

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра агрометеорології та
агроекології

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **Агрометеорологічні умови перезимівлі озимої пшениці**
в Поліссі

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

Освітня програма «Агрометеорологія»
(назва)

Кроча Катерина Анатоліївна
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник к.геогр.н., доцент

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

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

Рецензент к.геогр.н., доцент

Прокоф'єв Олег Милославович
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Одеса 2020 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут _____
Кафедра агрометеорології та агроекології _____
Рівень вищої освіти магістр _____
Спеціальність 103 «Науки про Землю» _____
(шифр і назва)
Освітня програма Агрометеорологія _____
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агрометеорології та агроекології

Польовий А.М.
«26» жовтня 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Крочі Катерині Анатоліївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Агрометеорологічні умови перезимівлі озимої пшениці в Поліссі

Керівник роботи Божко Людмила Юхимівна, к.геогр.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «16» жовтня 2020 року №194 «С»

2. Строк подання студентом роботи 07 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Агрокліматичні дані по областях Полісся: Волинській, Рівненській, Житомирській, Київській, Чернігівській. за 1995-2015 рр.; Кліматичні сценарії RCP 4.5, та RCP8.5.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Вивчити фізико-географічні умови зони Українського Полісся. 2. Ознайомитись з літературними джерелами щодо біологічних особливостей росту і розвитку озимої пшениці та формування її зимостійкості. 3. Описати модель оцінки агрокліматичних умов перезимівлі пшениці. 4. Дослідити умови осінньої вегетації та умови перезимівлі озимої пшениці в умовах змін клімату шляхом порівняння середніх багаторічних умов з умовами очікуваними за різними сценаріями. 5. Оцінити зміну агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці у зв'язку зі змінами клімату;

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

1. Графіки динаміки урожайності та відхилень урожайності від тренду;

2. Графіки динаміки волого-температурного режиму як середніх багаторічних так і очікуваних за змін клімату

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання. Вивчення літературних джерел і підготовка першого і другого розділу роботи	26.10.2020 р.- 05.11.2020 р.	90	5 (відмінно)
2	Розрахунки середніх багаторічних величин осіннього періоду і періоду перезимівлі та за сценаріями	06.11.2020 р.- 15.11.2020р	90	5 (відмінно)
	<i>Рубіжна атестація</i>	<i>16.11.2020 р. - 21.11.2020 р.</i>	90	5 (відмінно)
3	Робота з розрахунками, таблиці і графіки та аналіз отриманих результатів. Узагальнення отриманих результатів	22.11.2020 р. - 30.11.2020 р.	90	5 (відмінно)
4	Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складання протоколу і висновку керівника.	01.12.2020р. - 07.12.2020р.	90	5 (відмінно)
5	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	90,0	

Студентка

(підпис)

Кроча К.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Божко Л.Ю.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кроча К.А. Тема: «Агromетeоролoгiчнi умoви пeрeзимiвлi озимoi пшеницi в Полiссi»

В Україні, як і у світовому рослинництві, зернові культури займають найбільші посівні площі, що свідчить про їх виключно важливе продовольче, кормове і сировинне значення в народному господарстві. У народному господарстві України озима пшениця є основою сільськогосподарського виробництва.

Серед зернових культур пшеничне зерно найбагатше на білки. Вміст їх у зерні м'якої пшениці залежно від сорту та умов вирощування становить у середньому 13–15%. На врожайність озимoi пшеницi впливають умoви осiннього, зимoвого та весняно-лiтнього пeрiоду. Частo сувoрi умoви зимiвлi спричиняють загибeль посiвiв озимoi пшеницi.

Тому *метою* магістерської кваліфікаційної роботи є оцінка агрокліматичних умов осіннього періоду, умов перезимівлі озимих культур, а також вплив змін клімату на агрокліматичні умови вирощування озимoi пшеницi в областях Українського Полісся.

Для досягнення мети були вирішені такі *задачі*: дана характеристика умов осінньої вегетації; розраховані основні показники умов перезимівлі озимoi пшеницi, розраховані показники як середні за період з 1995 по 2016 рр, так і під впливом змін клімату до 2050 року.

Об'єкт дослідження. Агromетeоролoгiчнi умoви пeрeзимiвлi озимoi пшеницi в областях Українського Полісся.

Предмет досліджень. Вплив агromетeоролoгiчнiх умoв пeрeзимiвлi на стан озимoi пшеницi.

Методи дослідження. На основі багатолітніх гідрометeоролoгiчнiх та агromетeоролoгiчнiх даних за пeрiод з 1995 по 2016 рік проведено числовий експеримент на базі моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового, яка була модифікована та адаптована відповідно до біологічних особливостей озимoi пшеницi.

Отримані результати можуть бути використані в сільському господарстві України для оцінки умов перезимівлі пшениці в умовах зміни клімату при розробці технології вирощування, виборі сортів відповідно до кліматичної зони та інвестиційних можливостей господарств.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, бібліографічного списку та додатків. Ілюстрована таблицями і графіками

КЛЮЧОВІ СЛОВА: озима пшениця, агromетeоролoгiчнi умoви, польовий пeрiод пшеницi, пeрeзимiвлi, модель, клімат.

SUMMERY

Agrometeorological conditions of winter wheat overwintering in Polissya

Krocha K.A. is Theme: « Agrometeorological conditions of winter wheat overwintering in Polissi»

In Ukraine, as well as in a world plant-grower, grain-crops are occupied by most sowing areas, that testifies to their a food, feed and raw material value is exceptionally important in a national economy. In the national economy of Ukraine a winter wheat is basis of agricultural production. Among grain-crops wheat grain richer in all on albumens. Content them in grain of soft wheat depending on a sort and terms

Among grain-crops wheat grain richer in all on albumens. Their content in the grain of soft wheat, depending on the variety and growing conditions is on average 13-15%. On the productivity of winter wheat terms influence autumn, winter and spring summer to the period. Often the severe terms of wintering draw death of sowing of winter wheat. Therefore the purpose of master's degree qualifying work is an estimation of agroclimatic terms of autumn period, terms of overwintering of winter crops, and also influence of changes of climate, on For gaining end it was decided such tasks: this description of terms of autumn vegetation; the basic indexes of terms of overwintering of winter wheat, expected indexes both middle, are expected for period from 1995 to 2016rr and under act of changes of climate to 2050 year.

Object of study. Agrometeorological conditions of winter wheat overwintering in the regions of Ukrainian Polissya.

Article of researches. Influence of agricultural meteorology terms overwintering perezimivlya on the state of winter wheat.

Research methods. On the basis of long-term hydrometeorological and agricultural meteorology information for period from 1995 to 2016 a numerical experiment is conducted on the base of model of estimation of agroclimatic resources of forming of the productivity of agricultural cultures of A.M. Field, which was modified and adapted in accordance with the biological features of winter wheat. Can be drawn on the got results in agriculture of Ukraine for the estimation of terms of pere overwintering of wheat in the conditions of change of climate at to the climatic area and investment possibilities of economies. Qualifying work consists of entry, 3 sections, conclusions, bibliographic list and additions. Illustrated tables and graphic arts/

KEYWORDS: winter wheat, agricultural meteorology terms, field period of wheat, overwintering model, climate.

ЗМІСТ			
ВСТУП		6	
1	БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ТА ВИМОГИ ДО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА		9
	1.1	Біологічні особливості озимої пшениці	9
	1.2	Вимоги озимої пшениці до навколишнього середовища	11
	1.3	Технологія вирощування озимої пшениці	15
	1.4	Формування зимостійкості і морозостійкості озимої пшениці	16
2	АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПЕРЕЗИМІВЛІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В ПОЛІССІ		20
	2.1	Період осінньої вегетації	20
	2.2	Період перезимівлі. Температурний режим	22
	2.3	Сніговий покрив	23
3	ПЕРЕЗИМІВЛЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ		29
	3.1	Загальна характеристика моделі оцінки агрокліматичних ресурсів	29
	3.2	Оцінка умов осіннього періоду	34
	3.3	Перезимівля озимої пшениці в умовах змін клімату	38
ВИСНОВКИ		45	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		47	

ВСТУП

Пшениця – одна із найголовніших сільськогосподарських культур. Це головна продовольча культура для всього населення земної кулі. Вирощується пшениця більше ніж у 80 країнах світу. Зерно озимої пшениці має здібність утворювати клейковину, яка має дуже важливе значення для виготовлення хліба і хлібобулочних виробів, макаронів, манної крупи. Пшенична мука і продукти, виготовлені з неї, мають високу харчову цінність.

Перевага вирощування озимої пшениці полягає в тому, що з'являється можливість вирощувати її в регіонах з різними природно-кліматичними умовами, а також в тому, що врожайність її більш висока ніж у ярих форм, біологічний потенціал озимої пшениці на 15-20 % вищий ніж у ярих культур. Озима пшениця відноситься до найбільш цінних і врожайних зернових культур. Вона займає перше місце у світі за посівними площами і валовим збором зерна. На території України озима пшениця вирощується в усіх природно-кліматичних зонах і займає 40 % площі всіх зернових культур.

Пшениця має високу біологічну пластичність до умов вирощування і ціниться за високу поживність зерна. Зерно пшениці багате клейковиною, білками і багатьма іншими цінними речовинами. Пшеничний хліб відзначається високим вмістом білку (14%), вуглеводів (80%) [5].

Основні посівні площі озимої пшениці в Україні зосереджені в Лісостеповій та Степовій зонах. В Поліссі посівні площі коливаються від 10 до 20 % всієї посівної площі озимої пшениці в Україні.

Урожайність озимої пшениці залежить від великої кількості екологічних факторів як тих що безпосередньо використовуються рослинами; так і тих що впливають на життєдіяльність рослин.

Максимальному врожаю культури відповідає оптимальне значення усіх факторів [9]. Для озимої пшениці сприятливими є: оптимальні терміни сівби, сприятливі умови перезимівлі, оптимально волого – температурні показники весняно-літнього періоду, своєчасне внесення добрив і інші заходи.

В сприятливі за погодними умовами роки максимальні врожаї найпоширеніших в Україні сортів становлять 52 – 55 ц/га і вище.

Для забезпечення безперервного підвищення продуктивності озимої пшениці необхідні знання кліматичних ресурсів території її вирощування та врахування кліматичних особливостей, особливо за змін клімату, при плануванні розміщення посівних площ озимої пшениці в районах з найвищою врожайністю. При цьому немаловажне значення має застосування інтенсивних технологій вирощування та введення в експлуатацію нових високоврожайних сортів.

Найважливішим компонентом зерна озимої пшениці є білок. Його вміст може коливатися від 8 до 22%. Всі найважливіші життєві процеси людини я) пов'язані з білками. Замінити білки у харчуванні іншими речовинами неможливо. Крім того, зерно багате на вуглеводи та інші важливі мікроелементи.

В Україні пшениця є стратегічною зерновою культурою, важливою складовою зернового балансу.

Площі посівів під озимою пшеницею в Україні становлять біля 30% всіх орних земель. Найбільш сприятливі за умовами перезимівлі для вирощування озимої пшениці південні райони України. Але вирощується озима пшениця в Україні повсюди. Середня врожайність озимої пшениці коливається в межах 28–32 ц/га. Найвища врожайність 40–60 ц/га

одержується в роки із сприятливими погодними умовами тоді як провідні господарства збирають по 80-90 ц/га [8].

Але по роках врожаї озимої пшениці значно коливаються по території. Ці коливання пов'язані з погодними умовами кожного конкретного року. Особливо помітні ці коливання наприкінці минулого і в поточному столітті. Тому оцінка агрометеорологічних умов формування продуктивності озимої пшениці є важливою задачею як землеробів, так і науковців.

Загальна посівна площа озимої пшениці в Україні становить на 2016 рік: 273 тис. га, валовий збір зерна озимої пшениці склав 1 млн. 121 тис. тонн при урожайності 41,4 ц/га.

Метою кваліфікаційної магістерської роботи є вивчення біологічних особливостей озимої пшениці і її вимог до умов навколишнього середовища, оцінка умов перезимівлі озимої пшениці, тенденції зміни агрокліматичних ресурсів і агрокліматичних умов перезимівлі озимої пшениці за зміни клімату в Поліссі.

Дослідження виконувались на матеріалах паралельних агро- та метеорологічних спостережень, та умовами перезимівлі озимої пшениці по областях Українського Полісся; Волинській, Рівненській, Житомирській, Київській, Чернігівській за період з 1995 по 2017 рр. та розрахованих за моделлю А.М. Польового показниках умов перезимівлі за період з 2021 по 2050 рр.

Для озимої пшениці на фоні зміни кліматичних умов за розрахунковий період нами розглядалися такі варіанти:

- базовий період (1995 – 2017 рр.)
- кліматичні умови розрахункового періоду з 2021 по 2050 рр. за сценаріями RCP2.6, RCP4.5 RCP6.0, RCP8.5.

1 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ТА ВИМОГИ ДО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

1.1 Біологічні особливості озимої пшениці

Озима пшениця (*Triticum L.*) представлена великою кількістю видів різновидів, екологічних типів і форм. Всі види пшениці відносяться до однорічних трав'янистих форм.

Коренева система пшениці мочкувата, дуже розвинена. В залежності від умов коріння приликає на глибину до 1,5 – 2 м.

Стебло – соломина, яка складається із 5-7 міжвузлів. Висота стебла коливається від 50 до 200 см. Із бруньок у вузлі кущіння може утворюватись велика кількість стеблин.

Рослини пшениці утворюють прикореневі і стеблові листки в середньому від 7 до 12 шт. За інтенсивного кущіння може утворюватись до 100 листків.

Суцвіття колос. Колосови1 стрижень колінчатий, на кожному колінці утворюється по одному колоску.

Плід пшениці – зернівка. Її розміри в залежності від виду і сорту та умов вирощування коливаються як за довжиною - від 4 до 8 мм, так і за шириною – від 1 до 2,2 мм, товщиною від 1,5 до 3,5 мм. За розмірами зернівки визначається сорт пшениці. Маса одного зерна коливається від 15 до 88 мг. Для сортів, які вирощуються в Україні маса зерна коливається в межах 35-50 мг.

Найбільша частина зернівки – це ендосперм, в ньому зосереджено більше 95 % питомих речовин від загальної кількості, яка вміщується в зерні.

За будовою ендосперму пшениця поділяється на два види – тверду і м'яку. Тверда і м'яка пшениці розрізняються між собою за морфологічними ознаками та господарською цінністю. Ці види мають різні форми; ярі, напівозимі та озимі [5] .

В онтогенезі озима пшениця проходить наступні фенологічні фази розвитку: сходи, кущіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, дозрівання. При цьому перша фаза і початок другої відбуваються восени, інші – навесні. І влітку наступного року.

Оптимальні умови для проростання зерна озимої пшениці складаються за вологості ґрунту 60-70% від польової волого місткості і температурі повітря 12 – 20 °С. Сходи з'являються за появи першого дійсного листка і висоті проростка 3-4 см. Тривалість фази сходів може коливатись від 14 до 25 днів.

Фаза кущіння відзначається за появою шильця наступного листка із пазухи першого листка. Тривалість кущіння пшениці восени становить 25 – 30 днів, весною 30 – 35 днів. За осінній період може утворюватись від 3 до 7 пагонів.

Вихід у трубку (утворення стебел) починається через 30-40 днів після відновлення вегетації .В фазе виходу в трубку відбувається інтенсивне наростання вегетативної маси рослин.

Фаза колосіння відзначається з появою у рослин верхньої половини колосу із флангового листка. Колосіння настає на 25 – 30 день після виходу у трубку. Цей період органогенезу найважливіший для пшениці і називається критичним, бо у стані цієї фази рослини вимагають підвищеного мінерального живлення, особливо азоту.

Цвітіння починається через 2-3 дні після масового колосіння. Тривалість цвітіння становить 3-7 днів. Найбільш інтенсивне цвітіння

спостерігається вранці. Пшениця відноситься до самоопилювальних рослин, але може обпилюватись и перехресно.

Після обпилювання зерна починається фізіологічний процес формування зерна. Тривалість формування зерна – 10-14 днів. На кінець формування зерна вміст води скорочується до 65-70% а суха речовина збільшується до 25-30 %.

Молочна стиглість відзначається інтенсивним накопиченням мінеральних речовин в зерні. Наприкінці фази сухі речовини становлять до 90 . Тривалість цієї фази становить 5-8 днів.

Воскова стиглість відзначається зміною кольору зерна = від зеленого до жовтого. Вологість зерна в цей період зменшується до 20-22 %.

Повна стиглість настає, коли зерно твердіє . В цю фазу зерно втрачає зв'язок з материнською рослиною. Стебло жовтіє і зовсім засихає. Вміст води в зерні зменшується до 15-16 % і нижче [5, 8,9].

1.2 Вимоги озимої пшениці до навколишнього середовища

Світло. Озима пшениця, як і інші зернові культури, відноситься до рослин довгого світлового дня. Світлова стадія в озимої пшениці проходить при подовженому дні та підвищеній температурі при умові закінчення стадії яровизації.. Період до виколошування у озимої пшениці при подовженні денного освітлення скорочується відповідно до тривалості додаткового освітлення. Вплив світла (подовження дня) на скорочення періоду розвитку озимої пшениці виявляється лише при температурі вище 5°C.

Нормальний розвиток генеративних органів та утворення значної кількості зерен у колосі забезпечується оптимальною тривалістю денного освітлення та достатнім фосфорним і калійним живленням рослин. Сума середньодобових температур за період від виходу в трубку до колосіння при

15-годинній тривалості денного освітлення коливається в межах 380...400°C.

Сонячне світло сприяє інтенсивному фотосинтезу, в результаті чого утворюється органічна речовина, рослини добре ростуть, гарно кущаться та розвиваються.. Воно також сприяє закладці органів плодоносіння зерна, накопиченню в ньому білків, вуглеводів і т.ін

Тепло. Зерно озимої пшениці може проростати за температури 1...4°C. Швидко сходи з'являються за температури 15...18°C. Після сівби в осінній період оптимальні умови для проростання насіння озимої пшениці спостерігаються за вологості орного шару ґрунту більше 30 мм тобто 60-70 % від польової волого місткості. За таких умов насіння озимої пшениці проростає через 4-6 днів.

За оптимальної вологості ґрунту швидкість розвитку рослин визначається рівнем заглиблення насіння та температурою повітря. За період від сівби до сходів озима пшениця потребує 67 °C ефективних температур вище 5 °C. За оптимальних умов сходи з'являються на 7-9 день після сівби.

Куціння озимої пшениці восени настає при накопичення сум ефективних температур 134°C , а сума активних температур від сівби до куціння становить 500 - 550°C . Після переходу температури повітря через – 3...5 °C вегетація озимої пшениці припиняється і пшениця вступає в період зимового покою, який закінчується датою переходу температури повітря через 5 °C навесні. В період перед припиненням вегетації пшениця добре почувається за сухої ясної погоди і температури повітря вдень 10-12 °C зі зниженням температури вночі до 0 °C і нижче. Такий температурний режим сприяє загартуванню рослин і підвищує їх зимостійкість.

Ріст і розвиток рослин в осінній період значною мірою залежить від глибини закладки вузла куціння, яка визначається в= залежить від

величини насіння, щільності та структури ґрунту, якості підготовки ґрунту, температури і вологості.

Загартування рослин озимої пшениці інтенсивно відбувається за температури повітря вдень 10-12 °С зі зниженням вночі до 0°С и нижче. Необхідною умовою для доброї перезимівля озимої пшениці є утворення 3...6 пагонів куцистості перед припиненням вегетації. Перерослі рослини погано загартовуються і в період перезимівлі гинуть.

Весною після відновлення вегетації рослини продовжують рости. І оптимальною температурою для розвитку пшениці є температура. Високі температури навесні несприятливі для рослин озимої пшениці. Сума середніх добових температур , необхідних для настання фази виходу у трубку становить біля 300 °С.

За сприятливих умов тепло і волого забезпечення колосіння озимої пшениці настає через 30-32 дні. Сума середніх за добу температур від виходу в трубку до колосіння становить 380-500°С [10, 11].

Волога. Потреба у волозі озимої пшениці досить висока і становить від 1500 до 4000 т. в залежності від вологозабезпеченості. В період сівби озимої пшениці в шарі заглиблення насіння (0-10 см) сприятливі запаси вологи 10мм. При запасах вологи менше 5 мм сівбу затримують до появи дощу. Інтенсивне куціння рослин відбувається за наявності вологи в орному шарі ґрунту 30 мм і вище. Добра вологозабезпеченість рослин вологою восени сприяє добром загартуванню рослин и формуванню більшої кількості зерна і меншому – соломи.

У весняний період від відновлення вегетації до колосіння рослини озимої пшениці витрачають біля 70 % води, необхідної за вегетацію, а в період цвітіння – воскова стиглість – 20 %. Найвища продуктивність озимої пшениці спостерігається за вологості ґрунту у метровому шарі на рівні 70-75 % найменшої волого місткості. Найбільша кількість води витрачається в період від початку росту стебел до колосіння. Критичний

період у розвитку озимої пшениці по відношенню до вологи спостерігається за 15 днів до колосіння і триває ще 6-7 діб після масового настання фази колосіння. Ґрунтова посуха в цей період спричиняє щуплість зерна, а високі температури спричиняють такі явища як запал і захват зерна.

Вимоги до ґрунтів. Озима пшениця відзначається підвищеними вимогами до родючості ґрунтів. Агрохімічні і водно-фізичні властивості ґрунтів дуже впливають на ріст і розвиток озимої пшениці. Найбільш відповідні для неї ґрунти з міцним гумусовим горизонтом, хорошою структурою і глибоким заляганням галечника і ґрунтових вод. Цим вимогам більше всього відповідають чорноземи. За високої агротехніки навіть без добрив чорноземи здатні при зрошуванні забезпечувати урожаї зерна 30-45 ц/га. Проте найбільшу продуктивність рослини проявляють при внесенні добрив. Важливе значення має також правильне чергування культур в сівозміні, включення в їх склад посівів багаторічних трав і зернобобових культур, раціональна система обробки ґрунту, регулювання водного режиму і організація поливів.

Добрими ґрунтами для озимої пшениці також є темно-сірі лісові середньо суглинкові нейтральні (рН 6...7,5) ґрунти. Низькі врожаї озимої пшениці формуються на малородючих супіщаних, кислих, засолених і заболочених ґрунтах. Найбільше поживних речовин рослини озимої пшениці споживають у весняно-літній період.

В різні періоди розвитку рослин споживання питомих речовин різне. Найчастіше добрива вносяться перед сівбою, а у весняно-літній період вноситься підживлення, переважно азотні добрива. Від виходу у трубку до колосіння і цвітіння підживлення калійними добривами [16].

1.3 Технологія вирощування озимої пшениці

Терміни сівби озимої пшениці відрізняються і залежать від сорту та розмірів посівної площі, а також від термінів збирання попередників, погодних умов і стану ґрунту. Перед сівбою ґрунт обробляється дисковими боронами, потім вносяться добрива.

Сівба виконується сполошним рядовим, перехресним та вузькорядним способами. Після сівби ґрунті необхідно прикочувати для затримання вологи і боронування для знищення ґрунтової кірки. Середні норми висіву насіння 3,5 – 7 млн. зерен на гектар. Заглиблення насіння від 3 до 6 см в залежності від типу ґрунту.

Догляд за посівами озимої пшениці – це комплекс заходів, які спрямовані на боротьбу з бур'янами, додаткове підживлення, обробку посівів від хвороб і шкідників. Найчастіше посіви ушкоджуються іржею, мучнистою россою, кореневою гниллю, головнею, бактеріозом. Серед шкідників найпоширеніші жук-кузька, злакова муха, хлібна п'явиця, жужелиця.

Встановлено, що основними засобами управління процесом формування продуктивного стеблостою і інших елементів продуктивності озимої пшениці є комплекс агротехнічних заходів осіннього періоду, включаючи вибір попередників, засобів і термінів сівби, передпосівну обробку ґрунту і насіння, внесення оптимальних доз добрив під основну обробку, боротьбу з шкідниками та хворобами. Крім того, в період весняно – літньої вегетації необхідно дотримуватись регулярного догляду за посівами і своєчасно вносити підживлення та боротись з бур'янами, шкідниками і хворобами.

Збирання озимої пшениці починається у фазі воскової стиглості за вологості насіння не більше 28%. Збирання проводиться прямим і роздільним комбайнуванням. Роздільним комбайнуванням збираються

посіви, які нерівномірно визрівають. Збирання врожаю проводиться до повного висихання колосу з метою зменшення втрат врожаю.

Важливу роль відіграє впровадження нових інтенсивних технологій при вирощуванні озимої пшениці. Одним із таких заходів є підвищення кількості внесення мінеральних добрив, тому що значна експлуатація ґрунті призводить до їх виснаження. Другим фактором, що впливає на врожайність пшениці є хімічні заходи захисту рослин від шкідників і хвороб [17].

1.4 Формування зимостійкості і морозостійкості озимої пшениці

Взимку часто на території України спостерігається загибель озимої пшениці. Найчастіше гинуть посіви у східних областях і в Поліссі приблизно два – три рази на 10 років. Це спричиняє недобір зерна і вимагає додаткових затрат на заміну втрачених посівів, повторну обробку полів, зайві витрати пального і та інш. Проблема зимо і морозостійкості озимих посівів є однією із головних задач в економіці сільськогосподарського виробництва. Важливе значення у вивченні причин загибелі озимини відіграють прогресивна виробнича практика і агротехніка вирощування рослин [15].

За визначенням [16] терміни морозостійкість і зимостійкість рослин мають не однакове значення. Морозостійкість рослин – це стійкість рослин до низьких від’ємних температур, а зимостійкість – це здатність рослин протистояти комплексові несприятливих умов, які складаються в осінній, зимовий та ранньовесняний періоди перебування рослин у полі. І зимостійкість і морозостійкість рослин впродовж всього польового періоду озимої пшениці не залишаються постійними. Встановлено, що вимерзання рослин відбувається внаслідок несприятливого впливу на живу клітину рослини таких факторів як механічна дія льоду і обезводжування її.

Зимостійкість і морозостійкість озимої пшениці – досить складний фізіологічний процес, який залежить як від генотипу сорту, так і від умов навколишнього середовища. Умови навколишнього середовища це фактор нерегульований тому підвищення зимостійкості рослин можливе тільки шляхом селекційного впливу за використання біологічних особливостей а також використання селекційних методів і заходів. Вирішення проблеми підвищення зимо і морозостійкості досить складна задача через те, що наявні досить тісні зв'язки між продуктивністю рослин і стійкістю будь-якого сорту до несприятливих умов перезимівлі [15]. Крім того, сорти озимої пшениці повинні мати також інші адаптивні признаки: стійкість до засух, стійкість до шкідників і хвороб а також щорічно формувати високий і стійкий врожай

Стійкість рослин до несприятливих умов взимку формується впродовж осіннього періоду вегетації – від сівби до припинення вегетації, яка настає при переходу температури повітря через 5 °С. В цей період в рослинах відбувається ціла низка складних біохімічних процесів, які сприяють загартуванню рослин. Тумановим було встановлено ,що загартування рослин відбувається у дві фази: перша – за температури повітря 8...10 ° С вдень і майже біля 4 ° С вночі; друга – за середньої температури повітря від 0 ° С до 5 ° С. В першу фазу загартування у вузлах кущіння накопичуються цукор (вуглеводи), вміст якого на кінець фази загартування становить до 30 % загальної маси сухої речовини. В другу фазу відбувається втрата води рослинами і підвищується концентрація розчинного цукру, зменшується вміст вільної води і збільшується вміст зв'язаної води, котра замерзає лише за критичних температур. При сприятливих умовах проходження двох фаз загартування рослини озимої пшениці можуть витримувати мінімальну температуру до – 18...- 20 ° С.

Вважається , що на формування і морозо і зимостійкості рослин озимої пшениці великий вплив мають терміни сівби озимої пшениці. Достеменно

встановлено, що терміни сівби мають комплексний вплив на рослини, за ранніх термінів сівби посіви переростають і більше пошкоджуються шкідниками і хворобами, що в майбутньому буде супроводжуватись несприятливими умовами у подальший період розвитку рослин і формування їх продуктивності.

Сівба рослин в оптимальні терміни забезпечує їх відповідним температурним режимом і вологою, що сприяє швидкому і дружньому появі сходів та формуванню оптимальної кущистості рослин.

Сприятливі умови для сівби настають за середньодобової температури 14...16 °С, достатній вологозабезпеченості, а тривалість періоду осінньої вегетації не перевищує 45 – 55 днів. Такі умови сприяють утворенню двох – трьох пагонів на момент припинення осінньої вегетації.

В останні десятиріччя внаслідок глобальних і регіональних кліматичних змін терміни сівби озимих культур настають пізніше. Крім того, підвищення температури в період сівби і осінньої вегетації а також зменшення кількості опадів спричиняють несприятливі умови для доброго розвитку озимої пшениці.

Глобальне потепління і зв'язане з ним підвищення посушливості території спричиняє і зміну термінів сівби озимих культур. Це говорить про те, що для врахування дії потепління клімату на формування морозо і зимостійкості озимої пшениці необхідне проведення наукових досліджень по оптимізації термінів сівби озимих культур з метою достатнього їх розвитку на момент припинення вегетації та захисту посівів від шкідливих організмів і визначення міри ефективності ступеню інтенсивності впливу агротехнічних заходів на врожайність і якість зерна [16].

На сьогодні переважна більшість вчених вважає, що треба віддавати перевагу пізнім термінам сівби, як більш сприятливим для формування у рослин високої морозостійкості.

Крім термінів сівби на формування високої морозостійкості і зимостійкості також має великий вплив попередники. Найкращим попередником при цьому є чорний пар в зонах достатнього зволоження і в зоні недостатнього зволоження - непарові попередник. Серед яких небажані кукурудза, рапс, соняшник, соя [17].

2 АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПЕРЕЗИМІВЛІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В ПОЛІССІ

2.1 Період осінньої вегетації

Як було сказано вище, умови перезимівлі озимої пшениці значною мірою залежать від термінів сівби озимої пшениці і агрометеорологічних умов, які складаються в період від сівби до припинення вегетації. В таблиці 2.1 представлені середні багаторічні за період 1995 – 2015 роки терміни сівби, дати припинення вегетації озимої пшениці по областях Поліської зони України, тривалість осіннього періоду вегетації, суми ефективних температур за період та запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту.

Таблиця 2.1 – Середні багаторічні дані за період вегетації озимої пшениці восени в Поліссі

Області	Середні багаторічні дати		Тривалість осіннього періоду, вегетації, дні	Кущистість на припинення вегетації, пагони	Сума ефективних температур за період, °С	Середні за період запаси продуктивної вологи в шарі 0-20 см, мм
	сівби	припинення вегетації				
Волинська	16.09	2.11	46	>6	426	36
Рівненська	14.09	3.11	49	>6	428	34
Житомирська	17.09	4.11	47	6	403	35
Київська	19,09	3,11	45	6	386	33
Чернігівська	6.09	23.10	46	6	364	34

Як видно із табл. 2.1 в осінній період майже в усіх областях досліджуваної зони запаси продуктивної вологи в середньому за період

осінньої вегетації були достатніми для розвитку рослин. Температура повітря теж була оптимальною тому на дату припинення вегетації більшості областей утворилось 6 пагонів. У Волинській і Рівненській областях рослини пшениці закінчили вегетацію перерослим, а отже менш стійкими до несприятливих умов зими.

Динаміка морозостійкості у всіх озимих культур та їх сортів при стійкому характері зимових умов погоди підпорядковується певній закономірності, зумовленій сезонним ходом температури повітря верхнього шару ґрунту восени. При зниженні температури повітря восени і в першій половині зими зимостійкість усіх сортів озимих культур підвищується, в середині зими досягає максимального значення, а потім, при підвищенні температури повітря і ґрунту в другій половині зими і особливо навесні падає. Стійкість озимої пшениці до небезпечних морозів залежить від значення критичної температури вимерзання. Восени у момент зниження середньої добової температури повітря наприкінці осені до 5 °С і після проходження рослинами першої фази загартування критична температура вимерзання озимих культур близька до -10, -12 °С. Після переходу температури повітря через 0 °С і зниження температури ґрунту на глибині вузла кущіння до -2, -5 °С, коли рослини проходять другу фазу загартування, морозостійкість їх значно підвищується. При сприятливих умовах зимівлі (температура ґрунту на глибині вузла кущіння -6, -8 °С) морозостійкість рослин з другої половини грудня до кінця лютого буває близькою до оптимального значення її для даного сорту. Найвища морозостійкість озимих культур в цей період (-20, -22 °С) пояснюється глибоким станом зимового спокою, викликаного низькими температурами повітря і ґрунту [4. с. 112]. У березні при підвищенні температури ґрунту і порушенні стану вимушеного спокою у рослин морозостійкість поступово знижується і критична температура їх вимерзання сягає її значення восени (-10, -12 °С).

2.2 Період перезимівлі. Температурний режим

Основними показниками умов перезимівлі озимих культур є: мінімальна температура повітря, висота снігу, глибина промерзання ґрунту, сума від'ємних температур повітря за зимовий період. Інтегральним показником перезимівлі озимих культур є мінімальна температура ґрунту на глибині вузла куціння. По областях були проаналізовані ряди спостережень за цими показниками. Як видно із табл. 2.2 в середньому багаторічному від'ємні температури повітря спостерігались на рівні $-16...-17$ °С вже у жовтні в усіх областях. В листопаді значення його підвищилось і в середньому по Полісся він становив $-18...-19$ °С. Найнижчий абсолютний мінімум температури повітря за зиму спостерігався в усіх областях у січні і, особливо, в лютому.

Таблиця 2.2 – Середній із абсолютних мінімумів температури повітря, °С

Області	X	XI	XII	I	II	III
Волинська	-16	-18	-23	-28	-30	-18
Рівненська	-17	-19	-23	-29	-30	-18
Житомирська	-17	-18	-24	-29	-29	-18
Київська	-17	-18	-24	-29	-30	-19
Чернігівська	-17	-19	-24	-30	-31	-20

Найнижчими абсолютними мінімумами характеризувалась Чернігівська область. Майже впродовж всього холодного періоду мінімальні температури повітря тут були нижчими на 1-2 °С ніж в інших областях Полісся. Порівняно м'який температурний режим спостерігався у Волинській та Рівненській областях області.

Слід відзначити, що і в березні місяці абсолютний мінімум температури повітря теж досить низький -18... -20 °С.

Негативний вплив низьких температур на зимуючі рослини пом'якшує сніговий покрив, який виконує для рослин роль ковдри.

2.3 Сніговий покрив

Як видно із табл. 2.3 сніговий покрив в областях Полісся розповсюджується нерівномірно. Як по тривалості залягання, так і середній висоті і вмістові води в снігу. Найраніше сніговий покрив утворюється в Київській та Чернігівській областях, пізніше приблизно на 1 тиждень - в областях північно-західного Полісся.

Таблиця 2.3 - Характеристика снігового покриву

Область	Кількість днів зі снігом	Запас води в снігу	Дата утворення снігового покриву			Дата сходу снігу		
			серед.	рання	пізня	серед.	рання	пізня
Волинська	92	46	20.12	10.11	4.02	14.03	24.02	17.04
Рівненська	92	48	23.12	12.11	2.02	14.03	22.02	18.04
Житомирська	95	41	22.12	10.11	4.02	15.03	23.02	15.04
Київська	102	58	17.12	31.10	12.02	14.03	17.02	18.04
Чернігівська	102	48	19.12	2.11	9.02	16.03	24.02	11.04

Середня висота снігу найбільша в Київській області, також і найвищий запас води в снігу. Дата сходу снігового покриву майже в усіх областях Полісся однакова і в середньому спостерігається в середині другої декади березня.

Ґрунт на досліджуваній території починає промерзати в північно – західних областях Полісся в грудні, відтає – наприкінці лютого; в центральних і північно-східних починає промерзати наприкінці листопада і відтає у березні. За зиму середня глибина промерзання коливається від 24 см до 141 см, становлячи в середньому 24 – 93 см. Найхолодніша зима у Чернігівській області.

Таблиця 2.4 – Глибина промерзання ґрунту під озимою пшеницею

Області	М і с я ц і					За зиму		
	XI	XII	I	II	III	середня, см	найменша, см	Найбільша см
Волинська.	-	19	29	41	-	51	22	110
Рівненська	-	32	54	64	-	74	48	111
Житомирська	5	26	36	40	24	24	25	80
Київська	6	32	58	82	62	59	32	82
Чернігівська	16	44	68	86	60	93	24	141

Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння є комплексною характеристикою умов перезимівлі. Як видно із (табл.2.5) в січні і перших двох декадах лютого значення абсолютного мінімуму бувають вищими від критичної температури вимерзання озимої пшениці.

Починаючи з другої декади грудня до другої декади лютого в областях Полісся мінімальна температура ґрунту опускається нижче критичної температури вимерзання.

Середня багаторічна температура ґрунту на глибині вузла кущіння рослин (табл. 2.5) не може бути цілком надійним показником умов перезимівлі.

Таблиця 2.5 - Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння

Область	Грудень			Січень			Лютий			За зиму
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Волинська	-10	-11	-8	11	-19	-14	-11	-9	-5	-11
Рівненська	-8	-10	-8	-4	-11	-10	-14	-6	-6	-10
Київська	-6	-13	-11	-11	-15	-14	-15	-10	-10	-12
Житомирська	-8	-10	-11	-11	-17	-15	-11	-10	-10	-13
Чернігівська	-9	-11	-5	-11	-19	-18	-16	-11	-10	-14

Для більш детальної характеристики умов перезимівлі було досліджено також абсолютні мінімуми температури ґрунту на глибині вузла кущіння (табл. 2.6). Для повної характеристики умов перезимівлі також важливу роль відіграє значення абсолютного мінімуму температури ґрунту на глибині вузла кущіння (табл. 2.6).

Як видно із (табл. 2.6) в січні і перших двох декадах лютого значення абсолютного мінімуму бувають вищими від критичної температури вимерзання озимої пшениці. Починаючи з другої декади грудня до другої декади лютого включно в областях Полісся мінімальна температура ґрунту опускається нижче критичної температури вимерзання.

Таблиця 2.6 - Абсолютний мінімум температури ґрунту на глибині вузла кущіння

Області	Грудень			Січень			Лютий		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Волинська	-15	-17	-18	-18	-19	-19	-19	-18	-15
Рівненська	-14	-17	-17	-18	-19	-19	-19	-18	-14
Житомирська	-13	-14	-13	-18	-19	-19	-19	-17	-14
Київська	-15	-16	-17	-19	-19	-20	-20	-19	-15
Чернігівська	-16	-18	-18	-19	-20	-21	-21	-19	-17

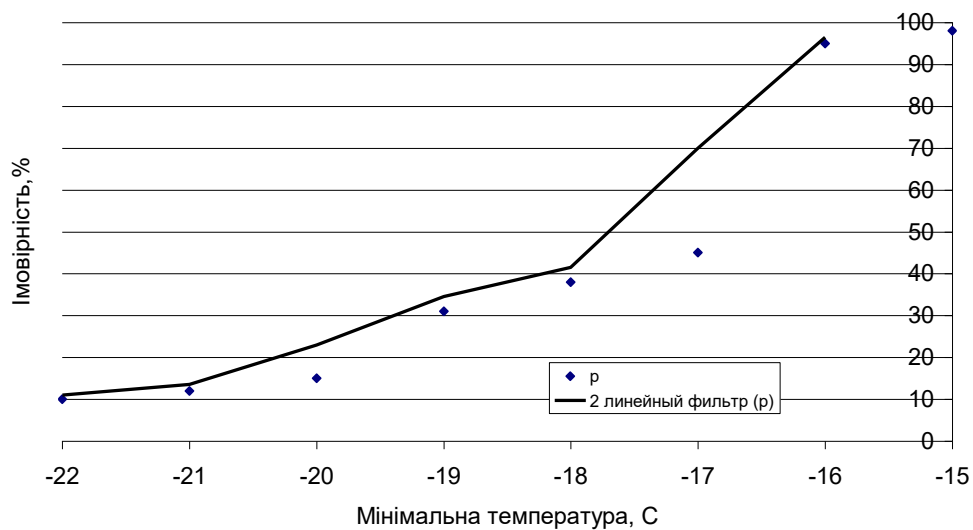


Рисунок 2.1 - Повторність років (%) з мінімальною температурою ґрунту на глибині вузла кущіння

Була розрахована імовірність абсолютних мінімумів на глибині вузла кущіння по областях Полісся. Встановлено, що імовірність дуже низьких абсолютних мінімумів $-21\dots-25$ °С становить біля 8% в Чернігівській

області, Київській і Житомирській - 7 %, , та 5 % у Рівненській та Волинській. Імовірність абсолютних мінімумів на рівні критичної температури вимерзання $-16...-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ становить відповідно 14 % та 13%.

Для умов перезимівлі зернових культур велику роль відіграє сніговий покрив. В областях Полісся стійкий сніговий покрив утворюється наприкінці грудня і звільняє поля від снігу в середині березня. По роках дати встановлення і звільнення полів від снігу коливаються як і коливається потужність снігового покриву. В деякі роки сніговий покрив не забезпечує збереження озимих від вимерзання у зв'язку з його нерівномірним розподілом по полях.

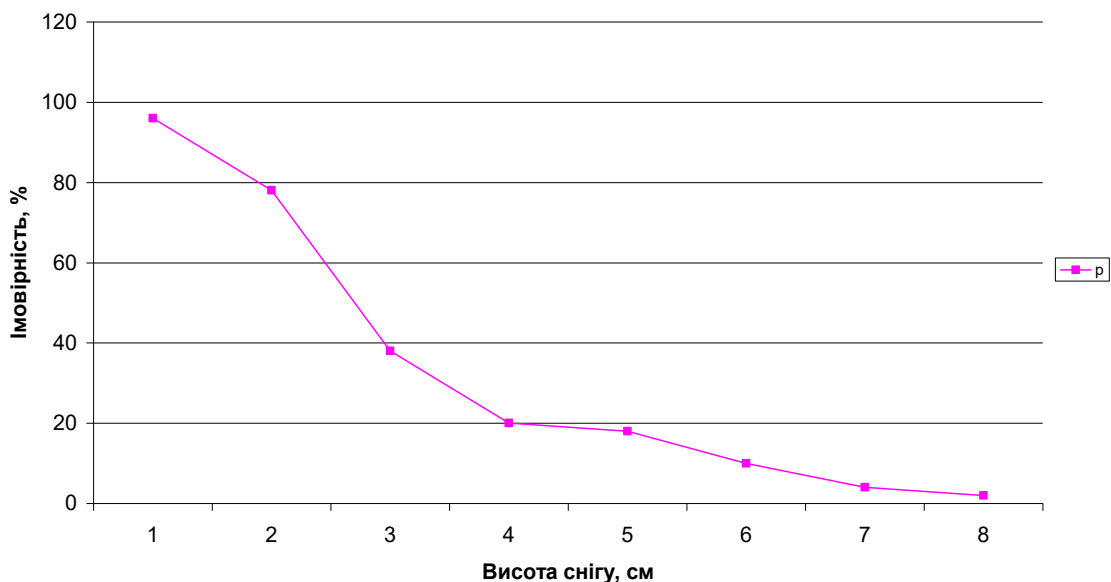


Рис. 3.3 Імовірність років з висотою снігу в Чернігівській області

Рисунок 2.2 - Імовірність років з різною висотою снігу в Чернігівській області

Пошкодження озимої пшениці від вимерзання в Поліській зоні частіше спостерігаються в Чернігівській, північних районах Сумської і Київської областей. В інших областях Полісся пошкодження озимої пшениці від вимерзання спостерігається раз у 7-8 років і коливається в середньому від 10 до 20 %.. Високий сніговий покрив (товщина снігу більше 30 см) і тривале

його залягання в купі з прохолодною тривалою весною спричиняють пошкодження посівів озимої пшениці від випрівання і вимокання, яке спостерігається в областях Полісся один раз у 6 років.

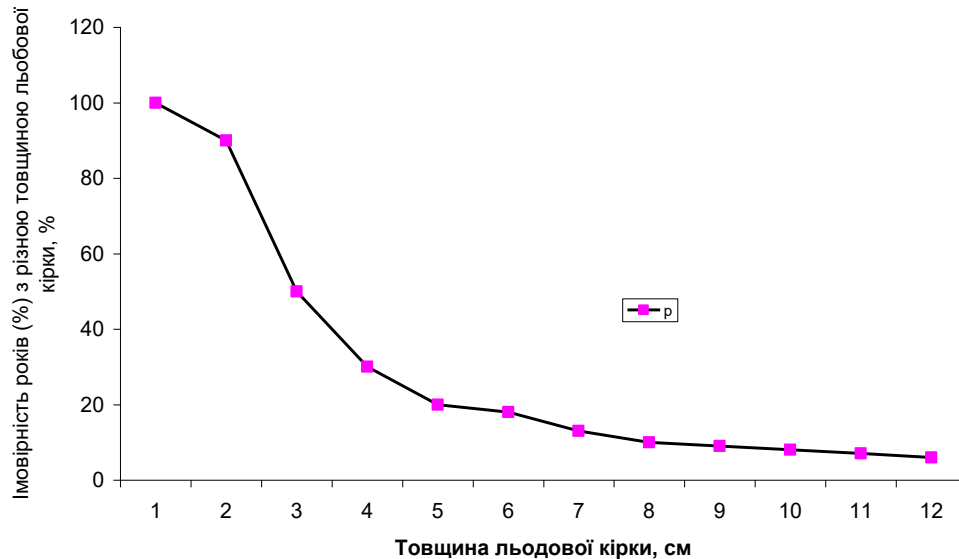


Рисунок 2.3 - Ймовірність товщини льодової кірки і Чернігівській області.

В умовах глобального потепління, яке спостерігається під впливом змін клімату, відбуватимуться зміни умов перезимівлі озимої пшениці.

Відповідно до даних тривалість фаз розвитку для озимої пшениці в середньому відповідно складає:

- для фази проростання – 7 – 8 днів;
- для фази куціння – 47 днів;
- для фази виходу в трубку – 22 - 30 днів ;
- для фази колосіння – 8 днів;
- для фази цвітіння – 3 – 6 днів;
- для фази дозрівання – 45-52 днів;
- всього близько 310 днів.

3 ПЕРЕЗИМІВЛЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

3.1 Загальна характеристика моделі оцінки агрокліматичних ресурсів

Згідно з першим принципом – максимальної продуктивності – рослини та фітоценози в природних умовах мають максимальну в існуючих умовах продуктивність, а також максимальний коефіцієнт корисної дії (ККД) використання фотосинтетичній активної радіації (ФАР). Згідно з другим принципом – відповідні умови – максимальна продуктивність і висока врожайність забезпечуються шляхом створення умов, які задовольняють потребам рослин.

На основі концепції максимальної продуктивності Тоомінга Х.Р. і результатів моделювання формування урожаю, отриманих в роботах Польового А. М. [2, 19, 24], була розроблена модель формування урожаю сільськогосподарських культур, яка призначена для оцінки продуктивності клімату України. Для більш детальної оцінки агрокліматичних умов за крок моделі прийнято декаду.

Модель має блокову структуру і вміщує шість блоків (рис. 3.1):

- блок вхідної інформації;
- блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму;
- блок функції впливу фази розвитку і метеорологічних чинників на продуктивний процес рослин;
- блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням;
- блок агроєкологічних категорій врожайності;

- блок узагальнюючих оцінкових характеристик.



Рисунок 3.1 Блок – схема базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів

Блок агроекологічних категорій врожайності.

Приріст потенційної врожайності за декаду визначається залежно від інтенсивності ФАР і біологічних особливостей культури з урахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації:

$$\frac{\Delta PУ^j}{\Delta t} = \alpha_{\phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\text{фар}}^j \cdot dv^j}{q}, \quad (3.1)$$

де $\frac{\Delta PУ^j}{\Delta t}$ – приріст потенційної врожайності за декаду;

α_{ϕ} – онтогенетична крива фотосинтезу;

η – ККД посівів;

$Q_{\text{фар}}$ – інтенсивність ФАР;

dv – число днів в розрахунковій декаді;

q – калорійність;

j – номер розрахункової декади.

Приріст метеорологічно можливої врожайності є приростом потенційної врожайності, який обмежується впливом режимів зволоження та температури.:

$$\frac{\Delta MBY^j}{\Delta t} = \frac{\Delta PY^j}{\Delta t} \cdot FTW2, \quad (3.2)$$

де $\frac{\Delta MBY^j}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно можливої врожайності;

$FTW2$ – узагальнена функція впливу температурного режиму та режиму зволоження з корекцією на поєднання різних екстремальних умов.

Формування дійсно можливої врожайності обмежується рівнем природної родючості ґрунту

$$\frac{\Delta DBY^j}{\Delta t} = \frac{\Delta MBY^j}{\Delta t} \cdot B_{III} \cdot F_{G_{um}}, \quad (3.3)$$

де $\frac{\Delta DBY^j}{\Delta t}$ – приріст дійсно можливої врожайності;

B_{III} – бал ґрунтового бонітету.

Рівень господарської врожайності обмежується реальним рівнем культури землеробства і ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив

$$\frac{\Delta УП^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДВУ^j}{\Delta t} \cdot k_{земл} \cdot FW_{ef}^j, \quad (3.4)$$

де $\frac{\Delta УП^j}{\Delta t}$ – приріст врожайності у виробництві;

$k_{земл}$ – коефіцієнт, який характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності;

FW_{ef} – функція ефективності внесення органічних і мінеральних добрив залежно від умов забезпечення вологою декад вегетац.

Коефіцієнт господарської ефективності залежить від сорту сільськогосподарських культур та агрометеорологічних умов. За допомогою коефіцієнту господарської ефективності розраховуються агроекологічні категорії урожаю плодів при їх стандартній вологості:

$$PY_{плодов} = PY \cdot K_{хоз} \cdot 1.14 \cdot 0.1, \quad (3.5)$$

$$МВУ_{плодов} = МВУ \cdot K_{хоз} \cdot 1.14 \cdot 0.1 \quad (3.6)$$

$$ДВУ_{плодов} = ДВУ \cdot K_{хоз} \cdot 1.14 \cdot 0.1 \quad (3.7)$$

$$УП_{плодов} = УП \cdot K_{хоз} \cdot 1.14 \cdot 0.1 \quad (3.8)$$

Для однієї і тієї ж культури коефіцієнт господарської ефективності може бути різним. При високій загальній продуктивності фотосинтезу і високому прирості загальної сухої фітомаси зниження $K_{земл}$ обумовлено погіршенням умов ФАР в середині посіву при інтенсивному розвитку вегетативної маси рослин, великої висоти рослин і недостатньою забезпеченістю рослин поживними речовинами при високій вологості ґрунту

Формули (3.1 – 3.8) дозволяють визначити різні агроєкологічні категорії врожайності різних овочевих культур. Включення в модель параметрів, які характеризують відмінності у вимогах груп сортів до умов зовнішнього середовища, дозволило оцінити реакцію різних сортів на агрокліматичні умови їх вирощування, і виконати в сортовому розрізі агрокліматичне районування продуктивності цієї культури для умов України. Перевірка адекватності запропонованої моделі показала, що середня відносна помилка розрахунку ДВУ складає 15 – 18% для різних овочевих культур.

Блок узагальнених оцінкових характеристик. Аналіз різноманітних агроєкологічних категорій врожайності (ПУ, ММУ, ДМУ, УВ), а також їх співвідношень і відмінностей дозволяє оцінювати природні і антропогенні ресурси сільського господарства, а також ефективність господарського використання цих ресурсів. Для цього існують п'ять узагальнених характеристик:

1. Міра сприятливості метеорологічних умов обробітку культури характеризує співвідношення ММУ і ПУ

$$K_m = \text{ММУ} / \text{ПУ} \quad , \quad (3.9)$$

де K_m – коефіцієнт сприятливості метеорологічних умов, відн. од.

$$K_p = \text{ДМУ} / \text{ММУ} \quad , \quad (3.10)$$

де K_p – коефіцієнт сприятливості ґрунтових умов, відн. од.

$$K_{ap} = \text{УВ} / \text{ММУ} \quad , \quad (3.11)$$

де K_{ap} – коефіцієнт ефективності використання агрокліматичних ресурсів, відн. од.

$$K_{zeml} = \text{УВ} / \text{ДВУ} \quad , \quad (3.12)$$

де $K_{земл}$ – коефіцієнт ефективності використання фактичних агрометеорологічних і ґрунтових умов, характеризує рівень культури землеробства, відн. од.

$$K_{агро\ пот} = \frac{УВ}{ПУ}, \quad (3.13)$$

де $K_{агро\ п\іт}$ – коефіцієнт реалізації агроєкологічного потенціалу, відн.од.

3.2 Оцінка умов осіннього періоду

Для правильної оцінки умов перезимівлі доцільно охарактеризувати агрометеорологічні умови розвитку озимої пшениці за зміни умов клімату в осінній період [6,12]. Для цього узагальнюються показники фотосинтетичної продуктивності : надходження ФАР і рівні потенційного врожаю (ПВ). Виконаємо це на прикладі Київської області.

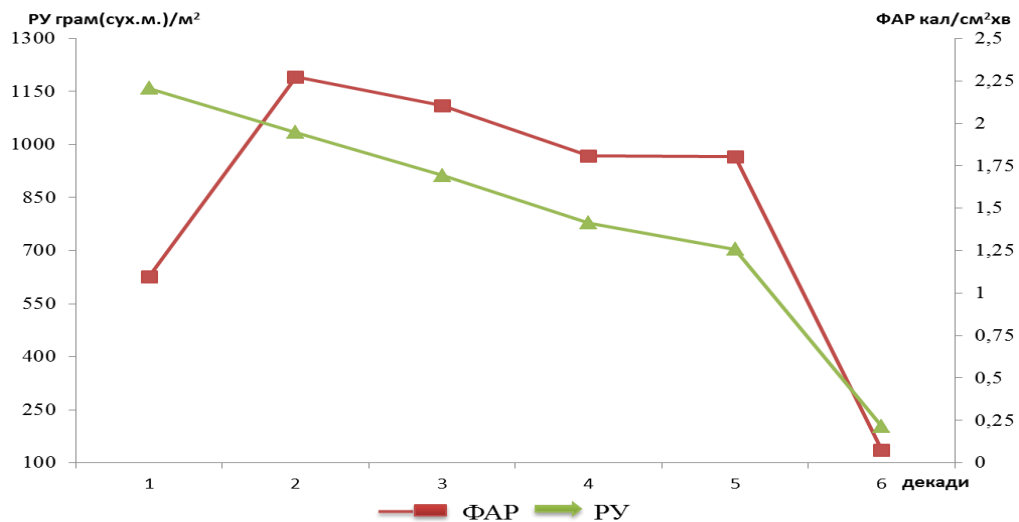


Рисунок 3.2 –Динаміка надходження ФАР і сухої маси потенційного врожаю озимої пшениці в осінній період вегетації.

Відповідно до ареалу вирощування культури озимої пшениці на території України доцільно охарактеризувати агрометеорологічні показники

стану посівів озимої пшениці на період осінньої вегетації та узагальнюючі характеристики фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці в зоні Полісся (на прикладі Київської області).

Як видно із рис. 3.2 надходження ФАР становило 2,108 кал/см² хв. Впродовж осіннього періоду вегетації надходження ФАР щодавно зменшується і наприкінці вегетації становить 0,213 кал/см²*хв. На рис. 3.2 представлено динаміку приросту потенційної врожайності озимої пшениці та хід декадних сум ФАР за період сходи – припинення осінньої вегетації Київській області.

Прирости потенційного врожаю, який обмежується надходженням ФАР збільшуються після появи сходів озимої пшениці, потім поступово зменшуються і наприкінці вегетації становлять 130,5 грам(сух.м.)/м². (рис. 3.2). Були також розраховані узагальнюючі характеристики умов осінньої вегетації озимої пшениці (табл. 3.1, табл. 3.2)

Таблиця 3.1 – Узагальнюючі агрометеорологічні показники стану озимої пшениці на період осінньої вегетації (на прикладі Київської області)

№	Узагальнюючі показники за період осінньої вегетації	
1	Середня температура за період, °С	6,8
2	Сума ФАР, кал/см ² хв за період сходи – припинення вегетації	4,302
3	Тривалість періоду, доба	41
4	Сума опадів, мм	95
5	Сума ефективних температур вище 5 °С	225

Таблиця 3.2 – Узагальнюючі характеристики фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці

№	Узагальнені характеристики на період осінньої вегетації	
1	Кущистість на рівні ПУ, від.од.	0,550
2	Кущистість на рівні ММУ, від.од.	0,550
3	Кущистість на рівні ДМУ, від.од.	0,550
4	Кущистість на рівні УВ, від.од.	0,550
5	ПУ всієї сухої біомаси, ц/га	65,267
6	ММУ всієї сухої біомаси, ц/га	30,601
7	ДМУ всієї сухої біомаси, ц/га	18,911
8	УВ всієї сухої біомаси, ц/га	9,877
9	Густота на дату припинення вегетації	787,359
10	Кущистість	3,70

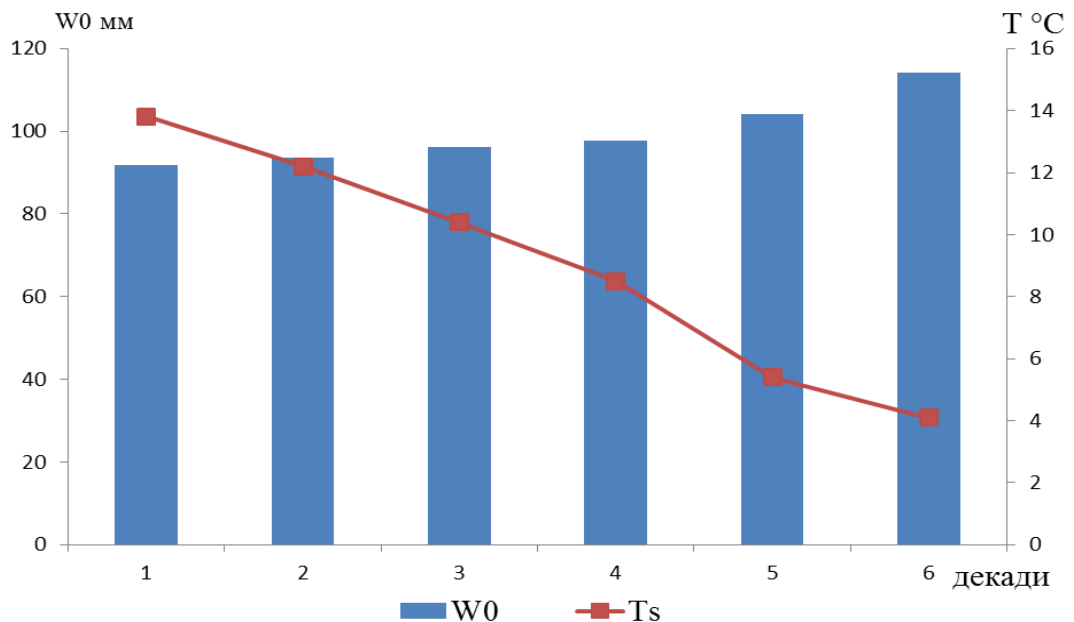


Рисунок 3.3 - Динаміка декадного температурного режиму та запасів продуктивної вологи в Київській області

Також були розраховані показники тепло та вологозабезпеченості посівів озимої пшениці – запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту та середня за декаду температура повітря (рис. 3.3).

Прирости інших категорій урожайності мають виражений максимум в період другої декади з поступовим зменшенням значень по мірі завершення вегетаційного періоду, оскільки зменшення інтенсивності зростання наприкінці вегетації призводить до зміни напрямку та інтенсивності процесу обміну речовин, а також накопиченню інгібіторів зростання, що сприяють переходу рослини в стан зимового спокою (рис. 3.4).

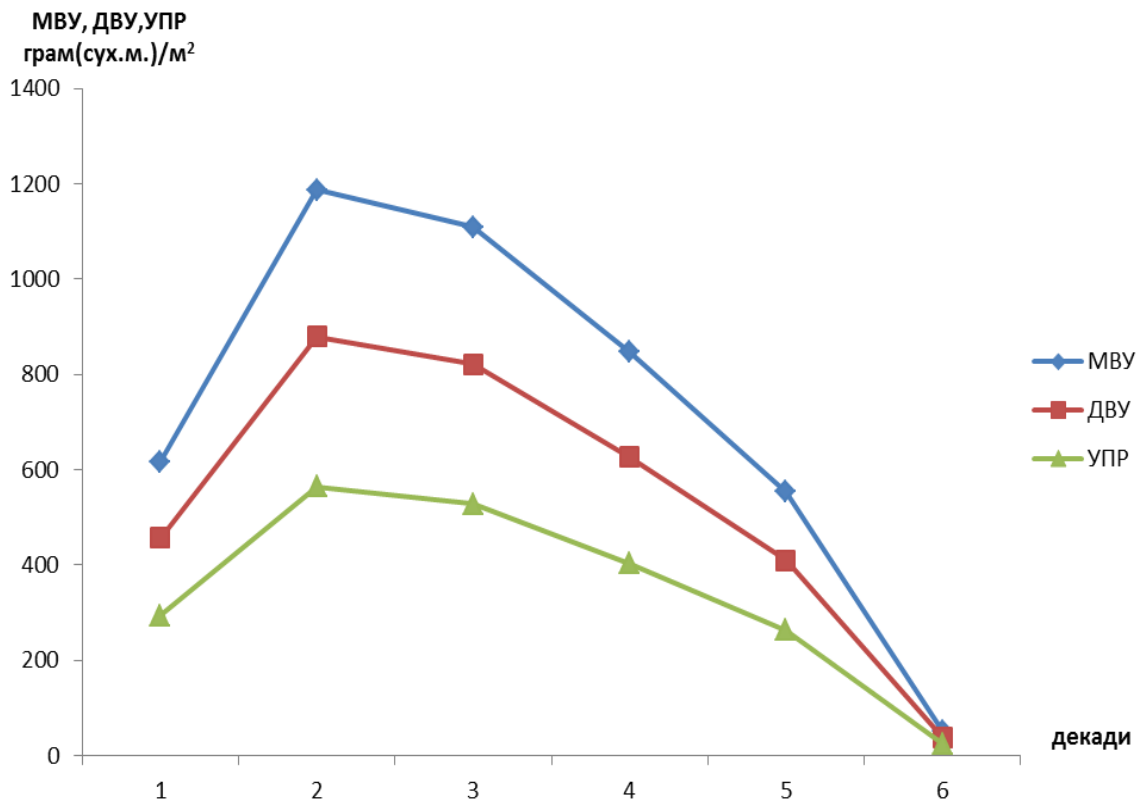


Рисунок 3.4 – Динаміка приростів сухої маси ММВ,ДМВ, УВ озимої пшениці в осінній період.

3.3 Перезимівля озимої пшениці в умовах змін клімату

Для оцінки умов перезимівлі базова модель була доповнена параметрами, що будуть характеризувати умови перезимівлі озимої пшениці: - середня із мінімальних температур за листопад; сума температур нижче 0 °С за листопад-грудень; мінімальна температура повітря за грудень-лютий; максимальна глибина промерзання ґрунту; максимальна висота снігового покриву. Введення цих параметрів дає можливість розрахувати: кількість рослин на 1 м², куцистість озимої пшениці; критичну температуру вимерзання; коефіцієнт морозонебезпечності; зрідженість озимої пшениці

Коефіцієнт морозонебезпечності запропонований В.М. Лічикакі розраховується як відношення температури ґрунту на глибині вузла куціння до критичної температури вимерзання.

Була встановлена зрідженість рослин озимої пшениці на 1 м² від значення коефіцієнта небезпечності [14]:

$K = 0,5 - 0,75$ – зрідженість 1-20%,

$K = 0,76-0,87$ – зрідженість - 21-40%,

$K = 0,88 - 0,96$ – зрідженість – 41 – 60 %,

$K = \text{більше } 0,97$ – зрідженість більше 60 % [14].

Узагальнюючі агрометеорологічні показники стану культури озимої пшениці на період осінньої вегетації по природно – кліматичній зоні Полісся в середньому багаторічному представлено в таблиці 3.1.

Розрахунки за сценаріями змін клімату показали, що за двома сценаріями RCP2.6 і RCP6.0 середні за місяць температури повітря очікуватимуться вищими середніх багаторічних впродовж всієї зими майже на 2 °С, за сценарієм RCP4.5 вони теж будуть вищими середніх багаторічних, але відхилення не перевищуватиме 1-1,5°С. (табл. 3.3).

Умови перезимівлі будуть визначатись наявністю і висотою снігового покриву. За середній багаторічний період за зиму накопичується сума

від’ємних температур - 307 °С в центральному і західному Поліссі і -380 – 367 °С – в східному (табл. 3.4).

Потужність снігового покриву залежить від кількості опадів, які випадають за зимовий період. В середньому багаторічному в областях Полісся за зимовий період випадає 107 мм опадів. Розрахунки за сценаріями показали, що суми опадів взимку суттєво збільшаться в разі реалізації сценаріїв RCP2.6 і RCP6,0 і становитимуть відповідно 168 і 170,5 середньої багаторічної величини.

Таблиця 3.3 – Порівняння середніх місячних температур повітря базового періоду з розрахованими за різними сценаріями на період 2021-2050рр.

Період	Грудень			Січень			Лютий		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Житомир									
1986-2010 рр.	-2,7	-3,6	-4,5	-1,3	-3,0	-4,7	0,7	1,2	1,5
RCP2.6	-0,4	-2,0	-3,6	-0,4	-1,7	-3,0	0,7	1,2	1,5
RCP4.5	-1,6	-2,7	-3,8	-3,0	-3,6	-4,2	0,0	0,1	0,2
RCP6.0	0,9	-2,2	-4,4	0,4	-0,8	-3,0	2,3	3,4	4,5
RCP8.5	-3,6	-4,5	-5,4	-3,0	-3,2	-3,4	-0,8	0,3	1,2
Чернігів									
1986-2010 рр.	-3,8	-4,5	-5,4	-3,0	-3,9	-4,8	-0,2	0,3	1,4
RCP2.6	-1,2	-3,6	-5,2	-1,7	-2,6	-3,5	-0,2	0,3	1,4
RCP4.5	-2,6	-3,8	-4,9	-3,6	-4,5	-5,1	-0,1	0,1	1,0
RCP6.0	-1,4	-2,3	-4,6	-0,8	-1,7	-2,6	1,4	2,3	3,6
RCP8.5	-3,5	-4,6	-5,1	-3,2	-4,1	-5,0	-1,7	-0,4	1,3

На перезимівлю озимої пшениці також великий вплив будуть мати терміни сівби. Майже щорічно в областях Полісся восени строки сівби озимої пшениці не бувають оптимальними. Зросла кількість випадків із запізненням строків сівби через збирання попередників і через зростання посушливості через дефіцит запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту.

Кількість опадів на початок сівби і до припинення вегетації має в Поліссі значний кореляційний зв'язок з її врожайністю ($r = 0,21-0,26$), Але співставлення коефіцієнтів кореляції врожаїв сумою опадів восени і врожаїв із тривалістю осіннього періоду вегетації ($r = 0,38-0,46$) свідчить про те, що в умовах Полісся виробничі стебла кущіння утворюються восени, а максимальна морозостійкість і зимостійкість рослин формується впродовж 50 – 55 днів осінньої вегетації озимої пшениці, коли утворюється 3 - 4 пагони.

В разі реалізації сценаріїв зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5 опади очікуватимуться майже на рівні середніх багаторічних величин і становитимуть відповідно 105 та 109 % середньої багаторічної суми. Це дозволяє зробити висновок, що умови зимівлі за загальною характеристикою будуть близькими до середніх багаторічних. В той же час збільшення висоти снігового покриву в умовах реалізації сценаріїв RCP2.6 і RCP6.0 спричинить збільшення вірогідності випрівання і вимокання посівів озимої пшениці. Підвищення температури восени і взимку спричиняє припинення вегетації восени на 4-12 днів пізніше середніх багаторічних дат за попередній двадцятип'ятирічний період, а впродовж зими вегетація озимої пшениці може припинятись і відновлюватись за зиму декілька разів. Крім того, на озиму пшеницю впливають значні зимові коливання температури повітря від позитивних до критично морозних.

Також необхідно відзначити, що ще однією проблемою. Пов'язаною зі змінами клімату є трансформація біотичних факторів, які безпосередньо впливають на озиму пшеницю – це бур'яни, хвороби, шкідники.

Таблиця 3.4 – Середні багаторічні температурні показники за період з температурою повітря нижче 0°C та розраховані за сценаріями

Період	Дата переходу температури повітря через 0°C		Тривалість періоду з температурою нижче 0° дні	Дата встановлення і сходу снігу		Сума від'ємних температур за період, °C	Середня температура повітря, °C		Амплітуда температур, °C
	осінь	весна		осінь	весна		січня	липня	
Чернігів									
1980 – 2010pp	5.12	9.03	102	17.12	16.03	--367,2	-3,6	19,1	22,7
RCP2.6	5.12	3.03	87	19.12	16.03	-226,2	-2.6	22.0	24.5
RCP4.5	7.12	21.03	104	17.12	14.03	-353.0	-3,4	19,1	22,5
RCP6.0	3.12	28.02	86	22.12	15.03	-226.0	-2.2	22.0	24.1
RCP8.5	1.12	6.03	94	23.12	14.03	-385,4	-4,1	18,6	22,5
Житомир									
1980 – 2010pp	9.12	1.03	80	22.12	23.02	-317,3	-3,1	19,3	22,4
RCP2.6	5.12	1.03	85	24,12	15.03	-226,2	-2,4	22,2	24,6
RCP4.5	8.12	8,03	89	23,12	10,03	-301,0	-3,0	19,5	22,5
RCP6.0	7.12	23.02	78	25,12	12.03	-205,4	-2,0	22,0	24,0
RCP8.5	4.12	4.03	90	23.12	14.03	--351,0	-3,9	19,8	23,7

У зв'язку зі зміною клімату серед цих біотичних факторів спостерігається зміщення видового складу в напрямку збільшення питомої ваги агресивних і стійких видів до хімічних заходів боротьби, підсилення шкодо чинності окремих хвороб (септориоз, пиренофороз, фузаріоз, жовта іржа та ін), які раніше були розповсюджені значно менше..

Окрім характеристик температури повітря і ґрунту на глибині вузла кушіння та суми опадів були розраховані і інші показники перезимівлі озимої пшениці, які очікуються в період 2021 – 2050 рр.(табл.3.3) за найжорсткішим сценарієм зміни клімату RCP8.5.

Розрахунки показали, що і в майбутньому жорстокішими будуть умови перезимівлі озимої пшениці в центральному і східному Поліссі, де через несприятливі умови зимівлі зрідженість сягатиме 15 – 22%. Розраховані середні показники за період 2021-2050рр. Звісно, що в окремі роки ці показники будуть змінюватись в ту, чи іншу сторону (табл. 3.5).

Як видно із табл. 3.5 несприятливі зимові умови найчастіше спостерігаються в Чернігівській області. За значеннями коефіцієнта морозонебезпечності Лічикакі в Чернігівській області вимерзання буде спостерігатись частіше, ніж в інших областях.

Деякою мірою це буде спричинятись окремими глибокими похолоданнями і нерівномірністю розподілу випадіння опадів і розподілу снігу на полях. До цього також слід надати часті глибокі потепління (відлиги), які спричиняють зменшення шару снігу, або зовсім його зникнення. Наступні глибокі похолодання спричиняють загибель озимої пшениці.

Кращими для перезимівлі очікуватимуться умови у Волинській, Рівненській областях. В Житомирській та Київській областях умови перезимівлі визначатимуться станом озимих культур на припинення вегетації та розподілом снігу на полях.

Таблиця 3.5 – Розрахункові характеристики перезимівлі озимої пшениці в Поліссі за сценарієм RCP8.5

№	Розрахункові характеристики	Області				
		Волинська	Рівненська	Житомирська	Київська	Чернігівська
1	Коеф.морознебезпечності за В.М. Лічкакі (К)	0,65	0,65	0,71	0,72	0,77
2	Зрідженість озимих за зиму,%	10,5	10,5	13,5	15,0	21,9
3	Кількість стебел на 1 м ² на дату припинення вегетації восени	792	787	791	794	796
4	Кількість стебел на 1 м ² на дату початку вегетації весною	702	704	708	688	678
5	Критична температура вимерзання посівів	-15,7	-15,7	-16,3	-18,0	-18,7
6	Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла куціння , °С	-10,4	-10,4	-16,0	-17,8	-18,1

Виконані розрахунки дозволяють зробити висновки, що морознебезпечність для озимої пшениці значно знизиться в разі реалізації будь-якого із сценаріїв у порівнянні із середніми багаторічними даними. Але, поряд з тим , значне зростання сум опадів (на 68 -70%) за сценаріями RCP2.6 і RCP6.0 буде сприяти випріванню і вимоканню посівів. Вірогідність погіршення умов перезимівлі озимої пшениці в разі реалізації сценарію

RCP8.5 в порівнянні із середніми багаторічними показниками буде незначно вищою тільки в Чернігівській області.

Впродовж весняно-літньої вегетації кількість опадів у Поліській зоні зросте, особливо ранньою весною, що спричинить підвищення запасів продуктивної вологи і покращить умови формування врожаю озимої пшениці.

Потепління клімату і збільшення опадів восени перед припиненням вегетації озимої пшениці спричиняють негативні явища : різке погіршення фіто санітарного стану на полях; зміну технології вирощування. В останні роки (починаючи з 2010) посіви пшениці повсюди розміщуються після попередників, на які пшеницю мають негативний вплив: соняшник, кукурудза через пізні терміни збирання і запізнення зі строками сівби. Тим більше, що за розрахунками за усіма сценаріями тривалість вегетаційного періоду теплолюбних культур зросте. Крім того, в останні десятиріччя погіршились умови технологічного забезпечення господарств.

ВИСНОВКИ

На основі обробки та виконаних розрахунків показників умов зимівлі озимої пшениці у Поліссі за період 1995-2017 рр. і очікуваних змін цих показників на період 2021-2050 рр. можна зробити такі висновки:

1. У Поліській зоні зосереджено 10-15 % посівних площ озимої пшениці.. Клімат Полісся сприятливий для сільськогосподарського виробництва: тривале тепле та досить вологе літо, рання весна, суха осінь, зима с помірними , рідко сильними морозами та значним сніговим покривом – все це позитивно впливає на ріст і розвиток озимої пшениці.

2. Умови перезимівлі озимої пшениці у областях Полісся відзначаються нерівнозначністю. У північно східних областях у 10 5 років спостерігається вимерзання. У північно-західних областях вимерзання спостерігається не більше 1; випадків і у 8 % випадків спостерігається випрівання посівів.

3. За допомогою моделі оцінки агрокліматичних ресурсів А.М. Польового виконана оцінка декадної динаміки показників агрометеорологічних умов вирощування озимої пшениці в областях Полісся в осінній період. Умови формування зими і морозостійкості озимої пшениці.

4. Встановлено, що основною причиною низької морозо і зимостійкості пшениці є запізнення з термінами сівби восени.

5. Розрахована оцінка агрокліматичних ресурсів перезимівлі озимої пшениці в областях Полісся.

6. Кращими для перезимівлі очікуватимуться умови у Волинській, Рівненській областях. В Житомирській області умови перезимівлі визначатимуться станом озимих культур на припинення вегетації та розподілом снігу на полях.

7. Виконані розрахунки дозволяють зробити висновки, що морозонебезпечність для озимої пшениці значно знизиться в разі реалізації будь-якого із сценаріїв у порівнянні із середніми багаторічними даними. Але, поряд з тим, значне зростання сум опадів (на 68 -70%) за сценаріями RCP2.6 і RCP6.0 буде сприяти випріванню і вимоканню посівів. Вірогідність погіршення умов перезимівлі озимої пшениці в разі реалізації сценарію RCP8.5 в порівнянні із середніми багаторічними показниками буде незначно вищою тільки в Чернігівській області.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрокліматичний довідник Вінницької області. Київ. Вид-во Ніка – Центр. 2012р.
2. Атлас «Агрокліматичні ресурси України»/за редакцією Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіди, А.Л. Прокопенка. Київ: ТОВ «Українська картографічна група»,2016. 90с
3. Адаменко Т.І., Кульбіда М.І., Прокопенко А.Л. Агрокліматичний довідник по території України. Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. 108 с.
4. Антропогенные изменения климата // Под ред. М.И. Будыко., Ю.А. Израэля. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 405 с.
5. Бугай С.М. Озима пшениця на Україні. Київ: Урожай, 1995. 234с.
6. Гребенюк Н., Корж Т., Яценко А. Нове про зміну глобального та регіонального клімату в Україні на початку ХХІ ст. //Водне господарство України. – 2002 – № 5-6. – С. 56-62.
7. Глобальные и региональные изменения климата и их природные и социально-экономические последствия / Под ред. В.М. Котлякова. М.: «Геос». 2000. 262 с.
8. Губанов Я.В., Иванов Н.Н. Озимая пшеница. М.: Агропромиздат, 1988. – 303 с.
- 9.Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур. Київ, Вид. Ніка – Центр. 2010. 616 с.
- 10.Електронний ресурс Озима пшениця. <http://propozitsiya.com/ozimoji-pshenici> .
11. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. с. 183 – 210.

12. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України./За ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса. Вид. «ТЕС», 2015. 520 с.
13. В. Лисікова, О. Шовгун Сорти пшениці озимої для широкого впровадження у виробництво // Пропозиція, Випуск 02. 09. 2011р.
14. Личикаки В.М. Перезимовка озимых культур. М.: Колос, 1974. 232 с.
15. Мойсейчик В.А. Агрокліматичні умови і перезимівля озимої пшениці. Л.: Гидрометеиздат., 1975. 295 с
16. Паламарчук В.Д. Біологія і екологія сільськогосподарських рослин/ Паламарчук В.Д. і ін.. Вінниця: Видавництво ВНСГІ, 2012. 606 с.
17. Пшениця озима на півдні України: монографія / Нетіс І.Т. Х.: Олдіклус, 2011 352 с.
18. Польовий А.М., Сільськогосподарська метеорологія: підручник Одеса: «ТЕС», 2012. 626с.
19. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 318 с.
20. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. Київ: КНТ, 2007. 344 с.
21. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Дронова О.О. Оцінка впливу кліматичних змін на сільське господарство України. Укр. г/мет. ж-л, 2011, №8, С. 84-91.
22. Польовий А.М., Кульбіда Н.І., Адаменко Т.І., Трофімова В.І. Моделювання впливу змін клімату на формування продуктивності озимої пшениці в Україні. Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 2005, С. 191-218.
23. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія. / За ред. С.М. Степаненка та А.М. Польового. Одеса: «Екологія», 2011. 94 с.
24. Тоомінг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометтеиздат, 1984. 264с.

25. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и продуктивность озимой пшеницы. / Уланова Е.С. М.: Гидрометеиздат, 1982. 296 с.

26. Четвертик О.М. Вплив строків сівби та погодних умов осіннього періоду вегетації на перезимівлю та урожайність пшениці м'якої озимої // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2011. Вип. 10. С. 265-273.

27. Скрипник М.П., Волощук В.М.. Глобальний парниковий ефект і кліматичні умови України. // Вісник АН України. 1993. №3. С. 38-44.

28. Феоктістов П.О. Основні вимоги до адаптивності сорту в умовах глобальних змін клімату // НТБ МПП ім. В.М. Ремесла. К.: Аграрна наука, 2004. Вип. 3. С. 40–46

28. інтернет ресурс: <https://www.agroxxi.ru/zernovye/zernovye-tehnologija-vozdelyvaniya/ozimaja-pshenica-harakteristika-posev-uborka-i-hranenie-urozhaja.html>

29. Главный журнал по вопросам агробизнеса <https://propozitsiya.com/factory-vliyanie-na-proizvodstvo-ozimoy-pshenicy-v-ukraine>