

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра агрометеорології та
агроекології

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Агроекологічна оцінка впливу змін клімату на
продуктивність ярої пшениці в Миколаївській області

Виконала студентка 2 курсу групи МЗА-18
Спеціальності 103 «Науки про Землю»,
(шифр і назва)

Освітня програма «Агрометеорологія»
(назва)

Пивовар Анастасія Володимирівна
(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)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут гідрометеорологічний
Кафедра агрометеорології та агроєкології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Агрометеорологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агрометеорології та агроєкології
Польовий А.М.
« 28 » жовтня 2019 року

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

Пивовар Анастасії Володимирівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Агроєкологічна оцінка впливу змін клімату на продуктивність ярої пшениці в Миколаївській області

керівник роботи Барсукова Олена Анатоліївна, к.геогр.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 8 » жовтня 2019 року № 235 «С»

2. Строк подання студентом роботи 09 грудня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Агрокліматичні дані за періоди: 1986 – 2010 рр.(фактичні); 2021 – 2050 рр. (сценарії RCP4.5, RCP8.5). Математична модель формування продуктивності сільськогосподарських культур

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити вивчити фізико-географічні та агрокліматичні особливості Миколаївської області; вивчити біологічні особливості ярої пшениці; оцінити агрокліматичні умови вирощування ярої пшениці в Миколаївській області за базовими умовами та з врахуванням змін клімату за періоди 2021 – 2050 рр.

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

1. Графіки динаміки декадних приростів ПВ і сум ФАР (ΣФАР) ярої пшениці

2. Графіки декадного ходу приростів (ΔММВ) та термічного режиму

3. Графіки площі листя в Миколаївській області за період 1990 – 2010 рр. та за сценаріями змін клімату RCP4.5 і RCP8.5.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2019 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 ярої пшениці та їх вимоги до навколишнього середовища. Підготовка банку даних.	28.10.2019 р. - 04.11.2019 р.	90	5(відмінно)
2	Вивчення алгоритму динамічної моделі продуктивності сільськогосподарських культур, проведення розрахунків.	05.11.2019 р. - 17.11.2019 р.	90	5(відмінно)
	<i>Рубіжна атестація</i>	18.11.2019 р. - 23.11.2019 р.	90	5(відмінно)
3	Виконання розрахунків, побудова графіків, таблиць. Аналіз отриманих результатів, написання основного тексту роботи.	24.11.2019 р. - 30.11.2019 р.	92	5(відмінно)
4	Узагальнення отриманих результатів. Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.	01.12.2019 р. - 09.12.2019 р.	94	5(відмінно)
	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.			
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		92,0	

Студент _____ Пивовар А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

АНОТАЦІЯ

Пивовар А.В. «Агроекологічна оцінка впливу змін клімату на продуктивність ярої пшениці в Миколаївській області»

Актуальність обраної теми зумовлена тим, що для отримання сталих і високих урожаїв будь-якої сільськогосподарської культури, зокрема ярої пшениці, необхідне детальне вивчення агрокліматичних умов її вирощування на досліджуваній території з метою раціонального використання цих умов і найбільш оптимального розміщення посівів. Особливого значення набуває вирішення цього питання у зв'язку зі змінами клімату на планеті.

Метою даного дослідження є оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні ресурсів стосовно умов формування продуктивності ярої пшениці в Миколаївській області.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- дати кількісну оцінку впливу агрометеорологічних умов на темпи розвитку рослин і формування врожаю;
- адаптувати і модифікувати стосовно до культури ярої пшениці модель оцінки агрокліматичних ресурсів;
- оцінити вплив агрокліматичних умов на динаміку формування приростів різних рівнів агроекологічної врожайності;
- оцінити просторово-часову мінливість врожайності ярої пшениці в Миколаївській області;

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

Предмет дослідження - оцінка впливу агрокліматичних умов на урожайність ярої пшениці в Миколаївській області.

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

Вперше: встановлені закономірності впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування ярої пшениці та їх продуктивність.

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

Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків та переліку посилань. Повний обсяг роботи становить 62 сторінок, 11 рисунків, 4 таблиць, список використаних літературних джерел містить 29 найменувань.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: зміна клімату, агрометеорологічні умови, температура повітря, опади, яра пшениця, базова модель, площа листя, урожай.

SUMMARY

Pivovar A.V. «Agroecological assessment of climate change impact on spring wheat productivity in Mykolaiv region».

The relevance of the chosen topic is due to the fact that in order to obtain sustainable and high yields of any crop, in particular spring wheat, it is necessary to study in detail the agroclimatic conditions of its cultivation in the studied territory in order to use these conditions rationally and to optimally locate the crops. Of particular importance is the resolution of this issue in the context of climate change on the planet.

The purpose of this study is to evaluate the impact of climate change on agroclimatic resources regarding the conditions of formation of spring wheat productivity in the Mykolaiv region.

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

- to give a quantitative assessment of the influence of agrometeorological conditions on the rate of plant development and crop formation;
- to adapt and modify the model of agroclimatic resources estimation in relation to spring wheat culture;
- to evaluate the influence of agroclimatic conditions on the dynamics of formation of increments of different levels of agroecological productivity;
- to estimate spatio-temporal variability of spring wheat yield in the Mykolaiv region;

Object of study - agroclimatic conditions of spring wheat spring formation under climate change.

The subject of the study is an assessment of the influence of agroclimatic conditions on the yield of spring wheat in the Mykolaiv region.

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

For the first time: regularities of the influence of climate change on agroclimatic conditions of spring wheat cultivation and their productivity have been established.

The results obtained can be used to perform a comprehensive assessment of agroclimatic resources for spring wheat cultivation and optimization of acreage.

The work consists of an introduction, 4 sections, conclusions and a list of references. The total volume of work is 62 pages, 11 figures, 4 tables, the list of used literature sources contains 29 titles.

KEYWORDS: climate change, agrometeorological conditions, air temperature, rainfall, spring wheat, basic model, leaf area, yield.

ЗМІСТ

	Стр.
ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ ТА АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	8
1.1 Загальний фізико-географічний опис Миколаївської області.....	8
1.2 Агрокліматичні особливості Миколаївської області	11
2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЯРОЇ ПШЕНИЦІ.....	14
2.1 Коротка ботанічна характеристика.....	14
2.2 Вимоги ярої пшениці до зовнішнього середовища.....	21
2.3 Технологія вирощування.....	23
3 ЧАСОВА ТА ПРОСТОРОВА МІНЛИВІСТЬ ВРОЖАЇВ ЯРОЇ ПШЕНИЦІ В МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	31
3.1 Методика статистичного аналізу часових рядів урожайності.....	31
3.2 Динаміка урожайності ярої пшениці в Миколаївській області.....	37
4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯРОЇ ПШЕНИЦІ В МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	44
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	60

ВСТУП

Зміна клімату може впливати на сільське господарство різними шляхами. За межами певного діапазону температур потепління, як правило, призводить до зниження врожайності, так як розвиток сільськогосподарських культур прискорюється, і в процесі цього скорочується обсяг виробленого зерна. Крім того, більш високі температури порушують здатність рослин отримувати та використовувати вологу [1].

Випаровування з ґрунтів прискорюється при підвищенні температури і збільшенні транспірації, тобто виділення вологи листям рослин. Сукупний ефект називається «евапотранспірації» (сумарним випаровуванням). оскільки глобальне потепління, як правило, призводить до збільшення атмосферних опадів, чисте вплив більш високих температур на водозабезпеченість - це результат «змагання» між підвищеним сумарним випаровуванням і великим випаданням опадів. У цьому змаганні зазвичай перемагає сумарне випаровування [1].

Але одна з головних причин зміни клімату - викиди вуглецю - може також надавати позитивний вплив на сільське господарство завдяки прискоренню фотосинтезу багатьох важливих сільськогосподарських культур (так звані культури типу С3, такі як пшениця, рис і соєві боби). Наукові дані, втім, аж ніяк не підтверджують переваги вуглецевого харчування. Однак відомо, що це явище не надає позитивного впливу на культури типу С4 (такі як цукровий очерет і кукурудза), які за вартістю становлять приблизно чверть всіх сільськогосподарських культур [2].

Яра пшениця є однією з найбільш важливих зернових продовольчих культур. Однак площі її вирощування обмежені, так як яра пшениця використовується, в основному, для підсіву або пересіву загиблих озимих культур. Наприклад, в Краснодарському краї вона займає лише 2-3% м'якої

озимої пшениці [1]. У Ростовській області посіви цієї культури становлять близько 84 тис. га, а в Аксайському районі, де проводилися наші дослідження, - 443 га. Одна з причин недостатньої затребуваності ярої пшениці сільгоспвиробниками - невисока і не стійка по роках врожайності даної культури, характерна для багатьох регіонів [2]. Згідно статистики Мінсільгоспу, середня врожайність ярої пшениці в Ростовській області не перевищує 1,36 т.га, що значно нижче проектних показників.

Основним напрямком у вирішенні проблеми стабілізації виробництва ярої пшениці та отримання високих стійких урожаїв зерна є подальше вдосконалення технологій обробітку. В останні роки селекціонерами Дона виведено ряд нових інтенсивних сортів ярої пшениці, широке впровадження яких у виробництво могло б сприяти підвищенню продуктивності даної культури в регіоні [3, 4]. Одним із серйозних перешкод для отримання високих урожаїв зернових культур є бур'яни [5, 6].

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є оцінка впливу агрокліматичних показників на формування урожайності ярої пшениці в умовах зміни клімату.

Для вирішення поставленої мети потрібно виконати наступні задачі:

- охарактеризувати фізико-географічне районування і агрокліматичні умови Миколаївської області;
- вивчити біологічні особливості культури та її вимоги до чинників довкілля, дати характеристику шкідникам, хворобам та сортам ярої пшениці;
- на основі базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів дати характеристику агрометеорологічних умов формування продуктивності ярої пшениці в Миколаївській області в умовах зміни клімату.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ ТА АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Загальний фізико-географічний опис Миколаївської області

Миколаївська область розташована між $46^{\circ} 30'$ і $48^{\circ} 15'$ північної широти та між $30^{\circ} 15'$ і $33^{\circ} 5'$ східної довготи в басейні Південного Бугу і його притоки Інгулу та почасти в басейні Інгульця. Простягнулась вона з півночі на південь майже на 194 км, а з заходу на східна 204 км.

Площа області дорівнює 24,6 тис. км², що становить 4,6 % території України. Щодо розмірів території Миколаївська область займає 14 місце серед областей України (рис. 1.1).

Миколаївська область межує на південному заході і заході з Одеською областю, на півночі - з Кіровоградською, на сході і південному сході - з Дніпропетровською і Херсонською областями, а на півдні омивається водами Чорного моря [7].

Геологічна будова. Докембрійським фундаментом території Миколаївської області є Український кристалічний щит (великий виступ Руської платформи) і Причорноморська тектонічна западина (частина Руської платформи, що опустилась).

Український кристалічний щит – головний елемент в геологічній структурі України, який простягається з північного заходу (Рівненська і Житомирська області) на південний схід близько 1000 км у довжину і від 100 до 200 км у ширину через центральну частину України і майже досягає Азовського моря [7].

У північній частині області Український кристалічний щит доходить по Бугу до Вознесенська.

Щит складається з твердих докембрійських порід (гранітів, гнейсів,



Рисунок 1.1 – Агрокліматичне районування Миколаївської області

кварцитів і ін.). Протягом мільйонів років на цій території була суша, і тільки окремі частини щита на окраїнах вкривали неглибокі моря. Південна частина щита, що заходить на територію області, теж була затоплена морем, про що свідчать відкладення крейдового, палеогенового і неогенового періодів.

Кристалічний щит, що утворює Придніпровську і частину Волино-Подільської височин, південні відроги яких заходять в межі області, вкритий осадовими породами (переважно третинні і четвертинні відкладення) - пісками, глинами та суглинками - в цілому має пологохвилястий характер. Поверхня в цій частині області найбільш розчленована [7].

Велика порізанисть рельєфу і щільність річкової мережі на Придніпровській височині пояснюються тим, що ця територія раніше від південної частини стала сушею, бо Понтичне море заливало тільки Причорноморську западину. Зовнішні сили природи почали свою роботу на півночі раніше, ніж на півдні, та й опадів у підвищеній північній частині випадало (і випадає) більше, ніж на півдні.

На території Придніпровської височини в місцях, де четвертинні породи розмиті, - по берегах річок, схилах балок і в степу, кристалічні породи виходять на поверхню [7].

Причорноморську западину в третинний період (неоген) не раз заливало море, і в ній поступово нагромаджувались відкладення, що перетворювались у вапняки та інші осадові породи. Відкладення залягали горизонтально, бо горотворні процеси в той час (альпійський орогенез) відбувались на окраїнах Причорноморської западини - в Добруджі, Карпатах, на Кавказі, в Криму. Так поступово Причорноморська западина заповнювалась палеозойськими, юрськими, крейдяними, третинними і четвертинними відкладеннями і утворилась сучасна Причорноморська низовина з широкими рівними вододілами.

На півдні Причорноморської низовини суша поступово опускалась

(і опускається досі). В результаті опускання суші і підняття рівня Чорного моря та з'єднання його з Середземним морем в недавню геологічну епоху гирлові річкові долини залило море (морська інгресія) і утворилися сучасні причорноморські лимани [7].

На території Миколаївської області в багатьох районах, особливо на півночі, водними потоками розмило гірські породи і утворились, переважно біля річок, яри та балки.

На півдні області, у Баштанському, Снігурівському, Миколаївському і Очаківському районах, на широких міжрічкових просторах зустрічаються неглибокі замкнуті зниження - «поди». Поди навесні заповнюються талими сніговими водами і утворюють тимчасові озера. Найбільше подів у східній частині області, - на вододілі Інгул - Інгулець. На заході вони зустрічаються рідше. Але поди і неглибокі балки не порушують рівнинності степу.

Ґрунти утворюються в результаті взаємодії клімату, материнської гірської породи, рослинних і тваринних організмів, а також діяльності людини. Вплив господарської діяльності людини на утворення ґрунту дуже великий. В окультурених ґрунтах знижується кислотність в результаті внесення мінеральних і органічних добрив, збільшується кількість поживних речовин, поліпшується структура і підвищується їх родючість.

1.2 Агрокліматичні особливості Миколаївської області

В Миколаївській області клімат помірно-континентальний. Зима малосніжна, порівняно тепла, а літо спекотне, з частими суховіями. Середня температура повітря за рік по області становить 9.3 - 10.4 °С. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус 1.3-2.7 °С, середня температура липня (найтеплішого місяця) - 21.9 -23.4 °С [7].

Абсолютний мінімум температури повітря за весь період спостережень (з 1945 по 2005р.) по області зафіксований у січні 1950 року і становить мінус 30.0°C (Г Первомайськ), а абсолютний максимум - у серпні 1998 року і становив 40.1 °С тепла (АМСЦ Миколаїв). Абсолютний максимум температури повітря був перевищений у липні 2007 року та становив 41.3 °С (М Вознесенськ).

Зимовий період на Миколаївщині триває 72-81 днів – з 4-10 грудня до 20-23 лютого, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0 °С у бік потепління та починається весна.

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5°C і вище) триває 232-235 днів, починається в середньому по області 21-22 березня і закінчується 9-11 листопада. Сума позитивних температур повітря вище 5 °С за цей період змінюється від 3555 °С на півночі області до 3835 °С на півдні [7].

Літній період (із середніми добовими температурами повітря 15 °С і вище), триває в області 131-140 днів - з 10-15 травня до 20-27 вересня. Сума позитивних температур повітря вище 15 °С за цей період змінюється від 2520 °С на півночі області до 2855 °С на півдні.

Середня кількість опадів по області за рік становить 469 мм, змінюючись по території від 404 до 578 мм. Кількість опадів по роках змінюється від 246 до 777 мм. Близько 70 % від річної кількості опадів випадає в теплий період року.

Помірна атмосферна засуха, яка часто поєднується з ґрунтовою у період активної вегетації с.-г. культур (ГТК становить 0.3-0.7), має ймовірність 90 % по всій території області [7].

Відносна вологість повітря в теплий період року (квітень-жовтень) по області коливається від 66 % весною до 73 % восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30 % та менше за цей період становить 32-41 день.

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період

активної вегетації сільськогосподарських культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта) територію Миколаївської області поділено на три агрокліматичних райони (високого рівня теплозабезпечення і недостатнього зволоження; високого рівня теплозабезпечення посушливий; високого рівня теплозабезпечення дуже посушливий).

Перші осінні заморозки в повітрі спостерігаються в кінці другої декади жовтня, останні весняні - в середині другої декади квітня.

Найпізніший весняний заморозок у повітрі зафіксовано 7 травня 1999 року, а на ґрунті - 25 травня 1998 року [7].

Найбільш ранній осінній заморозок у повітрі спостерігався 28 вересня 1986 року, а на ґрунті - 11 вересня 2004 року.

Середня тривалість беззаморозкового періоду по області в повітрі становить 179-203 дні, на поверхні ґрунту - 157-179 днів.

У вегетаційний період на території області спостерігається від 16 до 28 днів із суховіями різної інтенсивності.

Серед інших несприятливих для сільськогосподарських культур явищ погоди на території області у вегетаційний період спостерігається град, сильний вітер, дуже сильний дощ та зливи [7].

Середня із мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см по області за зиму, залежно від типу ґрунту, становить мінус 2,2-3,6 °С. Найнижча температура ґрунту на глибині 3 см спостерігалася в 1994 р. і становила мінус 15,0 °С [7].

Узимку зазвичай спостерігаються відлиги, кількість днів з якими за період грудень - лютий по області коливається від 39 до 55. Відлиги, які тривають більше ніж 5 днів поспіль, зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин.

2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЯРОЇ ПШЕНИЦІ

2.1 Коротка ботанічна характеристика

Пшениця (*Triticum*) налічує 22 види. Найбільші площі в посівах як на території СНД, так і за кордоном вирощують два види: м'яка і тверда.

У культурі ярої пшениці поширено два види: м'яка (*Triticum aestivum* L.), що дає борошно високих хлібопекарських якостей (сорти сильних і цінних пшениць), і тверда (*Triticum durum* L.) - з підвищеним вмістом білка в зерні, що використовується для виготовлення високоякісних макаронів і вермішелі [8].

М'яка, або звичайна, пшениця (*Triticum aestivum* L.) переважає в культурі; є озимі і ярі її форми. Колос досить пухкий. Лицьова сторона колоса ширше бічної. Колоскові луски широкі, в повному обсязі закривають квіткові. Існують остисті і безості форми.

Тверда пшениця (*Triticum durum* Desf.) В представлена яровими і озимими формами. Хоча озимі форми цього виду вирощуються переважно в районах з більш м'яким кліматом в зимовий період [8-12].

Колосся у твердої пшениці довгі, колоскові луски сильно закривають квітка; кіль яскраво виражений, зерно повністю занурене в квіткові луски, тому тверда пшениця набагато краще м'якою протистоїть осипання, але обмолот її більш важкий. Колос щільний, остистий. Ості паралельні колосу і довше його, бічна сторона колоса ширше лицьовій (товщина більше ширини). Зерно більш витягнуте, стисле з боків, з слабовираженим чубчиком або майже без чубчика, в зламі склоподібне. Поперечний розріз зерна незграбний (у м'якій близький до круглого). Соломина твердої пшениці в верхньому междоузлі виконана або з невеликим просвітом.

Обробляють в країні два види ярої пшениці: м'яку (*Triticum aestivum* L.) і тверду (*Triticum durum* Desf.). Ці види відносяться до сімейства злакові.

У ярої пшениці коренева система – мичкувата. Від потужності кореневої системи і глибини проникнення її в ґрунт залежить урожай ярої пшениці. Спочатку у пшениці розвиваються первинні коріння. Вторинні (вузлові, або стеблові) коріння з'являються через 12-18 днів після сходів, під час кушіння. Вони постачають рослину їжею, вологою і служать йому опорою. Більш потужний розвиток кореневої системи ярої пшениці спостерігається при ранньому терміні сівби. Сильний вплив на розвиток кореневої системи надає добриво, особливо підвищений постачання фосфором. Коріння спрямовуються всередину дуже швидко і до моменту кушіння проникають на глибину 50-90 см, досягаючи при повному розвитку 1-1,5 м [10, 11].

Стебло ярої пшениці становить соломину, перехоплену вузлами. Стебло має 5-7 вузлів. Частина стебла між вузлами називаються міжвузля. З нирки прикореневого листа, що відходять від підземних вузлів, розвиваються бічні стебла. Число міжвузлів у ярої пшениці коливається від чотирьох до шести, довжина їх догори збільшується. Першим в зростання йде нижнє (перше) міжвузлі, потім наступне.

У фазі кушіння поряд з головним стеблом розвиваються бічні пагони. У головного стебла – дві групи вузлів: підземні (базальні) і наземні (стеблові). Загальна довжина стебла залежно від умов зростання і сорту коливається від 50-60 до 150 см. У середній частині стебло має найбільшу товщину, меншу в нижній і саму меншу в верхній частині.

У ярої пшениці існує два види листя – стеблові і прикореневі. Прикореневі виникають з підземних вузлів, їх буває 4-5. Стеблові листки формуються на надземній частині стебла в кількості 3-5 [11].

Лист складається з листової пластинки і листового піхви. За допомогою листового піхви лист прикріплюється до міжвузля. При переході листа в листову піхву на його внутрішній стороні є вушка і язичок у вигляді прозорого комірця. Язичок перешкоджає затіканню в піхву аркуша води, яка по вушках стікає вниз. Лист покритий численними продихами. Довжина

листа у пшениці коливається від 10 до 35 см. Ширина - від 0,5 до 2,5 см. Лист зростає нижньою частиною, тобто підставою, яке і є завжди наймолодшою частиною листової пластинки. Число листя на бічних пагонах менше, ніж на головних, які мають прикореневі листя. Після виходу рослини в трубку, зростання міжвузлі посилюється, вони розвиваються, стебло швидко збільшується в довжину. Листя збільшуються в цей період до максимальної величини. Прикореневі листя накопичують органічну речовину для розвитку первинних і вторинних коренів і формування стебла з колосом [12, 14].

Суцвіття у пшениці - колос. Він складається з стрижня, а стрижень – з окремих члеників. На уступі кожного членика стрижня розташоване по одному колоску. Колосок складається з двох колоскових лусок, які замикають колосок з двох сторін. Колосова луска має кіль, зубець і плече.

Усередині колоска розташоване 3-5 квіток. Кожна квітка має дві квіткові луски - зовнішню або нижню внутрішню або верхню. Зовнішня квіткова луска у остистих форм несе ость, внутрішня має два кіля.

Плід пшениці – однонасінна зернівка. Зернівка складається з двох плодових і двох насінних оболонок ендосперму і зародка. З одного боку зернівка має зародок, з іншого - чубок з коротких волосків.

Ендосперм займає основну внутрішню частину зерна. Він являє собою свого роду вмістилище поживних речовин для проростає зародка. У міру проростання ендосперм витрачається і залишається тільки оболонка плода. В ендоспермі розрізняють дві частини: зовнішній – алейроновий шар і внутрішній – борошніста або крохмалиста частина зерна. Алейроновий шар займає близько 6% ваги зерна і розташований безпосередньо під його оболонкою.

Борошніста частина ендосперму залягає під алейроновим шаром і займає основну частину зерна – 80-90%. Білок і крохмаль займають 96-97%, тобто основну частину зерна [11, 19].

Зародок розташований в нижній, більш широкій частині зерна відділений від ендосперму щитком. Зародок становить близько 2% ваги зерна.

В життєвому циклі пшениці А. І. Носатовський виділяє наступні фенологічні фази: набухання і проростання насіння, сходи, кушіння, вихід у трубку (стеблування), колосіння, цвітіння і запліднення, формування зерна, молочна, воскова і повна стиглість зерна.

Із часом потрапляння зернівки в ґрунт при наявності вологи і тепла починається набухання зерна. За даними А.І. Носатовського при температурі 24⁰С пшениця поглинає стільки вологи, скільки вона може поглинути за 6-7 днів при 4⁰С. Під впливом ферментів складні нерозчинні у воді органічні сполуки (білок, крохмаль, жири) перетворюються в легкокорозчинні і з ендосперму поживні речовини надходять в зародок і сприяють проростанню.

Кращі умови для проростання зерна і дружних сходів ярої пшениці складаються в поле при температурі ґрунту 12-15⁰С і вологості її 18-25%.

Першим з зерна з'являється головний корінець. Майже одночасно з ним оболонку зерна проривають і інші зародкові (первинні) корінці. В цей час в зерні відбувається біологічні зміни. Посилюються дихання зерна і в ньому зростає кількість і активність ферментів. Починається витрата запасних поживних речовин, відкладених в ендоспермі і зародку. Як тільки в пошуках води і їжі первинні корінці почнуть свій шлях у ґрунті, конус наростання зародка починає рости вгору [12, 26].

В процесі проростання коліоптіль (безбарвна плівка), в якій згорнуто в трубочку перший лист, долає тиску ґрунту і виходить на її поверхню. Під впливом світла вона припиняє зростання, а згорнутий аркуш, продовжуючи свій шлях, розриває колеоптіль і під променями сонця набуває зелене забарвлення. З цього часу починає процес асиміляції. Утворилися в результаті асиміляції в першому аркуші ярої пшениці поживні речовини

йдуть на освіту листя, які знаходяться в зародковому стані в конусі наростання.

Тривалість фази в залежності від глибини сівби, фізичних властивостей ґрунту і її вологості становить 7-25 днів.

Вихід на поверхню зеленого листа назовні в практиці вважають фазою появи сходів. Поява сходів відбувається на 7-8-ий день при температурі посівного шару ґрунту 12-15⁰С, з появою першого аркуша починається засвоєння рослиною вуглекислоти і синтез органічних речовин. Щоб прискорити проходження цієї фази, висівають насіння з високою енергією проростання, правильно вибирають термін і глибину посіву. Після появи першого нормального листа виходить другий і за ним третій, як тільки утворюються три листа, ріст рослин у висоту сповільнюється, а зростання підземної частини і вкорінення прискоряться. В цей час стебловий втечу формує вузли, з яких виникають вторинні коріння і нові пагони [21, 26].

Після розгортання третього, а іноді четвертого листа починається кущіння. Поява верхівки першого бічного пагона свідчить про початок цієї фази. Бічні пагони виникають з перших підземних вузлів основного стебла слідом за появою вторинної кореневої системи. Вузол кущіння у ярої пшениці залягає в ґрунті на глибині 1-2 см. Яра пшениця кущиться слабо. Число стебел на одній рослині називають загальною кущистістю, колосonosних стебел на одній рослині продуктивної кущистістю. Загальна кущистість рівна 3-4 і продуктивна 1,5-2 – вважаються для ярої пшениці хорошими. При хорошому водопостачанні рослин в цей період вони краще прискорюються і закладають потужний колос, забезпечуючи високу продуктивність рослин. Залежно від умов кущіння триває від 11 до 26 днів.

Вихід в трубку. Спочатку кущіння закладається стебло з міжвузлями і зародковий колос. Міжвузля в цей період дуже короткі і довжина їх в цілому менше ширини поперечного розрізу стебла. Потім в період кущіння перше, а потім і наступні міжвузля починають поступово витягуються і утворюють стебло. Над верхнім міжвузлям розвивається зародковий колос. Початок

виходу пшениці в трубку можна визначити промацуванням першого від поверхні стеблового вузла.

Фаза виходу в трубку в сприятливих умовах зростання триває 30-36 днів. У цю фазу спостерігається найбільший приріст сухої маси рослини і відбувається формування листа [12, 20].

Колосіння. Ця фаза характеризується виходом колоса з піхви верхнього листа. Колосіння у ярої пшениці починається через 50-60 днів після посіву і триває 10-12 днів. В цей час стебло енергійно зростає і формується репродуктивні органи. Колосіння - переломний момент у розвитку пшениці з появою колоса з листової трубки відбувається перехід рослини від формування вегетативних та генеративних органів до головного етапу в житті рослини - плодоношення в результаті якої створюється урожай. Фаза виколосювання у однієї рослини триває 1-4 днів. В період виходу пшениці в трубку і колосіння відбувається найінтенсивніший приріст вегетативної маси рослини. З настанням цвітінням завершується розвиток стебла, колоса і листа. Найбільший приріст сирої маси досягає в фазу колосіння, сухої маси-при повній воскової стиглості зерна.

При сприятливих умовах цвітіння у ярої пшениці настає через 3-5 днів після колосіння, в прохолодну погоду - через 8-10 днів. У цвітінні спостерігаються ранковий і вечірній максимуми, який приходить на час з 7 до 11 і з 17 до 22 годин.

Розкриття квіток середньої частини колоса - ознака початку цвітіння. Квітки розкриваються під тиском лодикул, які сильно набухають. До цього часу рильця розростаються в сторони, відбувається їх опушення для сприйняття пилку. Нитки тичинок витягуються із зелених пильовики стають жовтими, розтріскуються і висипають дозрілу пилок на рильце свого ж квітки. Нижні квітки середніх колосків зацвітають зазвичай першими. Розрізняють три типи цвітіння - відкрите, закрите і проміжне.

Запліднення відбувається наступним чином: потрапила на вологе клейка рильце пилок набухає і через 1-2 години проростає. З пилкового

зернятка виростає тонка нитка. Вона проходить спочатку між окремими клітинами рильця, потім направляється в порожнину зав'язі трубочка доходить до сім'явходу і через нього проникає до зародкового мішка. При цьому оболонка її руйнується, одна з двох міститься в пилкової трубочці чоловічих гамет зливається з яйцеклітиною і утворюють зародок, інша зливається з центральним ядром зародкового мішка і дає початок ендосперму. Запилення триває 4-5 днів. На час запилення рослин пшениці припадає другий критичний період по відношенню до вологи [11, 20].

Формування зерна. Після запліднення зав'язі починається приплив в неї поживних речовин і поступове її розростання. Вступники поживні речовини перегруповуються, з розчинних перетворюються в нерозчинні. Таким чином створюється суху речовину зерна. Протягом десяти днів після запліднення оформляється щиток, корінець, колеоптиле з ниркою первинні листочки. Поряд з формуванням зародка розвивається тканину ендосперму. Алейроновий шар формується пізніше з дрібних забарвлених клітин. Ці клітини заповнені не крохмалем, а білковими речовинами. Над алейроновим шаром утворюється насіннева, а зверху неї плодова оболонка.

Вміст білка в зерні збільшується в умовах нормального зволоження при підвищенні температури. В цьому випадку асиміляція дещо знижується, а дихання зростає. Завдяки цьому менше накопичується в зерні крохмалю, але збільшується вміст білка.

Розрізняють такі фази дозрівання: молочну, воскову і повну.

Молочна стиглість настає через 8-18 днів після початку цвітіння. Зерно в цю фазу досягає нормальної довжини, заповнює всю внутрішню частину між квітковими лусками. Про натисканні з зерна виступає біла, густої консистенції рідина. Приплив поживних речовин в зерно триває. Кількість вологи в зерні одно 50 %. Стебла і міжвузля ще зелені, нижні листки починають жовтіти.

Воскова стиглість настає через 10-13 днів після молочної. Зерно втрачає зелене забарвлення, стає, виключаючи борозенки, жовтим по всій

довжині. У цей період вода в зерні міститься до 25%, але вона продовжує випаровуватися. Стебло до цього часу жовтіє, залишається зеленою тільки верхівка, більша частина листя відмирає.

Повна стиглість характеризується втратою зерном води до 14-15 %, зерно набуває твердість. Стебло стає сухим, втрачає листя, зерна можуть обсіпатися.

2.2 Вимоги ярої пшениці до зовнішнього середовища

Яра пшениця високо вимоглива культура до умов зовнішнього середовища. Насіння ярої пшениці проростає при 3-4⁰С і навіть при 1-2⁰С, але найбільш дружне проростання відбувається при 12-15⁰С. Ця культура раннього строку сівби [22, 26].

Проростання насіння ярої пшениці в ґрунті невисока, при появі ж сходів на поверхню холодостійкості пшениці ще більше знижується. Сходи переносять нетривалі заморозки до -4 - (- 6) ⁰С. У фазу кушіння пшениця вимагає невисоких температур і найкраще кушиться при температурі не вище 10-13⁰С. Оптимальна температура при колосіння, наливі і дозріванні 20-25⁰С.

Яра пшениця вимоглива до вологи. Вона більше страждає від нестачі вологи ніж озима пшениця, що пояснюється більш слабким розвитком кореневої системи і різночасністю їх зростання і розвитку. Споживання води ярої пшениці починається з набрякання висіяних насіння і появи сходів і безперервно зростає до колосіння і цвітіння рослин. В період виходу в трубку і колосіння спостерігається найбільший приріст рослинної маси і найбільша витрата води. При відсутності або недовліки води в ґрунті в цей період кушіння слабшає, рослина гірше розвивається, скорочується період росту від виходу в трубку до колосіння і різко знижується врожай. Після цвітіння споживання води зменшується внаслідок старіння і відмирання листя, а до кінця воскової стиглості припиняється [22, 23].

За фазами розвитку споживання води розподіляється приблизно таким чином: в період сходів 5-7 %, в період кушіння 15-20 %, в період виходу рослин у трубку і колосіння 50-60 %, в період молочної стиглості 20-30 %, і в період воскової стиглості 3-5 % загального споживання води за вегетаційний період.

Транспіраційний коефіцієнт у пшениці дорівнює приблизно 400-500, але він не завжди є показником посухостійкості рослин, в повному обсязі відбиває і потреба їх у воді. Транспіраційний коефіцієнт може значно коливатися в залежності від умов зростання. Надмірна кількість опадів в перший або в другий період вегетації ярої пшениці або неправильний розподіл їх в ці періоди є несприятливим.

Яра пшениця вимоглива до запасів засвоєваних поживних речовин в ґрунті. Це пояснюється багатьма причинами, в тому числі порівняно коротким її вегетаційним періодом і недоліком потужну кореневу систему. Споживання поживних речовин починається з перших днів проростання зерна пшениці, коли розвиваються корінці і перший листочок і будуть використані запаси їжі, що знаходяться в зерні.

У період від кушіння до цвітіння споживання поживних речовин сильно зростає. На цей період припадає найбільша кількість споживання рослиною поживних речовин. У період від цвітіння до кінця вегетації споживання поживних речовин різко знижується і в фазу воскової стиглості припиняється зовсім. Споживання поживних речовин йде паралельно наростанню надземної і кореневої маси пшениці. Найбільша кількість поживних речовин пшениця споживає в період від виходу трубку до цвітіння. Однак в фазу молочної стиглості, коли відбувається наливу і формування зерна, спостерігається другий максимум споживання поживних речовин рослинами, в цей період також необхідні значні запаси розчинних елементів їжі в ґрунті.

По відношенню до елементів живлення поглинання азоту відбувається протягом тривалого часу і особливо інтенсивніше в період виходу в трубку -

колосіння. Максимальна кількість азоту міститься до моменту молочної стиглості. Споживання фосфору відбувається більш рівномірно, хоча недолік його в фазі сходів і кушіння впливає на врожайність. Недолік або надлишок фосфору по відношенню до азоту призводить до порушення білкового обміну в рослині - це явище в сильному ступені спостерігається при нестачі фосфору і надлишку азоту. Встановлено, що фосфорна – голодування рослин в ранньому віці не може бути компенсованим більш пізнім його постачанням.

Калій накопичується в рослині в початковий період росту, його максимальна кількість до 4% буває в фазу виходу пшениці в трубку, накопичення калію закінчується.

Найбільша кількість фосфору пшениця споживає протягом 31-43 днів. Друга і третя декади вегетації є, за даними Н.С. Авдоніна, критичним періодом в харчуванні фосфором. Період найбільшого споживання калію - перші 30-40 днів з початку вегетації рослин. Найбільш висока чуйність рослин на азот спостерігається протягом місяця (30-33 дня), починаючи з десятого дня вегетації.

У зв'язка біологічної характеристики ярої пшениці з ґрунтово-кліматичними умовами вирощування приведена в характеристики господарства. При обробітці с/г культур насамперед приділяють увагу біологічними особливостями культури так-як на основі характеристики культури підбирають сільськогосподарські ділянки для обробітці культур.

2.3 Технологія вирощування

Посіви ярої пшениці необхідно розміщувати по попередникам, які в майбутньому виключають засмічення попередніми сортами і культурами в 4-х пільних сівозмінах: пар - пшениця - зернобобові - пшениця; пар - пшениця - пшениця - ячмінь; пар - пшениця - горох - вівсяна суміш (на зелений корм). Застосування сівозмін виключає появу падалиці попередньої

культури на ярї пшениці, гарантують проведення своєчасної та якісної обробки ґрунтів, що є запорукою для отримання високих і якісних врожаїв ярї пшениці. Найкращим попередником є чисті пари, кукурудза і зернобобові.

Парування полів застосовується з метою накопичення вологи, боротьби з бур'янами і при необхідній обробці підвищується вміст нітратного азоту. Існують такі види пара як: нульовий, мінімальний, мінімально-нульовий, протиерозійний, комбінований і плоскорезну пара.

Нульова обробка пара: 1. Перший хімічна обробка. 2.Второй хімічна обробка. 3.посев з внесення азотно-фосфорних добрив. 4.наземное внесення бакових сумішей гербіцидів. 5.наземное внесення бакових сумішей фунгіцидів. Основну обробку на парах проводять препаратами, що містять речовину гліфосат з нормою витрати - 2,5-3.5 л/га, при пирійні - Острцова з нормою витрати 4-5 л/га. Якщо є засмічення на полях проводять другу обробку сумішами: 1,5 л/га раундапа + 1,5 л/га аміной солі 2,4 Д або препарати містять гліфосат, але зі зниженою нормою витрати при невеликому засміченні. Застосування нульової технології дозволяє залишати на полі 85-90 % стерні і пожнивних залишків, що дозволяє максимально затримувати сніг і зберігати ґрунтову вологу, так само зменшує розкладання гумусу на 25-30 % який є основним елементом родючості ґрунту, так само пожнивні залишки служать для захисту ґрунту від вітрової та водної ерозії, і знижується витрати на амортизацію і витрата ПММ.

Найбільш важливим прийомом при обробці ґрунту є основна і передпосівна обробка ґрунту, що сприяють накопиченню і збереженню вологи, так само служить для знищення бур'янів. У Центральних і Північних областях Казахстану використовують плоскорізну обробку, що дозволяє більшу частину стерні залишити на поверхні ґрунту, це служить хорошим снігозатриманням, а глибока обробка сприяє більш глибокому проникненню талих вод. На тих полях на яких присутній стерня, ґрунт промерзає на більш

меншу глибину і відтає навесні раніше, на даних полях тала вода затримується краще.

Осіньню обробку під другу культуру пшеницю проводять відразу ж після збирання врожаю плоскоріжучими знаряддями (КПШ-9, ОПТ-3-5, КПЕ-3,8). На звичайних південних карбонатних чорноземах і темно-каштанових ґрунтах обробляють на глибину 10-12 см, якщо в попередньому році ґрунт оброблялася на глибину 25-27 см. Дані поля можуть бути оброблені восени на глибину 20-22 см, але при цьому вологість орного шару повинна становити 22 %. На легко суглинистих, середньо суглинистих і супіщаних ґрунтах можна проводити обробку на глибину 20-22 см. Ґрунти яким властива швидка переущільнення це в основному важкі, необхідно застосовувати глибоке розпушування на 27-29 см.

Останнім часом господарства знаходяться в центральному Казахстані знайшли собі широке застосування осінньому глибокому розпушування на глибину 20-22 см, не залежно від глибини основного обробітку пара. Так при інтенсивній технології вирощування ярої пшениці в зимовий період проводять дворазове снігозатримання (при потужності снігового покриву до 40-45 см), відповідно в весняний період талі води на таких полях краще вбираються.

На території Есільського району Акмолинської області у вигляді зимових опадів випадає приблизно до 60-80 мм, але при сильних зимових вітрах випав сніг здувається з полів в балки, заплави і яри. З цього випливає, що при застосуванні інтенсивних систем землеробства для ярої пшениці на полях необхідно проводити снігозатримання.

Проводиться снігозатримання снігопахами СВУ-2,6 або СВШ-10. Снігозатримання необхідно починати проводити при висоті снігового покриву не менше 12-15 см (листопад-грудень). При цьому необхідною умовою є наявність на поверхні снігу ущільненого шару завтовшки 3-5 см, який був утворений під дією морозів і вітрів. Основним методом нарізки снігових вовків є нарізка вовків поперек пануючих вітрів. Так само якщо

поля мають ухил, то необхідно вовки нарізати безпосередньо поперек схилу. Відстань від вершини одного вовка до іншого має бути приблизно 4-5 м. Щоб досягти найкращого результату при снігозатриманні трактор комплектується декількома агрегатами в основному це 2-3 снігопахами СВУ-2,6. Так само останнім часом поширення набули нові гідрофіковані снігопахами СВШ-10, які відразу формують два снігових вовка з відстанню в 4 м.

Якщо запас продуктивної вологи до осіннього періоду становить 70-80 мм, то в зимовий період необхідно створити шар снігу висотою 38-40 см, а якщо запас вологи становить 40-50мм, то необхідний шар снігу до 50-55 см. В зиму маючи малий сніговий покрив нарізку вовків проводиться дворазово і при другому проході волок формують між раніше нарізаними.

У передпосівний обробіток входять: ранньовесняна обробка, проміжна і передпосівна. При настанні фізичної стиглості ґрунту проводять ранньовесняне обробку. Мета якої упустити ґрунт для подальшої закладення насіння зернових культур і закладення бур'янів насіння на глибину зокрема насіння вівсюга. Так само перша ранньовесняна обробка називається «закриття вологи». При закриття вологи необхідний враховувати осіннє глибоке розпушування, після якого залишаються великі брили, закриття вологи необхідний прийом для розбиття брил і вирівнювання ґрунту. Для цього застосовують борони голчасті з глибиною обробки 4-5 см. На тих полях які мають лаштунки, між кулісний простір обробляється механічно уздовж лаштунків щоб уникнути весняне видування. При сильній глибі ґрунт додатково накочується катками типу ЗККШ-6А.

Якщо на полях є масові сходи вівсюга тоді проводять культивуацію в період їх масових сходів. Не варто боятися великих втрат вологи при культивуації через розпушування ґрунту так як густі сходи вівсюга споживають менше а в деяких випадках і більше вологи з ґрунту. Культивуацію проводять культиваторами КПС-4 і так само можна

застосовувати СЗС-2,1 а так само дискові луцильники з наступним боронуванням і коткуванням.

Застосування добрив. Необхідність застосування добрив визначають на підставі агрохімічної характеристики ґрунтів, інтенсивності росту і планованого врожаю.

У ґрунтах степових зон останнім часом відзначається нестача не тільки фосфору, а й нітратного азоту, тому найбільшу ефективність дає застосування азотно-фосфорних добрив.

Основним і найбільш ефективним прийомом внесення добрив вважається локальний.

Найбільший насиченість ефект добрив яра пшениця має в період від фази кущіння до фази молочної стиглості. Незважаючи на це критичним періодом який на пряму впливає на підвищення врожаю є час від посіву до фази виходу в трубку.

Вносять добрива за допомогою культиваторів - удобритель КПГ-2,2 і ГУН-4 або списаними сівалками СЗС-2,1. Для того що б використовувати сівалку СЗС-2,1 необхідно прибрати перегородку між зерновим відділом і удобрювальну і встановити спеціальну Ворушилка для виключення злежування добрив в ящику. Оптимальним терміном внесення добрив вважається кінець літа, безпосередньо перед основною обробкою пара.

Вибір сорту, підготовка насіння. Ті сорти які рекомендуються для обробітку при технології ресурсозбереження повинні бути допущеними до використання або перспективними, володіти потенціалом врожайності, чуйними на добрива, стійкими до вилягання, до хвороб і шкідників, здатне формувати високоякісне зерно.

Рекомендовані до використання сорту м'якої ярої пшениці:

- середньоранні: Казахстанська ранньостиглий, Астана, Цілинна 24;
- середнеспілі: Акмола 2, Омська 19, Омська 20, Карагандинська 22, Омська 29, Росинка 3;
- середньопізді: Омська 18, Цілинна ювілейна, Омська 28;

Підготовка насіння. Для посіву необхідно використовувати насіння першого і другого класу посівного стандарту. Підвищенню енергії проростання лабораторної та польової схожості, захисту насіння і проростків молодих рослин від ураження хворобами і шкідниками сприяє повітряно тепловий обігрів і протруювання насіння. Необхідно проводити протруювання насіння безпосередньо за 15-30 днів перед посівом, що ефективно впливає на дію отрутохімікатів і знижує напруженість робіт при посівній компанії. При використанні отрутохімікатів на протравлення необхідно дотримуватися техніки безпеки, дотримуватися інструкцій і екологічних вимог. Застосовують такі препарати як Вітавакс, Виал ТТ, Преміс і інші. Протруювання проводять за допомогою машин ПС-10 і т.п. Проводять протруювання із зволоженням насіння водою, для цього на 1т насіння витрачається 10 л води. Щоб поліпшити ступінь налипання препарату до насіння додається 0,20-0,25 кг/т натрієва сіль карбоксиметилцелюлози. Вона швидко розчиняється в воді і добре закріплюється на насінні.

Терміни посіву. Для отримання хороших урожаїв в посушливі роки одним з найбільш важливим фактором є умови висіву насіння, тобто норма висіву, глибина закладення і терміни посіву. Щоб визначити необхідні терміни посіву, необхідно до уваги приймати основні чинники це наявність запасів продуктивної вологи в ґрунті, забур'яненість полів бур'янами і багаторічні метеорологічні дані.

В основному для нашої зони прийнятими термінами сівби вважаються: для середньостиглих сортів 15-25 травня, для середньопізніх 15-20 травня. Спочатку висіваються середньопізні сорти на полях чистих від бур'янів і мають високий запас продуктивної вологи, а після висіваються середньостиглі сорти на полях які мають менший запас ґрунтової вологи.

Норма висіву насіння. Для отримання хорошого врожаю, вирівняних сходів мають високу продуктивність велику роль грає норма висіву насіння. Відомо що найкращі умови проростання рослин є повне використання

рослинами запасів ґрунтової вологи, що досягається при рівномірному розподілі рослин. Рівномірні посів дозволяє отримати дружні сходи, і в подальшому рослини розвиваються рівномірно і краще засвоюється ФАР сонця.

Для досягнення оптимальної густоти стояння рослин застосовують певні норми висіву відповідні для даної ґрунтово-кліматичної зони. Так за даними проведених НПСХ ім. А.І. Бараєва норма висіву для нашої зони становить 3-4 млн. Схожих зерен на 1 га.

Спосіб посіву. В даний момент найбільш поширеним способом посіву вважається рядовий посів сівалками СЗС-2,1. Деякі господарства застосовують перехресний спосіб сівби. Даний спосіб створює більш рівномірний розподіл насіння по полю, створює добре вирівняний фон і сприятливі умови для майбутньої прибирання. Незважаючи на це даний спосіб посіву мало продуктивний так як один і той же поле доводиться двічі засівати. Тому більш доцільніше застосування сівалок СЗС-2,1л, які висівають насіння стрічковим способом, завдяки розсікачами в підлопастному просторі. Найбільш високою продуктивністю і якістю сівби відрізняються нові посівні комплекси типу Джон Дір і ін.

Глибина загортання насіння. Так для отримання більш дружних і вирівняних сходів велике значення має глибина загортання насіння, при цьому насіння повинні кріпитися у вологе і ущільнене ложе. Оптимальною глибиною загортання насіння для більшості районів вважається 5-8 см.

Догляд за посівами. Так само при інтенсивній технології вирощування ярої пшениці важливу роль приділяють відходам за посівами, боротьба з бур'янами, хворобами та шкідниками.

Для визначення застосування необхідних механічних і хімічних заходів боротьби складають карту засміченості полів, в якій вказується ступінь засмічення і видовий склад бур'янів. При цьому виділяють три основні ступені засмічення посівів бур'яном рослинністю: слабка, середня, сильна.

Для знищення проростків вівсюга, застосовують обробку легкими боронами в два сліди. Дане агротехнічне захід вважається найбільш ефективним так як проводиться в період коли вівсюг знаходиться в фазі «білих ниток», тобто коли вони не встигли ще витратити з ґрунту вологу і поживні речовини.

Прибирання. Прибирання є завершальним етапом при обробленні пшениці. Прибирати урожай необхідно своєчасно і якісно виключаю втрати.

Найкращим способом збирання ярої пшениці вважається роздільний проводиться в фазу воскової стиглості і прямий проводиться в фазу повної стиглості.

У валки починають скошувати пшеницю у фазі воскової стиглості коли зерно міцно тримається в колосі і менше обсипається. Це виключає значні втрати при збиранні прямим способом.

При збиранні пшениці роздільним способом використовують фронтальні жатки типу ЖВН-6, ЖВН-6-12 і ЖВН-10. Так само застосовують більш модифіковані та сучасні агрегати. Для вибірки вовків використовують комбайни з підбирачами. При визначенні висоти зрізи стеблостою враховують густоту рослин і їх засміченість бур'янами. При роздільному способі збирання необхідно зріз виробляти на висоту 15-20 см, що б вовки могли лягає один на одного під певним кутом а не лягає на землю. Для того що б вовки добре просохли і не присідали необхідно регулювати ширину валка. Так оптимальною шириною вважається 10 см. Якщо стеблостій низький і зрідженими, то необхідно робити здвоєний волок. Такий стан валка створює більш кращі умови для підбору.

3 ЧАСОВА ТА ПРОСТОРОВА МІНЛИВІСТЬ ВРОЖАЇВ ЯРОЇ ПШЕНИЦІ В ПОЛІССІ

Урожай і урожайність – найважливіші результативні показники землеробства і сільськогосподарського виробництва в цілому. Рівень урожайності відображує вплив економічних і природних умов, а також якість організаційно - господарської діяльності сільськогосподарських підприємств і господарств. Під урожаєм (валовим збором) у статистиці розуміють загальний обсяг продукції, зібраної з усієї площі посіву окремих сільськогосподарських культур або їх груп. Урожайність – це середній обсяг продукції з одиниці посівної площі. Для культур, що вирощуються у відкритому ґрунті, урожайність визначають з розрахунку на 1га, а у закритому ґрунті – на 1 м².

3.1 Методика статистичного аналізу часових рядів урожайності

Питання аналізу часових рядів урожайності, встановлення закономірностей її мінливості цікавлять багатьох дослідників. В їхніх роботах розглядаються різні аспекти цієї проблеми – від аналізу складових часових рядів до можливих шляхів прогнозування урожайності на основі використання закономірностей, закладених в самих часових рядах [24, 25, 26].

Як відмічають вищевказані дослідження, формування врожаю сільськогосподарських культур - складний процес, що залежить від ряду природно-кліматичних і економічних факторів. Прогнозування врожаю ведеться двома взаємодоповнюючими одне одного методами, які враховують основні групи впливаючих факторів: природно-кліматичних і господарчо-економічних. Прогнозування врожаю на перспективу засновано на урахуванні змінних господарчо - економічних умов. Головна увага

приділяється екстраполяції і прогнозуванню господарсько-економічних умов, що визначають загальний рівень землеробства, на фоні якого розгортається дія природно - кліматичних факторів вплив цих суттєвих факторів, широко використовується в агрометеорології поняття «тенденція» та «тренд урожайності» [16]. Одні виключають з розгляду зміни ґрунтово-кліматичних умов, визначаючи тренд при умові збереження їх середнього рівня, інші розуміють під трендом функцію, що описує загальну середньостатистичну зміну рівня урожайності.

Використання трендів при прогнозуванні урожайності має подвійну мету: 1) вибором тренда елімінувати ту долю врожаю, яка визначається рівнем землеробства в широкому розумінні слова; 2) екстраполяцію динаміки тренда на перспективу. Постановка цієї задачі обумовлена тим, що в агрометеорологічній літературі розглядають динамічний ряд урожайності як нестационарний процес [17, 26]:

$$Y(t) = f(t) + U_i, \quad (3.1)$$

де t – приймає значення з натурального ряду чисел;

$f(t)$ – стаціонарна складова, випадкова функція;

U_i – випадкова функція часового ряду,

$Y(t)$ – урожайність.

Функцію $f(t)$ визначають як тренд урожайності, що характеризує зміну рівня землеробства. Дискретна функція $y(t)$ описує випадкові функції урожайності під впливом метеорологічних факторів у вегетаційний період конкретного року [9].

Більш прийнятною була б модель урожайності

$$Y(t) = f(t) + \delta(t) + U_i, \quad (3.2)$$

де $\delta(t)$ – випадкова функція, що характеризує вплив метеорологічних умов на ефективність використання землеробства.

Тренд, отриманий будь-яким способом для рішення другої задачі при агрометеорологічному прогнозуванні, зазвичай, екстраполюється за часом на крок вперед аби отримати значення рівня тренда на рік складання прогнозу.

При виділенні трендів потрібний об'єктивний аналіз умов, в яких розгортається часовий ряд урожайності, розуміння основних закономірностей і факторів, що впливають на динаміку урожайності. При цьому важливо правильно обрати довжину часового ряду. При різній його довжині можуть бути отримані тренди з неоднаковою динамікою, що описують «об'єктивно» існуючі закономірності. Необхідно використовувати ряд такої довжини, аби його було достатньо для виявлення закономірностей в зміні рівня землеробства. На поведінку трендів мають бути накладені певні умови «доволі» поступових змін, відповідних нашим уявленням про властивості інерційності культури землеробства [17].

В останні роки для аналізу динаміки урожайності і оцінки культури землеробства використовують метод гармонійних вагів (Польовий А.М.) [26].

Основна ідея метода гармонійних вагів полягає в тому, що в результаті зважування певним методом окремих спостережень часового ряду, більш пізнім спостереженням надаються більші ваги. Тобто, вплив більш пізніх спостережень має сильніше відображатися на прогнозованій оцінці, ніж вплив більш ранніх.

При використанні МГВ в якості деякого приближення $\hat{f}(t)$ істиного тренду $f(t)$ часового ряду урожайності сільськогосподарських культур

$$Y_t (t = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (3.3)$$

приймається ламана лінія, що згладжує задане число точок часового ряду Y_t . Окремі відрізки ламаної лінії (ковзаючого тренда) представляють його окремі фази. Для визначення окремих фаз ковзаючого тренда обирається число $k < n$ і знаходиться рівняння лінійних відрізків:

$$Y_i(t) = a_i + b_i(t), \quad t = 1, 2, \dots, n - k + 1), \quad (3.4)$$

причому,

для $i=1, t=1, 2, \dots, k$;

для $i=2, t=2, 3, \dots, k+1$;

для $i = n-k+1, t=n-k+1, n-k+2, \dots, n$.

Параметри a_i і b_i рівняння (4.4) визначаються методом найменших квадратів.

Значення кожної функції $Y_i(t)$ визначається в точках

$$t=i+h-1, \quad (h=1, 2, \dots, k). \quad (3.5)$$

Кількість визначень $Y_i(t)$ в кожній точці t позначається через g_i , а через $Y_i(t)$ – значення функції $Y_i(t)$ для $t=i$. Точки ковзаючого тренда – це середні значення усіх $Y_i(t)$, які визначаються з виразу

$$\bar{Y}_i = \frac{1}{g_i} \sum_j^{g_i} Y_i(t), \quad (j=1, 2, \dots, g_i). \quad (3.6)$$

Прирости ω_{t+1} функції $f(t)$ визначаються як

$$\omega_{t+1} = f(t+1) - f(t) = \bar{Y}_{t+1} - \bar{Y}_t, \quad (3.7)$$

Середня приростів визначається

$$\bar{\omega} = \sum_{t+1}^{n-1} C_{t+1}^n \cdot \omega_{t+1}, \quad (3.8)$$

де C_{t+1}^n – коефіцієнти, що задовольняють наступним умовам:

$$C_{t+1}^n > 0 \quad (t=1, 2, \dots, n-1); \quad (3.9)$$

$$\sum_{t=1}^{n-1} C_{t+1}^n = 1. \quad (3.10)$$

Гармонійні коефіцієнти визначаються по формулі

$$C_{t+1}^n = \frac{m_{t+1}}{(n-1)}, \quad (3.11)$$

де m_{t+1} – гармонійні ваги.

Якщо самі ранні спостереження мають вагу

$$m_2 = \frac{1}{(n-1)}, \quad (3.12)$$

то вага інформації m_3 , що відноситься до наступного моменту часу, визначатиметься як

$$m_3 = \frac{m_2 + 1}{(n-2)}. \quad (3.13)$$

Таким чином, ряд гармонійних вагів визначається рівнянням

$$m_{t+1} = m_t + \frac{1}{n-t} \quad (t = 2, 3, \dots, n-1) \quad (3.14)$$

з початковим значенням, вираженим рівнянням (3.12).

Екстраполяція тенденції часового ряду урожайності проводиться по виразу

$$\bar{Y}_{t+1} = \bar{Y}_t + \bar{\omega} \quad (3.15)$$

при початковій умові $\bar{Y}_t = \bar{Y}_n$.

Для екстраполяції тенденції за даними Польового А.М. врожайності беруться щорічні дані середньообласної врожайності сільськогосподарських культур по всіх категоріях господарств в центнерах з гектара.

При прорахунку врожайності сільськогосподарської культури на прогнозований рік необхідно враховувати, що часовий безперервний інтервал, в якому розглядається середньообласна врожайність сільськогосподарської культури, повинен містити не менше 18 років. При цьому умови число років, що утворюють одну фазу змінного тренда, повинна дорівнювати 16 ($k = 16$).

Складна картина мінливості тенденції урожайності сільськогосподарських культур, яка обумовлена взаємодією факторів агротехніки та клімату, потребує встановлення загальних закономірностей в динаміці трендів. Виділення схожих тенденцій врожайності, їх класифікація дозволяє упорядкувати все різноманіття одержаних трендів, об'єднати райони з однаковою динамікою тенденції і провести на цій основі глибокий аналіз причин, які визначають зміну рівня тенденції врожайності. Серед ознак за якими можлива кваліфікація динаміки тенденції врожайності часових рядів, зупинимося на двох: першої похідної тенденції часового ряду – прирості тренду і другої похідної – прискоренню приросту тенденції

врожайності. Вони дозволяють виділити періоди максимального і мінімального прискорення, його відсутність і відповідно визначити межі між лінійними і експоненціальними ділянками кривих тенденції врожайності [25].

На їх основі можна виділити чотири типи динаміки тенденції врожайності сільськогосподарських культур.

Тип Ia (лінійний ріст): крива тенденції характеризується стабільною позитивною швидкістю зростання тенденції врожайності і відсутністю (або мінімальними значеннями) на окремих ділянках тренду прискорення.

Тип Ib (лінійний ріст): для кривої цього виду характерне стабільне зниження рівня тенденції врожайності – від’ємна швидкість росту тенденції.

Тип II (ріст із зменшенням темпів): для кривої характерний стійкий ріст тенденції врожайності з послідуєчим уповільненням [26].

Тип III (параболічна крива): на перших етапах інтенсивний ріст, потім уповільнення і від’ємна швидкість росту тенденції.

Тип IVa (S-подібна крива): невисокий початковий експоненціальний або майже експоненціальний ріст, лінійна ділянка росту і подальше зменшення темпів росту.

Тип IVb (S-подібна крива): інтенсивний початковий експоненціальний ріст, лінійна ділянка росту і наступне зниження темпів росту.

3.2 Динаміка урожайності ярої пшениці в Миколаївській області

Урожайність ярої пшениці залежить від великої кількості факторів. Динаміка врожаїв ярої пшениці розглядається як зміна культури землеробства, на фоні якої відбуваються випадкові коливання, що пов’язані переважно з особливостями погодних умов окремих років.

На підставі досліджень особливостей динаміки врожаїв ярої пшениці по території області появилася можливість оцінити приріст врожаїв окремо за рахунок культури землеробства та погодних умов. Для цього були

побудовані графіки динаміки врожаїв ярої пшениці в окремих районах за досліджуваний період. На процес формування урожаю впливає безліч чинників. Основними з них є приплив сонячної радіації, волога, тепло, ґрунтова родючість, рівень агротехніки, сортові особливості рослин, фотосинтетичний потенціал посіву (Колосков, 1971; Чирков, 1988; Сиротенко і ін., 1995). Пізнання специфіки дії цих чинників, вибір найбільш істотних з них, кількісне вираження і опис їх зв'язку з урожаєм - все це робить успішним і практично значимим аналіз складних процесів, що протікають в агроценозах.

Передбачається, що вплив рівня культури землеробства зумовлює плавну мінливість врожаїв та що ця мінливість підлягає цілком визначеному закону. Це дозволяє апроксимувати зміну врожайності з часом будь-якою формою залежності (пряма, парабола і ін.). Питання вибору виду кривої тренда досліджувались в роботах А. Маннеля, В.М. Обухова, В.М. Пасова, І.В. Свісюка, А.М. Польового та ін.

Зміна метеорологічної складової врожайності знаходиться у тісному зв'язку зі зміною метеорологічних факторів. 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 різних кліматичних зонах.

Значний розрив між потенційним і фактичним урожаєм викликаний в значній мірі відхиленням значень факторів зовнішнього середовища від оптимальних для продуктивного процесу фітоценозу умов протягом вегетаційного періоду. Прагнення до узгодження потреб рослин з умовами зовнішнього середовища є основним екологічним принципом підвищення продуктивності.

При правильному виборі тренда, відхилення від нього будуть носити випадковий характер. Основна ідея методу гармонійних зважувань у тому, що в результаті зважування певним чином окремих спостережень часового ряду, більш пізнім надається більша вага.

Для аналітичного вирівнювання тенденції врожаїв ярої пшениці використовувалось рівняння прямої (рис. 3.1). На графіку динаміки врожаїв на вісі x відкладаються порядкові номери років спостереження. По вісі y - врожайність за кожен рік, ц/га. Лінія тренда характеризує тенденцію зростання врожаїв за досліджуваний період за рахунок культури землеробства. За характером ломаної визначається вид рівняння лінії тренду. Рівняння ліній тренду для Миколаївської області наведені в табл. 3.1.

Слід також зазначити, що відхилення величин врожаїв від ліній трендів більш повно характеризують оцінку коливань урожаїв внаслідок впливу агрометеорологічних умов, ніж середні багаторічні величини, так як при цьому приріст врожаїв за рахунок культури землеробства враховується лінією тренду.

Таблиця 3.1 – Рівняння ліній трендів та приріст врожаїв ярої пшениці по станціях Миколаївської області

Станції	Рівняння ліній трендів	Врожай		Приріст ц/га
		на початок періоду	на кінець періоду	
По області	$y = 0,1977x + 13,591$	20,0	26,6	6,6

Як видно з рисунка 3.1 лінія має вигляд прямої в Миколаївській області і спостерігалось збільшення врожаїв. Не викликає сумніву, що провідна роль у збільшенні валових врожаїв зерна ярої пшениці належить покращенню культури землеробства та пристосування виведених сортів до агрокліматичних особливостей природних зон.

Із рисунку 3.1 видно, що середні урожай на початку розрахункового періоду становив 20,0 ц/га, на кінець періоду – 26,6 ц/га. Лінія тренда розрахована методом гармонійних вагів і описується рівнянням $Y = 0,1977x + 13,591$. Лінія тренду показує, що врожай ярої пшениці за розрахунковий період збільшувався, щорічний приріст урожаю за трендом має плюсовий знак і становить – 0,35 ц/га. Як видно із рисунку 3.1 спостерігаються щорічні відхилення врожаїв ярої пшениці від лінії тренду, які обумовлені погодою кожного конкретного року.

Урожайність ярої пшениці по Миколаївській області за досліджуваний період коливалася від 4,9 до 34,0 ц/га. Динаміка урожайності представлена на рис. 3.1. Лінія тренду вказує на те, що урожайність ярої пшениці по області має тенденцію до збільшення.

На початку періоду дослідження урожайність за трендом складала 20,0 ц/га, а до 2016 року зросла до 26,6 ц/га, тобто збільшилась на 6,6 ц/га..

Середня за роки досліджень урожайність склала 16,4 ц/га. Протягом зазначеного періоду спостерігалися незначні коливання фактичної урожайності ярої пшениці на території дослідження. У 1992, 1996, 2000, 2003 та 207 рр. було зібрано найменші урожаї – 7,4, 4,9, 8,3, 8,0, та 7,8 ц/га відповідно. У 1991, 2004, 2015 та 2016 рр. спостерігалися найвищі урожаї – 34,0, 23,8, 22,4 та 24,7 ц/га відповідно.

На графіку 3.2. в чистому вигляді показано вплив агрометеорологічних умов окремих років на формування врожаю. На ньому зображено відхилення врожаю в окремі роки від точок лінії тренду, т. т. $\Delta \hat{I}_i$. За період з 1990 по 2016 рр. 15 років спостерігались позитивні відхилення. В ці роки складались сприятливі умови тепло та вологозабезпеченості для росту та формування ярої пшениці. За цей же період 12 років спостерігались від'ємні відхилення, складались несприятливі умови погоди (посухи, суховії, град).

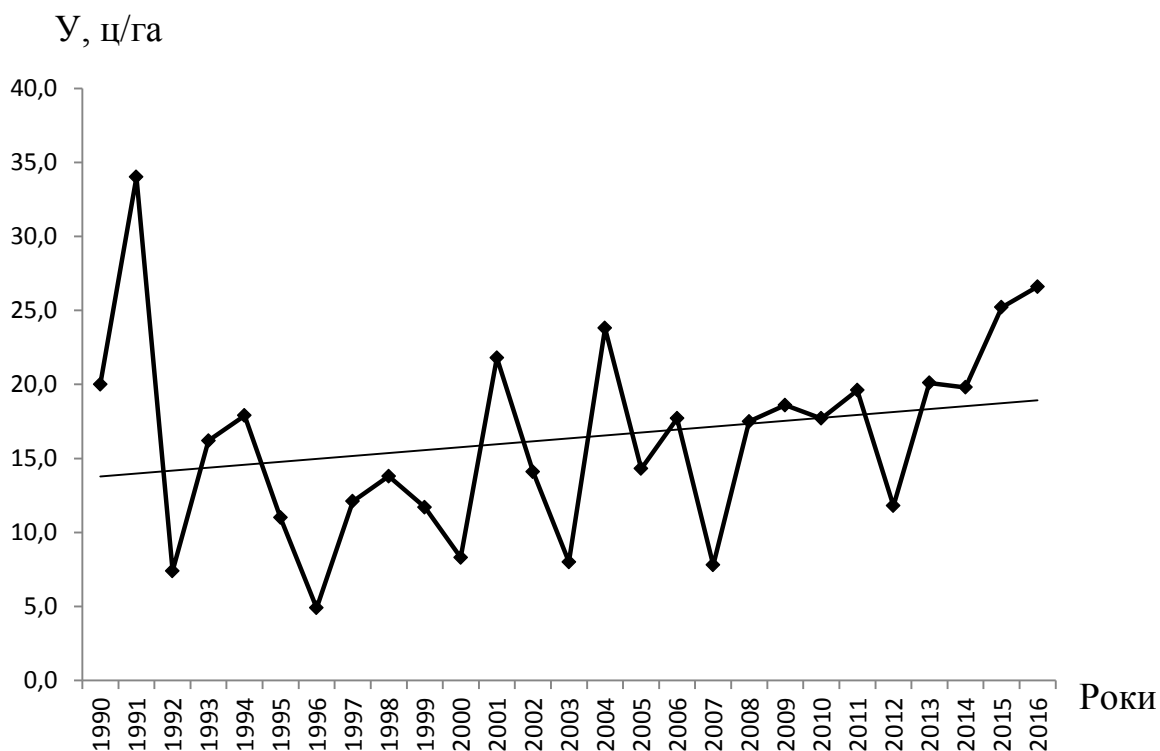


Рисунок 3.1 – Динаміка врожайності ярої пшениці та лінія тренду в Миколаївській області

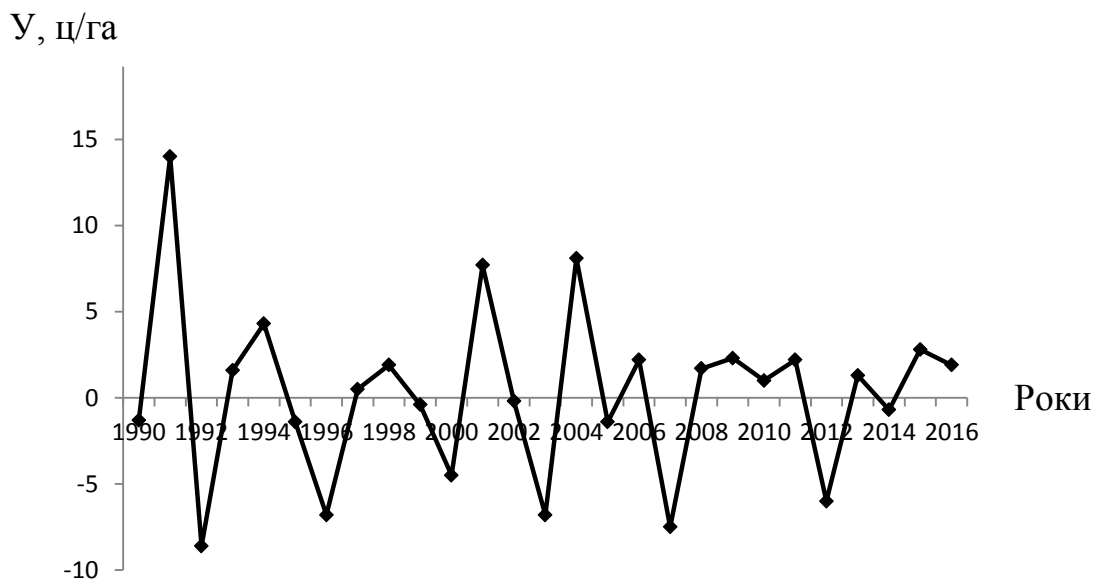


Рисунок 3.2 – Відхилення врожайності ярої пшениці від лінії тренда в Миколаївській області

Таблиця 3.2 – Оцінка сприятливості погодних умов формування урожайності ярої пшениці в Миколаївській області

№ п/п	Роки	Фактична урожайність I_i	Урожайність по тренду \hat{I}_i	Відхилення від тренду $\Delta \hat{I}_i$	$K_{обл.} = I_i / \hat{I}_i$
1	1990	20,0	21,3	1,3	0,94
2	1991	34,0	20	-14,0	1,70
3	1992	7,4	16	8,6	0,46
4	1993	16,2	14,6	-1,6	1,11
5	1994	17,9	13,6	-4,3	1,32
6	1995	11,0	12,4	1,4	0,89
7	1996	4,9	11,7	6,8	0,42
8	1997	12,1	11,6	-0,5	1,04
9	1998	13,8	11,9	-1,9	1,16
10	1999	11,7	12,1	0,4	0,97
11	2000	8,3	12,8	4,5	0,65
12	2001	21,8	14,1	-7,7	1,55
13	2002	14,1	14,3	0,2	0,99
14	2003	8,0	14,8	6,8	0,54
15	2004	23,8	15,7	-8,1	1,52
16	2005	14,3	15,7	1,4	0,91
17	2006	17,7	15,5	-2,2	1,14
18	2007	7,8	15,3	7,5	0,51
19	2008	17,5	15,8	-1,7	1,11
20	2009	18,6	16,3	-2,3	1,14
21	2010	17,7	16,7	-1,0	1,06
22	2011	19,6	17,4	-2,2	1,13
23	2012	11,8	17,8	6,0	0,66
24	2013	20,1	18,8	-1,3	1,07
25	2014	19,8	20,5	0,7	0,97
26	2015	25,2	22,4	-2,8	1,13
27	2016	26,6	24,7	-1,9	1,08

Але відхилення від тренду можуть бути як від'ємними, так і додатними, що ускладнює проведення агрометеорологічних розрахунків. Щоб позбутися знаку, використали коефіцієнт (К), який розраховується по формулі 3.16 як відношення фактичної урожайності до урожаю по тренду.

$$K = \frac{I_i}{\hat{I}_i} \quad (3.16)$$

де K – коефіцієнт, що оцінює сприятливість погодних умов конкретного року;

I_i – фактичний урожай конкретного року;

\hat{I}_i – урожай по тренду.

Величина (K) близька до 1 – відповідає середнім умовам погоди, $K < 1$ відповідає несприятливим умовам погоди для формування урожаю ярого ячменя і $K > 1$ - сприятливим.

Ймовірність появи років зі сприятливими та середніми агрометеорологічними умовами складає 61 % та рівень урожайності при цьому коливається від 12,1 до 26,6 ц/га.

4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯРОЇ ПШЕНИЦІ В МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Виробництво зерна в Україні традиційно належить до стратегічних галузей розвитку сільського господарства. Яра пшениця – страхова зернова культура, що вирощується на території України та характеризується не високою врожайністю – 18–26 ц/га.

В Україні провідною зерновою культурою, безумовно, є пшениця озима, що за посівними площами (6–7 млн. га) переважає інші колосові й становить основу формування хлібного балансу країни. Натомість посівні площі під пшеницею ярою останніми роками становлять лише 90–160 тис. га.

Найбільше останньої (від 5 до 10 тис. га) висівають у Вінницькій, Київській, Житомирській, Львівській, Хмельницькій, Тернопільській областях. За розрахунками вчених НААН, посівні площі пшениці ярої мають займати близько 1 млн. га, в тому числі м'якої – 650 тис. га, твердої – 350 тис.га. Важливе значення пшениця яра має як для пересівання озимих, так і для сівби на площах, висівання на яких не завершили восени через ґрунтову посуху. Окрім цього, загальновідомою є висока якість зерна пшениці ярої за дотримання технології вирощування.

Тому нами було розглянуто вплив змін клімату на вирощування ярої пшениці на території Миколаївської області.

Слід зазначити, що вплив зміни клімату на формування продуктивності ярої пшениці розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів культури. Для дослідження впливу кліматичних змін на темпи розвитку та формування продуктивності ярої пшениці на фоні зміни кліматичних умов нами розглядались такі варіанти: сценарій зміни клімату RCP4.5 та сценарій зміни клімату RCP8.5 [28 - 29].

Яру пшеницю сіяти за фактичними середніми багаторічними даними починають в третій декаді березня. За сценаріями змін клімату RCP4.5 і

RCP8.5 (табл. 1) сіятимуть в третій декади березня. За сценарієм RCP4.5 будуть висівати пізніше на 2 дні від середньо багаторічної величини і на 5 днів пізніше за сценаріями RCP8.5. Сівба ярої пшениці починається за сценаріями зміни клімату RCP8.5 на початку третьої декади березня – 21.03, що на 3 дні раніше від середньо багаторічної величини.

Таблиця 4.1 – Агрометеорологічні умови вегетації ярої пшениці в Миколаївській області в порівнянні з умовами за сценаріями зміни клімату (за вегетаційний період)

Період, сценарій	Дата сівби	Середня температура повітря за період, °C	Сума опадів за період, мм	Сумарне випаровування за період (E), мм	Випаровуваність за період, (E ₀), мм	Відносна вологозабезпеченість (E/E ₀), відн.од.	Середній за період ГТК, відн. од.	Сума ФАР, кДж/см ² за період
1980-2010	24.03	14.5	125	160	332	0,48	0,85	93
RCP4.5								
2021–2050	26.03	14.9	107	143	391	0,37	0,81	100
Різниця	+2	0,4	-18	-17	59	- 0,11	-0,04	+7
RCP8.5								
2021–2050	21.03	14.1	136	165	332	0,49	0,86	105
Різниця	-3	-0,4	+11	5	0	0,01	+0,01	+12

Прихід ФАР за вегетаційний період ярої пшениці за середніми багаторічними даними складає 93 кДж/см². Кліматичний сценарій RCP4.5 ярої пшениці буде отримувати майже однакову кількість ФАР (збільшиться на 8 % від середньої багаторічної). За сценарієм RCP8.5 очікується збільшення приходу фотосинтетичної активної радіації (до 13 % від середньої багаторічної величини). Це обумовить різницю в формуванні потенційної урожайності всієї сухої маси ярої пшениці (ПУ). Потенційна врожайність всієї сухої маси ярої пшениці (ПУ) при середніх багаторічних умовах складає 1377 г/м², в той час як за сценарієм RCP8.5 вона буде

становити 148 % від середньої багаторічної. Потенційна врожайність всієї сухої маси ярої пшениці за кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 буде коливатися від 1892 до 2036 г/м² (табл. 4.2). Потенційна врожайність кліматичного сценарію RCP4.5 становить 1892 г/м², що на 37 % більше фактичної середньої багаторічної величин.

В період сходи – повна стиглість середня температура повітря за середніх багаторічних величин становила 14,5 °С. В кліматичному сценарію RCP4.5 очікується температура біля 14,9°С, що на 0,4 °С. більша від середньої багаторічної величини. В сценарії RCP8.5 середня температура повітря менша на 0,4°С від базової температури, що не значно зменшиться до 14,1 °С (табл. 4.1).

Таблиця 4.2 – Формування урожаю ярої пшениці в Миколаївській області при середніх багаторічних умовах та в порівнянні з формуванням урожаю в умовах за сценаріями зміни клімату

Період, сценарій	Вся суха маса, г/м ²			Фотосинтетичний потенціал, м ² /м ² за період	Урожай ярої пшениці при його вологості 14 %, ц/га	Баланс гумусу, т/га
	потенційного урожаю	метеорологічно можливою урожаю	дійсно можливого урожаю			
1980-2010	1377	650	396	171	18,1	-0,004
RCP4.5						
2021–2050	1892	859	524	174	23,9	-0,012
Різниця	+515	+209	+128	+3	+5,8	0,008
RCP8.5						
2021–2050	2036	1003	612	231	27,9	-0,025
Різниця	+659	+353	+216	-60	+9,8	0,021

Сума опадів за період сходи – повна стиглість ярої пшениці складала 125 мм. За кліматичним сценарієм RCP4.5 очікується зменшення суми опадів за вегетаційний період ярої пшениці на 18 %. Сценарій RCP8.5 буде більший на 11 мм від фактичної середньої багаторічної величин і складатиме 136 мм (табл. 4.1).

За вегетаційний період сумарне випаровування коливатиметься від 143 до 165 мм, як за середніми багаторічними та і за сценаріями. Буде спостерігатися як збільшення так і зменшення випаровування за кліматичними сценаріями. Не велике збільшення буде спостерігатися за кліматичним сценарієм RCP8.5. За сценарієм RCP4.5 сумарне випаровування зменшиться на 11 % від середньої багаторічної величини і буде складати 143 мм.

За середньо багаторічними даними випаровуваність буде складати 332 мм. За вегетаційний період ярої пшениці в період 2021 – 2050 рр. в Миколаївській області випаровуваність зросте за кліматичним сценарієм RCP4.5 на 18 % по відношенню до середньо багаторічної величини. Випаровуваність за кліматичним сценарієм RCP4.5 буде на рівні з фактичною середньо багаторічної величиною.

За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів ярої пшениці від сівби до повної стиглості складала 0,48 відн. од.

За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP8.5 за період 2021 – 2050 рр. вологозабезпеченість посівів ячменю буде майже рівні середньої багаторічної величини. Відносна вологозабезпеченість зменшиться за сценарними даними в RCP4.5 на 23 % по відношенню як до середньо багаторічної величини так і по відношенню до кліматичного сценарію зміни клімату RCP8.5.

Середній за вегетаційний період ГТК за середніми багаторічними даними становив 0,85 відн. од. ГТК за вегетаційний період ярої пшениці в кліматичному сценарію зміни клімату RCP8.5 буде спостерігатись на рівні базової величини. Зменшення буде очікуватися в кліматичному сценарію RCP8.5 і становитиме 0,86 відн. од. (до 5 % від середньої багаторічної величини).

За сценарієм RCP8.5 агрокліматичні умови будуть більш сприятливими в порівнянні з умовами за сценарієм RCP4.5, що сприятиме формуванню більшої площі листя. У період максимального формування вона буде вище

($4,12 \text{ м}^2/\text{м}^2$ проти $3,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$) в порівнянні з величиною за сценаріями RCP4.5. але меншою в порівнянні з середньо багаторічної величиною ($4,12 \text{ м}^2/\text{м}^2$ проти $4,2 \text{ м}^2/\text{м}^2$)

Така динаміка площі листя та роботи фотосинтетичного апарату сформує досить високий фотосинтетичного потенціалу ярої пшениці за вегетаційний період ($171 - 231 \text{ м}^2/\text{м}^2$ за період), хоча і вищий за значенням порівняно з фотосинтетичним потенціалом, який формується при середніх багаторічних умовах. Для кліматичного сценарію RCP8.5 він буде становити 231 %, що на 35 % більше від середнього багаторічного значення. Для кліматичного сценарію RCP4.5 значення фотосинтетичного потенціалу ярої пшениці буде складати 174 %, що знаходиться на межі середнього багаторічного значення (табл. 4.2).

Фотосинтетична діяльність ярої пшениці при таких агрометеорологічних умовах рівень ММУ в кліматичні сценарії RCP4.5 та RCP8.5 буде становити $859 - 1003 \text{ г}/\text{м}^2$ всієї сухої рослинної маси, що трохи більше, чим рівень ММУ ярої пшениці при середніх багаторічних умовах ($353 \text{ г}/\text{м}^2$). Рівень метеорологічно можливого врожаю за кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 збільшиться на 32 – 54 % від середніх багаторічних даних і складатимуть 859 та $1003 \text{ г}/\text{м}^2$ всієї сухої рослинної маси відповідно (табл. 4.2).

Слід відмітити, що в порівнянні з розрахованими значеннями ММУ ярої пшениці за сценарієм RCP8.5, рівень ММУ ярої пшениці в період 2021-2050 рр. за сценарієм RCP4.5 очікується нижчим (на $144 \text{ г}/\text{м}^2$).

Аналізуючи розрахований дійсно-можливий врожай можна відмітити, що врожаї за кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 буде становити $524 - 612 \text{ г}/\text{м}^2$ всієї сухої рослинної маси, що на значно більше, чим рівень ДМУ ярої пшениці при середніх багаторічних умовах ($396 \text{ г}/\text{м}^2$). Дійсно можливий врожай за сценарієм RCP4.5 буде більший на 32 % за базову величину.

Урожай за середніми багаторічними величинами в Миколаївській області складає 18,1 ц/га. За сценарієм RCP4.5 урожай ярої пшениці при його вологості 14 % становитиме 23,9 ц/га (табл. 4.2), що буде на 32% вище фактичного середнього багаторічного. Нижчим він буде і в порівнянні з урожаєм за сценаріями RCP8.5. Найбільший урожай спостерігається в розрахованому сценарії RCP8.5 і буде складатиме 27,9 ц/га, що більше на 54 % від середніх багаторічних даних.

На ділянках ярої пшениці баланс гумусу за середніми багаторічними даними складає -0,004 т/га. За сценарієм RCP8.5 очікується баланс гумусу від'ємним і дорівнює - 0,025 т/га. Він буде дещо вищим в порівнянні з балансом гумусу при реалізації сценарію RCP4.5 (табл. 4.2).

У Миколаївській області аналіз ходу декадних сум ФАР показує, що в першу декаду вегетації (рис. 4.1) середньо багаторічна сума ФАР становить 112 кал/см² добу. З цього моменту і до дев'ятої декади спостерігається плавний хід кривої сум ФАР до 265 кал/см² добу. Це значення є максимальним для всього періоду вегетації. Потім в наступній декаді відбувається деяке зниження рівня до 262 кал/см² добу.

Сума ФАР за сценарієм RCP4.5 повторює хід базової кривої, і на першу декаду вона складає 221 кал/см² добу. Далі спостерігається збільшення до кінця вегетаційного періоду ярої пшениці. На фазу воскова стиглість ярої пшениці сума ФАР за кліматичним сценарієм RCP4.5 становитиме 313 кал/см² добу.

Для динаміки приростів ПВ (рис. 4.1) характерно, що прирости починаються з позначки 78 г/м² дек. для базових величин. У наступній декаді відзначений стрибок, де рівень Δ ПВ становить 96 г/м² дек. З цього моменту спостерігається плавний хід приростів ПУ до 122 г/м² дек. Максимальний приріст спостерігається в період вихід в трубку - колосіння, який складає 181 г/м² дек. Після максимально приросту ПВ у восьмій декаді знижується до 161 г/м² дек. Далі спостерігається не велике збільшення ПВ до кінця вегетаційного періоду ярої пшениці і складає 166 г/м² дек.

За сценарієм RCP4.5 динаміка приростів потенційного врожаю починається з відмітки 170 г/м² дек.

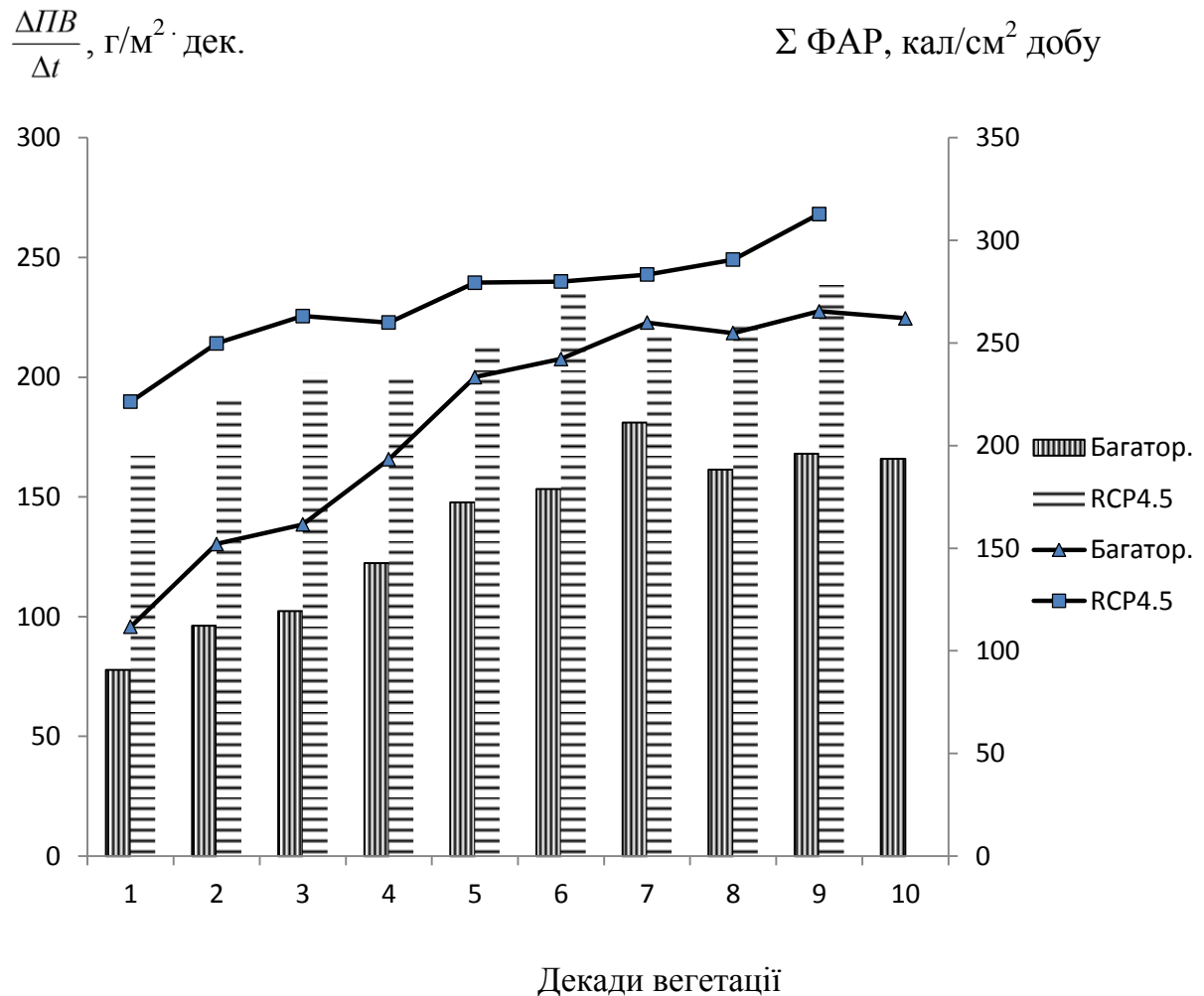


Рисунок 4.1 – Динаміка декадних приростів ПВ і сум ФАР (ΣФАР) ярої пшениці за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та кліматичного сценарію RCP4.5 за 2021 – 2050 рр. в Миколаївській області

В наступних декадах вегетації ярої пшениці потенційний врожай зростає. Максимальні значення спостерігаються в шостій та дев'ятій декадах і складають 236 та 2395 г/м² дек. відповідно.

Розглянемо хід середньої температури повітря протягом вегетації в Миколаївській області.

Температура базового періоду за вегетаційний період коливається від 5,2 до 21,4 °С, за кліматичним сценарієм RCP4.5 змінюється від 7,5 до 21,3 °С.

Впродовж всього життєвого циклу температурний режим майже не відрізняються один від одного.

Хід кривої приростів МВУ починається з 19 г/м²·дек в базовий період та 44 г/м²·дек в сценарний, зростаючи в наступній декаді до 27 та 56 г/м²·дек. відповідно. З цього моменту спостерігається плавний хід приростів, і в четвертій декаді прирости на рівні МВУ становлять для середньо багаторічної величини – 54 г/м²·дек., для сценарію RCP4.5 – 103 г/м²·дек. В п'ятій декаді відзначається деяке зниження (рис. 4.2).

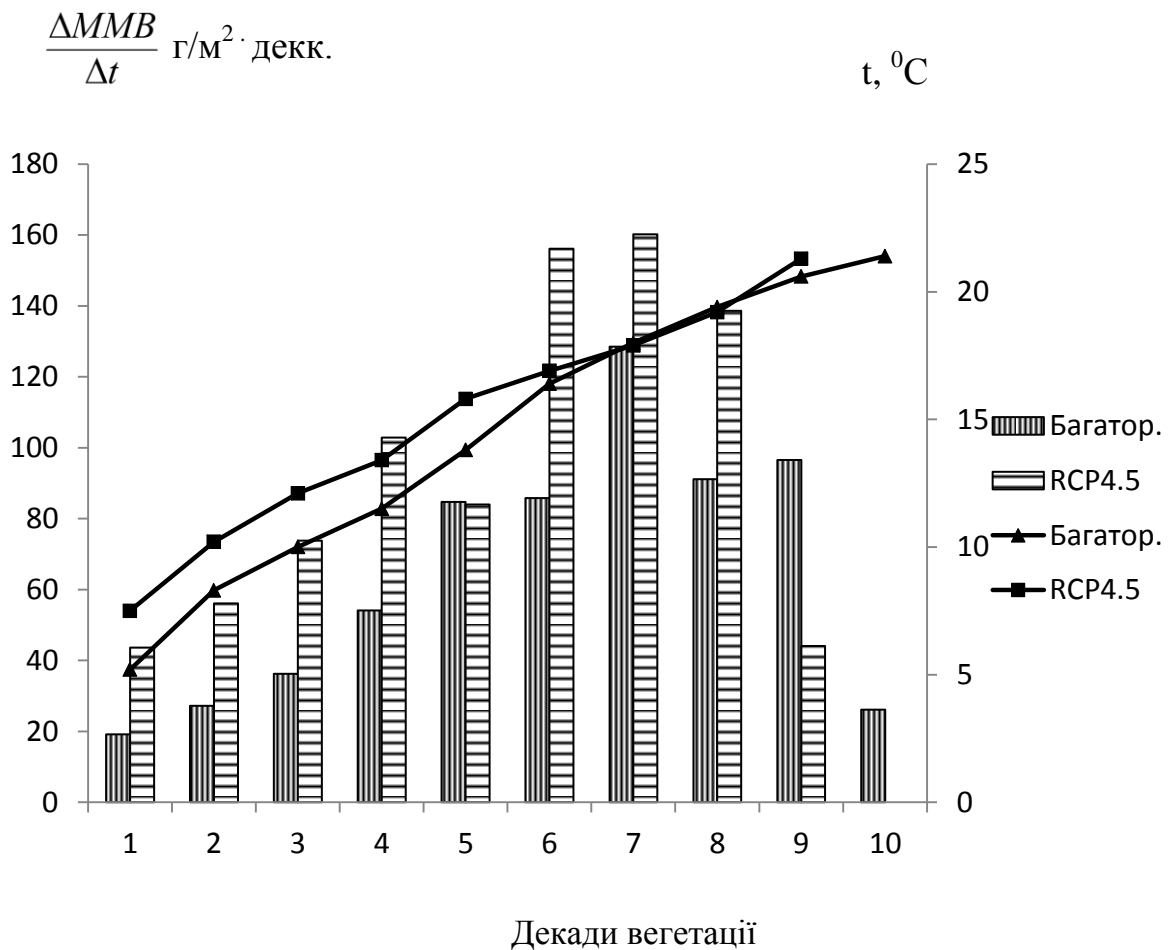


Рисунок 4.2 – Декадний хід приростів ММВ ($\frac{\Delta MMB}{\Delta t}$) ярої пшениці і характеристик теплового режиму за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та кліматичного сценарію RCP4.5 за 2021 – 2050 рр. в Миколаївській області

Далі прирости збільшуються і досягають максимуму в кінці фази кушіння - вихід в трубку (базовий $-128 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$, сценарний $-156 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$), потім у фазу вихід у трубку - колосіння помітний різкий спад приростів в обох періодах. За міжфазний період колосіння - молочна стиглість рівень приростів знизився до $97 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ в середньо багаторічному періоді та до $139 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ сценарному періоді. Наприкінці вегетаційного періоду рівень становить $26 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ та $44 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ відповідно.

Хід динаміки приростів дійсно-можливої урожайності (ДМВ) представлений на рис. 4.3. Її динаміка буде аналогічна динаміці приростів дійсно-можливої урожайності при середніх багаторічних даних, але рівень буде різним.

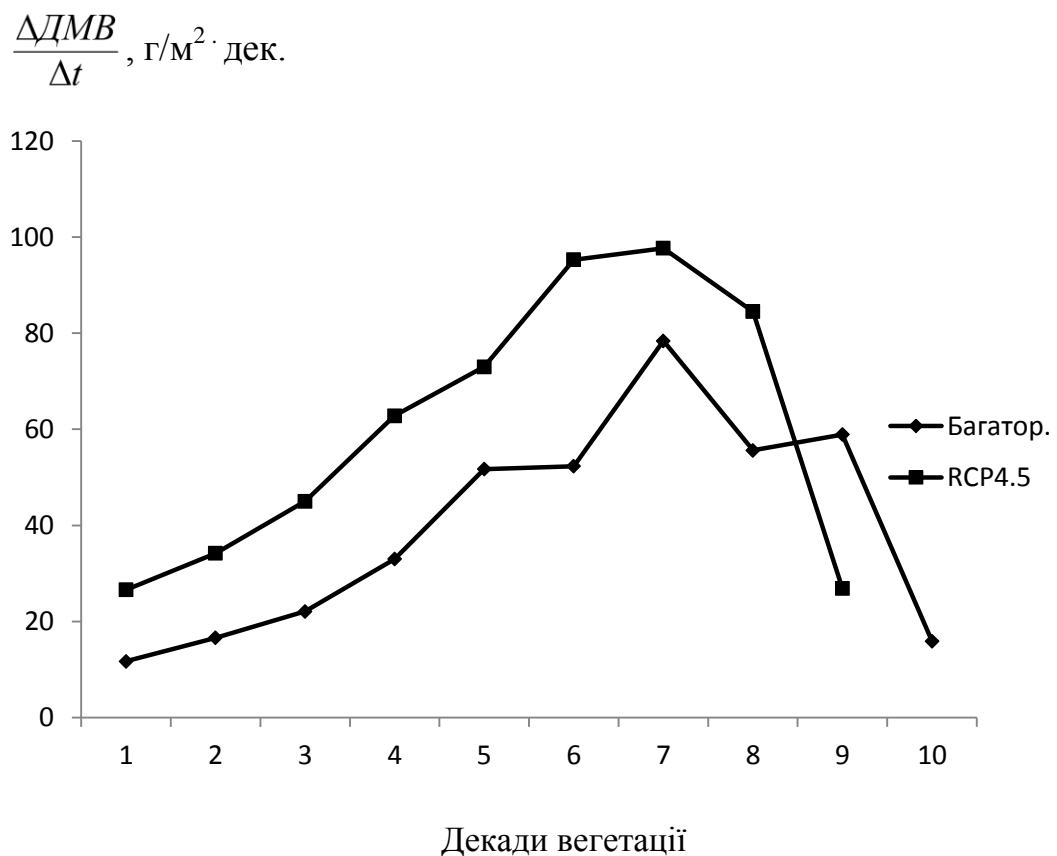


Рисунок 4.3 – Динаміка декадних приростів ДМВ ярої пшениці за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та кліматичного сценарію RCP4.5 за 2021 – 2050 рр. в Миколаївській області

Якщо за вегетаційний період при середніх багаторічних умовах максимальна величина $\Delta ДМВ$ становить $78 \text{ г/м}^2\text{дек}$, то для кліматичних сценаріїв періоду 2021-2050 рр. вона очікується в межах $95 - 115 \text{ г/м}^2\text{ дек}$, при чому для сценарію RCP8.5 вона буде вищою. Максимальна величина $\Delta ДМВ$ відзначається в сьомій декаді, як для середньо багаторічних даних та і для сценарію RCP4.5. Але за сценарієм RCP4.5 прирості на рівні ДВУ будуть збільшені на $19,5 \text{ г/м}^2\text{ дек}$ за середньо багаторічні величини (рис. 4.4).

При середніх багаторічних агрометеорологічних умовах формування площі листя (рис. 4.4) іде аналогічно динаміці площі листя, але спостерігаються коливання сценарних даних. За вегетаційний період ярої пшениці максимальна площа листя за сценарієм RCP4.5 буде меншою на $0,72 \text{ м}^2/\text{м}^2$ в порівнянні з середньою багаторічною величиною ($4,21 \text{ м}^2/\text{м}^2$). Очікується, що найменший рівень відносної максимальної площі листя буде у сценарію RCP4.5 і становити $3,49 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

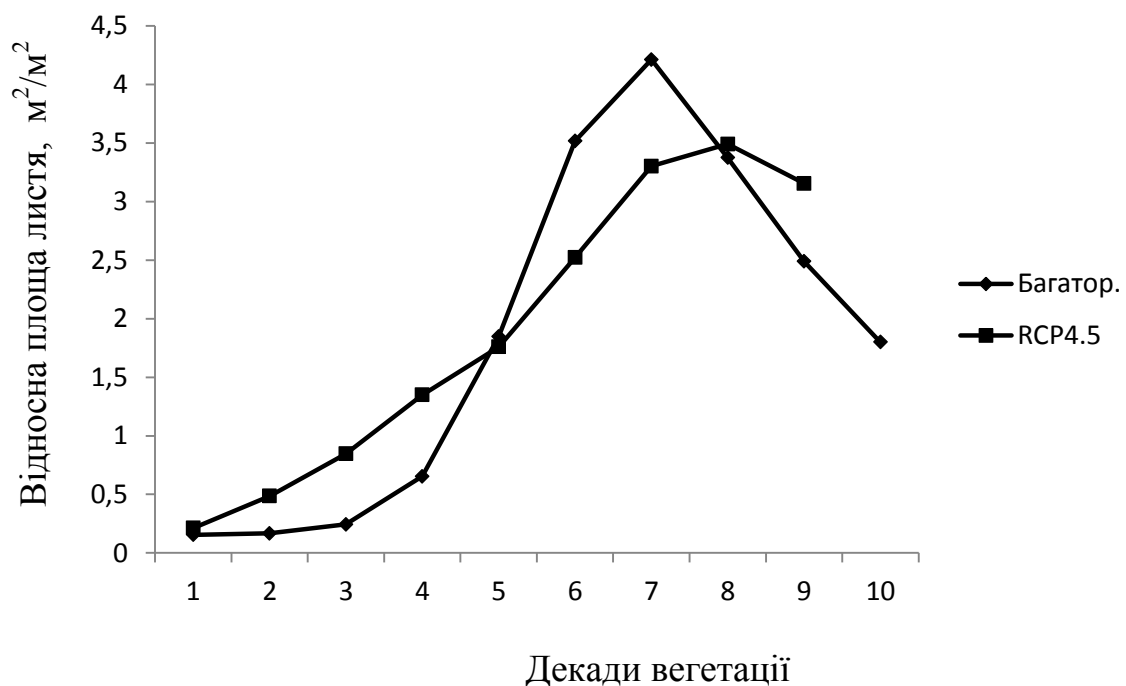


Рисунок 4.4 – Динаміка площі листя ярої пшениці за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних даних та кліматичного сценарію RCP4.5. за 2021 – 2050 рр. в Миколаївській області

За кліматичним сценарієм RCP8.5 аналіз ходу декадних сум ФАР показує, що в першу декаду вегетації (рис. 4.5) сума ФАР становить 190 кал/см² добу. Початкове значення за сценарієм RCP8.5 буде менше за середньо багаторічні величини та за сценарієм RCP4.5. Далі аж до дев'ятої декади спостерігається плавний хід кривої сум ФАР до 306 кал/см² добу. Це значення є максимальним для всього періоду вегетації. Потім в наступній декаді відбувається деяке зниження рівня до 301 кал/см² добу.

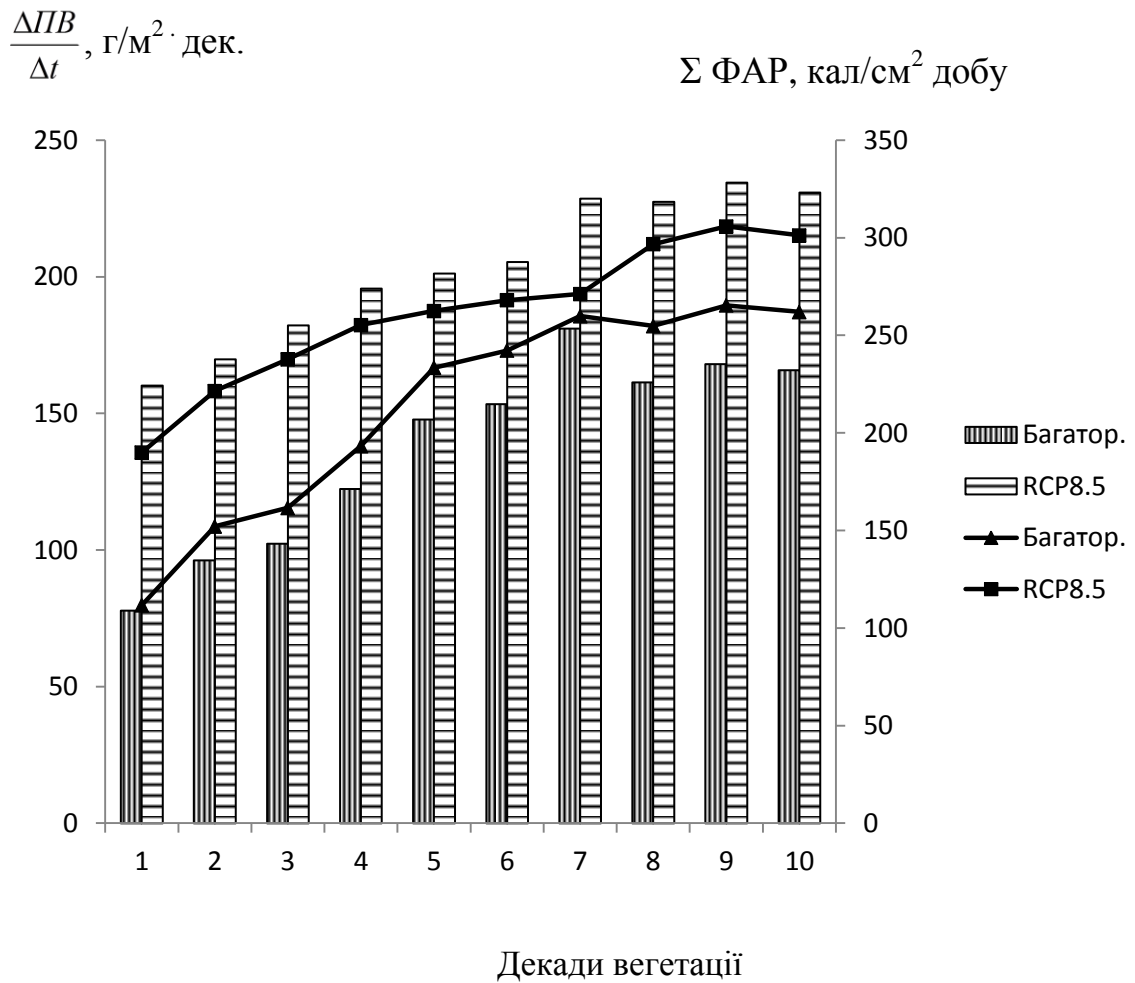


Рисунок 4.5 – Динаміка декадних приростів ПВ і сум ФАР (Σ ФАР) ярої пшениці за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та кліматичного сценарію RCP8.5 за 2021 – 2050 рр. в Миколаївській області

Якщо розглядати динаміку приростів ПВ за кліматичним сценарієм RCP8.5 (рис. 4.6) можна побачити, що прирости починаються з позначки $160 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$. У наступній декаді відзначається збільшенням, де рівень Δ ПВ становить $170 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$. Далі спостерігається плавний хід приростів ПУ до $205 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$. Максимальний приріст спостерігається на прикінці вегетаційного періоду, який складає $181 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$. Після максимального приросту ПВ у десятій декаді настає деяке зниження до $301 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$. – це період повної стиглості.

В Миколаївській області середня температура повітря (рис. 4.6) за кліматичним сценарієм RCP8.5 змінюється від $5,7$ до $20,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

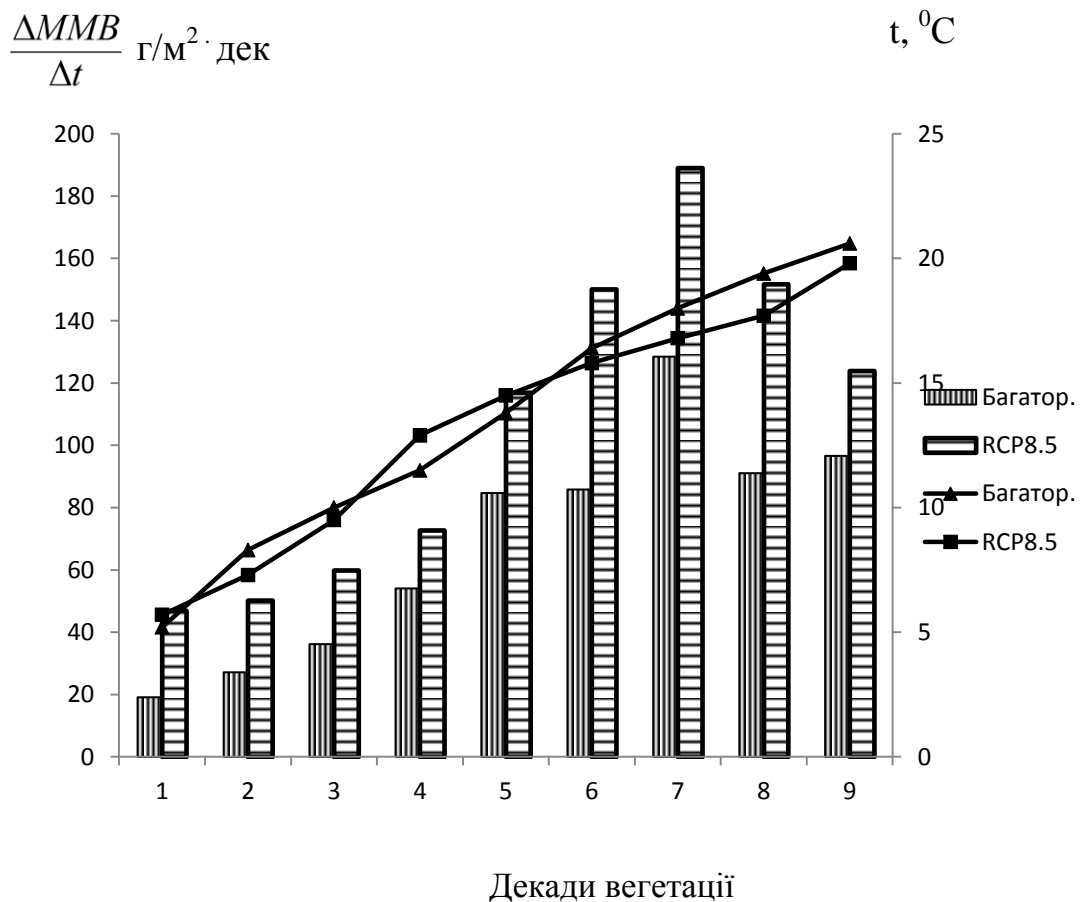


Рисунок 4.6 – Декадний хід приростів ММВ ($\frac{\Delta MMB}{\Delta t}$) ярої пшениці і характеристик теплового режиму за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та кліматичного сценарію RCP8.5 за 2021 – 2050 рр. в Миколаївській області

Впродовж всього життєвого циклу температурний режим майже не відрізнявся від сценарію RCP4.5 та базової величини, але було деяке зниження.

Хід кривої приростів МВУ за сценарієм RCP8.5 починається 47 г/м²·дек, зростаючи в наступній декаді до 50 г/м²·дек. З цього моменту спостерігається плавний хід приростів, і в сьомій декаді прирости на рівні МВУ становлять 189 г/м²·дек. – це максимальна величина для цього періоду. В восьмій декаді відзначається деяке зниження (рис. 4.6). і в фазу повна стиглість прирости МВУ складають 42 г/м²·дек.

Хід динаміки приростів дійсно-можливої урожайності (ДМВ) представлений на рис. 4.7. Її динаміка буде аналогічна динаміці приростів дійсно-можливої урожайності при середніх багаторічних даних, але рівень буде різним.

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

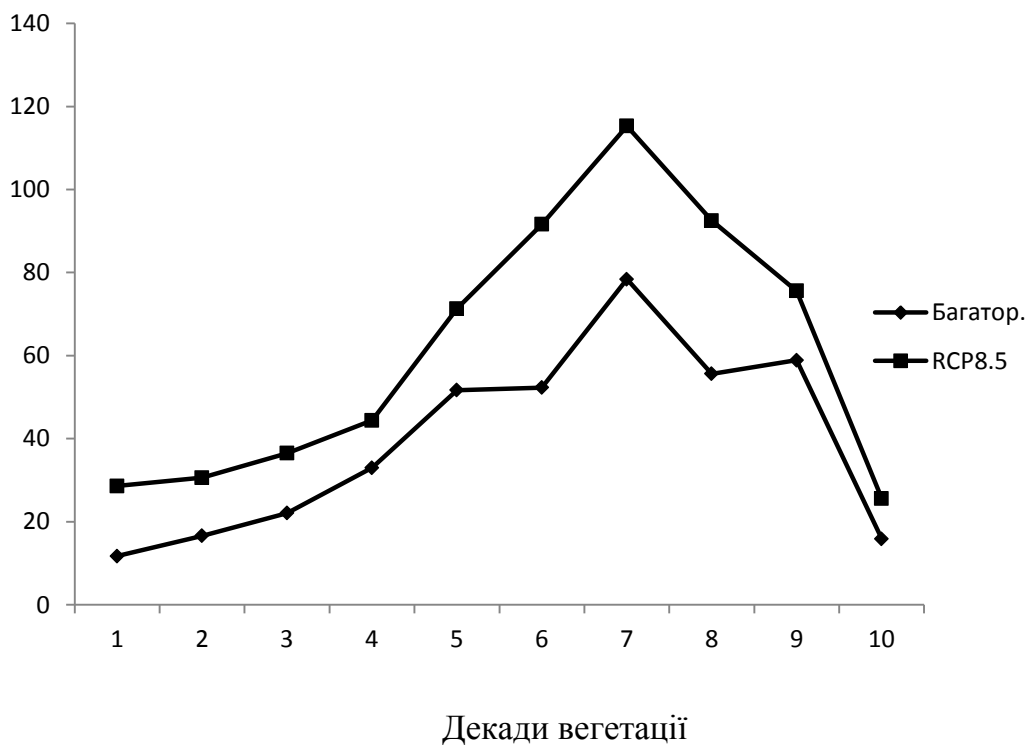


Рисунок 4.7 – Динаміка декадних приростів ДМВ ярої пшениці за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та кліматичного сценарію RCP8.5 за 2021 – 2050 рр. в Миколаївській області

За вегетаційний період для кліматичного сценарію RCP8.5 періоду 2021-2050 рр. максимальна величина $\Delta ДМВ$ становить $115 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$, то вона очікується вищою для сценарію RCP4.5 та середньої багаторічної величини.

Динаміка площі листя сценарію RCP8.5 повторює хід кривої середньо багаторічної величини, але максимальна величина настає трохи пізніше.

В першу декаду вегетації площа листя становить $0,229 \text{ м}^2/\text{м}^2$ (рис. 4.8).

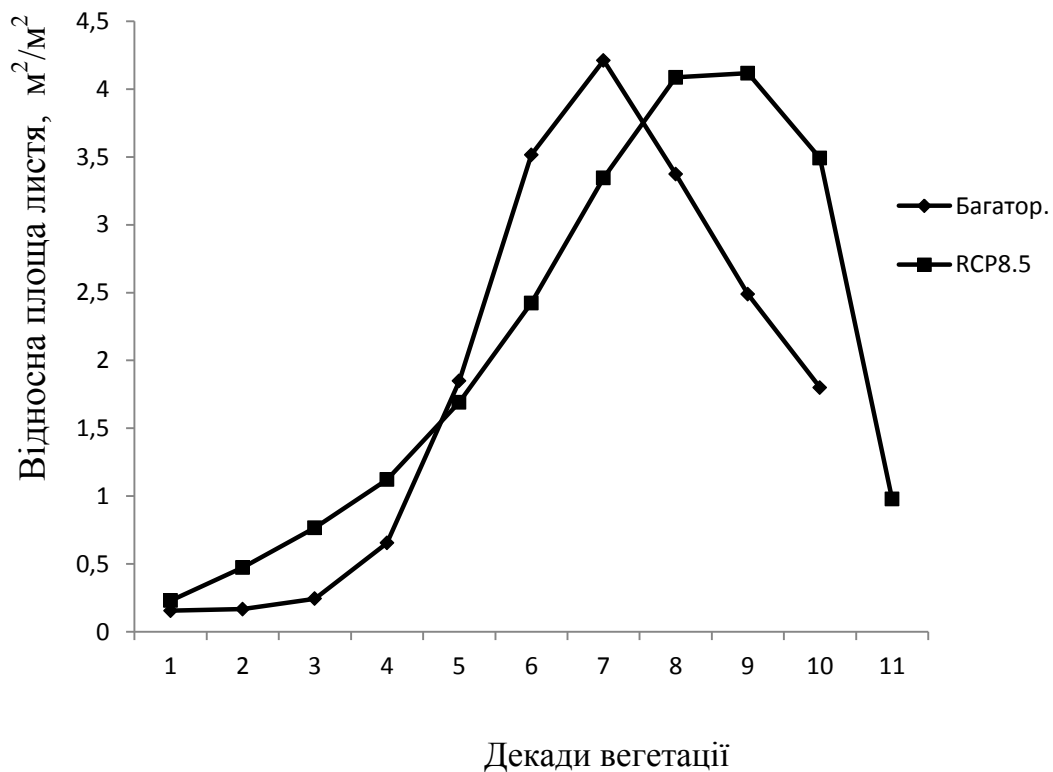


Рисунок 4.8 – Динаміка площі листя ярої пшениці за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних даних та кліматичного сценарію RCP8.5.

За сценарієм RCP8.5 площа листя зростає від декади до декади досягаючи максимальної величини в дев'яту декаду і складає $4,117 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Максимальна площа листя за сценарієм RCP8.5 буде більшою ніж в сценарії RCP4.5 та менше за базову величину. Потім спостерігається в фазу воскова – повна стиглість зниження до $0,979 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи можна зробити наступні висновки:

1. Вивчено фізико-географічне районування та агрокліматичні ресурси Миколаївської області.
2. Вивчені біологічні особливості ярої пшениці і її вимоги до факторів навколишнього середовища.
3. Вивчено технологію вирощування ярої пшениці.
4. По методу гармонійних вагів розраховано тренд урожайності ярої пшениці в Миколаївській області за період 1990 – 2016 рр. Лінія тренду вказує на те, що урожайність ярої пшениці по області має тенденцію до збільшення. Розраховано коефіцієнт сприятливості клімату за кожний рік. В 39 % років були несприятливі метеорологічні умови для зростання ярої пшениці і формування його урожайності, а в 61 % років - сприятливі. Середня за роки досліджень урожайність склала 16,4 ц/га та коливається в межах від 4,9 до 34 ц/га.
5. Вивчено сучасний стан моделювання продуктивності ярої пшениці.
6. Вивчено модель водно-теплового режиму та формування продуктивності ярої пшениці. Отримані параметри формування врожаю ярої пшениці на основі даних спостережень гідрометеорологічних та агрометеорологічних станцій і постів Миколаївської області.
7. Вивчено питання про зміну клімату та вплив на сільське господарство.
8. Аналіз тенденції впливу зміни клімату на темпи розвитку ярої пшениці в Миколаївській області виконано шляхом порівняння показників за базовий період (1986 – 2010 рр.) і розрахованих за кліматичними RCP4.5 та RCP8.5. за період 2021 – 2050 рр.
9. Виконано розрахунки та аналіз настання дат сівби та основних фаз розвитку ярої пшениці. В період з 1986 по 2010. Сівбу проводили в кінці

березня, в період з 2011 по 2050 сівба буде пізніше за сценарієм RCP5.5 на 2 днів, а за сценарієм RCP8.5 буде раніше на 3 дні.

В рахунок зміни термінів настання фаз розвитку ярої пшениці зміниться і тривалість його вегетаційного періоду. Вона зросте від 93 днів (середня багаторічна) до 105 днів в Миколаївській області.

10. Виконана оцінка агроекологічних категорій урожайності всієї сухої маси та урожаю зерна ярої пшениці. ПУ сухої маси ярої пшениці в Миколаївській області коливається від 1377 в базовий період до 2036 г/м² в сценарний RCP8.5; урожай зерна ярої пшениці у виробництві коливається від 18,1 до 27,9 ц/га

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/rus/2008/03/pdf/cline.pdf>
2. Шевченко П.Д., Зинченко В.Е. Растениеводство. Новочеркасск, 2012. 520 с.
3. Румянцев А.В., Глуховцев В.В., Кукушкина Л.А. Научные достижения в селекции сортов мягкой яровой пшеницы // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. №2 (14). С. 58-63.
4. Вошедский Н.Н., Гринько А.В. Выращивание яровой твердой пшеницы в условиях Ростовской области // Известие Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. №3 (59). С. 23-27.
5. Зинченко В.Е., Гринько А.В., Кулыгин В.А. Влияние элементов технологи на продуктивность яровой пшеницы в условиях обыкновенных черноземов // Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» 2017 №1 (21). 66с.
6. Гринько А.В. Эффективность почвенных гербицидов при смешанном типе засоренности кукурузы // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. №1. С. 30-33.
7. Адаменко Т.І., Кульбіда М.І., Прокопенко А.Л. Агрокліматичний довідник по території України. Кам'янець-Подільський: Галагодза Р.С., 2011. 108 с.
8. Воробьев С.А., Каштанов А.Н., Лыков А.М., Макаров И.П. «Земледелие» М.,1991. 527.
9. Воробьев С.А., Буров Д.И., Егоров Е. Е. и др. «Земледелие», М., 1972. 511с.
10. Каюмов М. К. Справочник по программированию урожаев. М.: Россельхозиздат, 1977. – 188 с.
11. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Ярий ячмінь. Рослинництво: підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. С. 183-210.

12. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Біологія і екологія сільськогосподарських рослин: підручник. Вінниця, 2013, 724 с.
13. Демидов О., Кавунець В., Сіроштан А., Гудзенко В., Хоменко С. Пропозиція. 2017. № 1. С. 76-80.
14. Обухов А.М. Урожайность и метеорологические факторы. М.: Госпланиздат, 1949. 316с.
15. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 152с.
16. Уланова Е.С., Сиротенко О.Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии. М.: Гидрометеиздат. 1980.
17. Барсукова О.А., Пивовар А. Вплив агрометеорологічних умов на формування врожаїв картоплі в Чернігівській області. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання аграрної науки», присвяченої 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС, 15 листопада 2018 р. / Редкол.: Непочатенко О.О. (відп. ред.) та ін. Київ: Видавництво «Основа», 2018. С 32-33.
18. Желтая Н.Н. Методическое пособие по составлению долгосрочных агрометеорологических прогнозов средней областной урожайности ярового ячменя в черноземной зоне Европейской территории СССР. – М.: отпечатано на множительном аппарате Гидрометцентра СССР, 1980.
19. Пономарев Б.П. Методическое пособие по составлению агрометеорологического прогноза средней областной урожайности яровой пшенице в степной и лесостепной зонах Западной Сибири. – М.: Гидрометеиздат, 1974.
20. Краснянская В.П. О предвычислении сроков наступления восковой спелости яровой пшеницы с большой заблаговременностью. //Труды ДВНИИ, 1978. – Вып. 74.

21. Родюшина Д.П. Метод прогноза урожайности яровой пшеницы для Западного Казахстана. // Труды КазНИГМИ, 1980. Вып. 70.
22. Кириличева К.В. Методическое пособие по составлению агрометеорологического прогноза средней областной урожайности яровой пшеницы в основной зоне ее возделывания. М.: отпечатано на множительном аппарате Гидрометцентра СССР, 1980.
23. Лубнин М.Г., Дервянко А.Н., Пятовская Л.К. и др. Методы прогнозов оптимальных сроков начала полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур. // Руководство по агрометеорологическим прогнозам. Т.1. Л.: Гидрометеиздат, 1984. С. 16 –29.
24. Пасов В.М. Методическое пособие по составлению прогноза урожая яровой пшеницы до сева. М.: Гидрометеиздат, 1980. 18 с.
25. Галямин Б.Н. О построении динамической модели формирования урожаяев. В кн.: Биологические системы в земледелии и лесоводстве. М.: Наука, 1974. С. 70 – 84.
26. Польвий А.М. Сільськогосподарська метеорологія: підручник. Одеса: «ТЕС». 2012. 626 с.
27. Полевой А.Н., Мызина Т.И. Методическое пособие по составлению агрометеорологического прогноза среднеобластной урожайности ярового ячменя в Нечерноземной зоне ЕТС. М.: Гидрометеиздат, 1976. 29 с.
28. Польвий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. Київ.: КНТ, 2007. 344 с.
29. Польвий А.М., Божко Л.Ю. Довгострокові агрометеорологічні прогнози. Київ: КНТ, 2007. 293 с.