи, пшениці (посіяної після чорного пару). Поганою ідеєю буде вирощування озимої пшениці після сорго, суданської трави і соняшнику. Ці культури пізно звільняють поле, а також висушують ґрунт на критичну глибину[18].

Обробка ґрунту повинна забезпечувати оптимальну щільність, структуру і аерацію ґрунту, збереження вологи, боротьбу з бур'янами, якісне закладення рослинних залишків і добрив, створення вирівняного насінневого ложа для розміщення насіння на задану глибину. Обробка планується і проводиться виходячи з наявності в господарстві відповідного машинно-тракторного парку, кліматичних умов, попередника і стану ґрунту. Після непарових попередників застосовують безвідвальну обробку ґрунту на глибину 8-10, 10-12 см. Комбінованими агрегатами. При передпосівній підготовки ґрунту культиватори повинні бути в агрегаті з боронами або котками. Якісно підготовлена до сівби поле повинно мати достатньо ущільнений підпосівний пласт з об'ємною масою 1,1-1,3 г/см. У посівному шарі ґрунту повинні переважати ґрунтові частинки діаметром 1-3 мм.

Підживлення. Озима пшениця вибаглива до наявності в ґрунті поживних речовин в рухомій і легкозасвоюваній формі, а також до реакції ґрунтового середовища. Найкращий її зростання і розвиток спостерігається при рН 6,5-7. Норму добрив розраховують з урахуванням попередника, механічного складу ґрунту, забезпеченості його поживними речовинами і запланованого врожаю. Ефективною нормою використання органічних добрив під озиму пшеницю по зайнятому пару є 20-30 т/га. Достатнє забезпечення фосфором і калієм сприяє розвитку рослин, підвищує морозостійкість, стійкість до вилягання,

знижує захворюваність рослин, покращує якість зерна. Повну норму калійних і основна кількість фосфорних добрив вносять під основний обробіток ґрунту.

На зріджених посівах дозу азоту для першого підживлення збільшують до  $N_{60-80}$ . Другу підгодівлю проводять на початку виходу рослин у трубку для формування продуктивного стебла в кількості до 50%, або  $N_{60-90}$ . Залишок азоту ( $N_{30-60}$ ) використовують для третьої підгодівлі в період від початку фази колосіння до наливання зерна для підвищення якості продукції. Чим пізніше проводять підживлення, тим менше азот впливає на врожайність і більше на якість[10].

Сорти: Лада Одеська, Леля, Любава Одеська, Миронівська 65, Миронівська 66, Українка Полтавська, Харківська 105. Слід висівати 2-3 сорти, різні за біологічними і господарськими властивостями.

Норма висіву насіння 400-500 схожих зерен на  $1 \text{ м}^2$ , що має забезпечувати на період збирання 550-700 продуктивних стебел на  $1 \text{ м}^2$ . На пізніх посівах для створення оптимального числа продуктивних стебел на одиницю площі норму висіву треба збільшити на 10-15%.

Глибина загортання насіння 3-5 см з обов'язковим коткуванням поля після висіву. У пізні терміни сівби насіння треба закрити на меншу глибину, ніж в ранні[16].

Догляд за посівами передбачає підживлення азотними добривами, захист від шкідників, хвороб і бур'янів.

Збирання врожаю проводять при повній стиглості зерна і вологості 14-17% (як виняток 20%) переважно прямим комбайнуванням з мінімальними втратами.

У степовій зоні України озима пшениця формує високі врожаї з високими хлібопекарськими якостями. При вирощуванні озимої пшениці необхідно, щоб протягом всього періоду вегетації рослини були в достатній кількості забезпечені всіма поживними речовинами, при оптимальному співвідношенні всіх елементів мінерального живлення[12].

## 2.6 Відомі хвороби і шкідники озимої пшениці

У різних зонах нашої країни великої шкоди посівам озимої пшениці завдають хвороби: бура, жовта, лінійна (стеблова) іржі, курна, тверда і стеблеві головешки, кореневі гнилі, снігова пліснява та ін.

З шкідників найбільшої шкоди озимої пшениці завдають злакові мухи (гессенська, шведська, зеленоглазка), дротяники, клоп-черепашка, жук-кузька, хлібна жужелиця.

Із заходів боротьби з іржею найефективніше впровадження стійких до хвороби сортів. При втраті імунних сорти до іржі слід замінити його новим сортом, який вирізняється підвищеною стійкістю до більш поширеним расам іржі [2].

Важливий агроприйом боротьби з іржею – знищення падалиці злакових хлібів на посіві шляхом луцення стерні і полупаровой обробки ґрунту. Посів озимої пшениці необхідно проводити в оптимальні агротехнічні терміни узкорядний або перехресно. Для боротьби з бурю і жовтою іржею застосовують фосфорно-калійні добрива, а також осінні, весняні і позакореневі підживлення (в фазі колосіння) [2].

Позитивні результати в боротьбі з іржею, а також з бур'янами та шкідниками дає комплексне застосування гербіцидів, інсектицидів і мінеральних добрив. Великої шкоди посівам озимої пшениці заподіює клоп-черепашка. В місцях його зимівлі необхідно згребти листову підстилку, рослинні залишки, зробити купи висотою 0,8-1,5 м, прикрити їх шаром землі 15-20 см. Хімічну боротьбу з черепашкою необхідно закінчувати за три тижні до збирання пшениці. Обпилювання і обприскування посівів проводять при температурі повітря не нижче 10 °С. Сорти пшениці, здатні добре куститися, пошкоджуються менше [10].

### 3 ДИНАМІКА ВРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА ДОСЛІДЖУВАНИЙ ПЕРІОД В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ

Вивченню динаміки врожаїв, виявленню основних агрометеорологічних факторів і показників стану рослин, а також створенню методів прогнозів врожайності зернових культур присвячені роботи І.В. Свісюка, В.П. Дмитренка, А.М. Польового та ін.

У сільськогосподарському виробництві найбільш впливовими на розвиток та врожай культур є метеорологічні умови. Вони в значній мірі обумовлюють продуктивність усіх сільськогосподарських культур, у тому числі і зернових [15]. В основних районах вирощування врожайність зернових культур може мати тенденцію (тренд) як до зростання з часом, так і до зменшення, але темпи різні у різних культур та в різних регіонах. На фоні загального зростання або зменшення врожайності спостерігаються її щорічні коливання як у бік зростання, так і у бік зменшення. Дослідженнями встановлено, що продуктивність зернових культур коливається синхронно з коливаннями агрометеорологічних умов вирощування [14]. Найчастіше недостатнє або нестійке зволоження, нестача тепла є головною причиною значних коливань врожайності щорічно.

Причинами, що обумовлюють зростання врожайності з часом є підвищення культури землеробства, виведення нових сортів та ін. Причини зменшення врожайності з часом різні, найчастіше це погіршення рівня культури землеробства, застарілі сорти, не дотримання техніки вирощування тощо. Рівень культури землеробства залежить від цілого ряду факторів: особливостей системи землеробства, засобів обробки ґрунту, міри використання добрив, засобів боротьби з шкідниками та хворобами, відповідності сортів агрокліматичним ресурсам території, енергозабезпеченості виробництва та меліорації клімату. Перелічені фактори визначають загальний рівень врожайності, тобто формують тренд. Щорічні відхилення врожайності від тренду обумовлюються погодними умовами

кожного конкретного року. В цілому рівень врожайності характеризується двома складовими: складова культури землеробства та метеорологічна складова. Таким чином, динаміку врожайності тої чи іншої культури можна розглядати як наслідок зміни культури землеробства, на фоні якого відбуваються випадкові відхилення, обумовлені особливостями погоди у різні роки. Зміна метеорологічної складової врожайності знаходиться у тісному зв'язку зі зміною метеорологічних факторів.

Розрахунок трендів здійснювався за методом гармонійних вагів, який в агрометеорології вперше запропонував А.М. Польовий [17].

В цьому розділі представлені данні, що показують динаміку урожайності озимої пшениці по степовій зоні України за досліджуваний період.

Таблиця 3.1 – Оцінка сприятливості погодних умов формування урожайності озимої пшениці в Одеській області

№ п/п	Роки	Фактична урожайність	Урожайність по тренду	Відхилення від тренду	$K_{обл.} = I_i / \hat{I}_i$
		$I_i$	$\hat{I}_i$	$\Delta \hat{I}_i$	
1	2	3	4	5	6
1	1995	27	24,9	-1,2	1,08
2	1996	19	24,6	-9,2	0,77
3	1997	34	25,1	5,8	1,35
4	1998	19,1	24,5	-9,1	0,78
5	1999	27	24,8	-1,2	1,09
6	2000	20	24,8	-8,2	0,81
7	2001	34,4	25,0	6,2	1,38
8	2002	31	24,8	2,8	1,25
9	2003	6,3	24,5	-21,9	0,26
10	2004	34,9	24,9	6,7	1,40
11	2005	24,1	25,0	-4,1	0,96
12	2006	25,3	25,3	-2,9	1,00
13	2007	17,9	25,9	-10,3	0,69
14	2008	33,3	26,4	5,1	1,26
15	2009	26,5	27,0	-1,7	0,98



## Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
16	2010	28,3	27,7	0,1	1,02
17	2011	31,9	28,6	3,7	1,12
18	2012	19,4	29,3	-8,8	0,66
19	2013	32,3	30,5	4,1	1,06
20	2014	34,1	31,8	5,9	1,07
21	2015	32,1	33,3	3,9	0,96
22	2016	39,3	34,8	11,1	1,13
23	2017	38,8	35,6	10,6	1,09
24	2018	37,3	36,9	9,1	1,01
25	2019	30,6	37,1	2,4	0,82

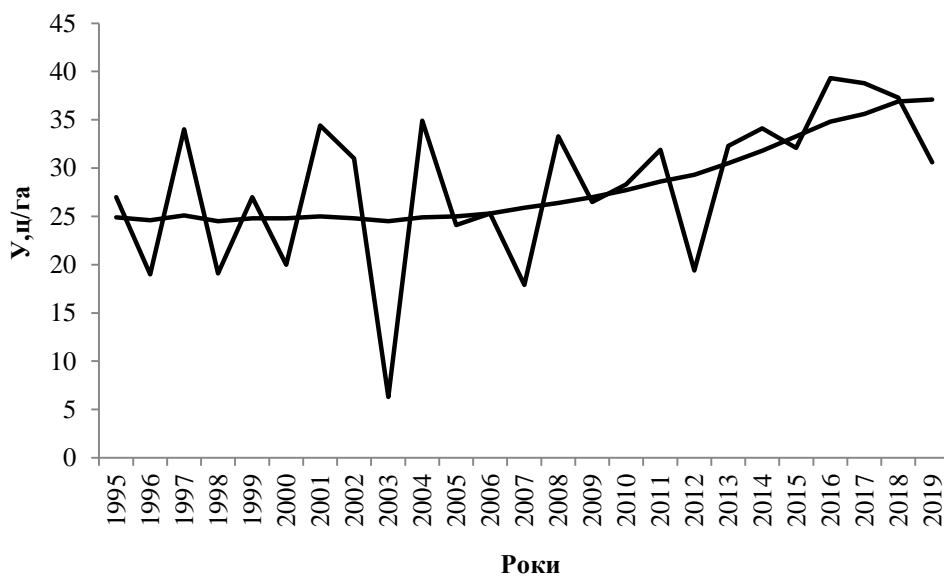


Рисунок 3.1 – Багаторічна врожайність озимої пшениці залежно від погодних умов в Одеській області

На графіку (рис. 3.1) представленні данні, що показують динаміку урожайності озимої пшениці по Одеській області за досліджуваний період. Урожайність коливається в рамках від 6,3 до 39,3 ц/га. Лінія тренду надає переконливі докази того, що урожайність з 1995 р. по 2019 р. поступово зростає.

Мінімальна урожайність була встановлена в 2003 році, а максимальна – в 2016 році. Досліджувана за роки середня врожайність урожайність склала 28,2 ц/га.

На початок дослідження 1993-1997 рр. амплітуда коливань урожайності в середньому становила 26,5 ц/га, а у 1998 р. знизилася до 19,1 ц/га. Надалі у 2001-2002 рр. вона вже становила 34,4 ц/га та 31 ц/га. Після чого, згідно графіку, у 2003 р. урожайність озимої пшениці по області кардинально впала до нижньої межі 6,3 ц/га. В середині періоду з 2004 по 2011 рр. вона різко піднялася і стабілізувалася в середньому до 27,8 ц/га. Потім у 2012 спостерігається період не значного зменшення врожаю в даній області до 19,4 ц/га. З 2013 р. і до кінця досліджуваного періоду урожайність має добрі показники та коливається від 30,6 ц/га до 39,3 ц/га. Щорічне відхилення врожайності від лінії тренда обумовлюється впливом погодних умов осені, зими і весняно-літнього періоду на формування продуктивності озимої пшениці [20].

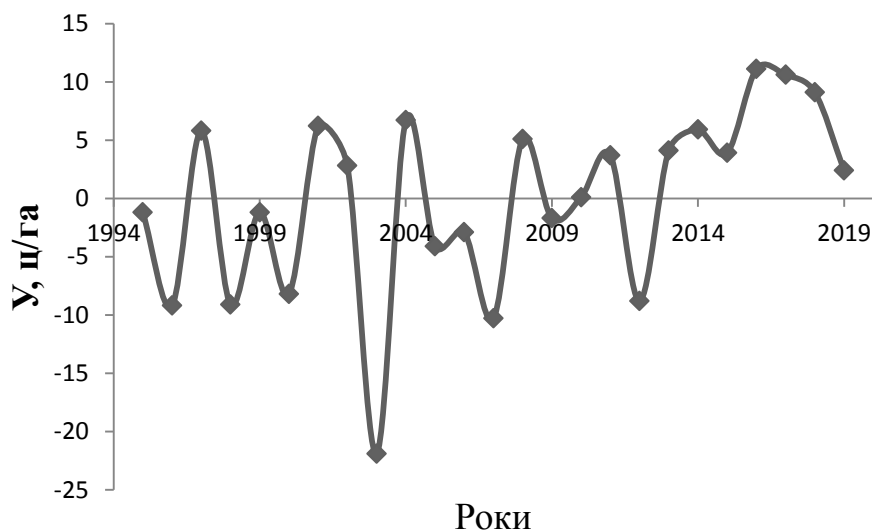


Рисунок 3.2 – Багаторічні коливання врожайності озимої пшениці в залежності від погодних умов в Одеській області

Для виявлення впливу кліматичних умов в окремі роки на формування врожаю озимої пшениці в Одеській області, побудовано графік відхилення

фактичних врожаїв від лінії тренду (рис. 3.2). Як видно з графіку найбільш несприятливими для вирощування озимої пшениці були 1996, 2003 та 2007 рр., тобто у ці роки були невдалі погодні умови. Тут спостерігаються найбільші від'ємні відхилення від лінії тренду, а саме -9,2, -21,9 та -10,3 ц/га. Найбільш сприятливими для вирощування озимої пшениці були 2016 та 2017 рр., у ці роки було максимальне додатне відхилення від лінії тренду, а саме 11,6 та 10,6ц/га. У більшості років за досліджуваний період склалися позитивні відхилення, це свідчить про те, що в ці роки спостерігалися сприятливі кліматичні умови для формування урожаю.

Для Кропивницької області за період з 1995 по 2019 рр. був побудований графік (рис. 3.3), що показує динаміку урожайності озимої пшениці (Додаток А), а також відхилення врожайності озимої пшениці від лінії тренда (рис. 3.4).



Рисунок 3.3– Багаторічна врожайність озимої пшениці залежно від погодних умов в Кропивницькій області

Аналіз наведеної динаміки (рис. 3.3) показує, що за досліджуваний період урожайність коливалась в рамках від 7,2 до 43,9ц/га. Найвища

позначка врожаю була в 2019 році, а найнижча в 2003 році. Середня урожайність склала 31,6 ц/га. Лінія тренду врожайності озимої пшениці на даній території показує чітку тенденцію підвищення врожаїв, навіть не дивлячись на те, що динаміка врожайності має ступінчатий характер.

Якщо проаналізувати рисунок 3.4, можна сказати, що найбільш сприятливими для вирощування озимої пшениці були 2001, 2013 та 2019 рр., у ці роки було максимальне додатне відхилення від лінії тренду, а саме 10,4, 9,8 та 12,3 ц/га.

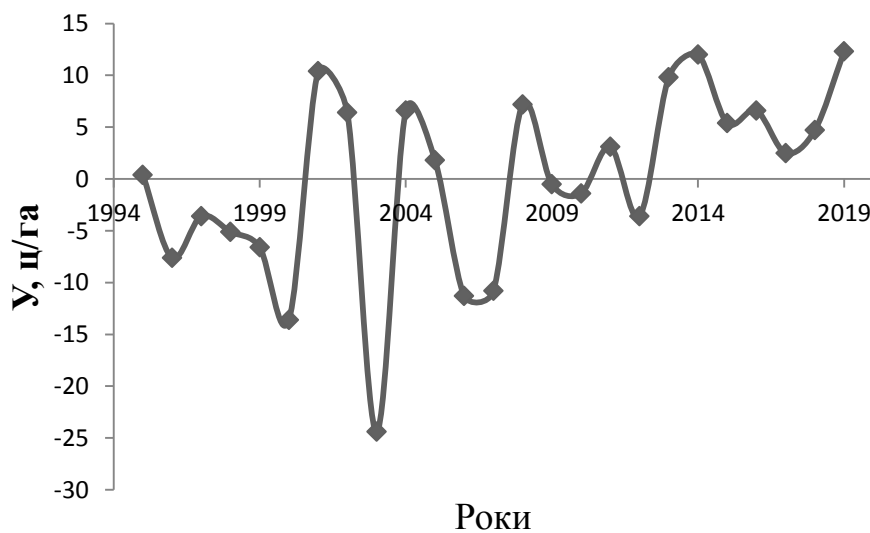


Рисунок 3.4– Багаторічні коливання врожайності озимої пшениці в залежності від погодних умов в Кропивницькій області

Найбільш поганими для вирощування озимої пшениці були 2000, 2003 та 2006 рр., у ці роки спостерігалися невдалі погодні умови тому врожайність у ці роки була значно нижча ніж в інші. Тут спостерігаються найбільші від'ємні відхилення від лінії тренду, а саме -13,6, -24,4 та -11,3ц/га.

Як видно з рисунку3.5, з 1995 до 2000 року відбувалось незначне коливання трендової компоненти. Так, на початку періоду дослідження фактична урожайність складала 27,0 ц/га, а до 2001 року зросла до 43,2 ц/га,

але потім різко впала до мінімальної позначки, так в 2003 році врожайність озимої пшениці в Дніпропетровській області становила 6,3 ц/га.

Протягом зазначеного періоду спостерігалися значні коливання фактичної урожайності озимої пшениці на території дослідження. Середня врожайність в Дніпропетровській області за досліджування роки склала 29,5 ц/га.

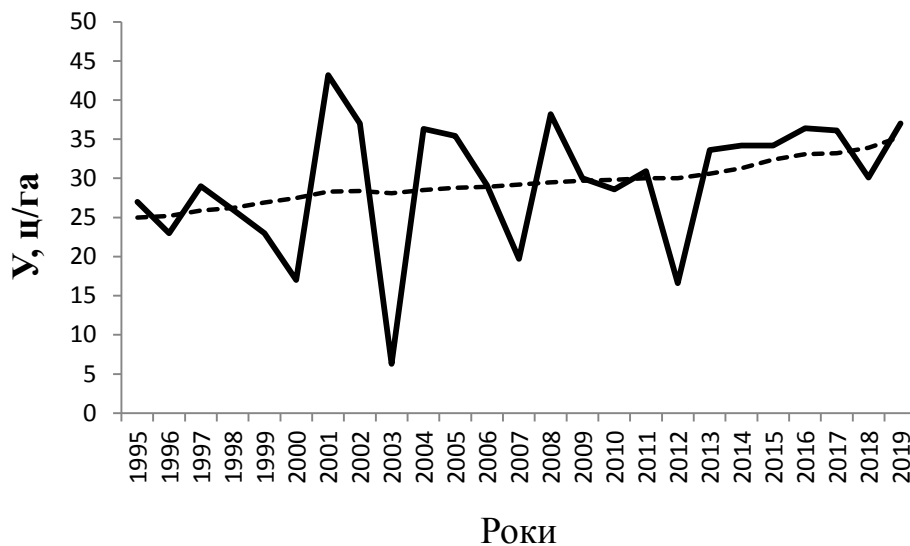


Рисунок 3.5– Багаторічна врожайність озимої пшениці залежно від погодних умов в Дніпропетровській області

Для виявлення впливу кліматичних умов в окремі роки на формування врожаю озимої пшениці в Дніпропетровській області, побудовано графік відхилення фактичних врожаїв від лінії тренду (рис. 3.6).

Найбільші від'ємні відхилення від лінії тренду, спостерігаються в 2000 р.–12,5 ц/га, 2003 р.–23,2 ц/га та 2012 р.–12,9ц/га. В ці роки спостерігалися найбільш невдалі погодні умови.

Найбільш сприятливими для вирощування озимої пшениці були 2001 та 2019 рр., у ці роки було максимальне додатне відхилення від лінії тренду, а саме 13,7 та 7,5ц/га.

Далі представлені данні, що показують динаміку урожайності озимої пшениці по Миколаївській області за період з 1995 по 2019 рр. (Додаток В).

На рисунку 3.7 представленні данні, що показують динаміку урожайності озимої пшениці Миколаївській області. Середня урожайність за період з 1995 по 2019 рр. в досліджуваній області склала 27,1 ц/га. Урожайність в даній області з початку досліджень становила 29 ц/га в наступні роки поступово знижувалась, тільки в 2001 піднялась до 33,2 ц/га, але в 2003 році впала до найнижчої позначки і становила 5,6 ц /га потім спостерігалось значне підвищення врожайності.

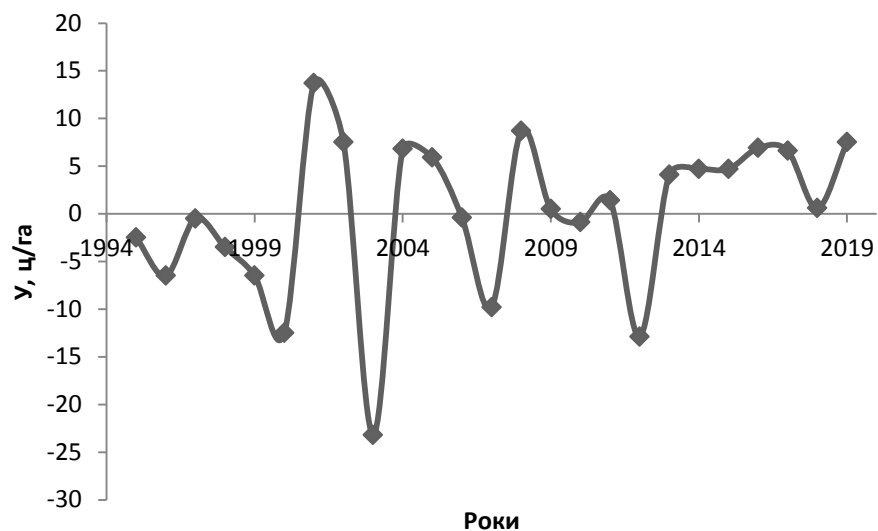


Рисунок 3.6– Багаторічні коливання врожайності озимої пшениці в залежності від погодних умов в Дніпропетровській області

Для виявлення впливу кліматичних умов на формування врожаю озимої пшениці в даній області, побудовано графік відхилення фактичних врожаїв від лінії тренду (рис. 3.8).

З графіку 3.8, ми можемо спостерігати, що найгірші умови для вирощування озимої пшениці були 2000, 2003 та 2007 рр., тут спостерігаються найбільші від'ємні відхилення від лінії тренду, а саме -11,1 -21,2 та -12,1ц/га.

Найкращими для вирощування озимої пшениці були 2016 та 2019 рр., у ці роки було максимальне додатне відхилення від лінії тренду і становило 9,5 та 9,3ц/га.

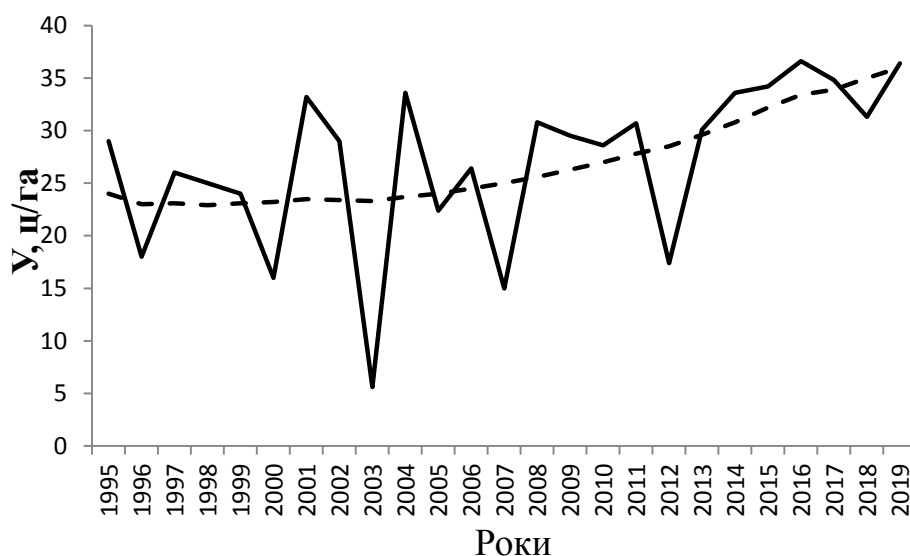


Рисунок 3.7– Багаторічна врожайність озимої пшениці залежно від погодних умов в Миколаївській області

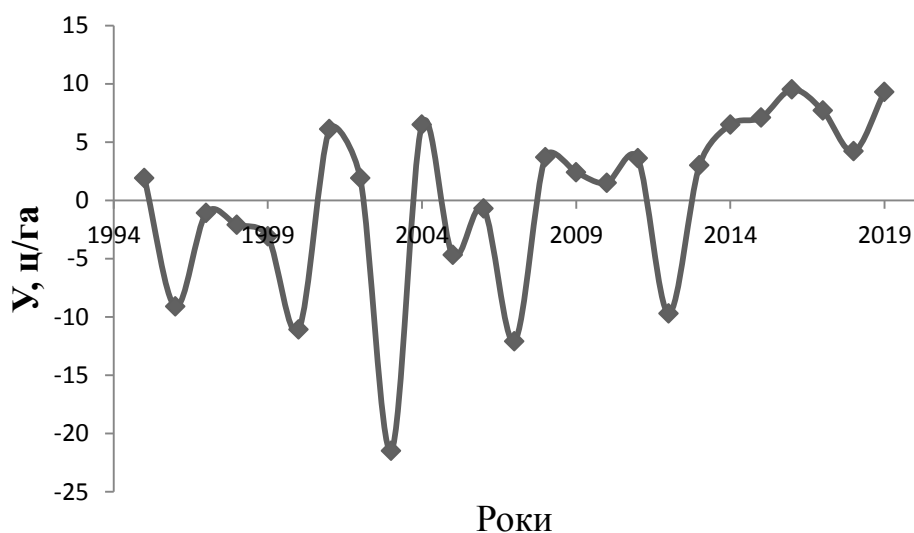


Рисунок 3.8 – Багаторічні коливання врожайності озимої пшениці в залежності від погодних умов в Миколаївській області

На рисунку 3.9 зафіксована динаміка урожайності озимої пшениці по Херсонській області за досліджуваний період, а саме з 1995 по 2019 рік. В 1995 році врожайність складала 30,0 ц/га, а потім почала поступово знижуватись до мінімальної позначки в 2003 році до 6,1 ц/га, згодом урожайність різко збільшувалась і в 2016 році досягла найвищої позначки – 36,2 ц/га. Середня урожайність склала 26,4 ц/га.

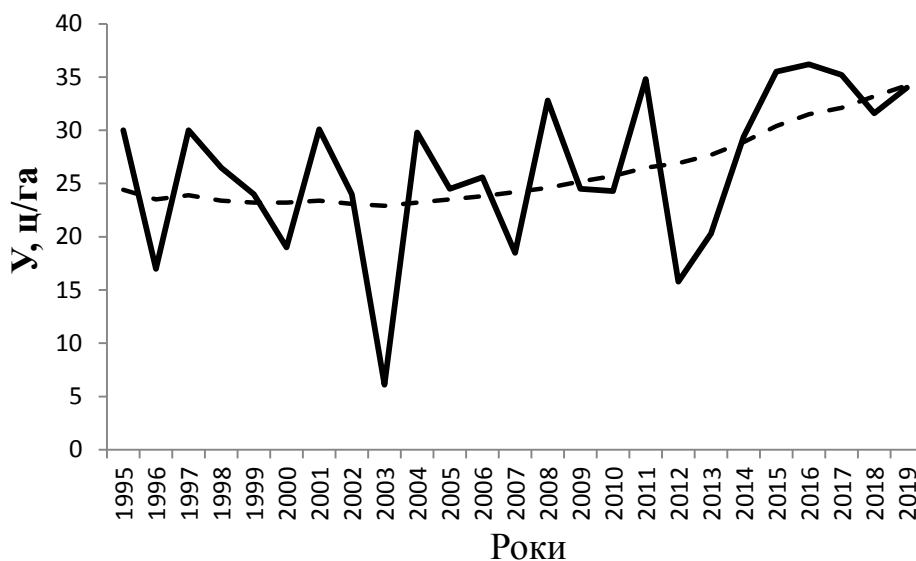


Рисунок 3.9– Багаторічна врожайність озимої пшениці залежно від погодних умов в Херсонській області

Можемо спостерігати з рисунку 3.10, що найбільш невдалими для вирощування озимої пшениці були 1996, 2003 та 2012 рр., у ці роки були погані погодні умови. Відхилення від лінії тренду мали від’ємні значення і дорівнювали -9,4, -20,3 та -10,6ц/га. Найбільш добрими для вирощування озимої пшениці були зафіксовані у 2015 та 2016 рр., у ці роки було максимальне додатне відхилення від лінії тренду, а саме 9,1 та 9,8ц/га.

На рисунку 3.11 дана динаміка урожайності озимої пшениці по Запорозькій області за період з 1995 по 2019 рік. Протягом зазначеного періоду спостерігалися значні коливання фактичної урожайності озимої пшениці на території дослідження. Середня урожайність за роки досліджень



склала 27,3 ц/га. Так протягом перших 8 років (з 1995 по 2002) урожайність коливалась від 17 до 35 ц/га, але потім найменше урожаю було зібрано в 2003 році – 9,6 ц/га. В наступні роки врожайність має ступінчатий характер без різких коливань, найбільше урожаю було зібрано в 2019 році і становило 35,9 ц/га.

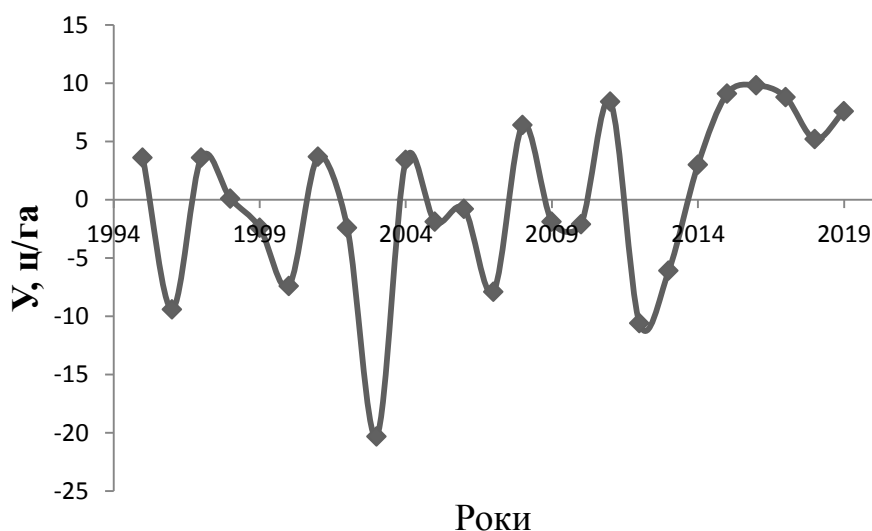


Рисунок 3.10 – Багаторічні коливання врожайності озимої пшениці в залежності від погодних умов в Херсонській області

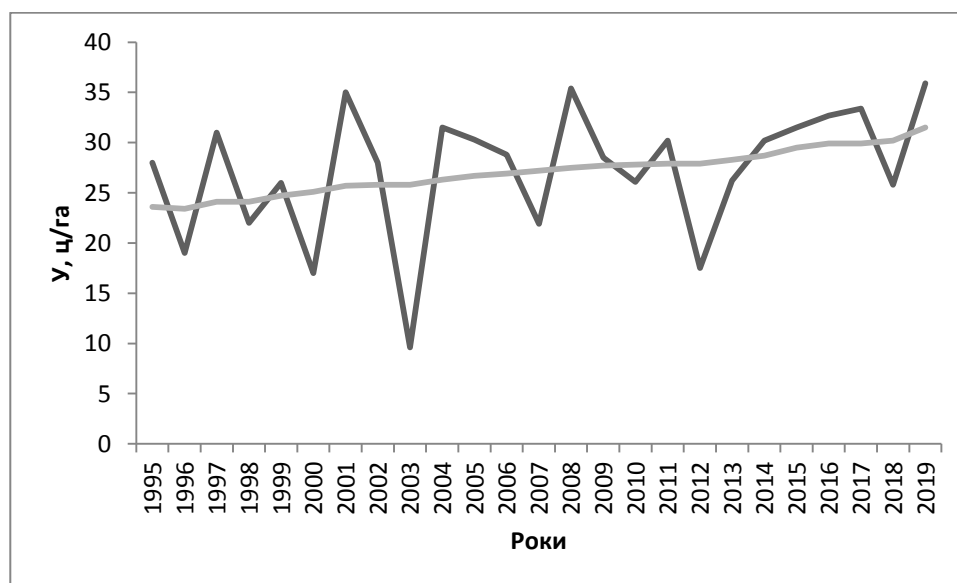


Рисунок 3.11 Багаторічна врожайність озимої пшениці залежно від погодних умов в Запорозькій області

Для виявлення впливу кліматичних умов в окремі роки на формування врожаю озимої пшениці в Запорізькій області, побудовано графік відхилення фактичних врожаїв від лінії тренду (рис. 3.12).

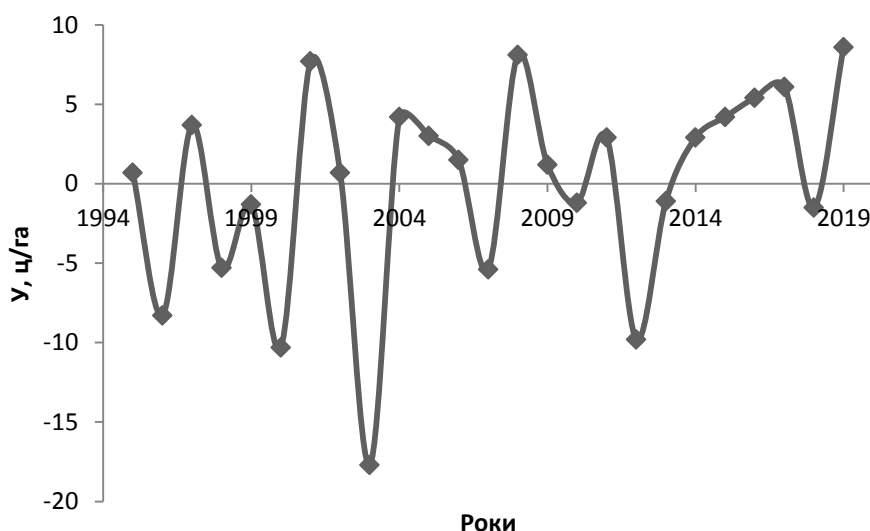


Рисунок 3.12 – Багаторічні коливання врожайності озимої пшениці в залежності від погодних умов в Запорізькій області

Найбільш сприятливими для вирощування озимої пшениці були 2001 та 2008 рр., у ці роки було максимальне додатне відхилення від лінії тренду, а саме 7,7 та 8,1ц/га.

Як видно з графіку найбільш несприятливими для вирощування озимої пшениці були 2000, 2003 та 2012 рр., тобто у ці роки були невдалі погодні умови. Тут спостерігаються найбільші від'ємні відхилення від лінії тренду, а саме -10,3, -17,7 та -9,8ц/га.

Для визначення особливостей формування урожайності в конкретній зоні важливими є агроекологічні умови. Відхилення від тренду можуть бути від'ємними або додатними. Для того, щоб позбутися знаку, застосовують

коефіцієнт (К), що розраховується як відношення фактичної врожайності до урожаю по тренду.

Не дивлячись на те, що підвищуються можливості активного втручання в процес вирощування шляхом правильного вибору ділянки і проведення в оптимальні строки агротехнічних заходів, успіх культури озимої пшениці значно залежить від погодних умов. Кращим доказом є відхилення врожайності по роках від основної тенденції, а також отримання рекордних та мінімальних врожаїв. На основі експериментальних даних і досвіду вирощування озимої пшениці в попередні роки отримано взаємозв'язок і результати спостережень за погодними умовами, що дозволяє з допомогою відповідних агротехнічних заходів запобігати небезпечному впливу погоди на формування врожаю озимої пшениці [4].

Для виявлення агрометеорологічних факторів, що найбільш істотно значення на формування врожаю були проаналізовані агрометеорологічні умови розвитку озимої пшениці в роки з високими і низькими врожайями. Аналіз результатів показав, що в роки з високими врожайями (2016, 2017, 2018) на формування врожайності озимої пшениці вплинули сприятливі умови перезимівлі, ранні терміни відновлення вегетації, високі запаси продуктивної вологи, середні температури повітря за період від відновлення вегетації до виходу в трубку  $15,5^{\circ}\text{C}$ . Такий комплекс агрометеорологічних умов дозволив сформувати достатню кількість колосonosних стебел при середній кількості колосків у колосі від 16 до 18. Найбільша висока врожайність 37 – 39 ц/га була отримана в роки з високими весняними запасами вологи в ґрунті (більше 150 мм в метровому шарі ґрунту), коли озима пшениця весною мала більше 1000 стебел на  $1\text{ м}^2$ . В результаті цього число колосonosних стебел було не менше 800, що головним чином забезпечило високу урожайність озимої пшениці (табл. 3.2 та 3.3).

Таблиця 3.2 – Агрометеорологічні показники розвитку озимої пшениці на різні фази розвитку (Одеська обл.)

Рік	Дата			Запаси вологи в шарі ґрунту 0-100 см на фазу:			Густота на фазу:				Тср.(°С) повітря за період НВС-коłosіння	Число колосків в колосі	Висота на фазу колосіння	Маса 1000 зерен	Урожайність, ц/га
	Відновлення вегетації	НВС	коłosіння	Відновлення вегетації	НВС	коłosіння	число живих рослин. на м <sup>2</sup>	вихід в трубку (НВС)	коłosіння						
									кількість стебел						
								кількість стебел	загальна	з колосом					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1995	15.03	23.04	25.05	178	132	84	632	646	646	632	13,4	18	83	33,0	27
1996	13.03	19.04	21.05	174	96	89	1006	1060	1060	1006	17,3	18	76	31,5	19
1997	06.03	04.05	24.05	196	171	61	750	1166	1166	1125	18,2	16	75	30,6	34
1998	20.03	02.04	31.05	154	156	87	750	788	788	764	15,3	18	80	33,1	19,1
1999	02.03	26.04	24.05	167	103	119	820	1136	1136	1100	12,9	18	63	31,8	27
2000	11.03	28.04	24.05	183	126	123	642	842	842	632	16,0	17	50	32,2	20
2001	06.03	22.04	22.05	176	159	91	780	1093	1093	796	13,7	17	69	28,8	34,4
2002	06.03	26.04	18.05	105	87	61	640	812	810	630	16,0	16	38	30,4	31
2003	31.03	24.04	14.05	175	131	121	409	859	519	396	16,5	16	38	28,6	6,3
2004	16.03	26.04	16.05	143	98	33	1220	1428	1420	1220	13,7	18	70	41,0	34,9
2005	18.03	30.04	31.05	127	81	34	690	854	852	730	20,5	18	64	48,0	24,1
2006	15.03	23.04	26.05	135	118	127	686	732	738	686	14,2	19,0	62	30,5	25,3
2007	10.03	26.04	20.05	107	164	135	915	1020	1020	880	15,0	19,0	63	34,6	17,9
2008	28.03	22.04	20.05	86	116	65	538	878	878	736	13,5	17,0	76	43,6	33,3
2009	10.03	24.04	20.05	149	73	67	590	820	828	640	14,4	15	78	46,9	26,5
2010	22.03	30.04	20.05	177	133	100	569	984	984	562	16,6	18	74	41,1	28,3
2011	24.03	30.04	22.05	149	146	88	870	1260	1262	860	16,1	15	58	43,7	31,9
2012	22.03	08.05	31.05	140	37	56	430	740	740	426	19,0	14	49	28,5	19,4
2013	16.03	02.05	16.05	123	64	46	503	774	770	508	19,9	14	54	40,1	32,3
2014	04.03	20.04	12.05	105	65	80	718	807	824	714	14,1	16	56	39,5	34,1
2015	24.02	20.04	20.05	154	138	78	662	701	701	661	13,9	15	68	33,2	32,1

Продовження таблиця 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2016	24.02	16.04	10.05	132	97	97	640	769	769	648	13,4	17	74	37,8	39,3
2017	28.02	14.04	16.05	131	95	87	659	803	803	690	12,0	18	65	39,9	38,8
2018	31.03	28.04	10.05	176	78	19	439	704	704	441	18,5	15	38	48,1	37,3
2019	06.03	16.04	14.05	97	91	51	746	907	907	746	13,1	18	45	38,3	30,6
серед				145,6	110,2	80,0	692,2	903,3	890,4	729,2	15,5	16,8	62,6	36,6	28,2

Таблиця 3.3 – Показники розвитку озимої пшениці в роки з сприятливими та несприятливими агрометеорологічними умовами (Одеська обл.)

Рік	Дата			Запаси вологи в шарі ґрунту 0-100 см на фазу:			Густота на фазу:			Тер.(°С) повітря за період НВС-колосіння	Число колосків в колосі	Висота на фазу колосіння	Маса 1000 зерен	Урожайність, ц/га
	Відновлення вегетації	НВС	колосіння	Відновлення вегетації	НВС	колосіння	число живих рослин на м <sup>2</sup>	колосіння						
								кількість стебел						
								загальна	з колосом					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Роки з високою врожайністю														
2004	16.03	26.04	16.05	143	98	33	1220	1420	1220	13,7	18	70	41,0	34,9
2017	28.02	14.04	16.05	131	95	87	659	803	690	12,0	18	65	39,9	38,8
2018	31.03	28.04	10.05	176	78	19	439	704	441	18,5	15	38	48,1	37,3
Роки з низькою врожайністю														
2003	31.03	24.04	14.05	175	131	121	409	859	396	16,5	16	38	28,6	6,3
2007	10.03	26.04	20.05	107	164	135	915	1020	880	15,0	19,0	63	34,6	17,9
2012	22.03	08.05	31.05	140	37	56	430	740	426	19,0	14	49	28,5	19,4

Низька врожайність озимої пшениці (6-19 ц/га) була отримана в роки з низькими запасами вологи та числом стебел 400 – 600 на 1 м<sup>2</sup> весною, при яких число колосоносних стебел на фазу колосіння було тільки 300 – 500 на 1 м<sup>2</sup>. Звертає увагу і низькорослість озимої пшениці в несприятливі роки на фазу колосіння 35 – 65 см, тоді як в сприятливі роки її висота на цю фазу складала 50 – 70 см.

У роки з низькими врожаями (2003, 2007, 2012) агрометеорологічні умови в загальному були сприятливі для формування високого врожаю. Але в 2012 році середні температури за критичний період були близько 19 °С, що говорить про те, що температурний режим був вищим за температурний оптимуму в цей період розвитку; навпаки, в 2003 році середня температура була оптимальною за досліджуваний ряд років, що дозволило за інших задовільних умов сформуванню досить низьку густоту стеблостою з низькою масою 1000 зерен. Однак високі температури в період від виходу в трубку до молочної стиглості привели до того, що на фазу колосіння висота рослин була всього 38 см, в результаті чого урожай був всього 6,3 ц/га в 2003 році.

В 2007 році спостерігалися загущенні посіви, які складали 1020 стебел на фазу колосіння та висота рослин при цьому відмічалась 63 см. І тому через загущеність посівів отримали урожайність –17,9 ц/га.

### 3.1 Вплив погодних умов на формування врожаїв озимої пшениці

Ґрунтова волога в умовах півдня України для озимої пшениці, як і для інших культур, є головним чинником першого рівня. Недостача вологи може визначити долю врожаю уже в осінній період. Пізні, зрідженні сходи і погано розвинуті перед відходом у зиму рослини, що є звичайним наслідком осінньої посухи, не можуть забезпечити одержання повноцінного врожаю.

Є.С. Улановою встановлено, що найменша тривалість періоду посів – сходи (5-7 днів) спостерігаються при запасах продуктивної вологи в орному

шарі ґрунту від 30 до 60 мм. і температурі повітря вище 14 °С. При зменшенні запасів вологи до 15 мм сходи з'являються через 12 днів, а при зменшенні запасів вологи до 6 – 7 мм сходи з'являються через 20 – 25 днів. При зниженні температури повітря до 10 °С сходи з'являються через 10 – 12 днів, а при 7 – 8 °С – через 17 – 20 днів [14].

Дослідженнями Є.С. Уланової та В.П. Дмитренко було встановлено [20], що урожай озимої пшениці в великій мірі залежить від умов зволоження і середньої температури повітря. Були встановлені показники запасів продуктивної вологи для формування врожаю різного рівня (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Показники оцінки запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту в основні періоди розвитку пшениці у весняно-літній період

Період	Запаси продуктивної вологи, мм			
	Хороші	Задовільні	Недостатні	Погані
Відновлення вегетації	150-200	120-150	100 – 200	Менше 100
Рістстебла	140-180	100-140	80-100	Менше 80
Колосіння	80-140	60-80	40-60	Менше 40
Налив зерна	80-100	40-80	30-40	Менше 25

Оскільки запаси продуктивної вологи є одним із головних інерційних факторів формування врожаю озимої пшениці, то нами були побудовані графіки залежності врожайності від середньо обласних запасів продуктивної вологи на дату відновлення вегетації, нижнього вузла соломини і колосіння (рис. 3.13, 3.14, 3.15). Як видно з рисунку 3.13, зв'язок спостерігається не дуже тісний, коефіцієнт кореляції становить 0,45 це свідчить про те, що умови зволоження задовільні. Залежність описується рівнянням

$$y = -0,1076x + 42,078 \quad (3.1)$$

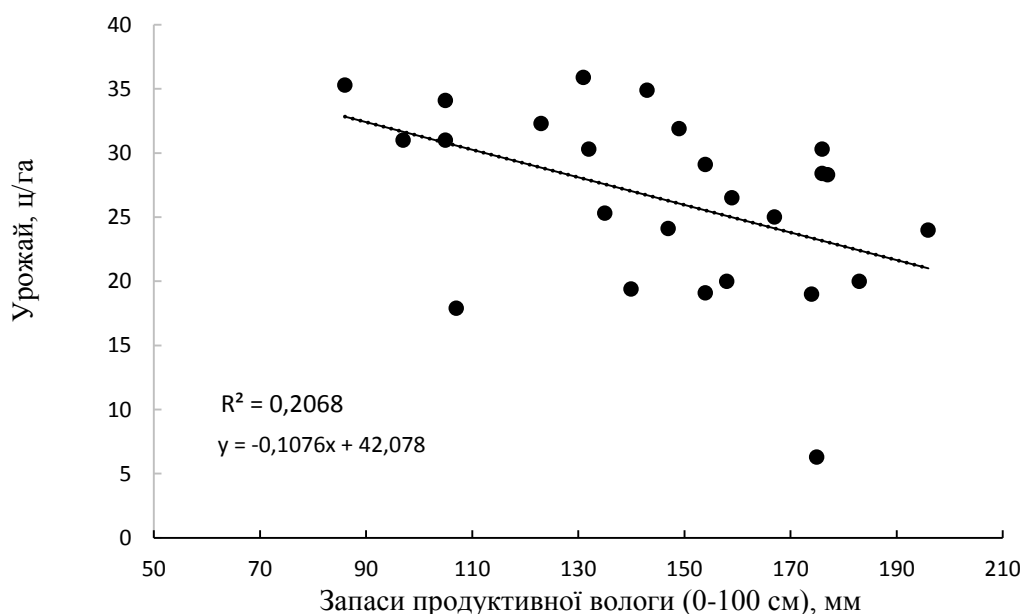


Рисунок 3.13 – Залежність урожаю озимої пшениці від запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на відновлення вегетації

При запасах продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту 150 – 200 мм на відновлення вегетації урожайність коливається від 20 до 30 ц/га (рис.3.13). При запасах продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту 90 – 130 мм урожайність коливається від 30 до 35 ц/га.

В період від виходу в трубку до колосіння в озимій пшениці виявляється найбільша потреба у волозі внаслідок інтенсивного росту (талб. 3.4). Найбільш високі урожаї озимій пшениці спостерігаються в роки коли, в цей період запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту складають 100 – 125 мм. При невеликих запасах продуктивної вологи в ґрунті навесні урожайність озимій пшениці в значній мірі залежать від опадів. Кількість опадів у травні від 40 до 80 мм забезпечує при цьому хороші умови для формування урожаю озимій пшениці [17].

Рисунок залежності врожайності від середньо обласних запасів продуктивної вологи на дату нижнього вузла соломини показав дуже слабкий



зв'язок, коефіцієнт кореляції становив 0,14. Відсутність чіткої залежності врожаїв від запасів продуктивної вологи свідчить про те, що в Одеській області умови зволоження не задовільні.

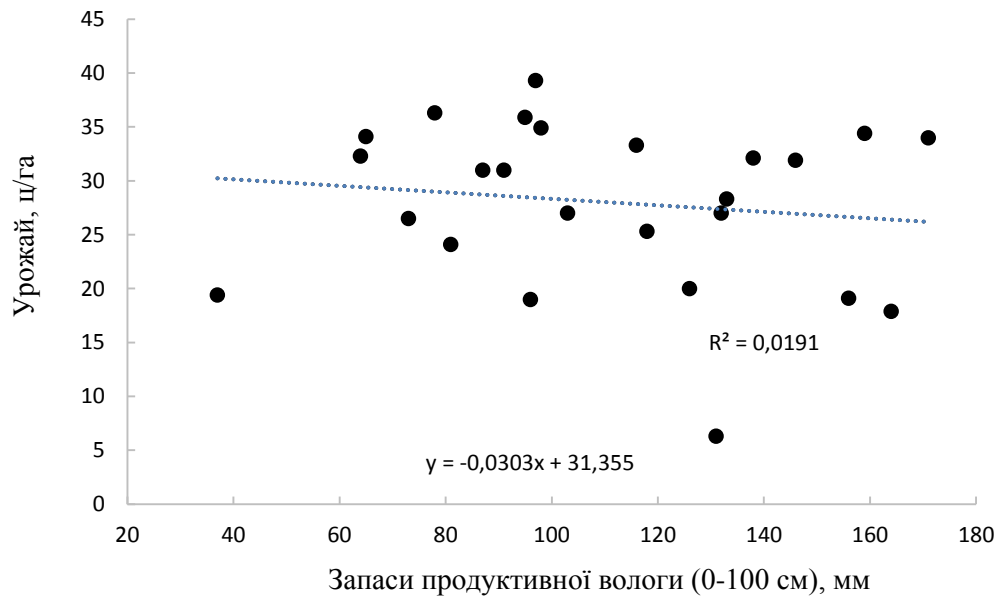


Рис. 3.14 – Залежність урожаю озимої пшениці від запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на нижній вузол соломини

За даними С.А. Вериги, запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту 40 мм і більше в середньому за період цвітіння – початок воскової стиглості сприяють формуванню добре виповненого зерна, а при вологозапасах менше 10 мм налив зерна припиняється і воно починає підсихати [18].

Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту відіграють велику роль в критичний період. На рисунку 3.15 представлена залежність урожаю озимої пшениці від запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на фазу колосіння. Аналізуючи цей рисунок, можна сказати, що спостерігається чітка залежність урожаю від запасів вологи. При запасах продуктивної вологи 65 - 110 мм отримується урожай 25 – 40 ц/га. Залежність характеризується добрим коефіцієнтом кореляції  $r = 0,47$  і описується рівнянням

$$y = -0,1154x + 37,24 \quad (3.2)$$

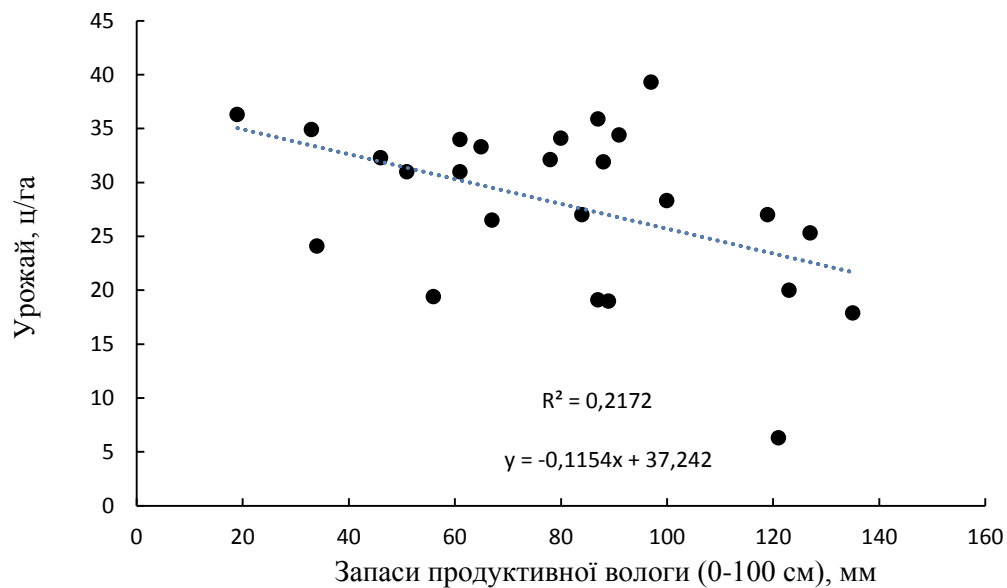


Рис. 3.15 – Залежність урожаю озимої пшениці від запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на фазу колосіння

Також було побудовано та проаналізовано графік зав'язку врожаїв озимої пшениці з середньою температурою за критичний період. Чіткої залежності не просліджується, але можна сказати, що при зниженні температури повітря в критичний період до 12 -14°C врожай коливається від 25 до 40 ц/га. Середній врожай отримується при середній температурі за період від 16 до 18°C (рис. 3.16).

Дослідженнями Є. С. Уланової встановлено, що важливу роль на формування високого врожаю озимої пшениці має висота та густина рослин[21]. Але як видно з графіку залежності врожаїв з висотою та густотою рослин на фазу колосіння (рис. 3.17, 3.18) зв'язок слабкий і коефіцієнти кореляції становлять 0,16 та 0,29, це свідчить про те, що в Одеській області висота та густина не є одним з основних чинників формування високих врожаїв озимої пшениці.

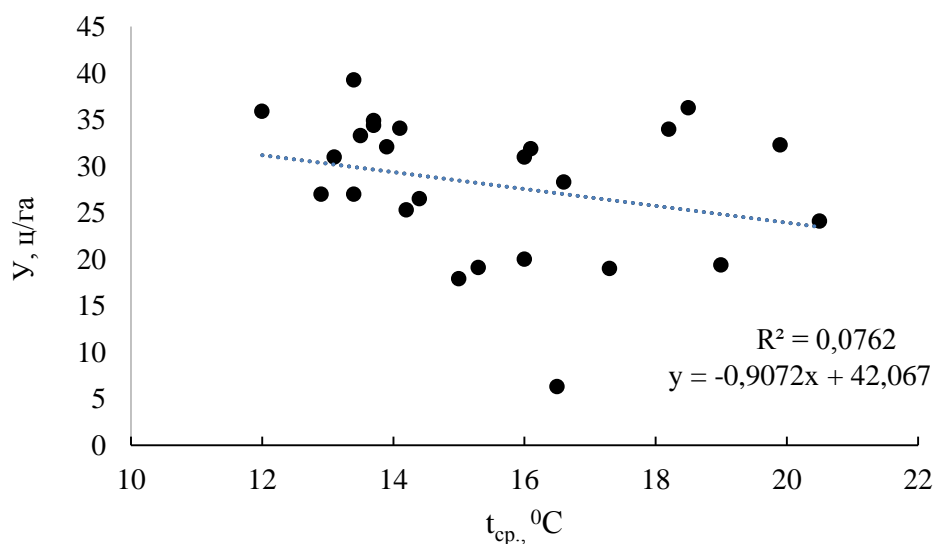


Рисунок 3.16 – Залежність урожаю озимої пшениці від середньої температури за період нижнього вузла соломини – колосіння

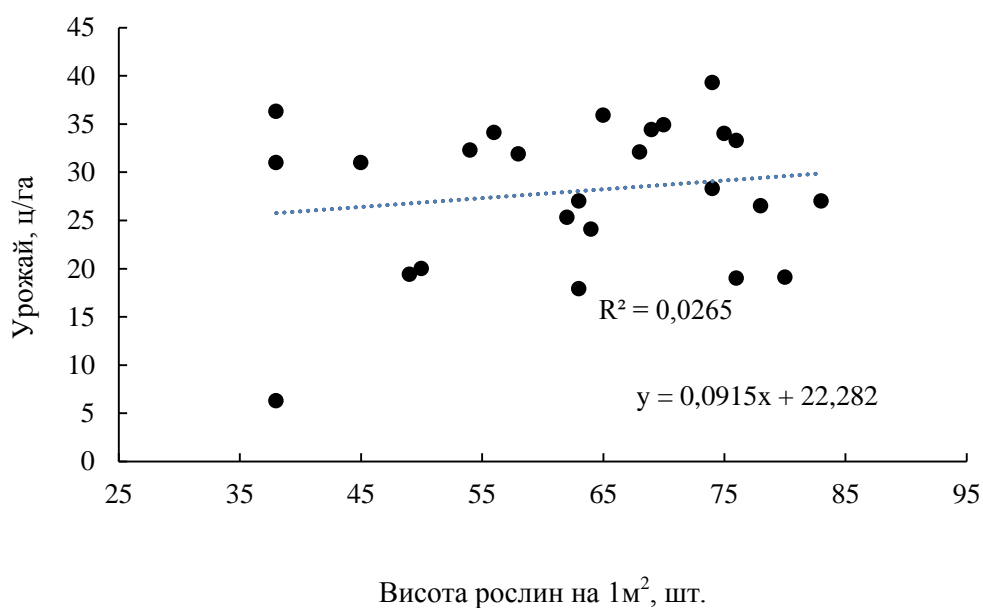


Рисунок 3.17 – Залежність урожаю озимої пшениці від висоти рослин на 1 м<sup>2</sup> на фазу колосіння

Уланової Є.С. було встановлено, що при невеликому числі стебел в фазу виходу в трубку урожайність різко знизиться. Навіть при оптимальних запасах вологи 150 – 170 мм, но при малому числі стебел (200 – 400 на 1 м<sup>2</sup>) урожайність складатиме 14 – 19 ц/га[20].

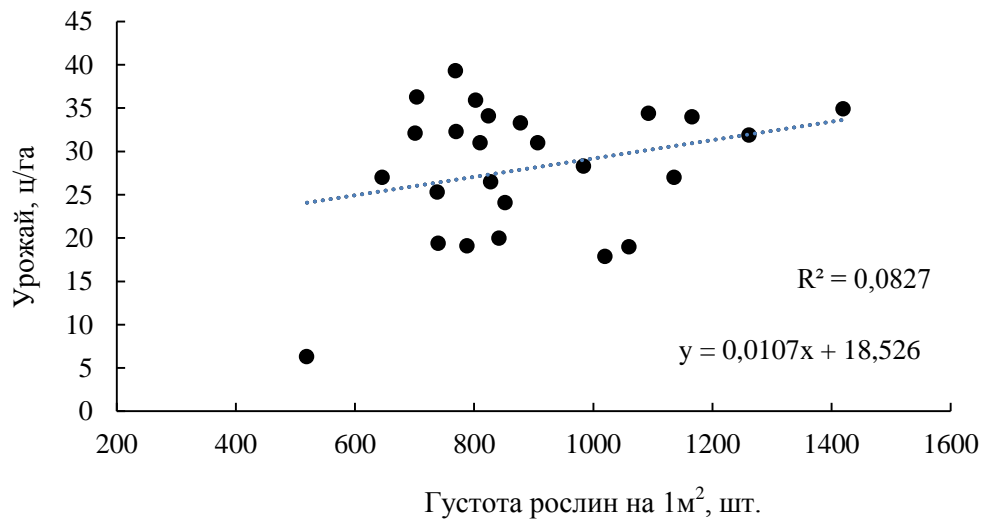


Рисунок 3.18 – Залежність урожаю озимої пшениці від густоти рослин на 1 м<sup>2</sup> на фазу колосіння

По даним Шиголева, на один колосок в середньому приходиться 1,7 зерна. Менше число зерен буває в тому випадку, коли в період формування квітів мають місце не сприятливі умови. Висока температура та низька відносна вологість повітря і ґрунту в період формування колосків і квітів в колосі є дуже не сприятливим фактором. Розраховувати при таких умовах на велику продуктивність не можливо.

Далі був побудований графік залежності урожаю озимої пшениці від числа колосків в колосі на фазу колосіння (рис. 3.19). Можна зробити висновок, що кореляційний зв'язок дуже слабкий, а коефіцієнт кореляції складає 0,07. Із рисунку видно, що при 16 – 18 шт. колосків у колосі, можна зібрати урожаю озимої пшениці від 20 до 40 ц/га.

Є. С. Уланова зазначає, що кількість стебел на 1м<sup>2</sup> є другим важливим фактором формування врожаїв озимої пшениці[20], але як видно з графіку 3.20 – зв'язок урожаю озимої пшениці від кількості продуктивних стебл на 1 м<sup>2</sup> надзвичайно низький, коефіцієнт кореляції становить 0,09.

При кількості продуктивних стебл на 1 м<sup>2</sup> від 500 до 1000 шт. буде спостерігатися урожайність від 20 до 40 ц/га.

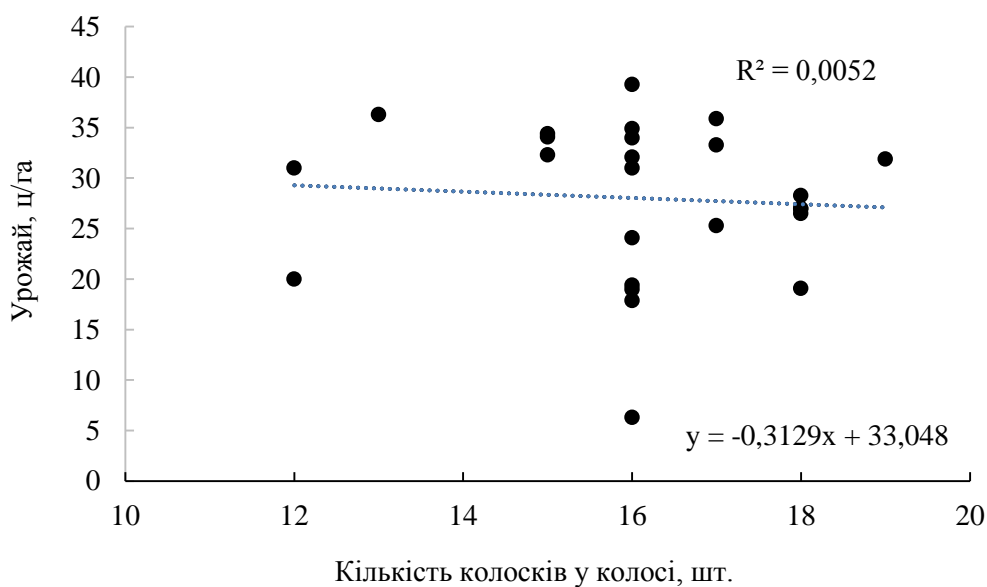


Рисунок 3.19 – Залежність урожаю озимої пшениці від числа колосків в колосі на фазу колосіння

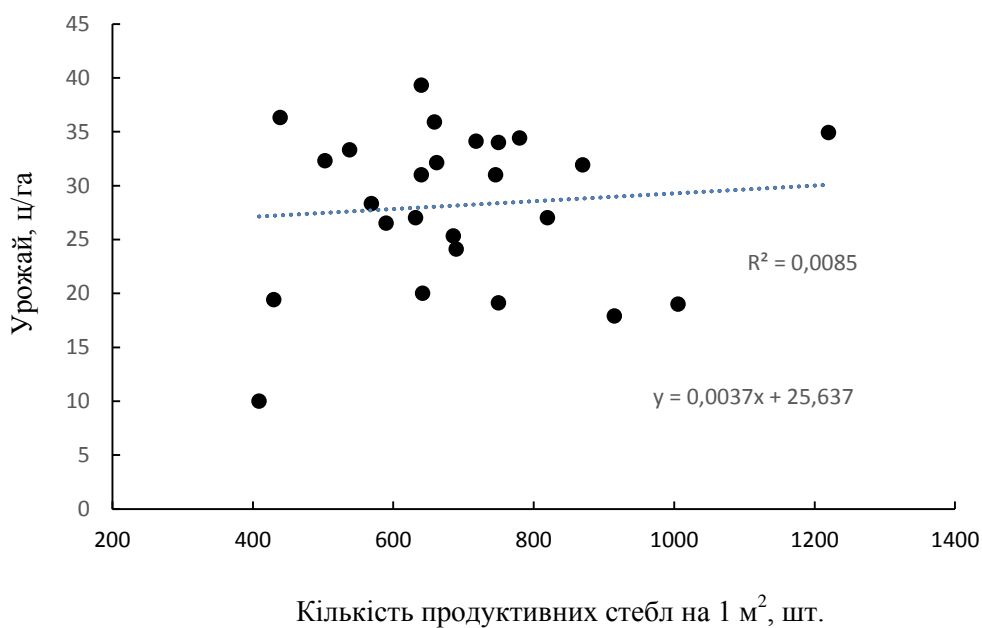


Рисунок 3.20 – Залежність урожаю озимої пшениці від кількості продуктивних стебл на 1 м<sup>2</sup>

Як показали дослідження Ф.Н. Куперман[19], утворення різних генеративних органів плононосіння озимої пшениці проходить у визначні етапи розвитку і ці процеси не зворотні. Якщо період закладки колосків в колосі проходили весною при не сприятливих умовах водопостачання і їх

утворилось мінімальна кількість, то які б не були сприятливі умови в подальшому, кількість її не збільшиться. Це приведе до утворення мінімального числа зерен в колосі і урожай буде знижений.

Важливим показником елементів продуктивності озимої пшениці є маса 1000 зерен. Урожайність 20 – 25 ц/га можна отримати при масі зерна 25 – 35 г. З рис. 3.21 ми можемо спостерігати хороший кореляційний зв'язок коефіцієнт якого становить 0,69. Залежність описується рівнянням

$$y = 0,9059x - 5,1316 \quad (3.3)$$

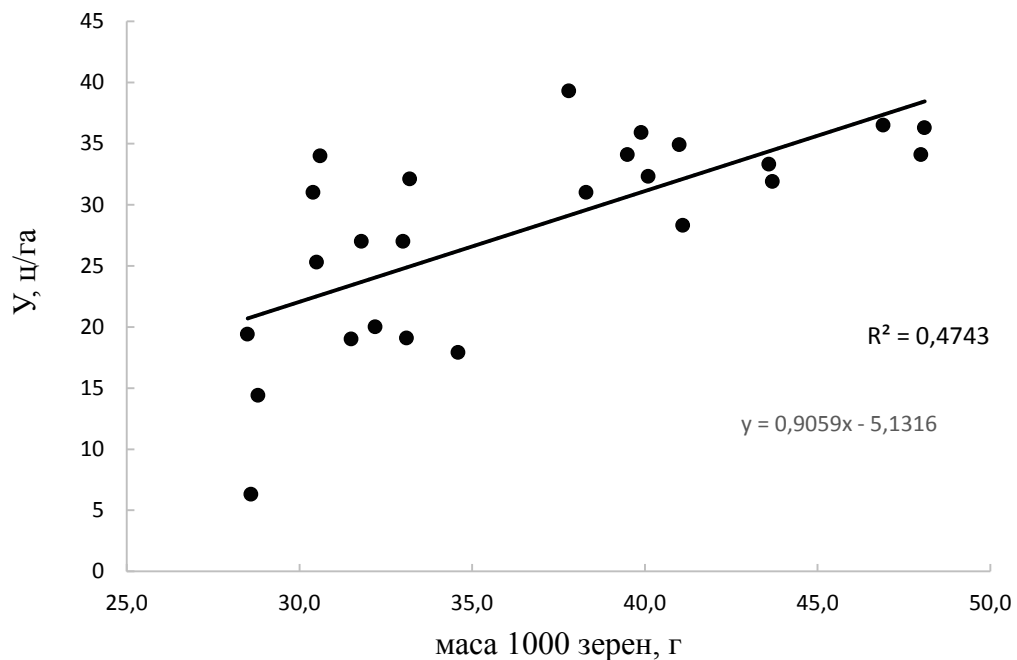


Рисунок 3.21 – Залежність урожаю озимої пшениці від маси 1000 зерен

### 3.2 Оцінка агрокліматичних умов формування врожайності озимої пшениці

Розробка методики оцінки агрокліматичних умов формування врожайності озимої пшениці становить великих труднощів, особливо розробка комплексного агрокліматичного показника, так як період життя озимої пшениці складається з трьох абсолютно різних періодів. Кожен з цих трьох періодів осінній, зимовий весняно-літній відіграє велику роль у формуванні врожайності озимої пшениці, і агрокліматичні умови кожного з цих періодів можуть лімітувати рівень врожайності[21]. Тому оцінка агрокліматичних умов для озимої пшениці проводиться окремо по трьом періодам, з виявленням їх особливостей. І після цього дуже важлива була розробка комплексного агрокліматичного показника оцінки умов формування врожайності озимої пшениці з урахуванням впливу всіх трьох періодів. Розроблялись кілька агрокліматичних показників, що представляють собою різні поєднання агрокліматичних факторів і елементів продуктивності озимої пшениці.

В результаті досліджень розроблені агрокліматичний показник оцінки умов формування врожайності озимої пшениці в весняно-літній період і комплексний агрокліматичний показник з урахуванням впливу на її врожайність осінньо-зимового періоду.

Найкращий зв'язок врожайності озимої пшениці для чорноземних і каштанових ґрунтів отримана з агрокліматичним показником  $K$ , що складається з двох показників  $K_y$ , і  $K_6$ .

Агрокліматичні умови формування врожайності озимої пшениці весняно-літнього періоду характеризує показник  $K_y$ , та  $K_6$  показник кінцевої біологічної продуктивності озимої пшениці (біомаси) з урахуванням також і осінньо-зимових умов. Ці показники можуть бути розраховані за наступними формулами

$$K_y = \frac{W_B + R_{BC}}{0,01 \sum t_{BC}} \quad (3.4)$$

де  $W_v$  – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту в декаду відновлення вегетації озимої пшениці весною, мм;  $R_{vc}$  – сума опадів від відновлення вегетації озимої пшениці весною до воскової стиглості, мм;  $\sum t_{vc}$  – сума середньодобових температур повітря (вище  $5^\circ\text{C}$ ) від відновлення вегетації весною до воскової стиглості;

$$K_6 = 0,001r_{kc}H \quad (3.5)$$

где  $r_{kc}$  – число колосоносних стебел озимої пшениці на  $1\text{m}^2$  в фазу воскової стиглості;  $H$  – кінцева висота озимої пшениці, см.

На рис. 3.22 представлено співставлення залежності врожаїв озимої пшениці від показника кінцевої біологічної продуктивності з урахуванням також і осінньо-зимових умов.

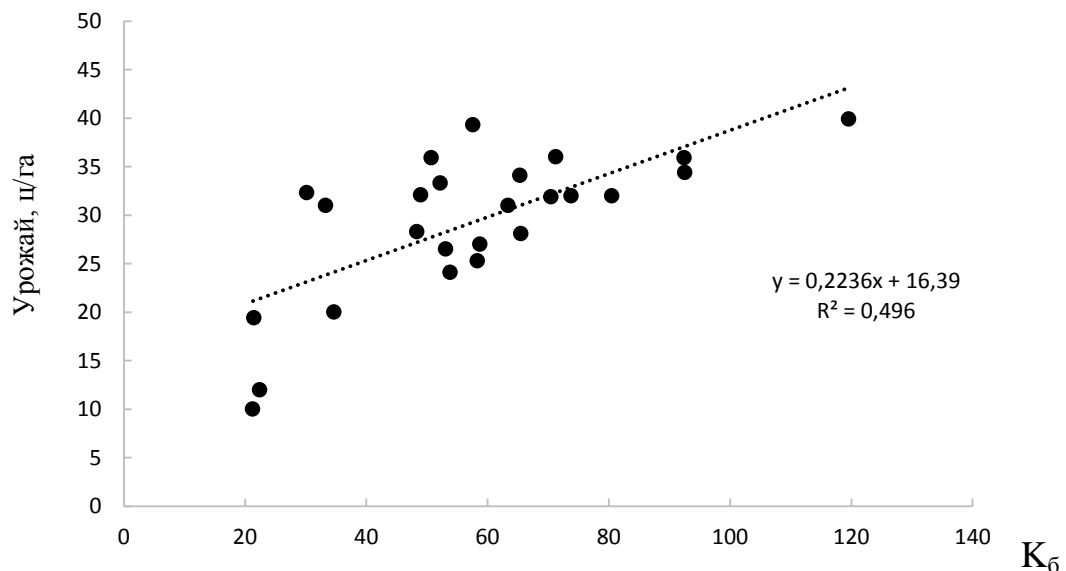


Рисунок 3.22 – Залежність урожаю озимої пшениці від показника біологічної продуктивності озимої пшениці ( $K_6$ )

Як видно із рис. 3.22 залежність врожаю озимої пшениці від біомаси за період характеризується добрим значенням коефіцієнта кореляції, зв'язок відчутний і показує, що найвищі врожаї озимої пшениці формуються при



біомасі від 50 до 90. Тіснота зв'язку характеризується високим коефіцієнтом кореляції – 0,70 і описується рівнянням

$$y = 0,2236x + 16,39 \quad (3.6)$$

Це підтверджують висновки Є.С. Уланова, що показник кінцевої біологічної продуктивності являється хорошим показником ступеню сприятливих осінньо-зимових умов.

Для виявлення впливу тепло та волого забезпеченості всього періоду вегетації на формування врожаїв озимої пшениці було побудовано графік залежності врожаю озимої пшениці від показника зволоження за вегетаційний період озимої пшениці (рис. 3.23).

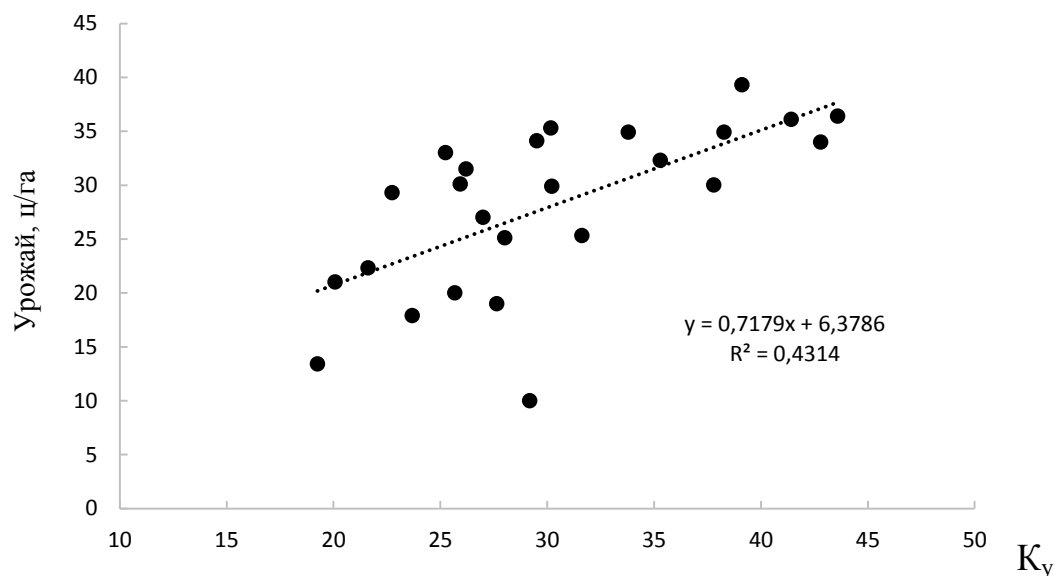


Рисунок 3.23 – Залежність урожаю озимої пшениці від показника зволоження ( $K_y$ )

Як видно із рис. 3.23 залежність врожаю озимої пшениці від показника зволоження за вегетаційний період теж тісна, тіснота зв'язку характеризується високим коефіцієнтом кореляції – 0,66 і описується рівнянням

$$y = 0,7179x + 6,3786 \quad (3.7)$$

Агрокліматичний показник  $K$  є комплексним показником характеристики весняно-літніх умов і завершеного стану озимої пшениці, які головним образом характеризується числом колосоносних стебел в період дозрівання і кінцевою висотою озимої пшениці.

$$K = K1 + K2 = \frac{W_B + R_{BC}}{0,01 \sum t_{BC}} + 0,001 r_{KC} H \quad (3.8)$$

На рис. 3.24 представлено співставлення залежність урожаю озимої пшениці від агрокліматичного показника.

Як видно із рис. 3.24 залежність урожаю озимої пшениці від агрокліматичного показника характеризується високим коефіцієнтом кореляції – 0.72. Ця залежність дозволяє дійти висновку, що в Одеській області комплексний показник не завжди знаходиться в оптимумі по відношенню до вимог цієї культури.

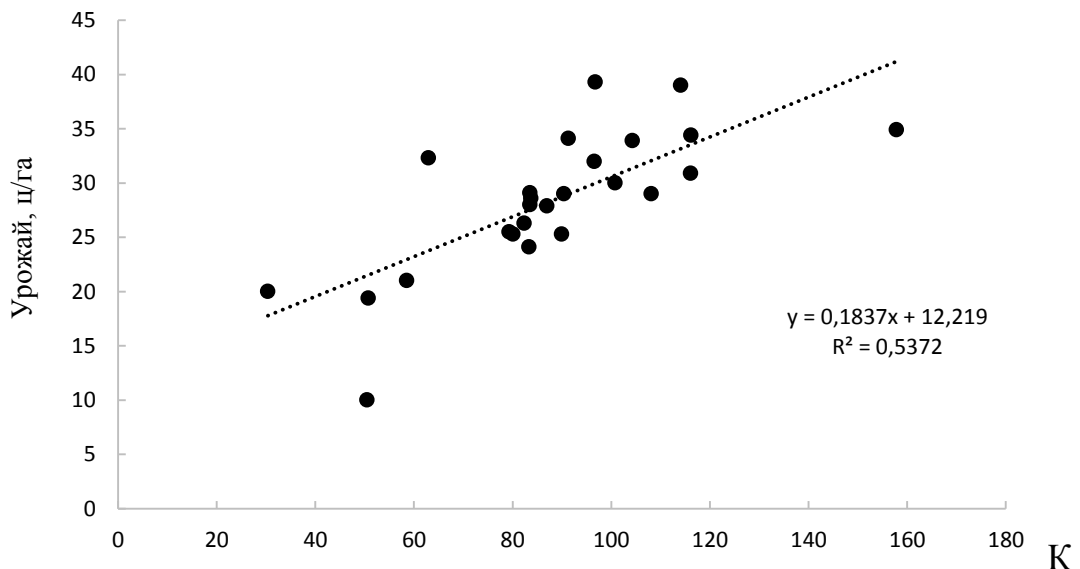


Рисунок 3.24 – Залежність урожаю озимої пшениці від агрокліматичного показника ( $K$ )

Аналізуючи ці залежності можна зробити наступні висновки.

1. Врожайність озимої пшениці в середньому менше 15 ц/га спостерігаються в роки, коли показник К був менше 30. Цю величину можна умовно прийняти за показник поганих умов проростання озимої пшениці.
2. Врожайність 15-20 ц/га була при  $K=30-50$ . Цю градацію можна вважати за показник недостатньо сприятливих умов для озимої пшениці.
3. Врожайність 20-30 ц/га спостерігається при  $K = 50-90$ . Ці величини є показник задовільних умов для озимої пшениці .
4. Врожайність вище 30 ц/га була отримана при  $K = 90 - 160$ . В ці роки спостерігаються добрі умови для формування врожаю озимої пшениці.

#### 4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЙОГО ПОСІВІВ

Нами ставилась задача дослідити як впливає зміна клімату на агрокліматичні умови вирощування та урожайність озимої пшениці прикладі Запорізької області. Дослідження проводились в період з 1990-2010 рр. та сценарних варіантів. Розглядалися два сценарних періоди: RCP4.5 та RCP8.5 за 2021-2050 рр. Теоретична основа для виконання розрахунків та порівняння результатів була використана та розроблена А.М. Польовим модель агроекологічних врожаїв сільськогосподарських культур.

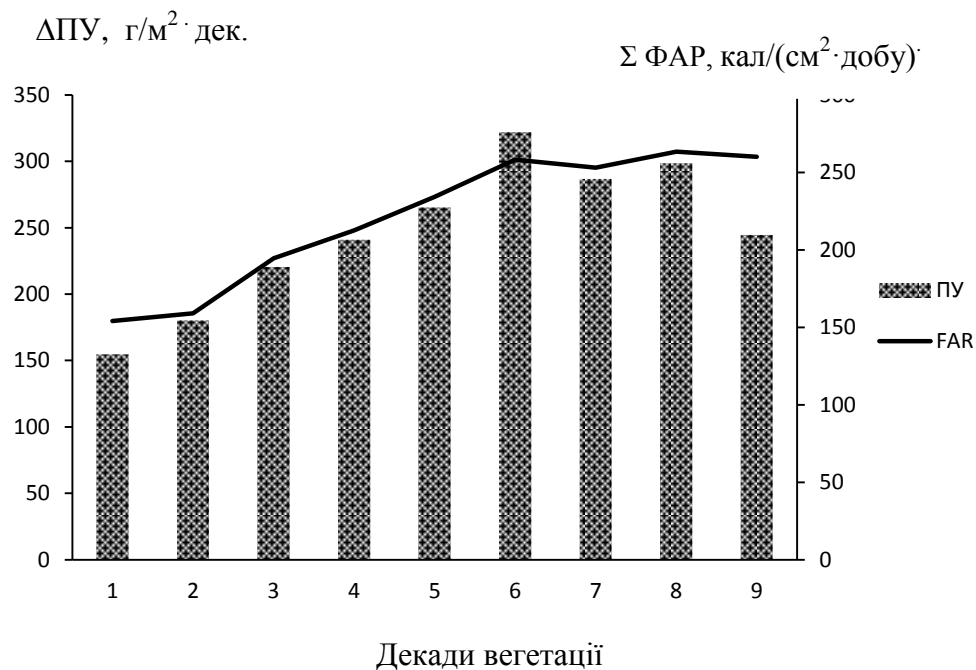


Рисунок 4.1 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР ( $\Sigma$ ФАР) озимої пшениці в Запорізькій області за період 1990 – 2010 рр.

При нормальній забезпеченості рослин вологою, теплом та мінеральним ґрунтовим живленням максимальний приріст фітомаси посівів озимої пшениці визначається приходом ФАР за період і коефіцієнтом її використання.

Динаміка приростів потенційної врожайності озимої пшениці та хід декадних сум ФАР за період сходи – повна стиглість показана на рис. 4.1.

У перший період вегетації рівень сум ФАР становить 154 кал/(см<sup>2</sup>·добу). У другій декаді сума збільшується до 159 кал/(см<sup>2</sup>·добу) і, поступово зростаючи, і досягає максимуму в шосту декаду, що становить 258 кал/(см<sup>2</sup>·добу). До кінця періоду вегетації озимої пшениці йде зниження величин сум ФАР і перед настанням повної стиглості величини досягають значень 260 кал/(см<sup>2</sup>·добу).

Приріст ПУ в першій декаді вегетації, рис.4.1, становить 154 г/м<sup>2</sup>. дек. У наступній тобто другій декаді приріст зростає до 180 г/м<sup>2</sup>. дек. Період третій лист – кушіння відзначений плавним ходом кривої динаміки приростів ПУ. В шостій декаді спостерігається підвищення ΔПВ до максимального значення (322 г/м<sup>2</sup>.дек). Після настання фази молочної стиглості рівень приростів ПУ починає знижуватися і до кінця вегетації становить 245 г/м<sup>2</sup>. дек.

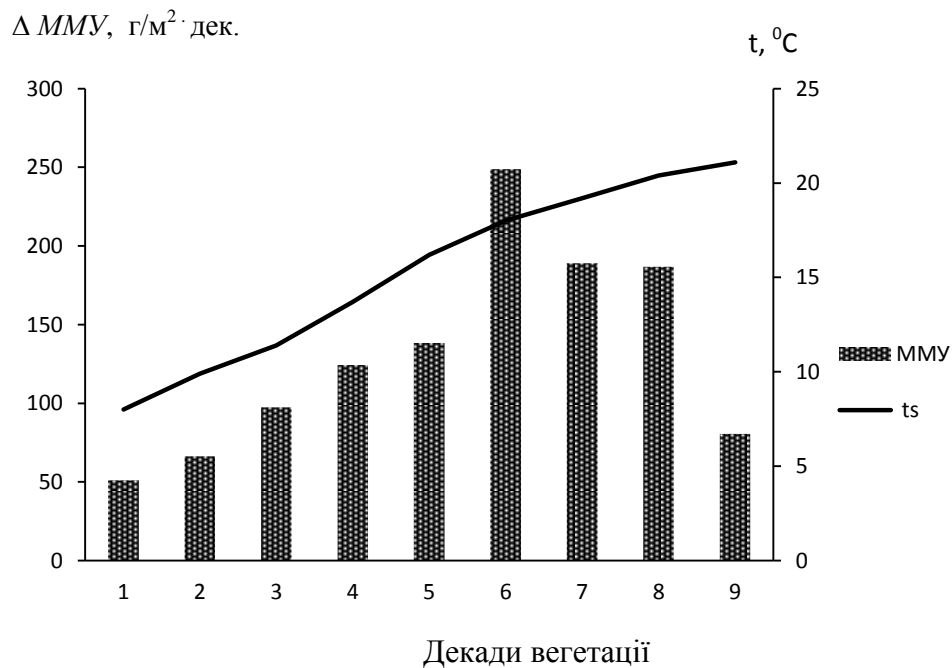


Рисунок 4.2 – Декадний хід приростів (ΔММУ) та середньої температури озимої пшениці в Запорізькій області за період 1990 – 2010 рр.

Як відомо, рівень ПУ лімітується фактором тепла і вологи. Ці два фактори визначають рівень наступної агроекологічної категорії урожайності

– ММУ. Розглянемо динаміку середньодекадної температури повітря впродовж вегетації в Запорізькій області.

Крива ходу середньодекадної температури повітря починається з позначки 8,0 °С, плавно піднімаючись і досягаючи найвищої позначки в дев'ятій декаді та становивши при цьому 21,1 °С

Комплексний вплив основних метеорологічних факторів відображає метеорологічних можлива врожайність, яка є інтегральною характеристикою агрометеорологічних ресурсів.

У початковий період вегетації приріст ММУ становить 51,1 г/м<sup>2</sup>. дек. У наступні періоди спостерігається її плавне зростання. Максимум досягається в шостій декаді, він становить 248,8 г/м<sup>2</sup>.дек. Потім прирости ММУ різко знижуються і в кінці вегетації склали 80,5 г/м<sup>2</sup>. дек.

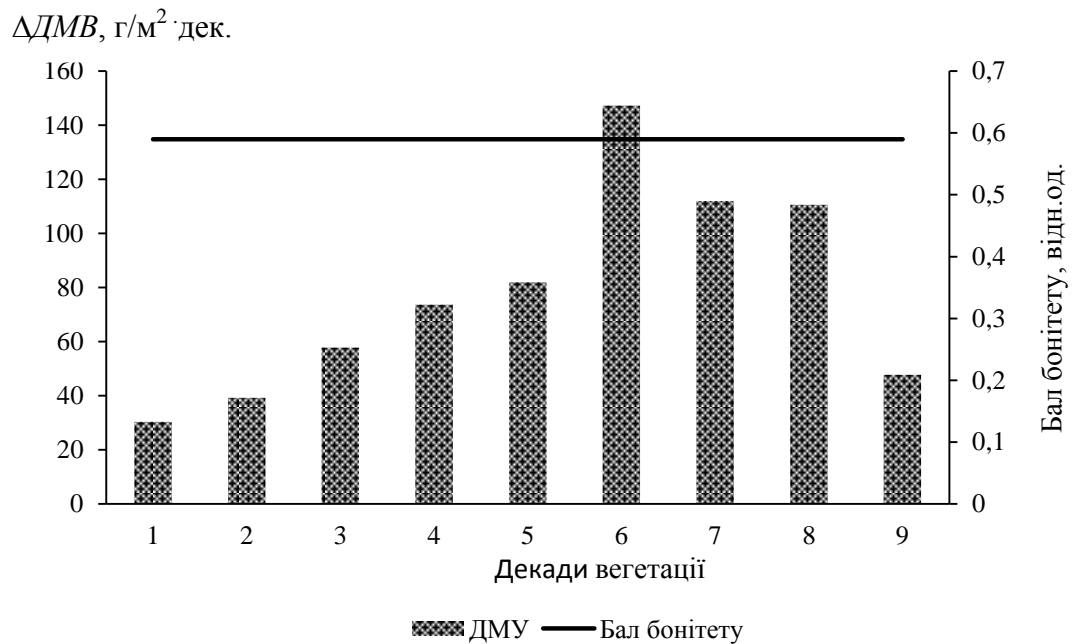


Рисунок 4.3 – Динаміка декадних приростів ДМВ озимої пшениці в Запорізькій області за період 1990 – 2010 рр.

Прирости ДМУ лімітуються балом родючості ґрунтів. І тому рівень приростів ДМУ загальної та сухої біомаси буде суттєво нижчим в порівнянні з ММУ.

Хід динаміки приросту ДМУ озимої пшениці в пункті спостереження Запоріжжя показаний на рис. 4.3. На початку вегетації приріст ДМУ склав  $30,3 \text{ г/м}^2$  за декаду в другій декаді цей приріст піднявся до  $39,2 \text{ г/м}^2$  за декаду. Показник збільшується в фазах нижній вузол соломини і колосіння. В фазі цвітіння показник сягає своїх максимальних величин  $147,3$  за декаду. В кінці вегетаційного періоду з настанням фази воскової стиглості прирости ДМУ знизилась до  $47,7 \text{ г/м}^2$  за декаду.

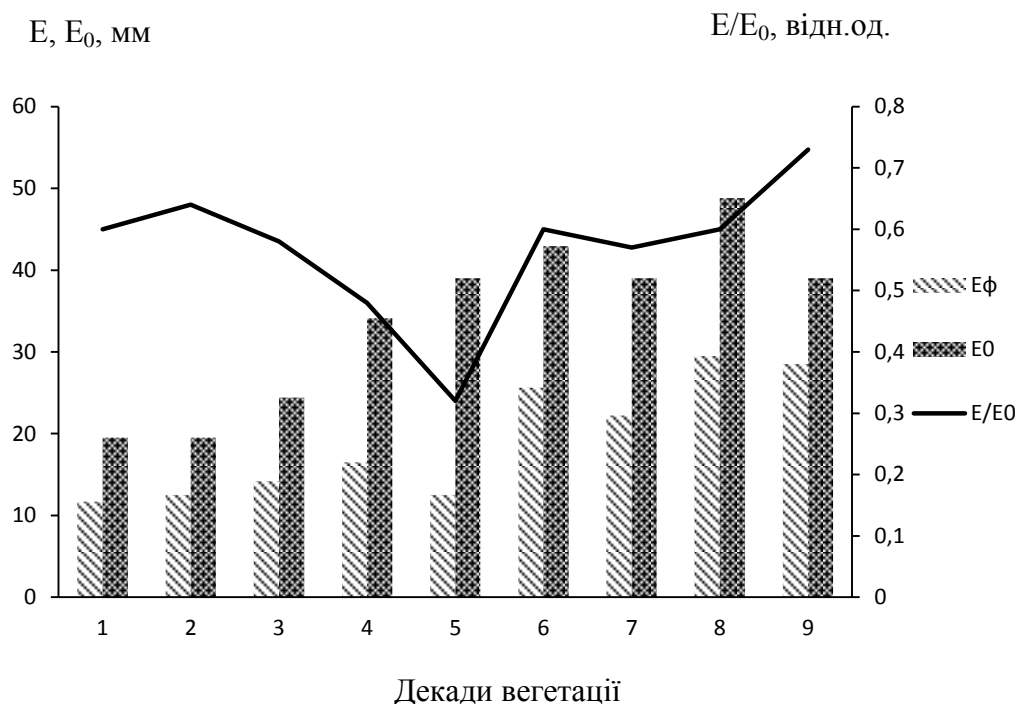


Рисунок 4.4 – Декадний хід водного режиму озимої пшениці в Запорізькій області за період 1990 – 2010 рр.

Потреба озимої пшениці у волозі змінюється в онтогенезі. Від появи сходів до колосіння, коли у озимої пшениці йде наростання вегетативної маси, а також закладка і формування генеративних органів, споживання води сильно зростає[4].

Сумарне випаровування посівів озимої пшениці має добре виражену динаміку.

Як показано в рис. 4.4, на початку вегетації сумарне випаровування ( $E_{\phi}$ ) за декаду становить 11,7 мм, в наступні декади його рівень поступово підвищується до 16,5мм в четвертій декаді, а потім різко падає до 12,5 мм. Надалі спостерігається ступінчатий характер показника і в восьмій декаді досягає максимуму для усього вегетаційного періоду, що становить 29,5 мм. Випаровуваність ( $E_0$ ) на початку періоду вегетації становить 19,5 мм, далі поступово збільшується до шостої декади 42,9 мм, з сьомої декади спостерігається незначний спад та на восьму декаду періоду значення випаровуваності досягає максимального значення та становить 48,8 мм (рис. 4.4). Ставлення сумарного випаровування до випаровуваності ( $E/E_0$ ) характеризує вологозабезпеченість посівів.

Розгляд динаміки відношення  $E/E_0$  показує, що спочатку вегетації озимої пшениці вона знаходиться на відмітці 0,60 відн.од. Поступово знижуючись до п'ятої декади набуває мінімального значення яке складало 0,32 відн.од. В послідуючих декадах йде зростання вологозабезпеченості посівів і досягає найбільш високих значень за весь період і становить 0,73 відн. од. в кінці вегетації.

На рис. 4.5 представлена динаміка надходження ФАР за вегетаційний період озимої пшениці та прирости сухої маси його еталонних врожаїв за сценарний період RSP 4.5 (2021-2050 pp.)

На Запорізькому майданчику спостережень аналіз ходу декадних сум ФАР показує, що в першу декаду вегетації (рис. 4.5) сума ФАР становить 213,8 кал/(см<sup>2</sup>·добу). У наступній декаді відзначений невеликий стрибок значень до 240,6 кал/(см<sup>2</sup>·добу). З цього моменту і до п'ятої декади спостерігається плавний хід кривої сум ФАР до 272,7кал/(см<sup>2</sup>·добу). В шостій та сьомій декаді значення становили 269,7- 272,7кал/(см<sup>2</sup>·добу). До кінця вегетаційного періоду крива ходу сум ФАР підіймається до максимального значення за вегетаційний період 307,4кал/(см<sup>2</sup>·добу).



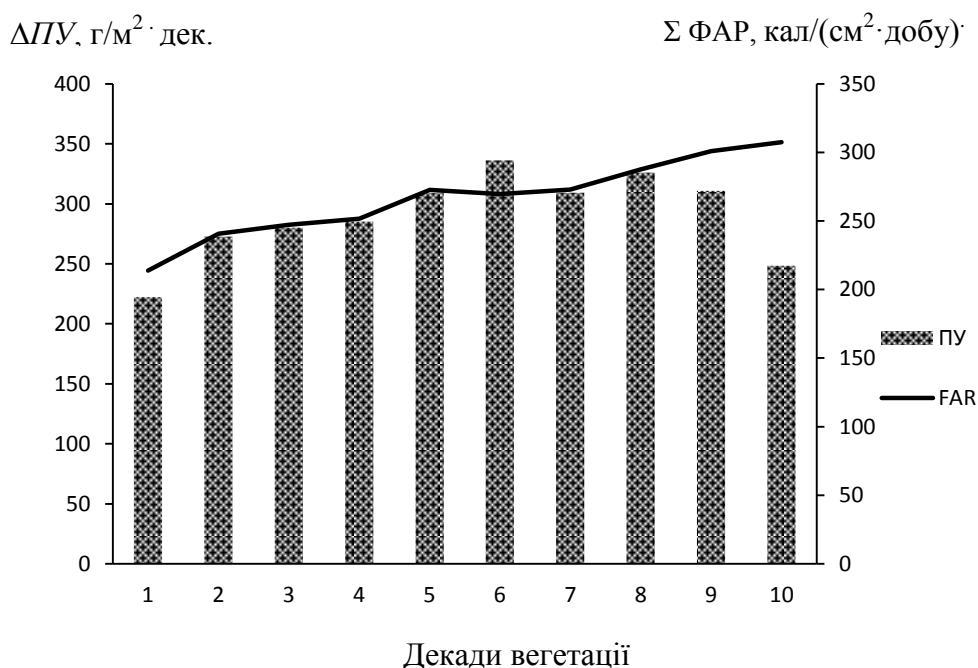


Рисунок 4.5 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР (ΣФАР) озимої пшениці в Запорізькій області за за сценарний період RCP4.5(2021-2050 рр.)

Для динаміки приростів ПУ (рис. 4.5) видно , що прирости починаються з позначки 222,3 г/м<sup>2</sup>·дек. У наступній декаді відзначений різкий стрибок, де рівень ΔПУ становить 272,7 г/м<sup>2</sup>·дек. З цього моменту спостерігається плавний хід приростів ПУ до 309 г/м<sup>2</sup>·дек. Максимальний приріст спостерігається в період вихід в трубку – колосіння тобто в шостій декаді, який становить 336,2 г/м<sup>2</sup>·дек. Фази колосіння – молочна стиглість, характеризуються поступовим зниженням приростів ПУ до 309,3 г/м<sup>2</sup>·дек. Фаза повна стиглість для ΔПУ характеризується падінням рівня приростів до 248,3 г / м<sup>2</sup>·дек.

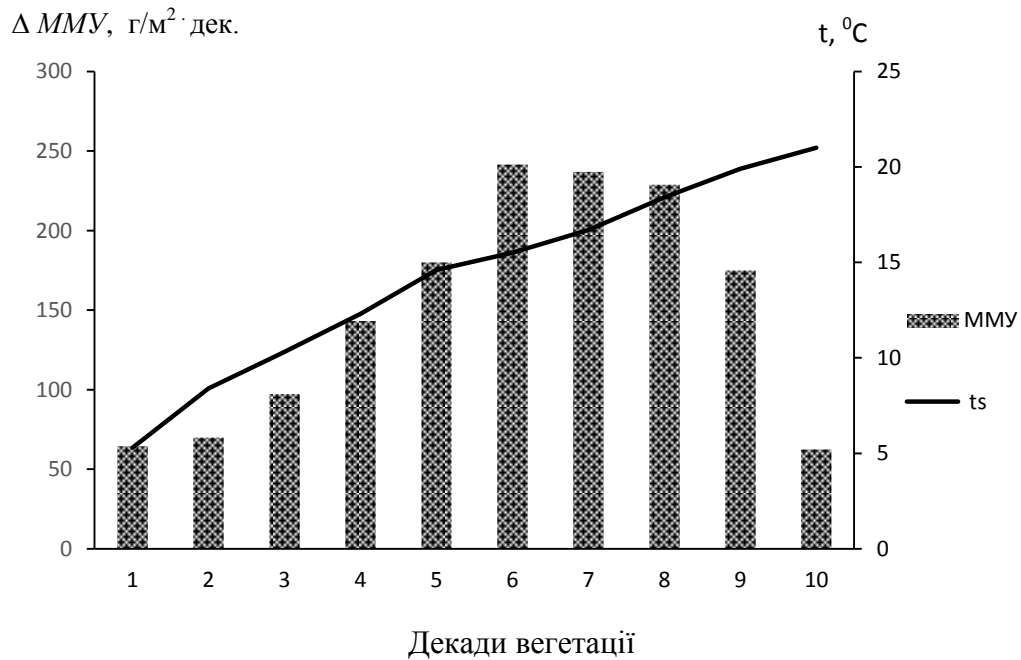


Рисунок 4.6 – Декадний хід приростів ( $\Delta MMU$ ) та термічного режиму озимої пшениці в Запорізькій області за сценарний період RCP4.5 (2021-2050 рр.)

Хід температурних показників вегетаційного періоду за умов першого сценарного періоду представлений на рис. 4.6.

Температурна крива середніх за декаду сценарних температур повітря ( $t_s$ ) починається з 5,3 °C, в наступні дві декади середньодекадна сценарна температура повітря підвищується і складає 8,4– 10,3 °C. Далі сценарна середньодекадна температура повітря зростає до 12,3°C в четверту декаду вегетаційного періоду, а надалі і до кінця вегетаційного періоду середньодекадна температура повітря плавно рухається і досягне максимуму в десятій декаді і складатиме 21,0°C.

На початок вегетації сценарний приріст МВУ становитиме 64,5 г/м<sup>2</sup>. дек. У наступні періоди відмічається її плавне зростання. Максимум досягається в середині періоду і складає 241,6 г/м<sup>2</sup>.дек. Потім сценарні прирости МВУ різко знижуються і в кінці вегетації складатиме мінімум 62,6 г/м<sup>2</sup>.дек. (рис. 4.6)

Хід динаміки сценарного приросту дійсно-можливої врожайності (ДМВ) представлений на рис. 4.7. Величина приростів в першій декаді становить 38,2 г/м<sup>2</sup>. дек, поступово зростаючи в наступній декаді до 41,4 г/м<sup>2</sup>. дек. У

наступних декадах величина  $\Delta ДМВ$  інтенсивно зростає, досягаючи максимуму в шостій декаді вегетації, і дорівнює  $143 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$ . До кінця вегетації рівень сценарного приросту ДМВ плавно знижується. В кінці вегетаційного періоду ДМВ впаде до мінімуму і складатиме  $37,1 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$ .

Ставлення сумарного випаровування до випаровуваності ( $E/E_0$ ) характеризує вологозабезпеченість посівів.

$\Delta ДМВ$ ,  $\text{г/м}^2 \cdot \text{дек}$ .

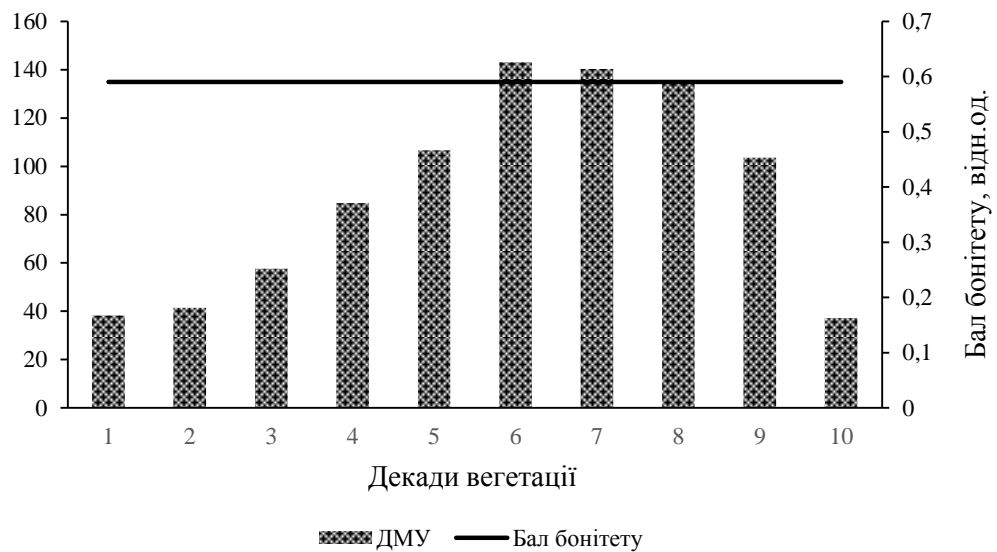


Рисунок 4.7 – Динаміка декадних приростів ДМУ озимої пшениці в Запорізькій області за сценарний період RCP4.5 (2021-2050 рр.)

Розгляд сценарної динаміки ставлення  $E/E_0$  показує (рис. 4.8), що спочатку вегетації озимої пшениці вона знаходиться на позначці  $0,63$  відн.од. Поступово знижуючись до другої декади і становить  $0,44$  відн.од. В четвертій декаді позначка набуває максимального значення  $0,66$  відн.од. В послідуючих декадах йде поступове зменшення сценарної вологозабезпеченості посівів і під кінець вегетації становить мінімальну позначку  $0,28$  відн. од.

Як показано в рис. 4.8, на початку вегетації сумарне випаровування ( $E_{\phi}$ ) за декаду становить  $10,7$  мм, в наступній декади його рівень знижується до  $10,0$  мм, але в третій та четвертій декаді спостерігається невелике підвищення  $13,5 - 18,1$  мм. Надалі спостерігається ступінчатий характер

показника і в восьмій декаді досягає максимуму для усього вегетаційного періоду, що становить 22,7 мм.

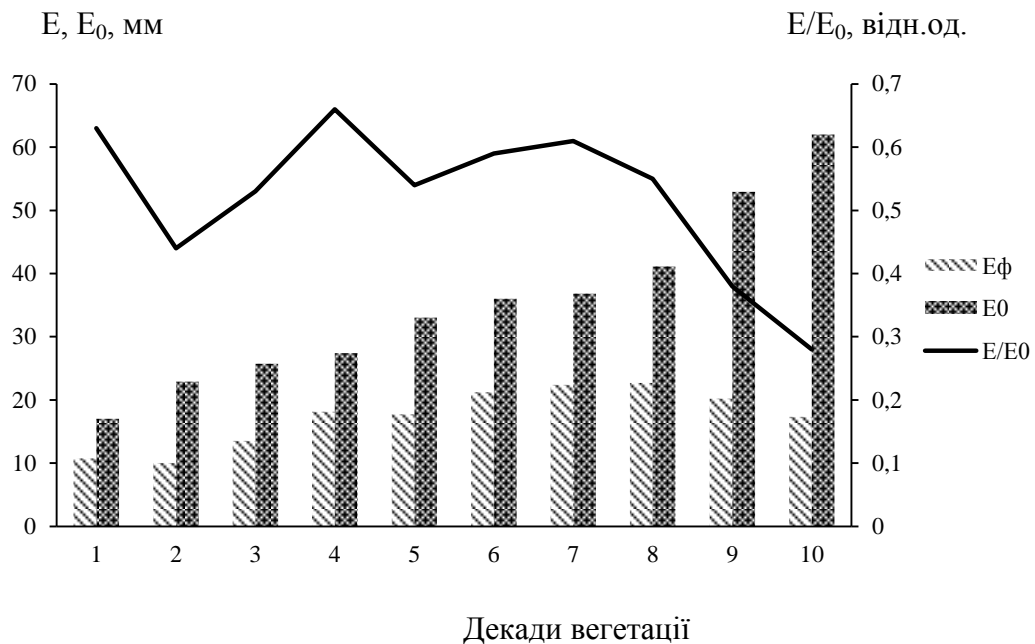


Рисунок 4.8 – Декадний хід водного режиму озимої пшениці в Запорізькій області за сценарний період RCP4.5(2021-2050 рр.)

Випаровуваність ( $E_0$ ) в першій декаді періоду вегетації становить 17,0 мм, далі поступово збільшується, та протягом періоду вегетації має ступінчатий характер без різких коливань. Максимальне значення випаровуваності досягає в десятій декаді та становить 62,0мм (рис. 4.8).

На рис. 4.9 представлена динаміка надходження ФАР за вегетаційний період озимої пшениці та прирости сухої маси його еталонних врожаїв за сценарний період RSP8.5 (2021-2050 рр.)

На даній станції аналіз ходу декадних сум ФАР показує, що в першу декаду вегетації (рис. 4.9) сума ФАР становить 207,5 кал/( $\text{см}^2 \cdot \text{добу}$ ). У наступній декаді відзначений невелике підвищення до 233,1 кал/( $\text{см}^2 \cdot \text{добу}$ ). З третьої і до п'ятої декади спостерігається плавний хід кривої сум ФАР до 254,9 – 265,0 кал/( $\text{см}^2 \cdot \text{добу}$ ). В шостій та сьомій декаді значення становили 265,8- 291,4 кал/( $\text{см}^2 \cdot \text{добу}$ ). В десятій декаді вегетаційного періоду крива

ходу сум ФАР підіймається до максимального значення за вегетаційний період 313,8 кал/(см<sup>2</sup>·добу).

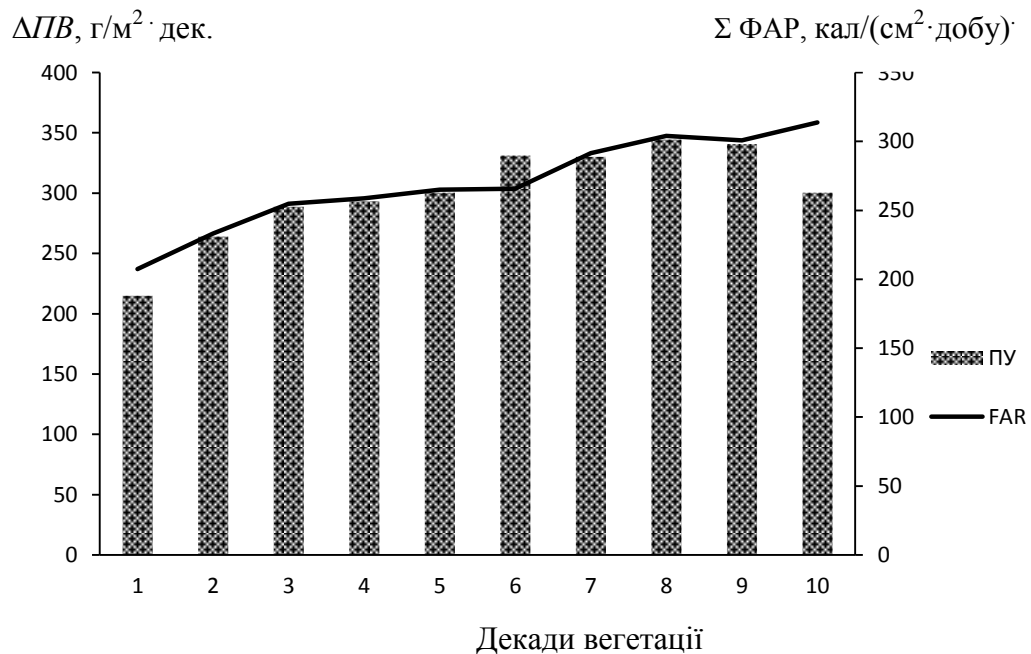


Рисунок 4.9 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР (ΣФАР) озимої пшениці в Запорізькій області сценарний період RCP8.5 (2021-2050 рр.)

Для динаміки приростів ПУ (рис. 4.9) видно, що прирости починаються з позначки 215,5 г/м<sup>2</sup>·дек. У наступній декаді відзначений невеликий стрибок, де рівень ΔПУ становить 264,2 г/м<sup>2</sup>·дек. З цього моменту спостерігається плавний хід приростів ПУ 288,9 – 300,4 г/м<sup>2</sup>·дек. Далі спостерігається стрибок приростів і сягає 331,6 г/м<sup>2</sup>·дек, та в восьмій декаді набуває максимального значення 344,6 г/м<sup>2</sup>·дек. А потім поступово падає в дев'ятій та десятій декаді значення становить 340,9 – 300,6 г/м<sup>2</sup>·дек.

Розглянемо динаміку температури повітря впродовж вегетації в Запорізькій області за сценарний період RCP8.5.

Крива ходу температури повітря починається з позначки 5,8 °С, плавно піднімаються без різких коливань та досягає найвищої позначки в десятій декаді та становивши при цьому 21,0 °С.

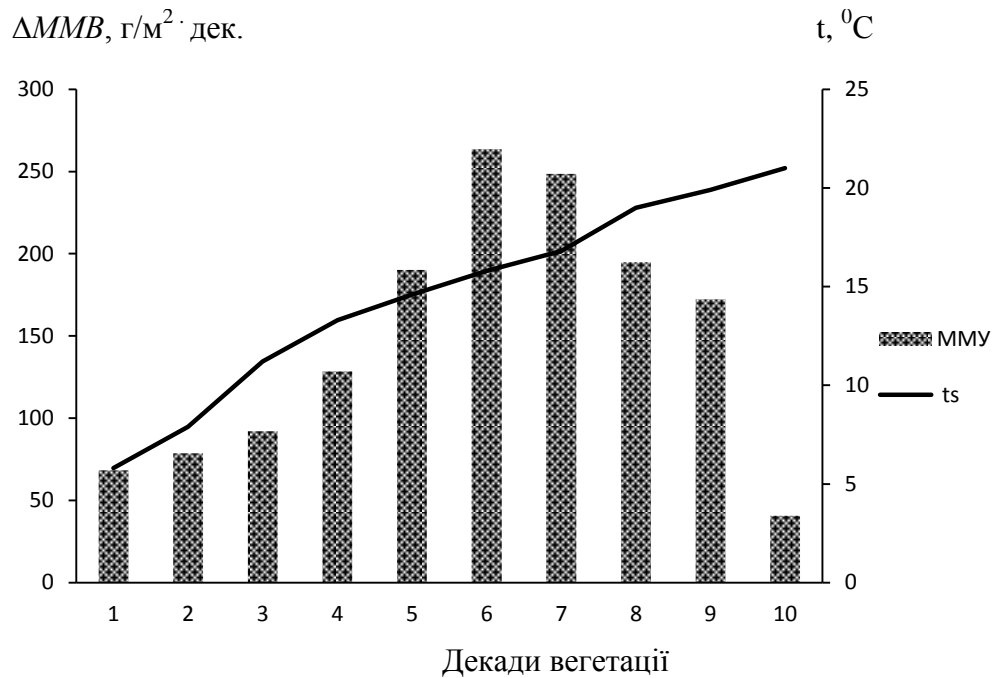


Рисунок 4.10 – Декадний хід приростів ( $\Delta\text{ММВ}$ ) та термічного режиму озимої пшениці в Запорізькій області сценарний період RCP 8.5 (2021-2050 рр.)

Комплексний вплив основних метеорологічних факторів відображає метеорологічних можлива врожайність, яка є інтегральною характеристикою агрометеорологічних ресурсів.

В перший період вегетації приріст ММУ становить  $68,2 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$  У наступні періоди спостерігається її плавне зростання. Максимум досягається в шостій декаді, він становить  $263,5 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$  Потім прирости ММУ поступово знижуються і в кінці вегетації склали мінімум  $40,6 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$

Хід динаміки сценарного приросту дійсно-можливої врожайності (ДМВ) представлений на рис. 4.11. Величина приростів в першій декаді становить  $40,3 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$  поступово зростаючи в четвертій декаді до  $76,0 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$  У наступних декадах величина  $\Delta\text{ДМВ}$  інтенсивно зростає, досягаючи максимуму, і дорівнює  $156 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$  До кінця вегетації рівень сценарного приросту ДМВ плавно знижується. В кінці вегетаційного періоду ДМВ впаде до мінімуму і складатиме  $24,1 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$

Розгляд сценарної динаміки ставлення  $E/E_0$  показує (рис. 4.12), що спочатку вегетації озимої пшениці вона знаходиться на позначці 0,71 відн.од. Поступово знижуючись до другої декади і становить 0,58 відн.од. В третій декаді позначка знижується і становить 0,41 відн.од. В послідуючих декадах йде поступове збільшення сценарної вологозабезпеченості посівів і досягає 0,69 відн.од. Потім різко падає та під кінець вегетації становить мінімальну позначку 0,20 відн. од.

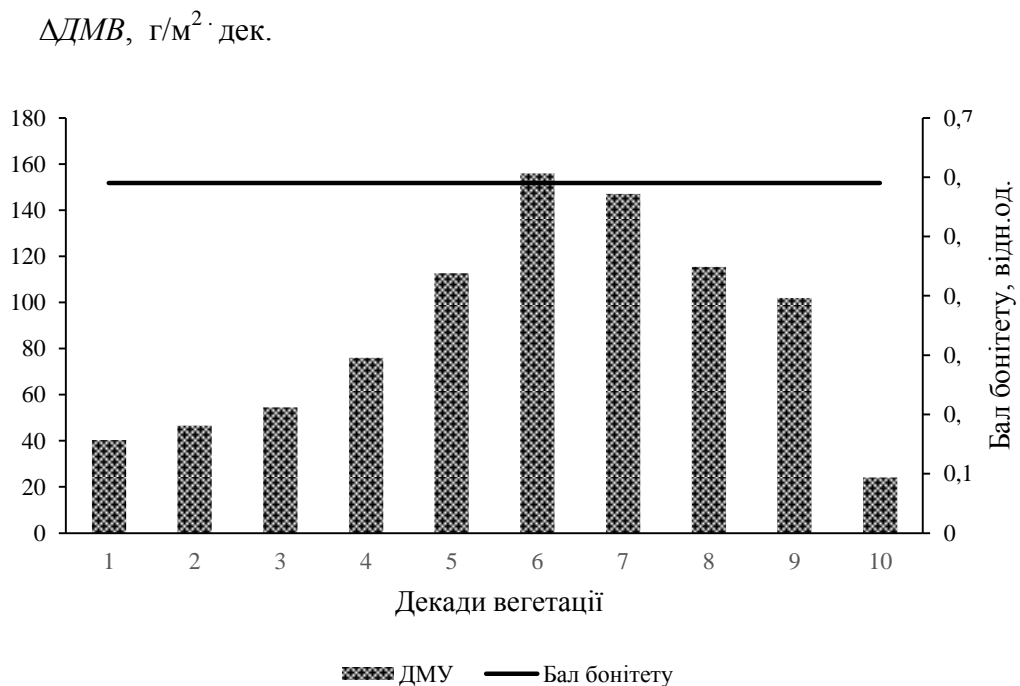


Рисунок 4.11 – Динаміка декадних приростів ДМВ озимої пшениці в Запорізькій області за сценарний період RCP8.5 (2021-2050 рр.)

Як показано в рис. 4.12, на першій та другій декаді вегетації сумарне випаровування ( $E_{\phi}$ ) за декаду становить 12,1 мм, в наступні декади його рівень знижується до 11,3мм, але в четвертій та п'ятій декадах спостерігається невелике підвищення 13,7 – 18,5 мм. В шостій декаді спостерігається максимум і сягає 23,7 мм, надалі відмічається поступове падіння до кінця десятої декади і становить 12,8 мм. Випаровуваність ( $E_0$ ) в першій декаді періоду вегетації становить 17,0 мм, далі поступово збільшується, та протягом періоду вегетації має ступінчатий характер без

різких коливань. Максимальне значення випаровуваності досягає в десятій декаді та становить 64,0мм (рис. 4.12).

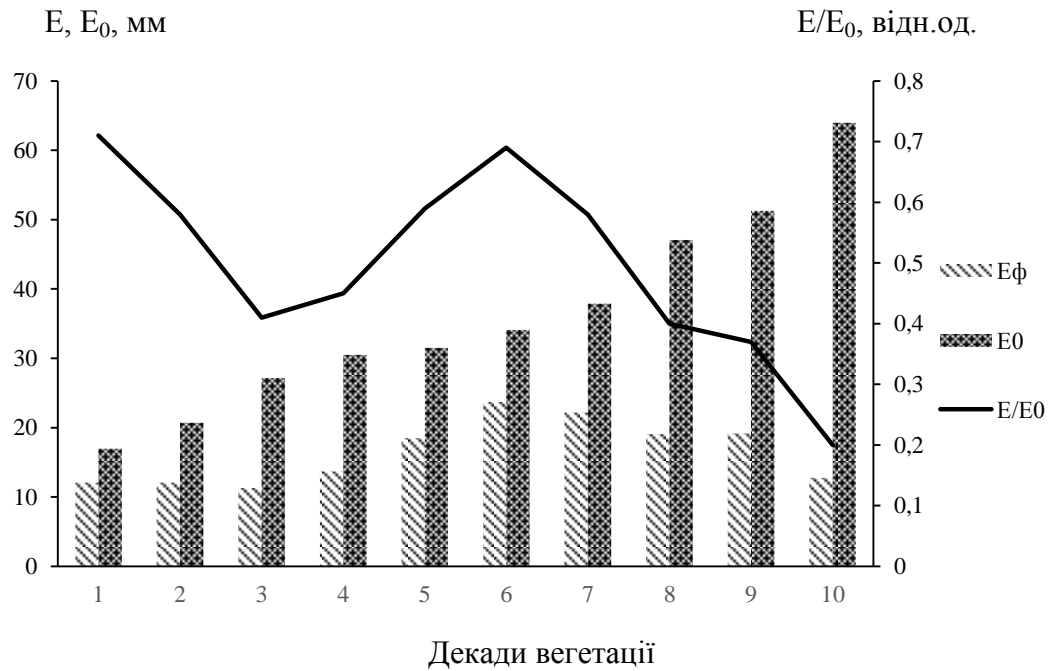


Рисунок 4.12 – Декадний хід водного режиму озимої пшениці в Запорізькій області за сценарний період RCP8.5 (2021-2050pp)

При середніх багаторічних агрометеорологічних умовах формування площі листя (рис. 4.13) іде аналогічно динаміці площі листя, але спостерігаються коливання сценарних даних. За вегетаційний період озимої пшениці максимальна площа листя за сценарієм RCP8.5 буде більшою на  $0,78 \text{ м}^2/\text{м}^2$  в порівнянні з середньою багаторічною величиною ( $2,546 \text{ м}^2/\text{м}^2$ ). Очікується, що найменший рівень відносної максимальної площі листя буде у сценарію RCP 4.5 ( $3,327 \text{ м}^2/\text{м}^2$ ), а найбільш високий – у кліматичному сценарію RCP 8.5 ( $3,411 \text{ м}^2/\text{м}^2$ ).

За сценарієм RCP 4.5 агрокліматичні умови будуть більш сприятливими в порівнянні з умовами за сценаріями RCP 8.5, що сприятиме формуванню більшої площі листя.



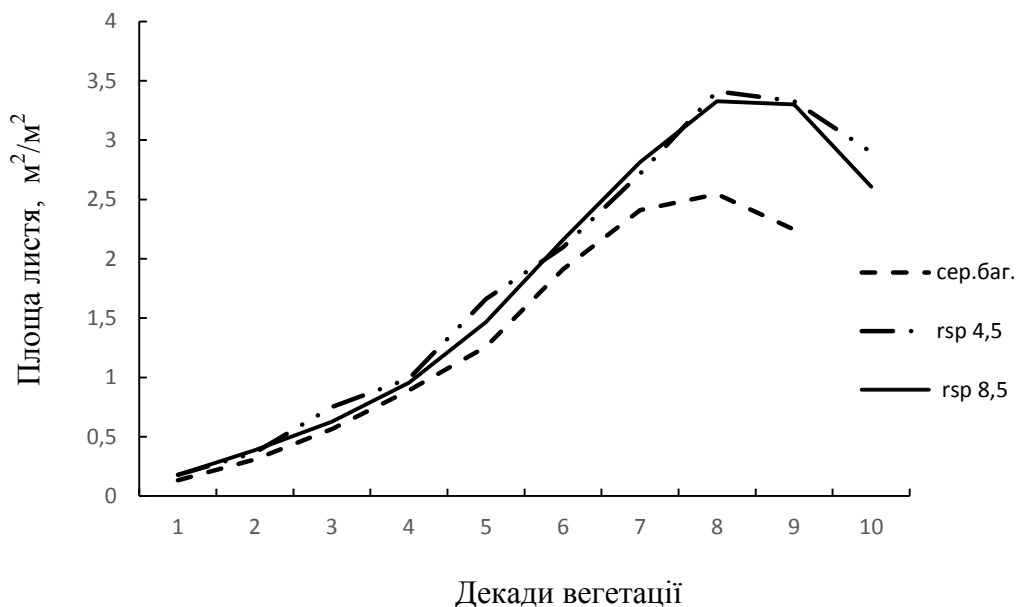


Рисунок 4.13 – Динаміка площі листя озимої пшениці в Запорозькій області за середньо багаторічними даними (1990-2010 рр.) та за сценаріями зміни клімату RCP4.5 і RCP8.5.

У відповідності із змінами площі листя, сухої маси рослин буде змінюватись і значення фотосинтетичного потенціалу.

Як видно із рис. 4.14 за базовий період значення фотосинтетичного потенціалу складало в Запоріжжі складало –  $124,6 \text{ м}^2/\text{м}^2$ . Розрахунки за обома сценаріями показали, що в період з 2021 по 2050 рр. відбудеться збільшення фотосинтетичного потенціалу, але інтенсивність збільшення майже однакова за різними сценаріями.

Динаміка наростання фотосинтетичного потенціалу, розрахованого за двома сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 до п'ятої декади вегетації співпадає із середніми багаторічними за базовий період.

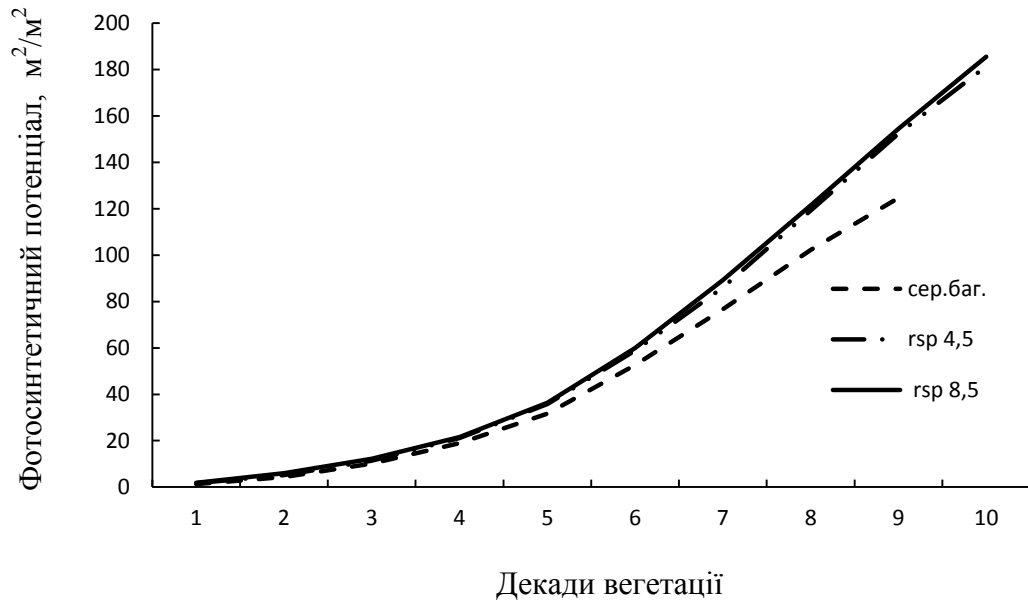


Рисунок 4.14 – Фотосинтетичний потенціал озимої пшениці в Запорізькій області за середньо багаторічними даними (1990-2010 рр.) та за сценаріями зміни клімату RCP4.5 і RCP8.5.

Розглянемо, як зміниться фотосинтетичний потенціал до кінця вегетації озимої пшениці в Запоріжжі.

Значення фотосинтетичного потенціалу за обома сценаріями зростатимуть. Зростання буде йти майже однаково за сценарієм rsp8,5 як у варіанті rsp4,5 і становитимуть за першим сценарієм  $181,4 \text{ м}^2/\text{м}^2$ , та за другим  $185,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$  відповідно, це на 60,9 більше а ніж середні багаторічні (рис. 4.14).

У табл. 4.1 наведенні узагальнені показники агрокліматичних ресурсів вирощування озимої пшениці: тривалість вегетаційного періоду, сума ФАР, сума ефективних температур за вегетацію, сума опадів, сумарне випаровування, потреба рослин у волозі, дефіцит вологи і ГТК.

Як видно з табл. 4.1, тривалість періоду вегетації озимої пшениці коливається від 92 до 102 діб. Сума температур в період вегетації за кліматичні періоди в середньому становила  $1397 \text{ }^\circ\text{C}$ , а сума ефективних температур в середньому була  $942 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Таблиця 4.1 – Узагальнені характеристики ґрунтових та агрокліматичних ресурсів вирощування озимої пшениці в Запорізькій області

№	Загальні показники за період вегетації	Кліматичні періоди		
		1990-2010	RCP4.5	RCP8.5
1	Бал родючості ґрунту, відн.од.	0.59	0,59	0,59
2	Сума температур вище 5 °С	1397	1303	1469
3	Сума ФАР, кДж/см <sup>2</sup> за період	383	587	589
4	Сума ефективних температур вище 5 °С	942	934	964
5	Тривалість вегетаційного періоду, діб	92	102	100
6	Середня температура повітря за період, °С	15,3	14,2	14,5
7	Сума опадів, мм	140	141	135
8	Потреба рослин у волозі, мм	306	354	361
9	Сумарне випаровування, мм	173	174	168
10	Дефіцит вологи, мм	166	213	226
11	ГТК, відн.од	0.95	1.1	0.9

Крім тепла важливим фактором в розвитку рослин становить і волога.

Сума опадів в перший кліматичний період з 1990-2010 рр. становила 140 мм, за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 опадів становила 141 та 145 мм.

Сумарне випаровування за кліматичні періоди коливалась в межах від 168 до 174 мм. Дефіцит вологи в кліматичний період з 1990-2010 рр. становив 166 мм, за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 становив 213 та 226 мм.

В якості величини, що характеризує ступінь зволоження території, використовують умовний показник зволоження - гідротермічний коефіцієнт (ГТК), що враховує одночасно прихід вологи у вигляді опадів і сумарний її витрата на випаровування, в кліматичний період з 1990-2010 рр. ГТК

становив 0,95 відн.од, за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 становив 1,1 та 0,9 відн.од.

Досліджені вище особливості агрокліматичних ресурсів вирощування озимої пшениці визначили максимальні прирости врожаю на різних рівнях (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування і продуктивності озимої пшениці у Запорізькій області

№	Загальні показники за період вегетації	Кліматичні періоди		
		1990-2010	RCP4.5	RCP8.5
1	Максимальні прирости врожаю на рівні ПУ, г/м <sup>2</sup> декада	322	336	345
2	Максимальні прирости врожаю на рівні ММУ, г/м <sup>2</sup> декада	245	241	194
3	Максимальні прирости врожаю на рівні ДМУ, г/м <sup>2</sup> декада	147	143	115
4	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов, відн.од. (СВУ)	0.457	0.440	0.430
5	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн. од.(С <sub>0</sub> )	0.592	0.592	0.592
6	Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од. (С <sub>d</sub> )	0.271	0.206	0.204
7	Оцінка рівня господарського використання метеорологічних і ґрунтових умов, відн. од.(С <sub>a</sub> )	0.593	0.468	0.475
8	ПУ, г/м <sup>2</sup>	2588	3410	3431
9	ММУ, г/м <sup>2</sup>	1182	1499	1477
10	ДМУ, г/м <sup>2</sup>	700	887	874
11	ПУ зерна, ц/га	31,9	40,5	39,9

Максимальні прирости врожаю на рівні ПУ в кліматичний період з 1990-2010 рр. становив 322 г/м<sup>2</sup>дек., за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 становив 336 та 345 г/м<sup>2</sup>дек. Максимальні прирости врожаю на рівні метеорологічно можливого урожаю коливаються в межах від 194 до 245 г/м<sup>2</sup>дек. Максимальні прирости врожаю на рівні ДМУ в кліматичний період з 1990-2010 рр. становив 147 г/м<sup>2</sup>дек., за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 становив 143 та 115 г/м<sup>2</sup>дек.

Для озимої пшениці дана комплексна оцінка агрокліматичних ресурсів області. В Запорізькій області оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів становить 0,592 відн.од., рівень господарського використання метеорологічних та ґрунтових умов знаходиться в межах від 0,468 до 0,593 відн.од., ступінь сприятливості кліматичних умов складає від 0,430 до 0,457 відн.од., рівень реалізації агроекологічних ресурсів коливається від 0,204 до 0,271 відн.од.

## ВИСНОВКИ

На основі обробки та аналізу матеріалів багаторічних спостережень за урожайністю озимої пшениці в Південному Степу можна зробити наступні висновки:

1. Вивчені біологічні особливості озимої пшениці та її вимоги до умов навколишнього середовища;
2. Досліджена технологія вирощування озимої пшениці;
3. Середня урожайність озимої пшениці за період з 1995 по 2019 рр. в Південному Степу складає 28,4 ц/га, а саме: в Одеській області 28,0 ц/га, в Кропивницькій 31,8 ц/га, в Дніпропетровській області 29,9 ц/га, в Миколаївській 27,2 ц/га, в Херсонській області 26,2 ц/га, і 27,4 ц/га в Запорозькій. Відхилення урожайності озимої пшениці від лінії тренду складає  $\pm 10$  ц/га.

На урожайність озимої пшениці в Південному Степу впливають: терміни посіву восени, стан на момент припинення вегетації, умови перезимівлі та умови весняно-літньої вегетації.

Щорічні відхилення врожаю зумовлені впливом погодних умов, середня урожайність за лінією тренду визначає врожайність озимої пшениці за рахунок культури землеробства.

4. Для ґрунтово-кліматичних умов Запорізької області адаптована та модифікована модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування врожаю сільськогосподарських культур, що застосовуються до культури озимої пшениці:

- визначені параметри моделі та функції впливу агрокліматичних умов на продуктивність озимої пшениці;

5. Визначено вплив агрокліматичних умов на динаміку формування приростів різних рівнів агроекологічної урожайності;

6. Оцінена подекадна динаміка показників приростів агроекологічних категорій урожайності під впливом радіаційного, теплового та водного режимів для Запорізької області.

Встановлені відмінності в оптимальних значеннях суми ФАР, температури повітря та характеристик зволоження для різних агрокліматичних районів.

7. Вивчено питання про зміну ліміту та вплив на сільське господарство.

8. Виконана оцінка агроекологічних категорій урожайності всієї сухої маси та урожаю зерна озимої пшениці. Так, по Запорізькій області ПУ сухої маси озимої пшениці коливається від 2588 – 3431 г/м<sup>2</sup>; метеорологічно можливий урожай від 1182 – 1499 г/м<sup>2</sup>; дійсно можливий урожай від 700 – 887 г/м<sup>2</sup>. Урожай зерна озимої пшениці в виробництві коливається від 31,9 – 40,5 ц/га.

9. Для озимої пшениці дана комплексна оцінка агрокліматичних ресурсів області.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрокліматичні ресурси України і урожай: монографія / МіщенкоЗ.А., Кирнасівська Н.В. Одеса: Екологія, 2011. 296 с
2. Алехин В.Т. Вредители зерновых культур / М. А. Володичев // Защита и карантин растений. - 2004.-№6.- С. 29-31.
3. Барсукова О.А., Вінницька О.С. Моделювання впливу агрометеорологічних факторів на рівень потенційного врожаю озимої пшениці на станції Роздільна. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання аграрної науки», присвяченої 175-річчю заснування Уманського національного університету садівництва, 21 листопада 2019 р. / Редкол.: Непочатенко О.О. (відп. Ред.) та ін. Київ : Видавництво «Основа», 2019. С. 17-18
4. Барсукова О.А., Вінницька О.С. Вплив агрокліматичних умов на динаміку приросту агроекологічних категорій урожайності озимої пшениці в Полтавській області. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва», 30-31 жовтня 2019р. у 2-хч., ч. 1. Харків: ХНАУ, 2019. С. 75-78
5. Божко Л., Барсукова О., Вінницька О. Оцінка агрокліматичних ресурсів перезимівлі озимої пшениці в Степовій зоні України. Розвиток сучасної освіти і науки: результати, проблеми, перспективи. Том VII: Ідентичність і свобода в освіті та науці / [Ред.: Ян Гжесяк, Іван Зимомря, Василь Ільницький]. Конін – Ужгород – Бельско-Бяла – Київ: Посвіт, 2019. С. 219-221.
6. Бугай С.М. Озима пшениця на Україні. Київ: Урожай, 1995.



7. Губанов Я.В. Озимая пшеница / Н.Н. Иванов Н.Н. - М.: Колос. 1993. 359с
8. Докучаев В.В.«Наши степи прежде и теперь». СПб., 1892.
9. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Озима пшениця.
10. Рослинництво: Підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. с. 183-210.
11. Куперман Ф.М. Біологічні основи культури пшениці. М.: вида-то МГУ, 1956.
12. Нетіс І.Т. Озима пшениця в зоні Степу. – Херсон, 2004.
13. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 152с.
14. Польовий А. М. Сільськогосподарська метеорологія. Одеса.: ТЕС, 2012. 628 с.
15. Польовий А.М., Кульбіда Н.І., Адаменко Т.І., Трофімова В.І. Моделювання впливу змін клімату на формування продуктивності озимої пшениці в Україні. – Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 2005, с. 191-218.
16. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Дронова О.О. Оцінка впливу кліматичних змін на сільське господарство України. Укр. г/мет. Ж-л, 2011, №8, с. 84-91.
17. Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. Навчальний посібник.-Київ.: КНТ, 2007. 342с.
18. Пшениця озима на півдні України: монографія / Нетіс І.Т. Х.:Олдіклюс, 2011. 352 с.
19. Уланова Е.С. Методы агрометеорологических прогнозов. Л.: Гидрометеиздат, 1959.
20. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. Л.: Гидрометеиздат, 1975.
21. Уланова Е.С. Методы оценки агрометеорологических условий и прогнозов урожайности зерновых культур . Л.: Гидрометеиздат, 1978.
22. <https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/13108>

## ДОДАТОК

## Додаток А

Таблиця 1 – Оцінка сприятливості погодних умов формування урожайності озимої пшениці в Кропивницькій області

№ п/п	Роки	Фактична урожайність	Урожайність по тренду	Відхилення від тренду	$K_{обл.} = I_i / \hat{I}_i$
		$I_i$	$\hat{I}_i$	$\Delta \hat{I}_i$	
1	1995	32	27,1	0,4	1,18
2	1996	24	26,5	-7,6	0,91
3	1997	28	26,6	-3,6	1,05
4	1998	26,5	26,7	-5,1	0,99
5	1999	25	26,9	-6,6	0,93
6	2000	18	27,1	-13,6	0,66
7	2001	42	27,6	10,4	1,52
8	2002	38	27,6	6,4	1,38
9	2003	7,2	27,4	-24,4	0,26
10	2004	38,2	28,1	6,6	1,36
11	2005	33,4	28,6	1,8	1,17
12	2006	20,3	28,9	-11,3	0,70
13	2007	20,8	29,6	-10,8	0,70
14	2008	38,8	30,3	7,2	1,28
15	2009	31,1	31,1	-0,5	1,00
16	2010	30,2	32,0	-1,4	0,94
17	2011	34,7	33,0	3,1	1,05
18	2012	28	34,0	-3,6	0,82
19	2013	41,4	35,3	9,8	1,17
20	2014	43,6	36,5	12	1,19
21	2015	37	37,7	5,4	0,98
22	2016	38,2	38,6	6,6	0,99
23	2017	34,1	38,8	2,5	0,88
24	2018	36,3	40,2	4,7	0,90
25	2019	43,9	42,2	12,3	1,04

## Додаток Б

Таблиця 2 – Оцінка сприятливості погодних умов формування урожайності озимої пшениці в Дніпропетровській області

№ п/п	Роки	Фактична урожайність	Урожайність по тренду	Відхилення від тренду	$K_{обл.} = I_i / \hat{I}_i$
		$I_i$	$\hat{I}_i$	$\Delta \hat{I}_i$	
1	1995	27	25,0	-2,5	1,08
2	1996	23	25,2	-6,5	0,91
3	1997	29	25,9	-0,5	1,12
4	1998	26	26,2	-3,5	0,99
5	1999	23	26,9	-6,5	0,86
6	2000	17	27,5	-12,5	0,62
7	2001	43,2	28,3	13,7	1,53
8	2002	37	28,4	7,5	1,30
9	2003	6,3	28,1	-23,2	0,22
10	2004	36,3	28,5	6,8	1,27
11	2005	35,4	28,8	5,9	1,23
12	2006	29,1	28,9	-0,4	1,01
13	2007	19,7	29,2	-9,8	0,67
14	2008	38,2	29,5	8,7	1,29
15	2009	30	29,7	0,5	1,01
16	2010	28,6	29,8	-0,9	0,96
17	2011	30,9	30,0	1,4	1,03
18	2012	16,6	30,0	-12,9	0,55
19	2013	33,6	30,6	4,1	1,10
20	2014	34,2	31,3	4,7	1,09
21	2015	34,2	32,4	4,7	1,06
22	2016	36,4	33,1	6,9	1,10
23	2017	36,1	33,2	6,6	1,09
24	2018	30,1	33,9	0,6	0,89
25	2019	37,0	35,3	7,5	1,05

## Додаток В

Таблиця 3 – Оцінка сприятливості погодних умов формування урожайності озимої пшениці в Миколаївській області

№ п/п	Роки	Фактична урожайність	Урожайність по тренду	Відхилення від тренду	$K_{\text{обл.}} = I_i / \hat{I}_i$
		$I_i$	$\hat{I}_i$	$\Delta \hat{I}_i$	
1	1995	29	24,0	1,9	1,21
2	1996	18	23,0	-9,1	0,78
3	1997	26	23,1	-1,1	1,13
4	1998	25	22,9	-2,1	1,09
5	1999	24	23,1	-3,1	1,04
6	2000	16	23,2	-11,1	0,69
7	2001	33,2	23,5	6,1	1,41
8	2002	29	23,4	1,9	1,24
9	2003	5,6	23,3	-21,5	0,24
10	2004	33,6	23,7	6,5	1,42
11	2005	22,4	24,0	-4,7	0,93
12	2006	26,4	24,5	-0,7	1,08
13	2007	15	25,0	-12,1	0,60
14	2008	30,8	25,6	3,7	1,20
15	2009	29,5	26,3	2,4	1,12
16	2010	28,6	27,0	1,5	1,06
17	2011	30,7	27,8	3,6	1,10
18	2012	17,4	28,5	-9,7	0,61
19	2013	30,1	29,6	3	1,02
20	2014	33,6	30,8	6,5	1,09
21	2015	34,2	32,2	7,1	1,06
22	2016	36,6	33,4	9,5	1,10
23	2017	34,8	33,9	7,7	1,03
24	2018	31,3	35,0	4,2	0,89
25	2019	36,4	36,0	9,3	1,01

## Додаток Г

Таблиця 4 – Оцінка сприятливості погодних умов формування урожайності озимої пшениці в Херсонській області

№ п/п	Роки	Фактична урожайність	Урожайність по тренду	Відхилення від тренду	$K_{\text{обл.}} = I_i / \hat{I}_i$
		$I_i$	$\hat{I}_i$	$\Delta \hat{I}_i$	
1	1995	30	24,4	3,6	1,23
2	1996	17	23,5	-9,4	0,72
3	1997	30	23,9	3,6	1,26
4	1998	26,5	23,4	0,1	1,13
5	1999	24	23,2	-2,4	1,03
6	2000	19	23,2	-7,4	0,82
7	2001	30,1	23,4	3,7	1,29
8	2002	24	23,1	-2,4	1,04
9	2003	6,1	22,9	-20,3	0,27
10	2004	29,8	23,2	3,4	1,28
11	2005	24,5	23,5	-1,9	1,04
12	2006	25,6	23,8	-0,8	1,08
13	2007	18,5	24,2	-7,9	0,76
14	2008	32,8	24,6	6,4	1,33
15	2009	24,5	25,2	-1,9	0,97
16	2010	24,3	25,7	-2,1	0,95
17	2011	34,8	26,5	8,4	1,31
18	2012	15,8	26,9	-10,6	0,59
19	2013	20,3	27,7	-6,1	0,73
20	2014	29,4	28,9	3	1,02
21	2015	35,5	30,4	9,1	1,17
22	2016	36,2	31,5	9,8	1,15
23	2017	35,2	32,1	8,8	1,10
24	2018	31,6	33,2	5,2	0,95
25	2019	34,0	34,2	7,6	0,99

## Додаток Д

Таблиця 5 – Оцінка сприятливості погодних умов формування урожайності озимої пшениці в Запорозькій області

№ п/п	Роки	Фактична урожайність	Урожайність по тренду	Відхилення від тренду	$K_{обл.} = I_i / \hat{I}_i$
		$I_i$	$\hat{I}_i$	$\Delta \hat{I}_i$	
1	1995	28	23,6	0,7	1,19
2	1996	19	23,4	-8,3	0,81
3	1997	31	24,1	3,7	1,29
4	1998	22	24,1	-5,3	0,91
5	1999	26	24,7	-1,3	1,05
6	2000	17	25,1	-10,3	0,68
7	2001	35	25,7	7,7	1,36
8	2002	28	25,8	0,7	1,09
9	2003	9,6	25,8	-17,7	0,37
10	2004	31,5	26,3	4,2	1,20
11	2005	30,3	26,7	3	1,13
12	2006	28,8	26,9	1,5	1,07
13	2007	21,9	27,2	-5,4	0,81
14	2008	35,4	27,5	8,1	1,29
15	2009	28,5	27,7	1,2	1,03
16	2010	26,1	27,8	-1,2	0,94
17	2011	30,2	27,9	2,9	1,08
18	2012	17,5	27,9	-9,8	0,63
19	2013	26,2	28,3	-1,1	0,93
20	2014	30,2	28,7	2,9	1,05
21	2015	31,5	29,5	4,2	1,07
22	2016	32,7	29,9	5,4	1,09
23	2017	33,4	29,9	6,1	1,12
24	2018	25,8	30,2	-1,5	0,85
25	2019	35,9	31,5	8,6	1,14

