

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра агрометеорології та
агрометеорологічних прогнозів

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **Вплив кліматичних змін на продуктивність**
озимої пшениці в Степовій зоні України

Виконала студентка 2 курсу групи МАЕ-60
спеціальності 101 «Екологія»

(шифр і назва)

Освітня програма Агроекологія

(назва)

Крисак Олена Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник к.геогр.н., доцент

Божко ЛюдмилаЮхимівна

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

Рецензент к.геогр.н., доцент

Бояринцев Євген Львович

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

Одеса 2018 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра агromетeорології та агromетeорологічних прогнозів
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 101 Екологія
Освітня програма Агроекологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
агromетeорології та
агromетeорологічних прогнозів

Польовий А.М

“ 26 ” березня 2018 року

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

Крисак Олені Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Вплив кліматичних змін на продуктивність озимої пшениці в Степовій зоні України»

керівник роботи Божко Людмила Юхимівна, к.геогр.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвердені наказом закладу вищої освіти від «2» листопада 2017 року №321-С

2. Строк подання студентом роботи 01 червня 2018 року.

3. Вихідні дані до роботи: дані багаторічних агromетeорологічних спостережень (1986-2005 р. р.) мережі гідрометeорологічних станцій Гідрометслужби України, розташованих в зоні Південного Степу. Як теоретична основа для виконання розрахунків та порівняння результатів були використані розроблені А.М. Польовим моделі продукційного процесу сільськогосподарських культур та розрахунки за сценаріями А1В та А2.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити. Розрахунки агрокліматичних показників розвитку озимої пшениці та формування продуктивності в порівнянні середніх багаторічних показників з показниками розрахованими за сценаріями зміни клімату до 2050 року.

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

Графіки динаміки показників продукційного процесу в середньому багаторічному і при зміні клімату за сценаріями.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 26 березня 2018 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання			
2	Вивчення літературних джерел і підготовка першого і другого розділу роботи			
3	Розрахунки середніх багаторічних величин осіннього періоду і періоду літньої вегетації озимої пшениці та за сценаріями			
4	Рубіжна атестація			
5	Робота з розрахунками, таблиці і графіки та аналіз отриманих результатів			
6	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.			
7	Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи і презентаційного матеріалу до публічного захисту			
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			

Студент

_____ Крисак О.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Божко Л.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Крисак О. О. Тема: Вплив кліматичних змін на продуктивність озимої пшениці в Степовій зоні України.

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 зернові культури є основою сільськогосподарського виробництва.

Основне призначення озимої пшениці — забезпечення людей хлібом і хлібобулочними виробами. Цінність пшеничного хліба визначається сприятливим хімічним складом зерна. Серед зернових культур пшеничне зерно найбагатше на білки. Вміст їх у зерні м'якої пшениці залежно від сорту та умов вирощування становить у середньому 13–15%. На врожайність озимої пшениці впливають умови осіннього, зимового та весняно-літнього періоду. Часто суворі умови зимівлі спричиняють загибель посівів озимої пшениці. Тому метою магістерської кваліфікаційної роботи є оцінка агрометеорологічних умов перезимівлі озимих культур та зміни морозостійкості рослин, яка залежно від умов періоду загартування і зимівлі легко порушується. Крім того, внаслідок підвищення температури в останні роки змінюються умови перезимівлі.

Для досягнення мети були вирішені такі задачі: дана характеристика умов формування зимостійкості озимої пшениці; розраховані основні показники умов перезимівлі озимої пшениці в середньому багаторічному, розраховані показники осінньої вегетації та умов перезимівлі під впливом змін клімату до 2050 року.

Об'єктами дослідження виступають агрометеорологічні умови вирощування озимої пшениці та природні умови території Степу.

Предметом дослідження є особливості агрометеорологічних умов та природних умов території Степу.

На основі багатолітніх гідрометеорологічних та агрометеорологічних даних за період з 1986 по 2005 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 озимої пшениці.

Отримані результати можуть бути використані в сільському господарстві України, оцінка агрометеорологічних умов вирощування озимої пшениці дає змогу оцінити технологію вирощування культури в залежності від сорту, кліматичної зони, інвестиційних можливостей.

Ключові слова: озима пшениця , агрометеорологічні умови, Степова зона, перезимівля, модель, клімат, мінімальна температура, сніговий покрив, промерзання.

SUMMARY

Kryszak O. O. Theme: Influence of climatic changes on winter wheat productivity in the Steppe zone of Ukraine.

In Ukraine, as well as in world crop production, cereal crops occupy the largest crops area, which testifies to their extremely important food, feed and raw material importance in the national economy. In the national economy of Ukraine, cereal crops are the basis of agricultural production.

The main purpose of winter wheat - providing people with bread and bakery products. The value of wheat bread is determined by the favorable chemical composition of the grain. Among grain crops wheat grain is rich in proteins. Their content in the grain of soft wheat, depending on the variety and conditions of cultivation, is on average 13-15%. The yield of winter wheat is influenced by the conditions of the autumn, winter and spring-summer period. Often, severe winter conditions cause the death of winter wheat crops. Therefore, the aim of master's qualification work is to evaluate the agrometeorological conditions of winter crops and changes in the frost resistance of plants, which, depending on the conditions of the period of quenching and wintering, is easily disturbed. In addition, as a result of the temperature increase in recent years, conditions of hibernation change.

To achieve the goal, the following tasks were solved: given the characteristics of winter wheat winter conditions formation; the basic parameters of conditions of hibernation of winter wheat in the average perennial are calculated, indicators of autumn vegetation and conditions of hibernation under the influence of climate change till 2050 are calculated.

The agrometeorological conditions of growing winter wheat and the natural conditions of the Steppe area are the object of the study.

Key words: winter wheat, agrometeorological conditions, steppe zone, hibernation, model, climate, minimum temperature, snow cover, freezing.

ЗМІСТ		
ВСТУП.....		8
1	ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС ТА АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ.....	11
2	БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ТА ВИМОГИ ДО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	15
	2.1 Біологічні особливості озимої пшениці.....	16
	2.2 Вимоги озимої пшениці до умов навколишнього середовища.....	17
	2.3 Агротехніка вирощування	22
	2.4 Сорти озимої пшениці.....	27
3	СЦЕНАРІЇ ЗМІН КЛІМАТУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ.....	30
4	ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ.....	35
	4.1 Методичні підходи до оцінки впливу кліматичних змін на продуктивність посівів озимої пшениці.....	35
	4.2 Вплив змін клімату на ріст озимої пшениці в осінній період...	36
	4.3 Вплив змін клімату на стан озимої пшениці в зимовий період..	50
	4.4 Опис моделі для розрахунку умов перезимівлі.....	57
	4.5 Вплив змін клімату на розвиток озимої пшениці.....	64
ВИСНОВКИ.....		72
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		75
ДОДАТКИ.....		78

ВСТУП

Пшениця – основна зернова культура хлібів першої групи. Це найцінніша і найбільш розповсюджена зернова продовольча культура. Пшениця, рід *Triticum* L. включає 22 види, з них найпоширеніші м'яка і тверда.

Пшениця – одна з найдавніших і розповсюджених культур на земній кулі. Вона була відома вже приблизно 6,5 тис. років до н. е. народам Іраку. На території СНД, зокрема сучасних України, Грузії, Вірменії, Азербайджану та Середньоазіатських республік, її почали вирощувати у 4-3 тисячоліттях до н. е. Місцем походження пшениці більшість дослідників вважають степові й напівпустельні райони Азії. З Азії пшениця приблизно 5-4 тис. років тому потрапила в Європу – Польщу, Угорщину, Чехію, Словаччину, Румунію, Болгарію [1, 23].

Загальна посівна площа озимої пшениці у світі становить близько 240 млн. га, валові збори зерна сягають 560 млн. т.

В останні роки при вирощуванні озимої пшениці за інтенсивною технологією в провідних господарствах України збирали від 43,3 ц/га до 103 ц/га зерна. Ці та інші досягнення свідчать про великі біологічні можливості озимої пшениці, максимальна реалізація яких є головним завданням землеробів. Найважливішим регіоном виробництва озимої пшениці є Степ, на який припадає в середньому 58 % загальнодержавних площ озимих і 48% – зернових культур. При цьому озимі зернові займають в зоні Степу близько 60% зернового клину [23].

Динаміка посівних площ озимих зернових культур залежить від природних та організаційно-економічних факторів. Так, протягом останніх 10 років максимальні розміри площ збирання озимих культур у зоні Степу спостерігалися у 2009 р. (4,73 млн га, 63 % в структурі зернового клину), а мінімальні площі озимих культур припадали на 2006 р. (3,18 млн га).

Південь України, завдяки своїм сприятливим природно-кліматичним умовам, вважається одним із провідних регіонів з виробництва зерна пшениці озимої високої якості. Але регіональний потенціал даної галузі реалізується недостатньо, про що свідчить динаміка показників розвитку зернового виробництва та його ефективності. При цьому у зв'язку з частими осінніми посухами досить актуальними залишаються проблеми отримання сходів пшениці озимої та вибору оптимального строку сівби. У зоні Степу України з пшеницею озимою проведено достатньо досліджень, проте відсутні відомості про особливості росту й розвитку рослин нових сортів залежно від строків сівби та норм висіву насіння. Окрім того, недостатніми та неповними є дослідження з питань реакції нових сортів на агроекологічні, несприятливі та стресові чинники середовища внаслідок короткого терміну державної експертизи. Тому, вивчення особливостей росту та розвитку нових сортів озимої пшениці залежно від умов вирощування в сучасний період представляє практичну і наукову значущість, а дослідження, спрямовані на добір сортів пшениці озимої, підвищення їх урожайності і якості зерна залежно від строку сівби та норми висіву насіння у Степовій зоні України є актуальними [1, 23].

Метою даної роботи є:

- оцінка агрокліматичних умов перезимівлі озимих культур на території Степової зони України;
- вплив умов перезимівлі на формування врожаїв озимої пшениці різних екологічних рівнів;
- зміна умов перезимівлі при зміні клімату;
- ознайомлення зі сценаріями можливих змін клімату за два періоди 2011-2030pp, 2031-2050pp;
- дослідження умов формування продуктивності озимої пшениці при можливих змінах клімату.

При виконанні дослідження в якості вихідної інформації були використані дані багаторічних агрометеорологічних спостережень

(1986-2005 р. р.) мережі гідрометеорологічних станцій Гідрометслужби України, розташованих в зоні Південного Степу. Як теоретична основа для виконання розрахунків та порівняння результатів були використані розроблені А. М. Польовим моделі продукційного процесу сільськогосподарських культур та розрахунки за сценаріями А1В та А2.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС ТА АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Степова зона розпростерлася на південь від Лісостепу до Азово-Чорноморського узбережжя і Кримських гір; з заходу на схід на 1075 км, з півночі на південь — на 500 км. Вона охоплює 40% території України. Природні особливості Степової зони визначаються її положенням на півдні Східноєвропейської рівнини, де степові ландшафти сформувались у межах різних орографічних одиниць: південних схилів Придніпровської та Подільської височин, Причорноморської низовини, Донецької та Приазовської височин, Північнокримської рівнини.

У Степу розташовані Одеська, Миколаївська, Херсонська, Дніпропетровська, Запорізька, Донецька, Луганська області південні частини Кіровоградської (Кропивницької) і Харківської областей та рівнинна частина Криму [3].

Степ майже цілком розораний, залишки колишньої рослинності збереглися у заповідниках і частково на схилах балок і долин річок.

Рельєф рівнинний, неоднорідний, з горбами, ярами й балками. Поширені форми флювіального рельєфу, зокрема яри, балки та лощини.

Для Донецького кряжу характерні гриви — вузькі видовжені підняття. На півдні низовин поширені поди (або степові блюдця) — неглибокі овальні зниження з плоским дном.

Для Степової зони характерна трав'яна злакова степова рослинність. Весною, коли в ґрунті ще достатньо вологи, з'являються ефемерні рослини: півники, гіацинти, крокуси, горлиці, тюльпани, півонії, маки. До настання спеки рослини відцвітають і дають насіння, їх наземна частина відмирає. У ґрунті залишаються бульби, цибулини, кореневища, де накопичуються поживні речовини. Завдяки цим речовинам рослини

виростуть і розквітнуть наступної весни. Вага кореневої маси більшості степових рослин значно перевищує надземну масу.

Дерева і кущі зустрічаються на берегах водойм і в балках. Луки в зоні степів здебільшого прилягають до заплав річок [3].

Для захисту полів від ерозії було започатковано лісо розведення. Ліси посеред степу залишили по собі відомі вчені Г. Висоцький та В. Докучаєв.

Найпоширенішими ґрунтами Степу є чорноземи звичайні (6-9 % гумусу) та чорноземи південні (5-6 % гумусу), які разом становлять 90 % площі природної зони. Поширені темно-каштанові та каштанові ґрунти в комплексі з солонцями. У подах формуються солончаки. На відміну від лісових ґрунтів, головну переробку рослинного опаду в чорноземах здійснюють не гриби, а ґрунтова фауна (особливо дощові хробаки) та мікрофлора. Причиною тому слугує нейтральна, чи навіть трохи лужна реакція ґрунтового розчину. Велика кількість коренів в ґрунті також сприяє його високій структурованості.

Через недостатність атмосферних опадів густота річкової мережі незначна. Найбільші річки є транзитними: Дніпро, Південний Буг, Сіверський Донець, Дністер, Дунай із притоками. Притоки Дніпра—Оріль, Самара, Інгулець, також Інгул, Кальміус, Молочна, Берда повністю формують свій стік у межах зони. Пересічна густота річкової мережі становить 0,2-0,1 км/км². Річки степів маловодні, особливо влітку у верхів'ях вони часто пересихають. Місцевий стік формується за рахунок талого снігу. Річкові та ґрунтові води високо мінералізовані. Великою проблемою постає загибель Степових малих річок, однією з причин є сповільнення течії, замулення й цвітіння води через спорудження штучних гребель та водосховищ. Озера здебільшого лиманні, деякі, внаслідок великої випаровуваності або ж зв'язку з морем, солоні (Сасик, Кундук), Шагани, Алібей) [3].



Рисунок 1.1- Карта природних зон України [3]

У дельті Дунаю багато прісних озер (Ялпуг, Кагул та ін.), а на узбережжі Чорного моря – солоних озер-лиманів (Дністровський, Хаджибеївський, Куяльницький, Тилігульський, Молочний). На Дніпрі у другій половині ХХ століття збудовано каскад штучних водойм – водосховищ, боліт, переважно заплавні.

Клімат Степової зони помірно континентальний. Річний радіаційний баланс змінюється від 4100 (на півночі) до 5320 Мдж/м² (на півдні). Завдяки цьому Степова зона має найбільші теплові ресурси. Безморозний період триває 160-220 днів. Середні річні температури повітря змінюються з північного сходу на південний захід від + 7,5 до +11 °С. Середні липневі температури зростають у південному напрямку від +21,5 до +23 °С. Річні суми опадів зменшуються від 450 мм (на півночі) до 350 мм. (на півдні). Характерною особливістю степових ландшафтів є висока випаровуваність (від 700 до 1000 мм.). Через недостатнє атмосферне зволоження густота річкової мережі незначна: 0,08-0,05 км/км². Стік формується за рахунок талих снігових вод [3].

2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ТА ВИМОГИ ДО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

З двадцяти двох видів озимої пшениці трапляються м'яка, тверда а також гілляста, культурна однозернянка, зандурі, полба (двозернянка), дика, польська, маха, спельта, карликова остиста, карликова безоста та круглозерна, ванська — загалом 15 видів [1, 4].

М'яка, або звичайна, пшениця (*Tr. aestivum* L.) має довгий нещільний колос, лицьова сторона якого ширша за бічну. Колос може бути безостим і остистим, остюки коротші за колос і розходяться в боки. Зерно має чітко виражений чубок, до зародка воно трохи ширше. Зародок виділяється нечітко. Зерно залежно від умов вирощування може бути борошністим, напівскловидним або скловидним. Має ярі, напівозимі та озимі форми. Маса 1000 зерен коливається в межах від 30 до 55 г. Найбільш цінні для випікання хліба сорти сильної м'якої пшениці.

Тверда пшениця (*Tr. durum* Desf) на відмінно від м'якої має великий щільний колос, у розрізі квадратний або дещо стиснутий, з більш широкою бічною стороною. Ості довші за колос, спрямовані паралельно до нього. Зерно крупне (45-65 г), подовжене, донизу звужується, у поперечному розрізі кутасте, переважно скловидне, із слабковираженим чубком, зародок чітко виділяється. Верхнє міжвузля соломи заповнене і листя не опушене.

Тверда пшениця дає високоякісне борошно — крупчатку для виробництва макаронів, вермішелі, манної крупи. У землеробстві домінують ярі форми, хоч уже виведено й озимі. Вирощують у Середній Азії, Сибіру, Поволжі, на Кавказі, Кубані, і звичайно в Україні. За останні роки площа її в СНД досягла 6 млн га [1, 4].

М'яка і тверда пшениці, а також інші (полонікум, тургідум, карликова, персикум, круглозерна) — це голозерні пшениці з неламким колосовим

стрижнем. Після дозрівання колос не розпадається на окремі колоски. Зерно при обмолоті звільняється від колосових і квіткових лусок.

Полб'яні (плівчасті) види пшениці — ламкоколосі. Колос після дозрівання легко розпадається на колоски, зерно при обмолоті залишається в колосках і відділяти його треба на спеціальних крупорушках. Сюди належать дика і культурна однозернянки, двозернянка, спельта, маха та інші [1, 4].

2.1 Біологічні особливості озимої пшениці

Озима пшениця належить до родини злакових. Це однорічна, зимуюча рослина. Коренева система озимої пшениці мичкувата і, як правило, перевершує за довжиною надземні органи. При сівбі озимої пшениці на чорноземах по чистому пару в оптимальні строки первинне коріння під час припинення осінньої вегетації зазвичай досягає глибини 70-100 см, а вторинне – 30-60 см. Глибина проникнення коріння озимої пшениці у ґрунті залежить також від попередників і строків сівби.

Стебло озимої пшениці — порожниста соломка, яка в надземній частині поділяється на 5-6, а іноді й більше міжвузля. Листки у пшениці утворюються на кожному вузлі стебла. На початку колосіння на стеблі нараховується 5-6 листків. Розмір листків зазвичай залежить від біологічних особливостей сорту, в той же час він є показником умов вирощування пшениці. Фізіологічні процеси, що відбуваються в листках — такі, як вуглецеве живлення, транспірація, пов'язані з роботою продихового апарату, регулюються умовами водопостачання рослин, температурою і зволоженням повітря [23].

Суцвіттям озимої пшениці є колос. Він буває веретеноподібний, циліндричний, булаво подібний; у поперечному розрізі — квадратний і прямокутний; за кольором - білий і червоний.

Плід у пшениці — однонасінна зернівка, у якої тонкий навколо плідник щільно зрісся з насінною оболонкою. У нижньому кінці зернівки

розташовується зародок; на верхньому кінці міститься чубок з коротких волосків. Зернівка пшениці зверху опукла, знизу з відносно широкою борозенкою (вздовж зерна) [1].

Форма зерна буває різною залежно від виду та сорту озимої пшениці. Найчастіше вона буває яйцевидної та овальної форми, рідше подовжена або вкорочена. Забарвлення зерна являється ознакою сорту. Розрізняють в основному біле та червоне зерно.

Від сівби до збирання врожаю озима пшениця проходить такі фенологічні фази: проростання насіння, з'явлення сходів, кущення, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, формування, налив та досягання зерна, фаза молочної, воскової та повної стиглості [1, 4, 23].

2.2 Вимоги озимої пшениці до умов навколишнього середовища

Вимоги озимої пшениці до світла. Світлова стадія в озимої пшениці проходить при подовженому дні та підвищеній температурі за умови закінчення стадії яровизації. Озима пшениця, відноситься до рослин довгого світлового дня.

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 визначається лише при температурі вище 5 °С.

Для проростання насіння потрібна вода, тепло та кисень. Насіння пшениці потребує води в кількості 54-57 % від його абсолютно сухої ваги. Мінімальні температури проростання у більшості сортів пшениці знаходяться в межах 2...3 °С тепла. Відомі випадки проростання насіння озимої пшениці при температурі від 0 °С до 1 °С морозу. Оптимальні температури проростання насіння коливаються в межах від 18 °С до 25 °С, а максимальні - в межах 40...45 °С [1, 4, 23].

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...500 °С.

Час настання цвітіння, висота виносу колоса і тривалість цвітіння окремих колосків та колоса в цілому дуже залежать від зовнішніх умов - температури та вологості повітря і ґрунту.

Протягом доби спостерігається звичайно два максимуми цвітіння - ранковий (з 9 до 11 години) та після полуденний (від 15 до 19 години), але в різні дні залежно від погодних умов динаміка цвітіння може бути різною - з одним, двома, трьома і більше максимумами.

Тривалість періоду від виколошування до досягання зерна озимої пшениці так само, як і його виповненість та нагромадження сухої речовини, залежать від зовнішніх умов (вологості повітря та ґрунту, температури, наявності поживних речовин тощо). Надмірно високі температури, знижена вологість повітря та ґрунту, суховії прискорюють досягання зерна, часто обумовлюють його «запал» та значне зниження врожаю.

У вологу погоду спостерігається подовження періоду досягання зерна. Дощова погода в період наливання та досягання зерна озимої пшениці призводить до зменшення його врожаю, в зв'язку з уповільненим надходженням до зерна пластичних речовин, вимиванням з нього водорозчинних сполук та втратою сухої речовини на посилений процес дихання [1, 4].

Вимоги озимої пшениці до тепла. Для проходження стадії яровизації рослина потребує відповідної температури в комплексі з іншими факторами (вода, кисень та ін.). Вважають, що озима пшениця стадію яровизації проходить лише при температурі від 1°С до 10 °С і кращою є температура близько нуля (0...2 °С). Проте озима пшениця проходить цю стадію і при

температурі нижче нуля, що доведено останніми працями Всесоюзного інституту рослинництва, а саме при -3°C , а до яровизація може відбуватись навіть при температурі $6...8^{\circ}\text{C}$ морозу, що зв'язано з умовами, в яких формувалась спадковість цих пшениць [1, 4].

Тривалість стадії яровизації озимої пшениці залежно від сорту коливається від 16 до 57 днів. У озимих пшениць, що вирощують в Україні, вона триває 35-55 днів.

Відсутність температури, необхідної для проходження пшеницею стадії яровизації, викликає лише ріст рослин, їх кущення; але вони лишаються непідготовленими до проходження другої стадії. При сівбі озимої пшениці навесні не яровизованим насінням рослини не можуть перейти у фазу виходу в трубку та колосіння і лишаються у фазі кущіння [4].

Потреба озимої пшениці у теплі в осінній період на $2...4^{\circ}\text{C}$ перевищує значення середніх багаторічних температур. Але коливання останніх не досягають границь несприятливих значень. Тому термічний режим від посіву до припинення вегетації в основному сприятливі.

В період проходження загартування (кінець листопада – початок грудня) різниця між потребою рослин у теплі та її вдоволенням підвищують до 5°C . В цей період формування зимостійкості термічний режим для рослин озимої пшениці погіршується [23].

До середині січня потреба озимої пшениці у теплі перевищує середню багаторічну температуру лише на 1°C . Але нижній кордон коливання останнім виходить за межі несприятливої низької температури. Саме у середині січня – у лютому, як правило, відбувається вимерзання озимих.

Після відновлення вегетації потреба озимої пшениці у теплі наближається до середньої багаторічної температури повітря. В період виходу у трубку вони майже однакові. Тоді до воскової стиглості середня багаторічна температура на $1...2^{\circ}\text{C}$ більше потреби озимої пшениці у теплі.

В період від виходу в трубку до колосіння коливання температури повітря практично досягає рівня несприятливої високої температури. Як

правило, такі умови складаються у травні на 3-4 етапах органогенеза. Це посушливо небезпечний період, пом'якшення якого залежить від кількості опадів [1, 4].

Вимоги озимої пшениці до вологи. Потреба озимої пшениці у волозі в період посіву до кущіння на 16-25 мм перевищує середню багаторічну кількість опадів. В період кущіння – припинення вегетації різниця досягає 66 мм. Для отримання максимального врожаю на протязі осінньої вегетації що доби не досягає 1,2-2 мм опадів.

Отже, осінній період вегетації озимої пшениці майже завжди проходить при значному дефіциті вологи. Підвищення температури повітря при цьому на 1...2 °С більше середньої багаторічної призводить до виникнення засушливих умов. В зимовий період недостатня кількість опадів до оптимуму, забезпечує задовільну перезимівлю сівби озимої пшениці, суттєво значний та перевищує 100 мм. Сполучення такого недобору опадів з пониженими температурами до несприятливих значень обумовлюють досить часте вимерзання озимих, що як правило, посилюється на посівах, які не досягли 3-4 пагінців до припинення вегетації.

Озима пшениця за вегетаційний період витрачає в залежності від умов вирощування від 2 до 5-6 тис. тон води з гектару. Потреба у воді змінюється за фазами розвитку рослин. Критичним в цьому відношенні періодом для пшениці є вихід у трубку – колосіння. За цей нетривалий час витрачається від 30 до 50 % води.

На створення 1 г сухої маси озима пшениця витрачає в середньому 300-500 г води (транспіраційний коефіцієнт), а на створення 1 г зерна – від 500 до 5000 г води та більше (коефіцієнт водоспоживання).

В період від відновлення вегетації до виходу у трубку недостатня кількість опадів для посівів озимої пшениці незначна та складає 0,4 мм за добу, або 17 мм за період. Від виходу у трубку до колосіння середня багаторічна кількість опадів вперше за усю вегетацію перевищує потребу посівів озимої пшениці на 0,5 мм за добу, або на 18 мм за період [1, 4].

Озима пшениця негативно реагує і на перезволоження. Тривале перезволоження може призвести до послаблення росту, а іноді і до повної загибелі рослин.

Осіннє перезволоження ґрунту різко знижує морозостійкість і зимостійкість. Недолік вологи під час наливання зерна знижує масу зерна і викликає явища «захоплення» або «запалу» зерна. Такі явища спостерігаються при запасах продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту біля 25 мм і менше. Найбільш хороший стан посівів і високі урожаї бувають при запасах продуктивної вологи в ґрунті біля 80 мм. Збільшення кількості продуктивної вологи до 125 мм зазвичай супроводжується погіршенням стану посівів внаслідок вилягання рослин і їх пошкодження хворобами і шкідниками [1, 4, 23].

Вимоги озимої пшениці до ґрунтів та живлення. Агрохімічні і водно-фізичні властивості ґрунтів роблять великий вплив 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.

Ці ґрунти при високій агротехніці навіть без добрив 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.

В порівнянні з іншими зерновими культурами озима пшениця вимогливіша до вмісту живильних речовин в ґрунті зважаючи на невисоку засвоювану здатність кореневої системи. Оптимальна реакція ґрунтового розчину знаходиться в межах рН- 6,0-7,5 [23].

В умовах зрошування основною причиною заборони ростових процесів є недолік основних елементів мінерального живлення – азоту, фосфору і калію. Від забезпеченості рослин протягом вегетації від цих

елементів в основному залежить якість врожаю. Забезпечення молодих рослин азотом вже в осінній період робить позитивний вплив на кущення і на величину майбутнього врожаю. Висока потреба в азотному живленні в озимій пшениці виявляється і в період весняного кущення, коли відбувається закладка і диференціація колосу [1, 4, 23].

Найбільша потреба озимої пшениці у фосфорі виявляється в початковий період росту. Поглинання його починається вже при набуханні зерна. А в період сходів і кущення фосфор засвоюється рослинами у великих кількостях.

Калійне живлення грає важливу роль у водному і вуглеводному обміні, накопиченні жирів. Забезпечення пшениці калійним живленням ще з осені сприяє кращій зимівлі рослин, утворенню міцної соломини, зниженню ураженості грибними хворобами [4, 23].

2.3 Агротехніка вирощування

Озима пшениця широко вирощується в Україні із застосуванням сучасної інтенсивної технології.

Обробіток ґрунту. Залежно від попередника та вологості ґрунту застосовують відвальний або безвідвальний спосіб його обробітку. При застосуванні відвального (плужного) обробітку його починають з лущення відразу після збирання попередника.

Після відростання бур'янів площу орють плугами в агрегаті з котками на глибину: в Лісостепу 20-22 см; на Поліссі, де мілкий орний шар ґрунту, 16-18 см; у Степу при нестачі вологи в ґрунті — теж на 16-18 см, бо при більш глибокій оранці пересихає орний шар.

На зайнятих парах, ярі рано звільняються від урожаю парозаймаючої культури проводять дворазове дискування на глибину залягання кореневищ (10-12 см) та оранку з коткуванням після з'явлення «шилець» пирію на глибину до 25-27 см [4, 23].

При наявності коренепаросткових бур'янів (осоту, березки польової та ін.) поле перший раз дискують на глибину 6-8 см, вдруге луцять при відростанні розеток бур'янів на глибину 10-12 см і проводять оранку на глибину 25-27 см або на глибину мілкого орного шару. Проти коренепаросткових бур'янів у фазі розеток використовують також гербіциди.

Оранку під озиму пшеницю закінчують не пізніше як за 3-4 тижні до настання оптимальних строків сівби. У посушливі роки оранку не застосовують через вивертання великих брил ґрунту. Замість оранки проводять поверхневий обробіток.

У південних степових районах, де має місце вітрова ерозія, застосовують також безплужний обробіток ґрунту. Обробіток чорних парів починають восени після збирання попередника із застосуванням системи зяблевого обробітку, який включає дво-трифазне луцення та глибоку оранку на глибину до 27-30 см.

У Степу з осені поле, як правило, боронують. Рано навесні зяб боронують. З появою бур'янів приступають до першої культивуації з боронуванням на глибину 10-12 см. Протягом літа пар підтримують у пухкому та чистому від бур'янів стані, проводячи 2-3 культивуації з боронуванням з поступовим зменшенням глибини на 1,5-2 см. У вологе літо культивуації пару починають з глибини 6 - 8 см з поглибленням на 8-10 см і 10-12 см [23].

Передпосівний обробіток ґрунту включає культивуацію одночасно з боронуванням, а при недостатній вологості ґрунту - з коткуванням котками. Сидеральні пари перед сівбою дискують на глибину 5-7 см.

Застосування добрив. За рахунок добрив у зерні збільшується вміст білка на 1-3%, сирої клейковини на 3-6% і більше, підвищуються маса 1000 зерен, скловидність.

Під озиму пшеницю вносять, як правило, мінеральні добрива, а органічні — під попередник. Гній або компости рекомендується вносити безпосередньо під озиму пшеницю лише на бідних ґрунтах. Середня норма

гною на чорноземних ґрунтах становить 20-25 т/га, дерново-підзолистих, сірих опідзолених 30-35 т/га.

Мінеральні добрива найраціональніше вносити на заплановану урожайність. На малородючих дерново-підзолистих ґрунтах Полісся застосовують найвищі порівняно з іншими зонами норми мінеральних добрив — 90-120 кг/га азоту, фосфору і калію з перевагою азоту і калію. На чорноземах Лісостепу вносять по 60-90 кг/га мінеральних добрив з перевагою фосфору та азоту, а на солонцюватих ґрунтах обмежуються внесенням азотних і фосфорних добрив, виключаючи калійні.

Норми мінеральних добрив та співвідношення у них азоту, фосфору і калію залежать також від попередників озимої пшениці. Середніми нормами добрив при інтенсивній технології вважаються для озимої пшениці 90-120 кг/га азоту, фосфору і калію (NPK) [23].

Урожайність озимої пшениці підвищується від застосування мікроелементів — марганцю, молібдену, бору та ін.

Підготовка насіння, сівба. За Державним стандартом України, для сівби озимої пшениці необхідно використовувати насіння, яке за категорією відповідає 1-3 репродукціям зі схожістю для м'якої пшениці не менше 92%, твердої — 87%, чистотою від насіння бур'янів та інших домішок для обох видів пшениці не менше 98%, сортовою чистотою не менше 98%, вологістю не більше 15-15,5%.

Перед сівбою насіння озимої пшениці сортують за розмірами і вирівняністю; очищають від насіння бур'янів та інших культурних рослин і пожнивних домішок; протруюють від збудників хвороб та ґрунтових шкідників; обробляють мікроелементами, бактеріальними препаратами тощо. Свіжозібране насіння озимої пшениці у північно-західних районах України слід перед сівбою прогріти на сонці протягом 5-6 днів або в теплих приміщеннях з температурою 20-30°C та добре налагодженою вентиляцією протягом 8-10 днів.

Відповідно до рекомендацій, оптимальні норми висіву для середньорослих сортів, вирощуваних на ґрунтах середньої родючості, становлять (млн шт. схожих зерен на 1 га): у районах Степової зони 4-4,5, Лісостепової 4,5-5, Поліської 5-5,5. Залежно від конкретних умов вирощування норми висіву уточнюють.

Строк сівби. Оптимальні (календарні) строки для сівби встановлені для кожної ґрунтово-кліматичної зони: на Поліссі 1-15 вересня, в Лісостепу і західних районах 5-20 вересня, в передгірних 5-25 вересня, гірських 1-10 вересня, у Степу 5-25 вересня, АР Крим 15 вересня – 5 жовтня.

Сіють озиму пшеницю різними способами: звичайним рядковим з шириною міжрядь 15 см, вузькорядним з міжряддями 7,5 см, перехресним з міжряддями 15 см, розосередженим, гребневим, борозенчастим та ін. Основним способом сівби озимої пшениці є звичайний рядковий з шириною міжрядь 15 см.

Для одержання дружніх і рівномірних сходів глибина загортання насіння на добре оброблених і вологих ґрунтах не повинна перевищувати 3-5 см, на важких ґрунтах її зменшують на 1-2 см, на легких — збільшують до 6-8 см. [1, 23].

Догляд за посівами озимої пшениці починають восени. Знешкоджують гризунів, збудників хвороб та шкідників. Взимку і навесні постійно спостерігають за ходом перезимівлі озимої пшениці і при необхідності організують захист її від вимерзання, випрівання тощо. Навесні посіви озимої пшениці оглядають, визначають стан їх після зимівлі, ступінь зрідженості та приймають рішення щодо доцільності їх залишення для подальшої вегетації. Слаборозвинену пшеницю у Лісостепу і на Поліссі підсівають, а в Степу пересівають високоврожайними ярими культурами.

Система догляду за озимою пшеницею, крім азотних підживлень, включає захист рослин від вилягання, бур'янів, хвороб та шкідників.

Збирання. Збирають озиму пшеницю у фазі воскової стиглості зерна, застосовуючи однофазний (пряме комбайнування) і двофазний (роздільний)

способи збирання. Починають збирати при досягненні зерном вологості 30-32%. Роздільне збирання на півдні проводять протягом 2-4 днів, у Лісостепу й на Поліссі — 2-4 днів, після чого переходять на пряме комбайнування, яке починають при вологості зерна 18-20%.

Після збирання зерно озимої пшениці старанно очищають, при потребі пропускають через сушильні агрегати, доводять вологість його до 14-15% і використовують за призначенням [23].

Вирощування озимої пшениці в умовах зрошення. В умовах південного Степу важливим заходом підвищення врожайності пшениці є зрошення. Для зрошення найбільш придатні короткостеблові сорти озимої пшениці, стійкі проти вилягання і водночас високопродуктивні (Безоста 1, Вимпел одеський, Одеська напівкарликова, Обрій, Находка 4, Скіф'янка, Херсонська остиста та ін.; твердої пшениці — Корал одеський, Парус та ін.)

Основний обробіток ґрунту проводять з урахуванням попередника та видового складу бур'янів, він включає лушення та оранку плугами з передплужниками, яку слід проводити з одночасним коткуванням за 3-4 тижні до сівби пшениці на глибину 20-30 см.

В умовах зрошення посіви озимої пшениці удобрюють органічними (30 т/га) та мінеральними добривами. Підживлюють озиму пшеницю частіше на II і IV етапах органогенезу. Фосфорні добрива, як достатньо стійкі проти вимивання, вносять у два строки: до 85 % норми під оранку, решту — в рядки під час сівби пшениці, сумарна кількість при зрошенні N120P80.

Сіють озиму пшеницю кондиційним, протруєним насінням в оптимальні календарні строки: у Північному Степу — з 1 по 10 вересня; центральному — з 10 по 20; у Південному — з 15 по 30 вересня; в АР Крим — з 1 по 15 жовтня. Норми висіву середньорослих сортів становлять 4-5 млн схожих зерен на 1 га, напівкарликових 5-6 млн/га.

Поширеним способом сівби є звичайний рядковий із загортанням насіння у вологий ґрунт на глибину 5-6 см [1].

Режим зрошення. Вирощують озиму пшеницю із застосуванням вологозарядкового та вегетаційних поливів за допомогою дощувальних машин. Вологозарядковий полив проводять після основної оранки (за 3-4 тижні до сівби пшениці).

Норма поливу на ґрунтах з низьким заляганням ґрунтових вод становить 800 - 1200 м³/га, з високим 400-500 м³/га. У відносно вологий рік проводять один вегетаційний полив, у середньо-посушливий 2-3 і в посушливий рік 4 поливи з поливною нормою кожного разу 500-600 м³/га. Перший полив озимої пшениці проводять на IV етапі органогенезу, другий — на VII, закінчують у фазі формування зерна (X етап).

2.4 Сорти озимої пшениці

Коломак 3. Різновидність еритроспермум. Середньостиглий. Стебло середньої товщини, міцне, пусте. Листки зелені, за величиною проміжні, не опушений восковий наліт середній. Колос солом'яно-жовтий, призматичний, щільний. Зернівка червона, видовжена, борідка середня. Урожайність — 44,9-58 ц/га. Зимостійкість 4,3-4,7 бала. Стійкість проти вилягання — 4,8 бала, обсіпання — 4,8, посухи — 4,2 бала. Ураженість борошністою россою — 10,6-20,5 %; бурюю іржею — 15,1-21,8%; фузаріозом — 5,0-8,6 %. Вміст білка — 11,5-13,9 %; клейковини — 24,1-29,2%. Маса 1000 зерен — 40,4-45,1 г. Загальна хлібопекарська оцінка — 3,7-4,5 бала. Рекомендований для вирощування в Степу, Лісостепу і на Поліссі [24].

Альбатрос одеський. Пшениця м'яка. Різновидність еретроспермум. Рослини заввишки 75-108 см. Листки світлозелені, вузькі, короткі. Колос циліндричний, завдовжки 9-11 см, середньощільний, вегетаційний період — 287-303 дні. Стійкість проти вилягання — 3-5 балів, зимостійкість 4-5 балів. Придатний для вирощування за інтенсивною технологією. Борошномельні та хлібопекарські якості добрі. Вміст білка — 13,6-14,6%,

сирої клейковини — 28,4-29,3 %. Маса 1000 зерен — 33,7-44,7 г. Загальна оцінка — 4-4,5 бала. Рекомендований для збування в Степу і Лісостепу [24].

Вимпел одеський. Пшениця м'яка. Різновидність лютесценс. Ранньостиглий. Кущ розлогий, стебло тонке, пусте, пружне. Листки світло-зелені, без опушення. Колос циліндричний, білий, завдовжки 8-9 см, середньої щільності. Зернівка середньої крупності, червона, напіввиражена. Морозостійкість середня — вище середньої. Урожайність — 56,6 на богарних і 69 ц/га на зрошуваних землях. Маса 1000 зерен — 41,5-42,4 г. Рекомендований для вирощування в Степу і Лісостепу.

Миронівська 30. Пшениця м'яка. Різновидність лютесценс, середньостиглий. Форма куща проміжна, стебло міцне, середньої товщини. Листки зелені, опушення відсутнє, циліндричний, білий, середньої довжини, зернівка крупна, овальновидовжена, червона. Маса 1000 зерен — 45,4-46,2г. Ураження борошнистою росю — 3-3,2 %, бурюю іржею — 4-4,9%, фузаріозом — 0,6-4 %. Рекомендований для вирощування в Лісостепу і на Поліссі [24].

Поліська 87. Пшениця м'яка. Різновидність лютесценс. Сходи темно-зелені. Стебло пусте, досить міцне. Із слабим, восковим нальотом. Листки темно-зелені, вузькі, короткі. Колос призматичний, нещільний. Зерно яйцеподібної форми, велике. Маса 1000 зерен — 45-3,2 г. Вегетаційний період — 288-306 днів. Добре зимує. Зимостійкість — 4-5 балів. Вміст білка — 13-14%, сирої клейковини — 25,9-29,3%. Загальна хлібопекарська оцінка — 3,2-3,8 бала. Урожайність — 52,8-62,8 ц/га. Рекомендований для вирощування в Лісостепу і на Поліссі.

Тіра. Пшениця м'яка. Різновидність еритроспермум. Середньоранній. Форма куща сланка, стебло середньої товщина, міцне. Листки зелені, без опушення, з восковим нальотом. Колос солом'яно-жовтий, призматичний, середньої щільності. Зернівка яйцеподібна, середня за величиною, борідка неширока, неглибока. Маса 1000 зерен — 37,4-41 г. Урожайність — 46,4-54,9 ц/га. Вміст білка — 11,7-14,3%, клейковини — 25,0-29,1%,

хлібопекарська, оцінка — 3,6-4,8 бала. Стійкість проти вилягання — 4,9 бала, ураженість борошнистою росою — 12,6-19,2 %. Рекомендований для вирощування в Степу, Лісостепу і на Поліссі. [24].

Українка одеська. Пшениця м'яка. Середньоранній. Зернівка середньої величини, червона, боріздка середня. Маса 1000 зерен 40,3-44,6 г. Урожайність — 51,0-61,5 ц/га. Стійкість проти вилягання — 4,8 бала. Ураження борошнистою росою 1,4-5,6 % бурюю іржею — 4,4-6,9%, фузаріозом — 1-3,2%. Рекомендований для вирощування в Степу, Лісостепу і Поліссі.

Одеська 161. Пшениця м'яка. Різновидність еритроспермум. Ранньостиглий. Форма куща напівстояча, стебла міцне, просте, середньої товщини. Листки світло-зелені, не опушені, колос циліндричний, до верху звужений. Зернівка середня за розміром, видовжено-овальна, червона, боріздка глибока морозостійкість вище середньої. Урожайність — 52,8-64,5 ц/п. Маса 1000 зерен — 41-44 г. Стійкість проти вилягання 4,3-4,8 бала. Ураженість борошнистою росою — 2,6-6,8 %. Рекомендований для вирощування в Степу, Лісостепу і на Поліссі [24].

3 СЦЕНАРІЇ ЗМІН КЛІМАТУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Зміни клімату спричиняють зміну кліматично зумовлених природних ресурсів. В основному зміни клімату відбуваються через глобальне потепління. Кліматичні зміни, що відбуваються протягом останніх десятиліть, викликають необхідність їх прогнозування та спричинені ними наслідки.

Зміни кліматичних умов за звичай розглядаються за допомогою різних сценаріїв. Робочою групою експертів зі змін клімату було розроблено багато сценаріїв, серед яких чотири основних описових сюжетних ліній A1, A2, B1, B2, для послідовного викладення зв'язків між визначальними факторами викидів та їх розвитком.

Кожен сценарій має свою сутність. У сюжетній лінії A2 надається опис дуже неоднорідного світу. Першорядною темою за цим сценарієм буде самозабезпечення та збереження місцевої самобутності. Показники народжуваності у різних регіонах дуже повільно зближатимуться, внаслідок чого спостерігатиметься сталий зріст загальної кількості населення. Економічний розвиток буде мати головним чином регіональну спрямованість, а економічне зростання у розрахунку на душу населення і технологічні зміни будуть більш фрагментарними та повільними у порівнянні з іншими сюжетними лініями [5, 6, 7].

Сюжетна лінія і сценарна родина B1 містить опис світу, який рухається в одному напрямку з тим же глобальним населенням, яке сягає максимальної чисельності у середині століття, а потім зменшується, як й у сюжетній лінії A1, але при швидких змінах в економічних структурах в напрямку сервісної та інформаційної економіки зі зменшенням матеріальної інтенсивності та упровадженням чистих і ресурсощадних технологій. Головна увага приділятиметься глобальним вирішенням економічної, соціальної сталості,

включаючи більшу справедливість, але без додаткових ініціатив, пов'язаних з кліматом [5, 6].

Сюжетна лінія і сценарна родина B2 містить опис світу, в якому головна увага приділятиметься локальним рішенням проблеми економічної, соціальної та екологічної сталості. Це буде світ з глобальним населенням, яке стало збільшується з темпами, нижчими ніж для A2, проміжними рівнями економічного розвитку і менш швидкими, але різноманітнішими змінами у порівнянні з лініями B1 і A1. Хоч цей сценарій також орієнтований на охорону навколишнього середовища та соціальну справедливість, головна увага у ньому приділятиметься місцевим і регіональним рівням [5].

Сценарій зміни клімату A1B реалізується за допомогою регіональної кліматичній моделі REMO, яка розроблена в Інституті метеорології ім. Макса Планка в Гамбурзі. REMO застосовується для моделювання клімату більш ніж шести експериментів CORDEX - Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment (Африка, Європа, Середземномор'я, Північна Америка, Південна Америка та Західна Азія). При цьому особливістю REMO є моделювання не лише річних режимів опадів та температури, але й вивчення міжсезонних - та внутрішньо сезонних характеристик, а також представлення цих змінних на основі функції густини ймовірності в порівнянні зі спостереженнями. Вказана регіональна кліматична модель має досить добру продуктивність при моделюванні різних типів клімату, що дає можливість більш детального прогнозування метеорологічних процесів в різних кліматичних умовах, що дуже важливо для оцінки майбутніх прогнозів клімату. Найбільш точні результати моделювання REMO [5] показує саме в межах Європи, що робить цю модель найбільш прийнятною до використання саме в цьому регіоні. Хоча за результатами дослідження було виявлено, що в межах Європи спостерігається незначне завищення температури повітря в літні місяці, та протягом року недооцінення умов вологості повітря (до 10%). Для глобального випромінювання модель переоцінює значення спостережень в основному влітку. А найкращі

результати моделювання були виявлені при вивченні режиму опадів, оскільки прогнозовані дані за REMO практично співпадали з даними спостережень. Тому, високий рівень прогностичних можливостей забезпечує використання регіональної кліматичної моделі REMO в даному дослідженні [5].

Клімат суттєво впливає на формування урожаю сільськогосподарських культур. Він значною мірою визначає середній рівень урожайності, її міжрічну мінливість і просторову структуру.

Щорічно через глобальне потепління у світі втрачається понад 1 млн. сільськогосподарських угідь. Зокрема, Україна за 40 років втратила близько 12-14 % таких земель, за той же час Євросоюз – майже 30 % орних площ.

Наслідки надто безпрецедентно швидкого процесу зміни клімату представляють собою широкий спектр рівноспрямованих та рівно масштабних явищ. Враховуючи інерційний характер такої системи як сільське господарство та її залежність від погодних умов, уже зараз необхідне прийняття своєчасних та адекватних рішень щодо складних проблем, зумовлених змінами клімату [8].

Результати моніторингу кліматологічних полів температури та атмосферних опадів дозволяють стверджувати, що глобальне антропогенне потепління прискорюється. У зв'язку з очікуваним підвищенням температури повітря Північної півкулі продовольча безпека України в значній мірі буде залежати від того, наскільки ефективно адаптується сільське господарство до очікуваних змін клімату, майбутніх агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур. Тому проблема оцінки впливу очікуваних змін клімату на агрокліматичні умови вирощування, продуктивність та валові збори урожаю сільськогосподарських культур України є дуже актуальною

Вирішення цієї проблеми пов'язують з розвитком методів математичного моделювання продукційного процесу сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим спостерігається відродження інтересу до

моделювання формування урожайності в залежності від погодних умов та інших змін [8].

Існує безліч версій, впливу зміни клімату і збільшення вмісту вуглекислого газу в атмосфері на сільське господарство. Прискориться розвиток рослин, зміняться урожайність і стабільність виробництва продуктів харчування, розширяться (скоротяться) посівні площі, зміниться набір сортів сільськогосподарських культур і спеціалізація сільського господарства, трансформується агротехніка, зміниться ефективність внесення органічних та мінеральних добрив [8].

Особливо важливим на даному етапі розвитку наукових знань є застосування для оцінки впливу кліматичних змін на продукційний процес сільськогосподарських рослин методів математичного моделювання. Вони дають змогу найбільш повно врахувати причинно-наслідковий зв'язок між погодними умовами (кліматичні зміни) та продуктивністю сільськогосподарських культур [8].

Озима пшениця - складна для моделювання культур, її життєвий цикл не припиняється і в холодну пору року, екстремальні умови якої значною мірою впливають на формування майбутнього урожаю. Тому моделювання фізіологічних процесів культури в холодний період року є дуже важливим і складним завданням.

В. С. Антоненко [8] розробив та провадив у виробництво модель впливу агрометеорологічних умов на ріст, розвиток та формування урожаю озимої пшениці, яка детально враховує умови зимового періоду вегетації культури. В цій моделі життєвий цикл культури озимої пшениці поділяється на кілька важливих етапів, які значно відрізняються один від одного проходженням біологічних процесів і типом обміну речовин у рослині, а також впливом агрометеорологічних умов на ці процеси. Виділяються етапи: проростання насіння і формування сходів, осінньої вегетації і загартовування рослин, перезимівлі, весняно-літньої вегетації [8].

М. І. Кульбіда [8] розробив динамічну модель продукційного процесу озимої пшениці в період весняно-літної вегетації. В основу розробки покладена базова динамічна модель формування урожаю сільськогосподарських культур А. М. Польового [7] в яку було внесено цілий ряд істотних модифікацій для більш детального врахування впливу на ріст і формування репродуктивних органів таких екстремальних явищ весняно-літнього періоду як посуха та суховії, полягання посівів «стікання зерна» [8].

4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

4.1 Методичні підходи до оцінки впливу кліматичних змін на продуктивність посівів озимої пшениці

Тенденції зміни агрокліматичних ресурсів і агрокліматичних умов формування продуктивності сільськогосподарських культур розглядалися за різні проміжки часу. Для оцінки змін агрокліматичних ресурсів при можливих змінах клімату був використаний сценарій зміни клімату в Україні – сценарій A1B, регіональна кліматична модель MPI-M-REMO, глобальна модель – *ESCHAM5-r3* [7], як найбільш достовірний на період до 2050 року. Зупинимось детальніше на моделі, результати розрахунків за якою використані як сценарні. REMO об'єднує колишню чисельну модель прогнозу погоди EUROAMODELL для розрахунків термодинамічних характеристик і блок глобальної кліматичної моделі ECHAM4, в якому розраховуються процеси хмаро- і опадоутворення, проходження потоків сонячної радіації в атмосфері, вплив підстильної поверхні на теплові потоки з урахуванням альbedo і типу поверхні. У цій моделі використовується перетворена сферична система координат, в якій екватор проходить через центр області моделювання для зменшення впливу кривизни Землі на прямокутність координатної сітки, і, так звана, гібридна вертикальна координата, яка є комбінацією ізобаричної і σ -вертикальної координати, тобто вертикальні рівні розташовані уздовж підстильної поверхні поблизу Землі і з висотою перетворюються на паралельні ізобаричні за спеціальними співвідношеннями. В останні роки REMO досить успішно застосовувалася для моделювання минулого і майбутнього регіонального клімату не лише Німеччини, але й інших країн Європи, а також Індії, Аргентини та інших країн світу [7]. REMO була однією з провідних в проекті оцінки водного

балансу басейну Балтійського моря і в звіті IPCC - 2007 [7]. Зернові культури – найважливіша група сільськогосподарських рослин, які дають зерно - основний продукт харчування людини, сировину для багатьох галузей промисловості та корм для сільськогосподарських тварин.

Продуктивність – є основною ознакою, яка характеризує господарську цінність сорту. Вона залежить від основних елементів структури посівів пшениці озимої, зокрема, кількості рослин і продуктивних стебел на одиниці площі, числа колосків і зерен у колосі та їх маси, маси зерна одного колоса, співвідношенням між зерном і соломою, які визначають потенціал продуктивності пшениці. Усі ці елементи змінюються залежно від ґрунтово-кліматичних умов місцевості, агротехнічних факторів і біологічних особливостей сортів, що призводить до підвищення чи зниження врожаю.

Урожайність залежить від технології вирощування, клімату, сортів та інших факторів. Головним фактором формування врожайності рослин є фотосинтез, на частку якого припадає до 95% усієї накопиченої в рослині енергії. Створення оптимальних умов для роботи фотосинтетичного апарату на протязі всієї вегетації рослин є необхідною умовою формування високого врожаю [7].

4.2 Вплив змін клімату на ріст озимої пшениці в осінній період

На основі багатолітніх гідрометеорологічних та агрометеорологічних даних за період з 1986 по 2005 рік проведено числовий експеримент на базі моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового [8], яка була модифікована та адаптована відповідно до біологічних особливостей озимої пшениці.

Розвиток озимих культур восени залежить від агрометеорологічних умов від сівби до припинення вегетації. До основних агрометеорологічних факторів, від яких залежить стан рослин та швидкість їх розвитку восени відносяться - вологість ґрунту, температура повітря в верхньому шарі

грунту. Оскільки температура ґрунту восени має тісний кореляційний зв'язок з температурою повітря, то, як правило, для характеристики умов росту та розвитку озимих культур використовують дані тільки температури повітря. На Україні основний вплив на стан озимих зернових культур восени мають такі показники, як запаси продуктивної вологи в період сівби та сума опадів за період активної вегетації [10, 11].

При розробці принципів максимального використання ФАР і програмування урожайності посівів сільськогосподарських культур насамперед потрібно уточнити значення теоретично максимально можливого урожаю. При цьому доцільно використовувати поняття «потенційний урожай» (ПУ). Потенційний урожай – це значення урожаю, яке забезпечується приходом енергії ФАР при оптимальному протягом вегетаційного періоду режимі метеорологічних факторів. ПУ загальної сухої фітомаси (г/см^2) може бути розрахований з формули [12]:

$$Y_{\text{пот}} = \frac{\eta_{\text{пот}} \sum Q_{\text{ФАР}}}{g} \quad (4.1)$$

де $\eta_{\text{пот}}(t)$ – функція (хід) потенціального ККД посіву на протязі вегетаційного періоду;

$q(t)$ – калорійність рослин (ккал/г);

$Q_{\text{ф}}(t)$ – функція денних сум ФАР на протязі вегетаційного періоду (ккал/см²);

ПУ господарсько цінних органів (зерна, клубнів картоплі, і ін..) розраховується включенням в формулу (3.2.1) відповідної функції росту $A(t)$ або використанням множника $K_{\text{хоз}}$. ПУ залежить не тільки від сум ФАР, але і від ходу потенційного ККД посіву на протязі вегетаційного періоду.

Потенційний ККД посіву – це максимальний ККД посіву, забезпечуваний біологічними особливостями сорту, сучасною агротехнікою і

рівнем родючості ґрунту в оптимальних для даного сорту метеорологічних умовах. Отже, при незмінному приході ФАР ПУ посівів залежить від біологічних властивостей культур і сортів, а також від родючості ґрунту, які відображаються на ККД.

Дійсно можливий урожай – це урожай, який визначається значеннями ПУ і лімітуючою дією режиму метеорологічних факторів на протязі вегетації. ДМУ відрізняється від ПУ тим більше, чим метеорологічні фактори відрізняються від оптимальних. В першому наближенні можна ігнорувати взаємозв'язок дії метеорологічних факторів на урожай і виразити формулою:

$$Y_{\text{дву}} = Y_{\text{пот}} F_1(X_1) F_2(X_2) \dots F_i(X_i) \quad (4.2)$$

де $Y_{\text{дву}}$ – дійсно можливий максимальний урожай;

$F_i(X_i)$ – функція, яка виражає залежність урожаю від фактору X_i [12].

Узагальнюючі агрометеорологічні показники стану культури озимої пшениці на період осінньої вегетації по природно – кліматичній зоні України – Степ (Одеська, Херсонська області) приведено в таблиці 4.1
Узагальнюючі характеристики фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці представлено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 – Узагальнюючі агрометеорологічні показники стану культури озимої пшениці на період осінньої вегетації по природно-кліматичній зоні України – Степ

№	Узагальнюючі показники за період вегетації	Область	
		Херсонська	Одеська
1	Середня із температур за період, °С	7,4	7,8
2	Сума ФАР, кал/см ² за період сходи – припинення вегетації	8,542	4,509
3	Тривалість періоду, доба	57	47
4	Сума опадів, мм	65	75
5	Сума ефективних температур вище 5 °С	241	265

Таблиця 4.2 – Узагальнюючі характеристики фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці

№	Узагальнені характеристики на період осінньої вегетації	Область	
		Херсонська	Одеська
1	Кущистість на рівні ПУ, від.од.	0,436	0,550
2	Кущистість на рівні ММУ, від.од.	0,550	0,550
3	Кущистість на рівні ДМУ, від.од.	0,550	0,550
4	Кущистість на рівні УВ, від.од.	0,550	0,550
5	ПУ всієї сухої біомаси, г/ м ²	104,502	65,267
6	ММУ всієї сухої біомаси, г/ м ²	36,723	30,601
7	ДМУ всієї сухої біомаси, г/м ²	22,695	18,911
8	УВ всієї сухої біомаси, г/м ²	11,854	9,877
9	Густота на дату припинення вегетації	792,516	787,359
10	Кущистість	3,78	3,70

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

- для фази проростання – 7 - 8 днів;
- для фази кущіння – 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.

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 Степу.

Динаміка приростів потенційної врожайності озимої пшениці та хід декадних сум ФАР за період сходи – припинення осінньої вегетації в Одеській області представлена на рис. 4.1

У початковий період вегетації рівень сум ФАР становить 0,190 кал/см²*хв. У наступній декаді ФАР поступово знижується і становить у другій декаді 0,172 кал/см²*хв. Після цього до кінця періоду вегетації озимої пшениці йде плавне зниження величин сум ФАР і перед закінченням осіннього періоду вегетації ці величини досягають значень 0,150 кал/см²*хв. Прирости 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.

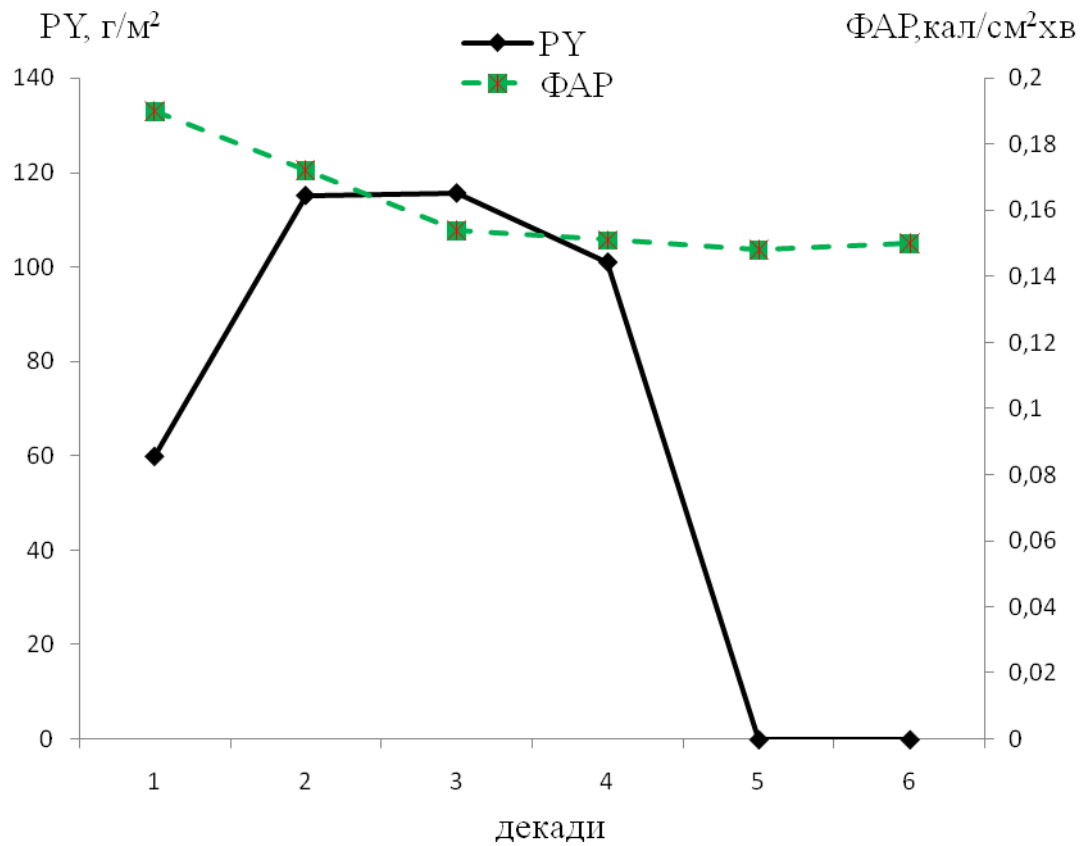


Рисунок 4.1 – Графік декадного ходу приросту потенційного урожаю озимої пшениці та ФАР в Одеській області в осінній період вегетації.

Так, значення ПУ на початку першої декади, як це видно з рис. 4.1 складає 59 ц/га, в наступній декаді досягає числового значення 115,092 ц/га, в третій декаді значення дещо збільшується і становить 115,604 ц/га, що являється максимальним значенням за досліджений період вегетації на даній території, протягом наступних декад до кінця вегетаційного періоду відбувається поступове зниження приросту ПУ до мінімального значення в шостій декаді до 0 ц/га.

Аналогічний хід мають прирости УВ, ММУ та ДМУ. Таким чином, режим фотосинтетичної активної радіації формує разом з біологічними особливостями культури рівень її потенційної урожайності.

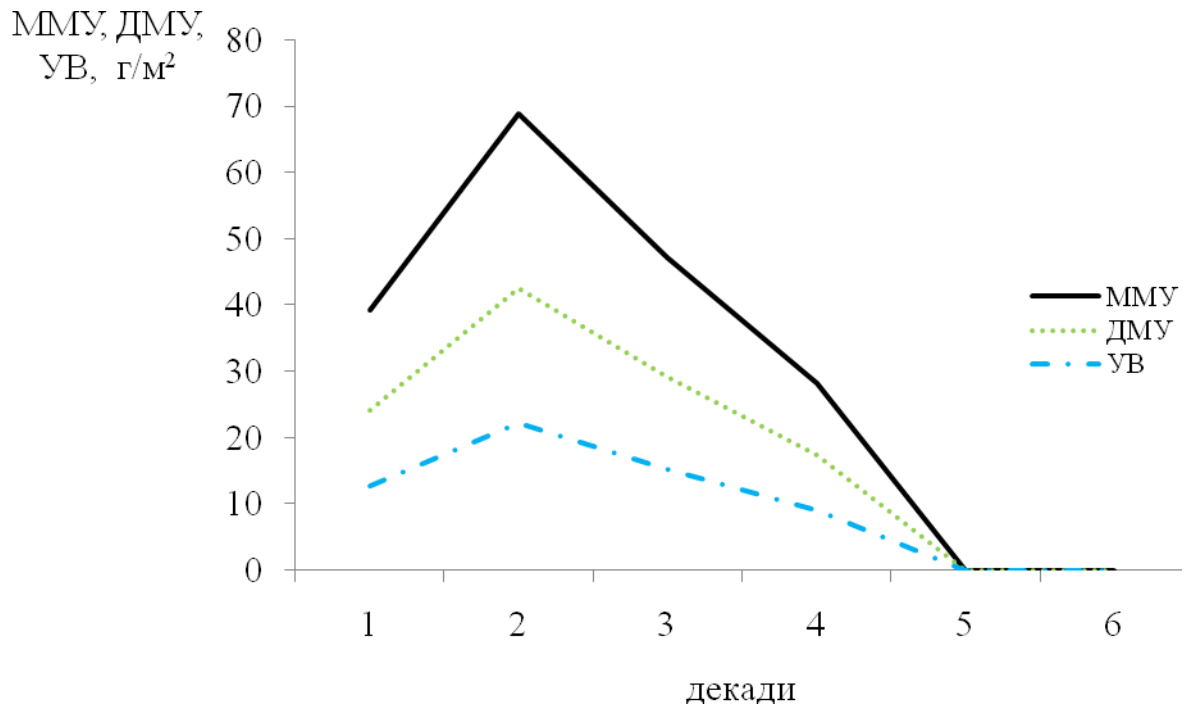


Рисунок 4.2 – Графік декадного ходу приростів сухої маси озимої пшениці в Одеській області в осінній період вегетації

На рис. 4.2 представлено динаміку приросту потенційної врожайності озимої пшениці та хід декадних сум ФАР за період сходи – припинення осінньої вегетації в Херсонській області.

У початковий період вегетації рівень сум ФАР становить 0,228 кал/см²*хв. У наступній декаді ФАР поступово збільшується і становить у другій декаді 0,256 кал/см²*хв. Після цього до кінця періоду вегетації озимої пшениці йде плавне збільшення величин сум ФАР і перед закінченням осіннього періоду вегетації ця величини досягають значення 0,270 кал/см²*хв.

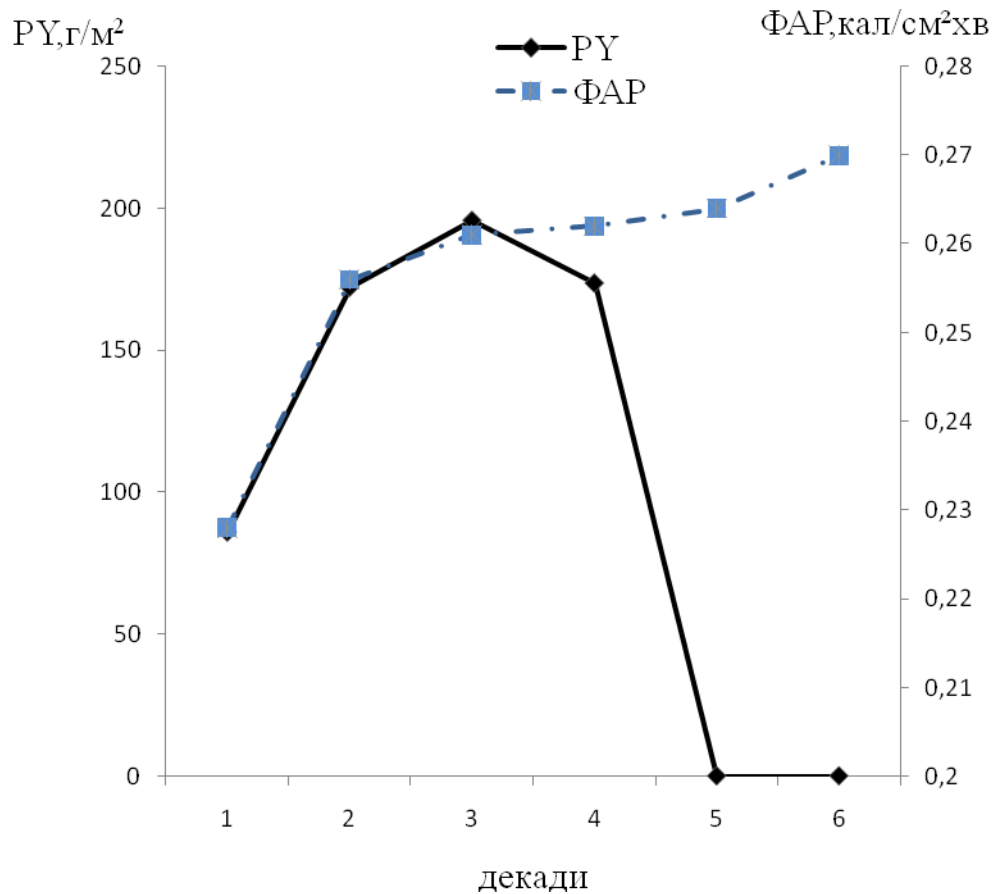


Рисунок 4.3 – Графік декадного ходу приросту потенційного урожаю озимої пшениці та ФАР в Херсонській області в осінній період вегетації

Так, значення ПУ на початку першої декади, як це видно з рис. 4.3 складає 85,829 ц/га, в наступній декаді досягає числового значення 172,060 ц/га, в третій декаді значення дещо збільшується і становить 195,593 ц/га, що являється максимальним значенням за досліджений період вегетації на даній території, протягом наступних декад до кінця вегетаційного періоду відбувається поступове зниження приросту ПУ до мінімального значення в шостій декаді до 0 ц/га.

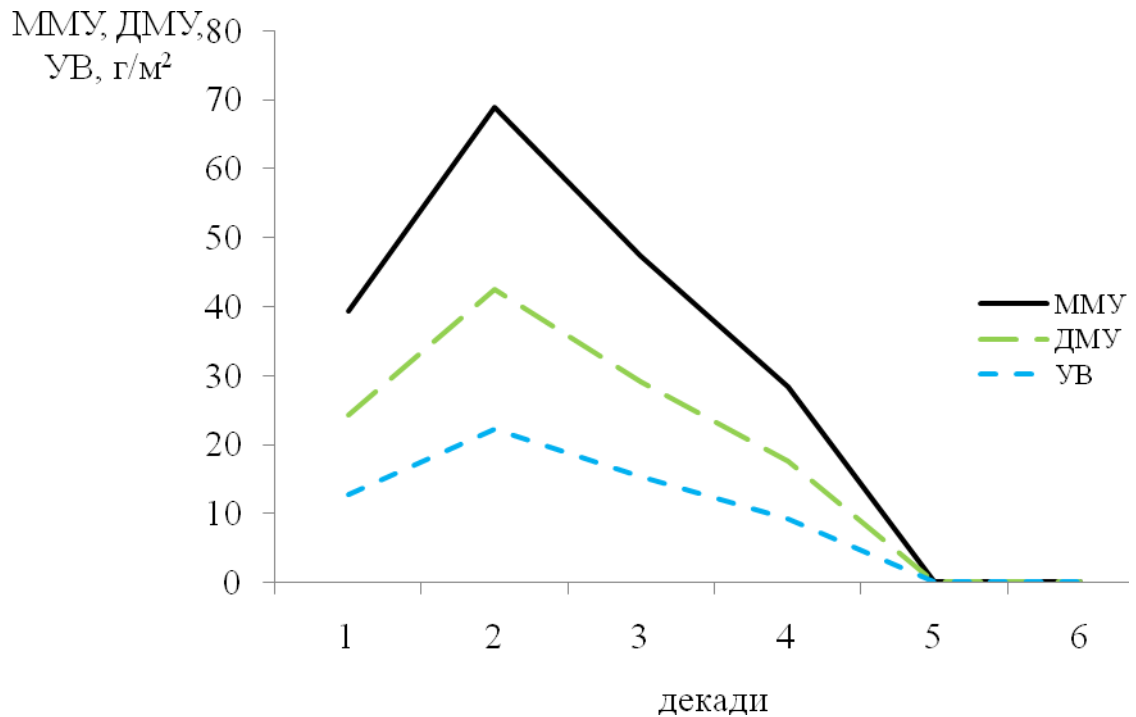


Рисунок 4.4- Графік декадного ходу приростів урожайності озимої пшениці в Херсонській області в осінній період вегетації

Аналогічний хід мають прирости УВ, ММУ та ДМУ. Запаси вологи в шарі ґрунту 0-20 та 0-100 см можна охарактеризувати, як задовільні, оскільки сходи не з'являються при запасах продуктивної вологи в ґрунті (0-20 см) менше 5 мм, хороший стан сходів забезпечують запаси продуктивної вологи в ґрунті 30-50 мм.

На рис. 4.5 та 4.6 представлено декадний хід запасів продуктивної вологи в шарі 0-20 та 0-100 см, а також декадний хід температури повітря в Одеській області та Херсонській області.

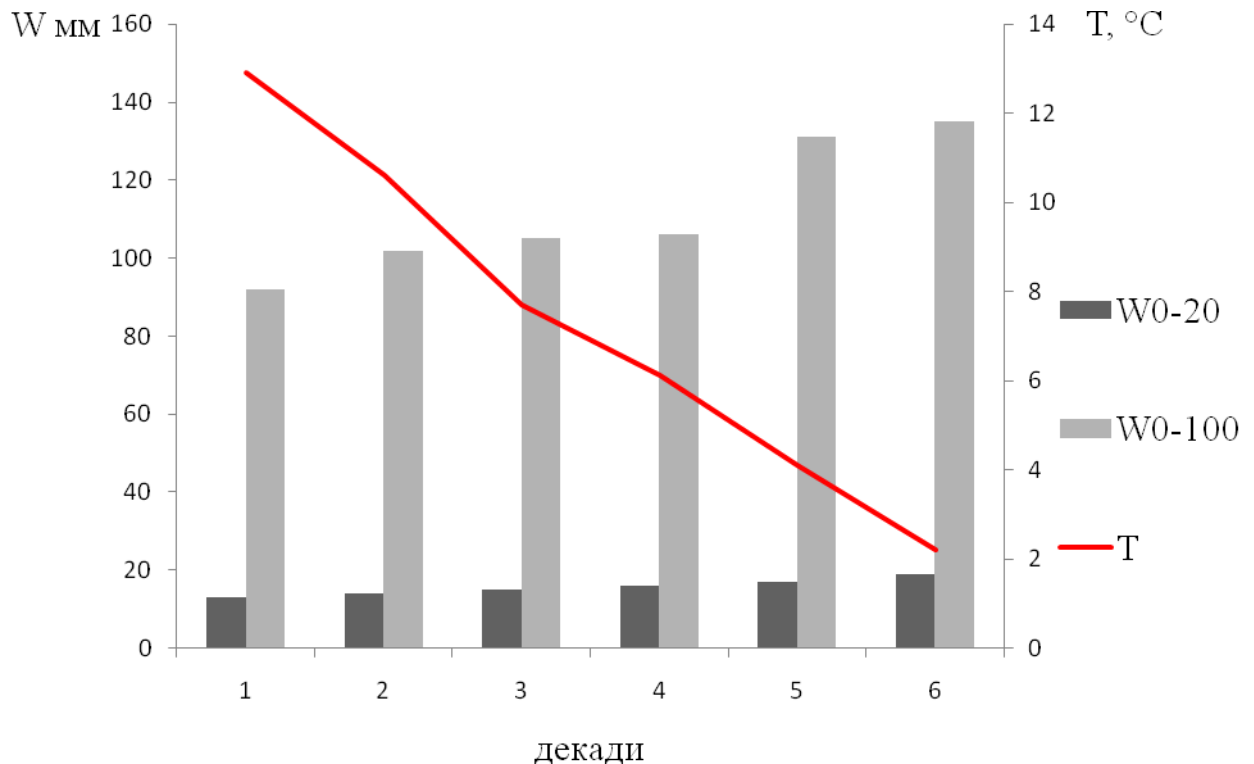


Рисунок 4.5 – Графік декадного ходу запасів продуктивної вологи в шарі 0-20 та 0-100 см та температура повітря в Одеській області

Оскільки за даними А.А. Шиголева [22], який встановив кількісні упоказники оптимальних умов вегетації озимої пшениці, сума ефективних температур повітря вище 5°C , рівна 20°C , забезпечує появу трьох пагонів кущіння, рівна 30°C , забезпечує появу 6-ти пагонів кущіння. Таким чином, можна вважати, що завдяки сумі ефективних температур вище 5°C за вегетаційний період осіннього періоду в Одеській області, на час припнення осінньої вегетації утворилось 3-и пагони кущіння.

На рис. 4.6 представлено декадний хід запасів продуктивної вологи в шарі 0-20 та 0-100 см, а також декадний хід температури повітря в Херсонській області під час осіннього періоду вегетації.

Відповідно до розрахунків В. А. Шавкунова [22] та В. А. Мойсейчик [13] в результаті яких за багаторічними даними спостережень метеорологічних станцій, встановлено залежності урожайності

озимої пшениці та озимого жита від станів посівів восени та весною, можна оцінити стан (в балах) озимої пшениці в фазі куціння до моменту зупинення вегетації восени як задовільний.

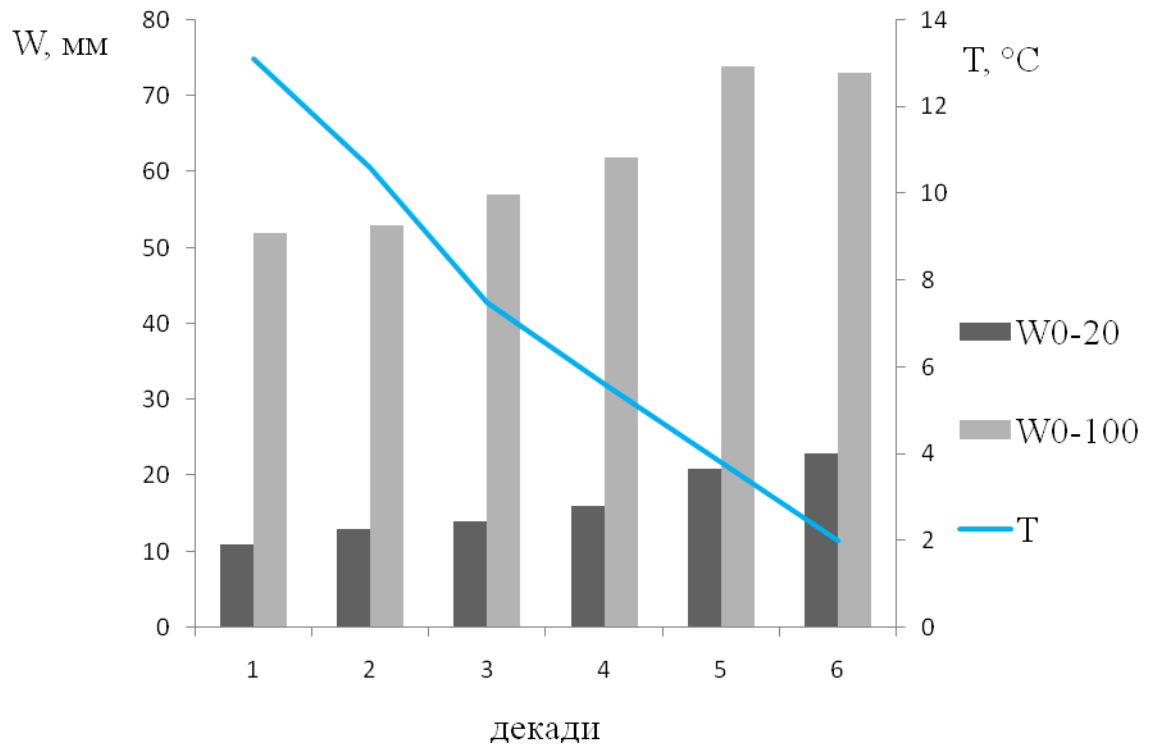


Рисунок 4.6 – Графік декадного ходу запасів продуктивної вологи в шарі 0-20 та 0-100 см та температури повітря в Херсонській області.

Осінній період являється важливим періодом в житті озимих культур, оскільки в цей час форуються вегетативні органи, які виконують функцію фотосинтеза, дихання, водобміну. При сприятливих умовах протягом осені жито інтенсивно куститься та накоплює запаси енергетичних речовин (головним чином вуглеводи) в вузлах куціння, які необхідні для закалки та благополучної перезимівлі [13].

Агрометеорологічні умови впродовж осіннього періоду вегетації впливають на зимостійкість рослин. За даними І.І. Туманова [14] процес загартування проходить впродовж двох фаз. Перша фаза протікає впродовж

умов доброго освітлення а при поступовому зменшенні температури від 6°C. Тривалість першої фази 12-14 днів. В результаті такого теплового режиму ростові процеси проходять слабо, а фотосинтез протікає нормально. В таких умовах протікає накоплення цукрів, які виконують функцію захисних речовин. Після закінчення першої фази закалки рослини озима пшениця витримує пониження температури на глибині вузла кушіння до -12°C. Проаналізувавши метеорологічні умови вегетаційного періоду в Одеській та Херсонській областях [13], можна дійти до висновку, що умови близькі до оптимальних склались у Херсонській області (тривалість періоду з ясними сонячними днями та великою добовою амплітудою температури – 10 днів). Особливості агрокліматичних ресурсів вирощування озимої пшениці визначили темпи формування стеблестою агроекологічних категорій урожайності. Співвідношення між критичною і мінімальною температурою ґрунту на глибині вузла кушіння, виражене у вигляді відношення абсолютного мінімуму температури ґрунту на глибині вузла кушіння до критичної температури, отримало назву коефіцієнта морозонебезпечності.

Аналізуючи дані таблиці 4.3 можна зробити наступні висновки: коефіцієнт морозонебезпечності по В. М. Лічікакі [16] в Херсонській області не змінюється на протязі досліджуваного періоду і є сталим значенням 0,7, аналогічно і Одеській області, коефіцієнт становить 0,7. Щодо зрідженості озимих весною по В. М. Лічікакі [16] то значення також є сталим по обом станціям і дорівнює 10,5. Важливим показником є кількість стебел на 1 м² на дату початку вегетації осінь-сходи, в Херсонській області це значення 709,5 і не змінюється протягом всього періоду. В Одеській області кількість стебел на 1 м² на дату початку вегетації осінь-сходи – 787,4. Потрібно також враховувати кількість стебел на 1 м² на дату початку вегетації весною, в Херсонській області це 709,0, а в Одеській – 704,4. Кількість пагонів кущистості в обох областях є сталим значенням – 1,9. Важливо враховувати скільки всього рослин на 1 м². В Херсонській області кількість рослин на 1 м² 417,6, в Одеській області це значення 417,6 відповідно.

Таблиця 4.3 – Розрахункові характеристики осінньої вегетації та перезимівлі озимої пшениці в Степовій зоні України

№	Розрахункові характеристики	Області			
		Херсонська	Одеська	Миколаївська	Кіровоградська
1	Коеф.морозонебезпечності за В.М. Лічікакі	0,07	0,07	0,07	0,08
2	Зрідженість озимих весною за В.М. Лічікакі	10,5%	10,5%	10,5%	10,9%
3	Кількість стебел на 1 м ² на дату припинення вегетації восени	792,5	787,4	791,4	796,3
4	Кількість стебел на 1 м ² на дату початку вегетації весною	-	704,4	708,4	711,3
5	Кількість пагонів кущ.	1,9	1,9	1,9	2,0
6	Кількість рослин на 1 м ²	417,6	417,5	418,6	416,5
7	Критична температура ґрунту на глибині вузла кущіння, °С	-15,7	-15,7	-15,7	-15,7
8	Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння, °С	-10,4	-10,4	-10,8	-11,0

4.3 Вплив змін клімату на стан озимої пшениці в зимовий період

Зимостійкість рослин – здатність переносити несприятливі умови зимівлі без істотних пошкоджень - є найважливішою ознакою, сформованою в процесі еволюції рослин. І. І. Туманов [14] підкреслює, що зимостійкість – мобільна, непостійна і не завжди характерна навіть для одної й тієї ж рослини властивість. Вона обумовлена спрямованістю фізіологічних і біохімічних процесів, що виникають у рослин в холодний період року. В осінній період при зниженні температури повітря і ґрунту в озимих культур протікають складні фізіологічні процеси, що забезпечують підготовку їх до зимівлі, так зване загартування рослин.

Після проходження повного загартовування значно підвищується зимостійкість озимих культур. Критична температура озимої пшениці середньозимостійких сортів знижується до $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, а високозимостійких до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче. Рослини стають більш стійкими до дії і інших несприятливих чинників. Загартування озимих культур тісно пов'язане з процесами, що викликають у них стан вимушеного спокою. У період вимушеного спокою у рослин не тільки припиняються ростові процеси, але і різко знижується обмін речовин, в значній мірі зменшується реакція рослин на вплив зовнішнього середовища [20, 21].

У озимих зернових культур, особливо озимого ячменю та озимої пшениці слабозимостійких сортів, зимовий спокій неглибокий, процеси обміну речовин у них повністю не припиняються. При підвищенні температури він легко порушується, відокремлення протоплазми в клітинах конуса наростання і вузла кушіння рослин зникає вже через кілька днів. У зв'язку з цим тривалі й інтенсивні відлиги взимку, особливо при невеликому сніговому покриві, що викликають відтавання верхнього шару ґрунту, знижують зимостійкість рослин.

Поступове зниження температури надалі відновлює стан спокою рослин та їх зимостійкість. Однак при цьому повного відновлення

колишнього стану рослин не відбувається. Після тривалих відлиг зменшуються запаси цукрів, збільшуються розміри конуса наростання і змінюються інші показники стану рослин. Їх зимостійкість виявляється нижче, ніж до настання відлиги.

При різких коливаннях температури повітря і нетривалих відлигах стан спокою у високоморозостійких сортів озимих культур не переривається. Це можна пояснити, очевидно, інерцією підвищення температури ґрунту на глибині вузла кущіння [20].

Активна вегетація озимих зернових культур восени, згідно В.О. Мойсейчик [18], в південних районах СНД припиняється при переході середньої добової температури повітря через 3°C . Встановлено, що остаточне припинення ростових процесів відбувається при температурі трохи вище 0°C і у різних сортів озимих культур в різні терміни.

Динаміка морозостійкості у всіх озимих культур та їх сортів при стійкому характері зимових умов погоди підпорядковується певної закономірності, зумовленої сезонним ходом температури повітря і верхнього шару ґрунту. При зниженні температури повітря восени і в першій половині зими вона у всіх 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.

У період активної вегетації рослин восени їм небезпечні пониження температури повітря до -8°C . У момент зниження середньої добової температури повітря в кінці осені до 5°C і після проходження рослинами першої фази загартування критична температура вимерзання озимих культур близька до $-10, -12^{\circ}\text{C}$. Після переходу температури повітря через 0°C і пониження температури ґрунту на глибині вузла кущіння до $-2, -5^{\circ}\text{C}$, коли рослини проходять другу фазу загартування, морозостійкість їх значно підвищується. При сприятливих умовах зимівлі (температура ґрунту на глибині вузла кущіння $-6, -8^{\circ}\text{C}$) морозостійкість рослин з другої половини грудня до кінця лютого буває близькою до оптимального значення її для

даного сорту і стану озимих культур. Найвища морозостійкість озимих культур в цей період (-20, -25 °С) пояснюється найбільш глибоким станом зимового спокою, викликаного низькими температурами повітря і ґрунту.

У березні при підвищенні температури ґрунту і порушенні стану вимушеного спокою у рослин морозостійкість поступово знижується. Критична температура їх вимерзання підвищується до меж, близьких до її значення восени (-10, -12 °С). Навесні після відновлення активної вегетації рослинам озимих культур небезпечні пониження температури до -7 °С і нижче.

Основними причинами пошкодження озимої пшениці взимку найчастіше бувають: вимерзання, випрівання, видування, випирання, вимокання та льодяна кірка. В Степовій зоні України найбільша повторюваність пошкодження озимої пшениці спостерігається від видування, вимерзання та льодяної кірки [25].

Ступінь пошкодження озимої пшениці визначається інтенсивністю та тривалістю дії небезпечних зимових явищ, зимостійкістю і морозостійкістю рослин, які значною мірою залежать від агрометеорологічних умов осінньої вегетації та стану посівів на момент припинення вегетації озимої пшениці восени. Дуже поганими умовами вважаються такі, при яких у добре розвинених рослин навесні на 10-й день після відновлення вегетації буває менше 50% пагонів від осінньої їх кількості, поганими – 50 - 70%, незадовільними – 70 - 90%, задовільними (4) 90 - 100% і хорошими (5) – більше 100% пагонів [25]. Метою дослідження є оцінка агрокліматичних умов осінньої вегетації та перезимівлі озимих культур в Степовій зоні України, вплив умов вирощування та перезимівлі на формування врожаїв озимої пшениці. При виконанні дослідження в якості вхідної інформації були використані дані багаторічних агрометеорологічних спостережень (1986 - 2010рр.) мережі гідрометеорологічних станцій, розташованих в Степовій зоні України.

Умови зимівлі озимої пшениці значною мірою залежать від агрометеорологічних умов розвитку рослин в осінній період та їх стану на момент припинення вегетації. На основі багатолітніх гідрометеорологічних та агрометеорологічних даних за період з 1986 по 2010 рік проведено числовий експеримент на базі моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового [9], яка була модифікована та адаптована відповідно до біологічних особливостей озимої пшениці. Розвиток озимих культур восени залежить від агрометеорологічних умов від сівби до припинення вегетації. До основних агрометеорологічних факторів, від яких залежить стан рослин та швидкість їх розвитку восени відносяться вологість ґрунту, температура повітря та верхнього шару ґрунту. В Степовій зоні України основний вплив на стан озимих зернових культур восени мають такі показники, як запаси продуктивної вологи в період сівби та сума опадів за період активної вегетації. Осінній період являється важливим періодом в житті озимих культур, оскільки в цей час формуються вегетативні органи, які виконують функцію фотосинтезу, дихання, водообміну. Особливості агрокліматичних ресурсів вирощування озимої пшениці визначають темпи формування стеблестою агроєкологічних категорій урожайності. Щодо зріженості озимих весною за показником В.М. Лічикакі [16] то його значення також є сталим по території Степу і дорівнює 10,5. Важливим показником є кількість стебел на 1 м^2 на дату припинення вегетації озимої пшениці восени та відновлення вегетації навесні. В середньому багаторічному ці показники між собою по областях майже не змінюються так як показник кущистості залишається постійним – 1,9.

Основними показниками умов перезимівлі озимих культур є: мінімальна температура повітря, висота снігу, глибина промерзання ґрунту, сума від'ємних температур повітря за зимовий період та мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кушіння.

Нами були розраховані середні багаторічні суми негативних

температур за три зимових місяці. Ці суми коливаються в Південному Степу від від - 390 °С в Одеській області до -460 °С в Запорізькій області та від - 434 °С в Кіровоградській області до -480 °С в Дніпропетровській. Такі суми температур свідчать про м'якість зим в Степовій зоні України. Для збереження озимих від негативного впливу зимових умов оптимальною є висота снігового покриву не менше 10 см. При такій висоті снігу глибина промерзання ґрунту становить менше 100 см і температура ґрунту на глибині вузла кушіння не знижується нижче критичної температури вимерзання озимих (не нижче -16 °С при морозах до -35 °С).

У середньому багаторічному на досліджуваній території стійкий сніговий покрив встановлюється тільки в північних і центральних районах території Степу. Дата стійкого залягання снігового покриву припадає на третю декаду грудня. Поступово висота снігового покриву збільшується з 4 см до 15 см в північних областях Степу та з 4 см до 9 см в південних районах у другій та третій декадах лютого. Руйнується сніговий покрив в основному в першій декаді березня. В південних районах зони стійкий сніговий покрив встановлюється тільки в окремі роки.

Ще одним показником перезимівлі озимої пшениці є мінімальна температура повітря. Найнижчі середні по областях температури повітря спостерігаються в січні і коливаються по території від -5 °С до - 8 °С. Середній із абсолютних мінімумів повітря в Степовій зоні коливається від - 13 °С в Одеській області до - 17 °С в Дніпропетровській.

Глибина промерзання ґрунту суттєво впливає на умови перезимівлі озимої пшениці. Дослідження показали (табл.4.4), що середня глибина промерзання ґрунту в Степовій зоні досягає найбільших значень в другу декаду лютого і коливається в середньому від 39 см в Одеській області до 53 см в Дніпропетровській області.

Ф.М. Куперман [18] було встановлено, що температура ґрунту на глибині вузла кушіння є головним показником умов перезимівлі озимих

зернових культур і є комплексним показником агрометеорологічних умов зими.

Таблиця 4.4 - Середня багаторічна глибина промерзання ґрунту (см)

Області	Грудень			Січень			Лютий			Березень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Кіровоградська	10	12	15	21	25	30	40	46	43	35	24	-
Дніпропетровська	12	14	16	22	27	32	43	53	48	37	28	-
Миколаївська	5	9	11	13	20	21	23	48	43	34	19	-
Одеська	3	8	10	12	18	22	22	30	39	31	18	-
Херсонська	4	9	11	12	19	23	23	33	40	32	19	-
Запорізька	6	10	12	14	22	24	28	40	38	35	21	-

Надалі дослідження В. А. Мойсейчик [19] та В. М. Лічикакі [16] показали, що температура ґрунту є основним показником умов перезимівлі озимих як в районах, де спостерігається вимерзання, так і в районах, де спостерігається випрівання озимини.

Вона також відіграє важливу роль при дії на рослини притертої крижаної кірки, тривалого застою талих вод на полях. За даними В. А. Мойсейчик [19] мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння озимих знижується до середини зимового періоду. Починаючи з другої половини лютого, вона, як правило, підвищується.

Нами були проаналізовані дані про температуру ґрунту на глибині вузла кущіння (табл.4.5). З табл.4.5 видно, що найнижчі середні температури ґрунту на глибині вузла кущіння спостерігаються з другої декади січня до другої декади лютого включно. Наприкінці березня температура ґрунту на глибині вузла кущіння не зменшується нижче ніж $-3...-1$ °С. Проведений аналіз добре узгоджується з даними, отриманими В. А. Мойсейчик [19], про

те, що найнижчі температури, які пошкоджують рослини, спостерігаються до 20 лютого [25].

Таблиця 4.5 - Середня багаторічна температура ґрунту на глибині вузла кущіння

Області	Листопад		Грудень			Січень			Лютий			Березень	
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Дніпропетровська	-4	-4	-6	-6	-7	-7	-7	-8	-8	-8	-6	-5	-4
Кіровоградська	-4	-5	-5	-5	-5	-6	-7	-7	-7	-7	-5	-4	-4
Миколаївська	-3	-3	-4	-4	-4	-5	-6	-6	-5	-5	-4	-4	-3
Херсонська		-3	-3	-4	-3	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-3	-3
Одеська		-3	-4	-4	-3	-5	-6	-6	-5	-4	-4	-3	-2
Запорізька		-3	-4	-5	-5	-6	-7	-7	-6	-5	-5	-4	-3

Але середня багаторічна температура ґрунту на глибині вузла кущіння по області не може бути цілком надійним показником умов перезимівлі. Для більш детальної характеристики умов перезимівлі були досліджені абсолютні мінімуми температури ґрунту на глибині вузла кущіння (табл. 4.6).

Як видно із табл. 4.6 в січні і перших двох декадах лютого значення абсолютного мінімуму бувають нижчими ніж критична температура вимерзання озимої пшениці [25]. Починаючи з другої декади грудня до другої декади лютого включно в областях Північного Степу мінімальна температура ґрунту опускається нижче критичної температури вимерзання. В областях Південного Степу період, коли температура на глибині вузла кущіння опускається нижче критичної температури вимерзання, значно коротший і триває з другої декади січня по другу декаду лютого включно.

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

Північного Степу та 5 % в районах Південного Степу. Абсолютні мінімуми на рівні критичної температури вимерзання $-16...-20$ °С відповідно становить 14 % та 13%. Найбільша імовірність температур $-5...-10$ °С коливається від 42 до 44 %.

Таблиця 4.6- Абсолютний мінімум температури ґрунту на глибині вузла кущіння

Області	Листопад			Грудень			Січень			Лютий		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Дніпропетровська	-8	-9	-11	-13	-15	-16	-16	-17	-17	-17	-16	-13
Кіровоград	-7	-8	-9	-12	-15	-15	-16	-17	-17	-17	-16	-12
Миколаївська	-6	-8	-9	-11	-12	-11	-12	-13	-14	-16	-14	-12
Одеська	-3	-6	-9	-9	-9	-9	-10	-15	-13	-14	-13	-12
Херсонська	-6	-7	-10	-12	-11	-7	-14	-15	-18	-14	-12	-11
Запорізька	-6	-8	-10	-11	-13	-13	-14	-16	-18	-16	-14	-13

В цілому можна зробити висновок, що умови зимівлі озимої пшениці в Степовій зоні України складаються переважно сприятливі. Вимерзання посівів спостерігається не частіше одного разу на 10 років. Найчастіше пошкоджуються рослини, які внаслідок осінньої посухи не досягли оптимального для перезимівлі стану розвитку, тобто 3-6 пагонів кущистості.

4.4 Опис моделі для розрахунку умов перезимівлі

При виконанні дослідження в якості вихідної інформації були використані дані багаторічних агрометеорологічних спостережень (1986-2005 р. р.) мережі гідрометеорологічних станцій Гідрометслужби України, розташованих в зоні Південного Степу.

В якості теоретичної основи дослідження використана базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур, яка була адаптована і модифікована стосовно до культури озимої пшениці А. М. Польовим [7].

Модель формування агроекологічного рівня потенційної врожайності сільськогосподарської культури має блочну структуру і містить п'ять блоків:

- блок вхідної інформації;
- блок показників сонячної радіації;
- блок функцій впливу фази розвитку на продукційний процес рослин;
- блок родючості ґрунту;
- блок агроекологічного рівня потенційної врожайності.
- блок загальних характеристик.

Розглянемо більш докладно ці блоки.

Блок вхідної інформації. Цей блок складається з даних стандартних метеорологічних і агрометеорології спостережень і містить у собі усі необхідні для виконання розрахунків характеристики. Вони поділяються на дві групи:

Перша група – середня декадна температура повітря, середня за декаду кількість годин сонячного сяйва, сума опадів за декаду, кількість днів у розрахунковій декаді.

Друга група – інформація про бал бонітету ґрунтового та зміст гумусу в ґрунті.

Блок показників сонячної радіації. Для розрахунку інтенсивності сумарної сонячної радіації використовується формула С. В. Сівкова [7]:

$$Q_0^j = 12,66 * (SS^j)^{1,31} + 3.15 * (A^j + B^j)^{2,1} \quad (4.3)$$

де Q_0^j - сумарна сонячна радіація, яка надходить на горизонтальну поверхню, кал/(см² д);

SS – середня за декаду кількість годин сонячного сяйва;

j – номер розрахункової декади;

A і B – проміжні характеристики, які визначаються в залежності від широти місцевості і схилення Сонця [7]

Блок функцій впливу фази розвитку на продуктивний процес рослин. В основі продуктивного процесу рослин лежить фотосинтез. Його інтенсивність обумовлюється фазою розвитку рослин та умовами навколишнього середовища. Для розрахунку онтогенетичної кривої фотосинтезу використовується формула:

$$\alpha_{\phi}^j = \exp \left[-\alpha_{\phi} \left(\frac{TS2 - \sum t_1}{10} \right)^2 \right], \quad (4.4)$$

де величина α_{ϕ} знаходиться за формулою:

$$\alpha_{\phi} = \frac{100 \ln \alpha_{\phi}^0}{10}, \quad (4.5)$$

де α_{ϕ} - онтогенетична крива фотосинтезу, відм.од.

α_{ϕ}^0 - початкове значення онтогенетичної кривої фотосинтезу, відм. од.;

$\sum t_1$ – сума ефективних температур повітря від сходів, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу рослин, 0 °С;

$TS2$ – сума ефективних температур, 0 °С.

Блок родючості ґрунту. Родючість ґрунту характеризується вмістом в ній гумусу.

$$F_{Gum} = \frac{G_{um}}{G_{umopt}}, \quad (4.6)$$

де F_{Gum} – відношення вмісту гумусу в ґрунті до величини оптимальної для вирощування сільськогосподарської культури, відм. од. G_{um} – вміст гумусу в ґрунті, %;

Gum_{opt} – вміст гумусу в ґрунті, яке забезпечує високий рівень врожайності сільськогосподарських культур в залежності від типу ґрунтів, %.

Функція впливу вмісту гумусу в ґрунті визначається за формулою О. С. Образцова [7], для розрахунку забезпеченості рослин елементами мінерального живлення:

$$FW_{Gum} = (F_{Gum})^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_{Gum})] \quad (4.7)$$

де FW_{Gum} – функція впливу вмісту гумусу в ґрунті на формування врожаю, відм. од.

Блок агроекологічної категорії врожайності. Збільшення потенційної врожайності загальної біомаси за декаду визначається залежно від інтенсивності фотосинтетичної активної радіації (ФАР) і біологічних особливостей культури з урахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації, а також родючості ґрунту [13].

$$\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} = \alpha_{\phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\phi ap}^j \cdot dv^j}{q} \quad (4.8)$$

де $\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t}$ – приріст потенціальної врожайності загальної біомаси за декаду, г/м²;

α_{ϕ} – онтогенетическая крива фотосинтезу, відм. од.;

η – коефіцієнт корисної дії (ККД) посівів, відм. од.;

$Q_{\phi ap}^j$ – середня декадна сума ФАР за добу, кал/(см² д);

q – калорійність.

Приріст метеорологічноможливої урожайності являє собою приріст потенційної врожайності, який обмежений волого-температурним режимом:

$$\frac{\Delta ММУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} \cdot FTW_2 \quad (4.9)$$

де $\frac{\Delta MMU^j}{\Delta t}$ - приріст метеорологічески-можливої урожайності за декаду г/м^2 ;

FTW_2 - узагальнена функція впливу волого-температурного режиму з кореляцією для різних екстремальних умов, відм.од.

Формування дійсно-можливої урожайності загальної біомаси обмежується рівнем природної родючості ґрунту:

$$\frac{\Delta DMU^j}{\Delta t} = \frac{\Delta MMU^j}{\Delta t} B_{nl} \cdot F_{Gum} \quad (4.10)$$

де $\frac{\Delta DMU^j}{\Delta t}$ - приріст дійсно-можливої урожайності за декаду, г/м^2 ;

B_{nl} – бал бонітету ґрунтового, відм.од.

Отримання рівня господарської врожайності загальної біомаси обмежується реально існуючим рівнем культури землеробства та ефективністю внесених мінеральних та органічних добрив:

$$\frac{\Delta YB}{\Delta t} = \frac{\Delta DMU^j}{\Delta t} k_{земл} FWM_{ef}^j \quad (4.11)$$

де $\frac{\Delta YB}{\Delta t}$ - приріст врожайності загальної біомаси у виробництві г/м^2 ;

$k_{земл}$ – коефіцієнт, який характеризує рівень культури землеробства, відм.од.;

FWM_{ef} - функція ефективності внесення органічних і мінеральних добрив в залежності від умов вологозабезпеченості декад вегетації, відм.од.

Блок узагальнених оціночних характеристик. Аналіз агроекологічних категорій врожайності дає можливість оцінювати природні та антропогенні ресурси сільського господарства, а також ефективність господарського використання щодо вирощування сільськогосподарських культур.

Розглянемо п'ять узагальнених характеристик:

1. Ступінь сприятливості метеорологічних умов вирощування культури характеризує відношення метеорологічески-можливої урожайності та потенційної врожайності: [7].

$$K_m = \frac{MMU_{зерна}}{ПУ_{зерна}} \quad (4.12)$$

де K_m - коефіцієнт сприятливості метеорологічних умов, відм.од.

2. Сприятливість ґрунтових умов показує відношення дійсно можливої врожайності до метеорологічески-можливої:

$$K_z = \frac{ДМУ_{зерна}}{ММУ_{зерна}} \quad (4.13)$$

де K_z - коефіцієнт сприятливості ґрунтових умов, відн. од.

3. Співвідношення врожайності у виробництві і метеорологічески можливої врожайності встановлює ефективність використання агрокліматичних ресурсів:

$$K_{акл} = \frac{УВ_{зерна}}{ММУ_{зерна}} \quad (4.14)$$

де $K_{акл}$ - коефіцієнт ефективності використання агрокліматичних ресурсів, відм. од.

4. При реальних ґрунтових умовах співвідношення врожайності у виробництві та дійсної врожайності можна розглядати як показник вдосконалення техніки:

$$K_{земл} = \frac{УВ_{зерна}}{ДМУ_{зерна}} \quad (4.15)$$

де $K_{земл}$ - коефіцієнт, який характеризує культуру землезнавства, відм.од.

5. Величина відносини врожайності у виробництві в потенційної врожайності характеризує рівень реалізації потенціалу агроекологічного:

$$K_{аек.пот} = \frac{УВ_{зерна}}{ПУ_{зерна}} \quad (4.16)$$

де $K_{аек.пот}$ - коефіцієнт реалізації агроекологічного потенціалу, відм. од.

Модель доповнена наступними параметрами, що характеризують умови перезимівлі озимого пшениці:

- середня з мінімальних 5 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.

Вище наведених параметри дають можливість розрахувати:

- кількість рослин на 1 м², завдяки встановлено статистичної залежності:

$$u = 178,68 + 21,735\omega^2 - 0,459\omega, \quad (4.17)$$

де ω - середнє значення запасів продуктивної вологи в пашном шарі ґрунту, мм

- куцистість озимого жита за формулою:

$$У = 0,0065 \cdot x + 1,0, \quad (4.18)$$

де x – сума ефективних температур за період куцистості

- мінімальну температуру на глибині вузла куціння за допомогою багатофакторного рівняння:

$$T_{\min} = 0,618 \cdot T - 0,082 \cdot H + 0,658 \cdot h^2 - 0,008 \cdot h + 0,0007 \cdot P - 0,366 \quad (4.19)$$

H – глибина промерзання ґрунту, см;

h – висота сніжного покриву, см;

T – мінімальна температура повітря, 0 °С

- критичну температуру вимерзання:

$$T_{kr} = 0,125 \cdot t - 0,00099 \sum T_{n-d} - 15,5 \quad (4.20)$$

де t – середня з мінімальних температур повітря за листопад, 0°C ;

$\sum T_{n-d}$ - сума температур нижче 0°C за листопад – грудень, 0°C

- коефіцієнт морозонебезпечності:

$$K_{\text{mor-sti}} = \frac{T_{\text{min}}}{T_{kr}}, \quad (4.21)$$

де T_{min} - мінімальна температура на глибині вузла кущіння, 0°C ;

T_{kr} - критична температура вимерзання рослин, 0°C ;

- зрідженість озимої пшениці по В. М. Лічікакі [16]:

$$I_z = 47,90 \cdot K_{\text{mor-sti}}^{3,69} \quad (4.22)$$

де $K_{\text{mor-sti}}$ - коефіцієнт морозонебезпечності.

Формули (4.5.17 – 4.5.22) дають можливість оцінити параметри перезимівлі озимої пшениці.

4.5 Вплив змін клімату на розвиток озимої пшениці

Зміна клімату на території України характеризується нерівномірністю: стрімке зростання температури повітря змінюється його уповільненням або похолоданням. Для оцінки можливих змін клімату використовуються різні сценарії. Для вирішення нашої задачі використано сценарії A1B та A2 які реалізовані в регіональній кліматичній моделі REMO, розробленій в Інституті метеорології ім. Макса Планка в Гамбурзі. Особливістю REMO є моделювання не лише річних режимів опадів та температури, але й вивчення між- та внутрішньосезонних характеристик, а також представлення цих змінних на основі функції густоти ймовірності в порівнянні зі спостереженнями [6].

Розглянемо результати оцінки зміни агрокліматичних умов

вирощування озимої пшениці за умов реалізації кліматичного сценарію зміни клімату А1В. Розглянемо результати оцінки зміни агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці за умов реалізації кліматичного сценарію зміни клімату А1В.

За умов реалізації сценарію А1В осіння вегетація озимої пшениці порівняно з середніми багаторічними даними буде проходити в значно пізніший термін (табл. 4.7). Так, посів відбуватиметься у другій, третій декадах жовтня, що на 30-40 днів пізніше багаторічних термінів [26].

Таблиця 4.7 - Дати настання фаз розвитку озимої пшениці (чисельник – за середніми багаторічними даними, знаменник - за сценарієм А1В)

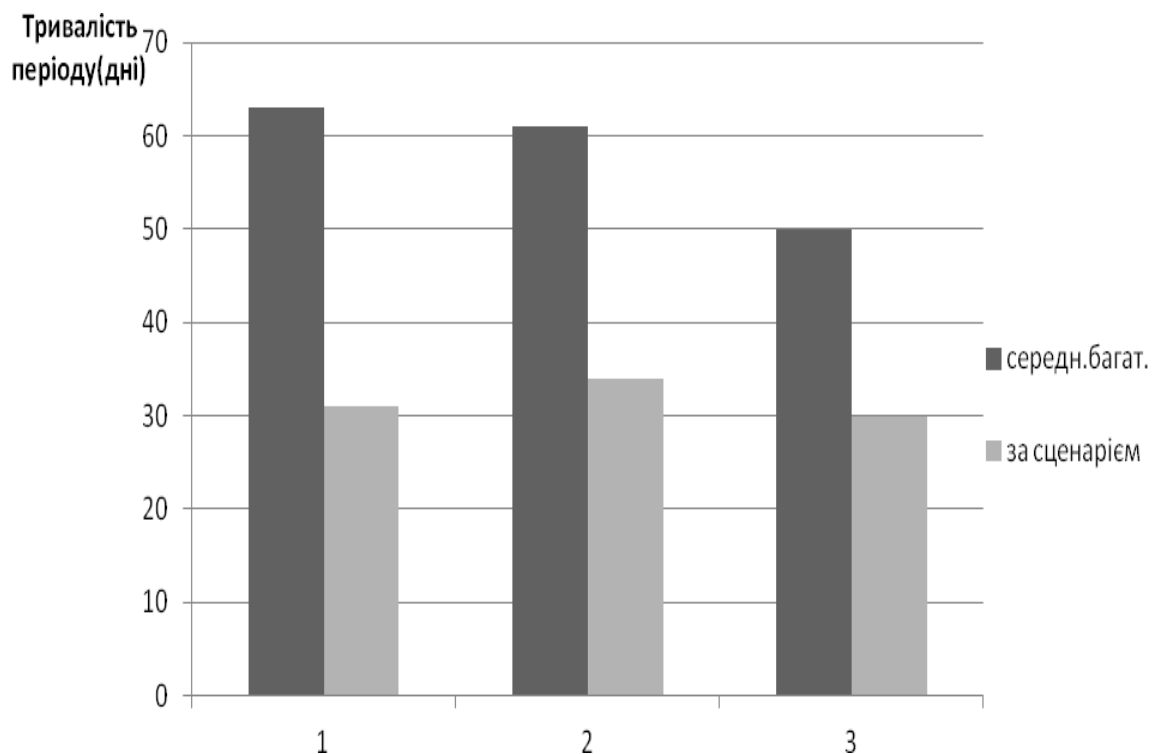
Область	Дата сівби	Припинення вегетації	Тривалість осінньо-зимового періоду
Кіровоградська	12.09/25.10	1.11/25.11	63/31
Одеська	21.09/15.10	21.11/28.11	61/34
Миколаївська	16.09/25.10	18.11/24.11	50/30

За сценарними даними в умовах зміни клімату було встановлено, що температура повітря при проходженні осінньої вегетації підвищиться на 1-2 °С, а також збільшиться тривалість осінньо-зимового періоду в середньому на 30-40 днів.

Згідно середніх багаторічних даних дата посіву озимої пшениці в Кіровоградській області 12.09 (14.9 °С), в Одеській області 21.09 (14.9 °С), в Миколаївській 16.09 (16.5 °С). Аналізуючи сценарні дані впливає, що осіння вегетація озимої пшениці у Кіровоградській, Одеській, Миколаївській областях відбуватиметься за умов підвищеного на 1-1,2 °С температурного режиму, в умовах зміни клімату (табл. 4.8).

Таблиця 4.8- Середня температура повітря вирощування озимої пшениці в осінньо-зимовий період (чисельник -за середніми багаторічними даними, знаменник - за сценарієм А1В)

Області	Дата сівби	Температура повітря °C
Кіровоградська	12.09/25.10	14,9 /15,1
Одеська	21.09/15.10	14,9/15,1
Миколаївська	16.09/25.10	16,5/16,9



1-Кіровоградська, 2-Одеська, 3-Миколаївська області

Рисунок 4.7 – Динаміка тривалості осінньо-зимового періоду за середніми багаторічними даними та за сценарієм А1В

Внаслідок цього осіння вегетація озимої пшениці порівняно з середніми багаторічними даними буде проходити в значно пізніший термін, посів відбуватиметься у другій, третій декадах жовтня, що на 30-40 днів

пізніше багаторічних термінів.

Таким чином, аналіз температурних умов показав суттєве збільшення теплозабезпеченості осіннього періоду вегетації посівів озимих в умовах реалізації зміни клімату за сценарієм А1В. Осінній період буде більш тривалим і теплим, за рахунок чого рослини отримують більш сприятливі умови для свого росту й розвитку. Зміни погодних умов в разі реалізації сценарію А1В значно впливатимуть на характер формування рівня морозота зимостійкості рослин озимої пшениці. Встановлена чітка зворотна кореляція між вмістом розчинних вуглеводів у тканинах рослин і температурою повітря, та істотна позитивна – з рівнем освітленості. Відхилення від оптимальних строків сівби призведе до суттєвого зменшення вегетативної маси рослин, продуктивного кушіння, розвитку вторинної кореневої системи, що негативно відбиватиметься на формуванні зимостійкості рослин восени, стабільності їхньої зимівлі та потенційній урожайності [26].

В разі реалізації сценарію А2 терміни настання фаз розвитку озимої пшениці в осінній період будуть близькими до таких же показників за сценарієм А1В. Агрокліматичні умови вирощування озимої пшениці а разі реалізації сценарію А2. Осіння вегетація озимої пшениці буде відбуватися в дещо пізніші терміни (табл. 4.9). Так, сівба буде проходити у першій та другій декадах жовтня, тобто пізніше на 20 днів у порівнянні з базовим періодом. Відповідно змістяться і терміни появи сходів. Припинення вегетації також буде відбуватися пізніше відповідно на 14 днів , відповідно 10 грудня.

При таких термінах сівби осіння вегетація озимої пшениці буде відбуватися (на 0,9 °С) температурному режимі порівняно з базовим періодом. Сума активних температур за цей період буде складати 650 °С, що дозволить сформувати оптимальну куцистість (3-6 пагонів на одну рослину). Важливою особливістю початкового періоду вегетації озимої пшениці є правильний вибір оптимальних строків сівби. Їх відхилення від оптимальних

призводить до суттєвих недоборів урожаю зерна. Однією з таких причин є різна зимостійкість рослин різного ступеня розвитку.

Розрахунки показують, що при збереженні традиційних термінів сівби на рівні базових (19 вересня) і не врахуванні змін температурного режиму восени суми температур за період сівба – припинення вегетації становитимуть 1039 °С, що призведе до формування перерослих посівів. Перерослі рослини озимої пшениці будуть мати висоту більше 25 см, більше 5–6 бокових пагонів, більшу довжину конусу наростання, що спричинить зниження їх зимостійкості це призведе до зниження урожаю на 15–20 %.

Таблиця 4.9 - Фази розвитку озимої пшениці

Період	Сівба	Сходи	Припинення вегетації	Відновлення вегетації	Колосіння	Воскова стиглість	Тривалість вегетаційного періоду, дні	
							Осінь	Весна - Літо
1986-2005	19.IX	3.X	26.IX	8.III	18.V	25.VI	68	109
2011-2030	9.X	23.X	10.XII	22.II	8.V	16.VI	62	114
Різниця	+20	+20	+14	-14	-10	-9	-6	+5

Таблиця 4.10 - Агрокліматичні умови вирощування озимої пшениці в осінньо-зимовий період

Період	Період сівба – припинення вегетації				Період перезимівлі			
	Сума температур від 19.IX, °С	Сума температур від дати посіву, °С	Середня температура, °С	Сума опадів, мм	Сума від'ємних температур, °С	Середня температура найхолоднішої декади	Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння	Сума опадів, мм
1986-2005	654	654	9,6	83	-55	-1,3	-4,4	108
2011-2030	1039	650	10,5	74	0	2,3	0,5	90
Різниця	+385	-4	+0,9	-11%	+55	+3,6	+4,9	-17%

При відсутності інших причин пошкодження, зимівля озимих культур проходитиме добре. Середній відсоток загибелі рослин озимої пшениці становитиме не більше 3–6 %.

Кількість опадів за період перезимівлі зменшиться на 17 %, що пояснюється скороченням періоду перезимівлі.

Початок відновлення вегетації озимої пшениці зміститься дещо на більш ранні строки (табл. 4.10). В весняно-літній період вегетації в міжфазний період відновлення вегетації – колосіння відбуватиметься на фоні знижених температур повітря: нижче базової на 0,5 °С [26].

Для міжфазного періоду колосіння – воскова стиглість температурний режим 0,3 °С.

Порівняння динаміки середньої за декаду температури повітря в умовах зміни клімату з динамікою цього показника в базовий період показує, що за рахунок зміщення початку вегетації на більш ранні терміни вегетація озимої пшениці буде проходити при зниженому температурному режимі, тобто в більш сприятливих умовах формування стеблостою та колосу.

В період відновлення вегетації – колосіння кількість опадів 16 %. В порівнянні з базовим періодом (табл. 4.10). В період колосіння – воскова стиглість для обох періодів кількість опадів зменшиться на 44 – 46 % у порівнянні з базовим.

Випаровуваність за весняно-літній період вегетації зростає, зростає і величина сумарного випаровування (табл. 4.11).

Таблиця 4.11 - Агрокліматичні умови вирощування озимої пшениці в весняно-літній період

Період	Період відновлення вегетації-колосіння			Період колосіння - воскова стиглість			Період відновлення вегетації-воскова стиглість		
	Середня температура, °С	Сума температур, °С	Сума опадів, мм	Середня температура, °С	Сума температур, °С	Сума опадів, мм	Середня температура, °С	Сума температур, °С	Сума опадів, мм
1986-2005	10,1	716	81	19,3	732	78	13,3	1448	159
2011-2030	9,6	724	94	19,0	743	43	12,9	1467	137
Різниця	-0,5	+8	+16%	-0,3	+11	-44%	-0,4	+19	-14%

Збільшаться витрати вологи на транспірацію: в базовий період вони склали 128 мм, а очікуватимуться 143 мм. Зростає вологозабезпеченість міжфазного періоду відновлення вегетації – колосіння и незначно зменшиться вологозабезпеченість періоду колосіння – воскова стиглість (табл. 4.12).

Таблиця 4.12 - Характеристика водного режиму вегетаційного періоду озимої пшениці

Період	Сумарні значення за вегетацію, мм					Вологозабезпеченість за період		
	Випаровуваність	Випаровування	Транспірація	Випаровування з поверхні ґрунту	Дефіцит випаровування	Відновлення вегетації-колосіння	Колосіння-воскова стиглість	Весь період
1986-2005	361	308	128	180	53	92,3	81,5	86,6
2011-2030	373	322	143	179	51	91,4	82,4	87,9
Різниця	+3%	+4%	+12%	0	-4%	-0,9	+0,9	+1,3

Декадний хід вологозабезпеченості в умовах зміни клімату буде близьким до вологозабезпеченості базового періоду, що в поєднанні з більш сприятливим пониженим температурним режимом буде створювати сприятливі умови для формування урожаю озимої пшениці в цих умовах.

ВИСНОВКИ

На основі виконаних розрахунків показників умов зимівлі озимої пшениці в степовій зоні за період 1986-2005 рр і очікуваних змін цих показників на період 2030-2050 рр можна зробити такі висновки:

1. За період зимівлі озимих культур прийнятний період з негативною температурою повітря. Перед настанням і на початку його рослини проходять загартування. Встановлено, що в середньому багаторічному загартування починається 12 грудня, а закінчується 17 січня. Тривалість періоду загартування рослин становить 32 дні, причому воно незначно коливається по території.

2. Зима в зоні Степу переважно м'яка, коротка з частими відлигами. Кількість днів з відлигами в середньому багаторічному становить 47, змінюючись від 53 до 39 днів в середньому.

3. Встановлені суми негативних температур повітря по станціях на прикладі Одеської області. У середньому багаторічному вони складають -384°C , таким чином, підтверджуючи висновки В.А. Мойсейчик про м'якість південної зими.

4. Досліджено розподіл мінімальних температур повітря на прикладі території Одеської області за період 1986-2005 роки. Багаторічна мінімальна температура повітря на території області в просторовому розрізі змінюється незначно. Абсолютний мінімум на території області за досліджуваний період років становив -19°C (ст.Сербка), спостерігався він в третій декаді лютого 1988 року. Найбільш холодним на території області є лютий.

5. Розрахована ймовірнісна характеристика абсолютного мінімуму температури різних градацій. Найбільш часто зустрічається абсолютний мінімум температури повітря від $-16-20^{\circ}\text{C}$.

6. У середньому багаторічному на досліджуваній території стійкий сніговий покрив встановлюється тільки на півночі області (ст. Любашівка) і в центральній частині. Тривалість його залягання становить 66 днів.

7. Розраховані ймовірності залягання снігового покриву різної товщини на досліджуваній території. Встановлено, що з найбільшою ймовірністю спостерігаються висоти снігу від 5 до 10 см – 45-65 %.

8. Розрахована ймовірність максимальних глибин промерзання ґрунту на території Одеської області. Отже, видно, що на даній території по всіх станціях часто відзначається максимальна глибина промерзання від 21 см до 60 см, спостерігаються в 7 роках з 10. Максимальні глибини промерзання доволі рідко у 2-3 роки з 10.

9. Встановлено, що свого максимального значення температура ґрунту досягає в кінці січня – середині лютого. Проведений аналіз добре узгоджується з даними, отриманими Мойсейчик, про те, що найбільш низькі температури, які пошкоджують рослини, спостерігаються до 20 лютого. Проаналізований абсолютний мінімум температури ґрунту на глибині вузла кушіння. Середній із абсолютних мінімумів по території змінюється в межах від 9,4 °С до 10,9 °С.

10. Розглянуті агрометеорологічні показники стану озимої пшениці на період осінньої вегетації в зоні Степу та узагальнюючі характеристики фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці за розрахунками за сценарієм зміни клімату А1В.

11. Розраховані характеристики осінньої вегетації і перезимівлі озимої пшениці в Степу (Одеська, Херсонська області). Коефіцієнт морозонебезпечності становить 0,7 в обох областях.

12. Був розглянутий сценарій зміни регіонального клімату А1В. За умов реалізації сценарію осіння вегетація озимої пшениці порівняно з середніми багаторічними даними буде проходити в значно пізніше багаторічних термінів. При цьому були визначені дати переходу температури повітря через 3 °С, та визначили тривалість осінньо-зимового періоду, в

результаті цього були визначені можливі дати посіву озимої пшениці за сценарними даними в умовах зміни клімату. За сценарними даними в умовах зміни клімату. За сценарієм А1В було встановлено, що температура повітря при проходженні осінньої вегетації збільшиться на 1-2 °С, а також збільшиться тривалість осінньо-зимового періоду в середньому на 30-40 років.

Таким чином, аналіз температурних умов показав суттєве збільшення теплозабезпеченості осіннього періоду вегетації посівів озимих, який стає більш тривалим і теплим, за рахунок чого рослини отримують більш сприятливі умови для свого росту й розвитку. Як наслідок, зростання температурного фону призвело до зсуву оптимальних строків сівби на більш пізніший період. Зміщення оптимальних строків сівби на території Степу України 10-15 діб. Одночасно, все більший вплив на строки сівби чинять і умови вологозабезпеченості за рахунок суттєвого збільшення кількості малоефективних та неефективних для сільськогосподарського виробництва дощів та злив.

13. Зміни погодних умов виявили значний вплив на характер формування рівня морозо- та зимостійкості рослин озимої пшениці. Встановлена чітка зворотна кореляція між вмістом розчинних вуглеводів у тканинах рослин і температурою повітря, та істотна позитивна – з рівнем освітленості. Відхилення від оптимальних строків сівби призведе до суттєвого зменшення вегетативної маси рослин, продуктивного кушіння, розвитку вторинної кореневої системи, що негативно відбивається на формуванні зимостійкості рослин восени, стабільності їхньої зимівлі та потенційній урожайності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Куперман Ф. М. Біологічні основи культури пшениці. М.: МГУ, 1956. 256 с.
2. Бугай С.М. Озима пшениця на Україні. Київ: Урожай, 1995. 265 с.
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. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Озима пшениця. Рослинництво: Підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. 183-210 с.
5. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: монографія /колектив авторів: Степаненко, С. М, Польовий А. М., Лобода Н. С. та ін. за редакцією: Степаненка С. М., Польового А. М. Одеса: Вид. «ТЕС», 2015. 520 с.
6. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія / колектив авторів: Степаненко С. М., Польовий А. М., Шкільний Є. П. та ін. Одеса: Екологія, 2011. 696 с.
7. 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, Гидрометеоиздат, 2005. 191-218 с.
8. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Дронова О. О. Оцінка впливу кліматичних змін на сільське господарство України. Укр. г/мет. ж-л, 2011. №8. 84-91 с.
9. Моисейчик В. А. Значения для перезимовки озимых культур степени развития растений осенью. Метеорология и гидрология. 1966. 26-31с.
10. Куперман Ф. М. Физиология устойчивости озимой пшеницы. М.: МГУ, 1969. 103 с.

11. 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. 265-273 с.
12. Тооминг Х. Г. Солнечная радиация и формирования урожая. Ленинград.: Гидрометеиздат, 1977. 169 с.
13. Мойсейчик В. А. Значение для перезимовки озимых культур степени развития растений осенью Метеорология и гидрология, 1966. 349 с.
14. Туманов И. И. Физиология закалывания и морозостойкости растений. М.: Наука, 1979. 350 с.
15. Нетіс І.Т. Пшениця озима на півдні України: монографія Х.: Олдіклюс, 2011. 352 с.
16. Личикаки В.М. Перезимовка озимых культур. М.: Колос, 1974.347 с.
17. Міщенко З. А., Кірнасівська Н. В. Агрокліматичні ресурси України і урожай: монографія. Одеса: Екологія, 2011. 296 с.
18. Куперман Ф. М., Моисейчик В.А. Выпревание озимих культур. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 168 с.
19. Мойсейчик В. А. Агрокліматичні умови і перезимівля озимої пшениці. Л.: Гидрометеиздат., 1975. 295 с.
20. Яковлєв Н. Н. Клімат і зимостійкість озимої пшениці Л: Гидрометеиздат, 1966. 419 с.
21. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 302 с.
22. Polevoy, A.M., Bozhko, L.Yu. Thermal resources of Ukraine in the conditions of climate change. Agricultural sciences.Plovdiv, 2016.
23. Біологічні особливості озимої пшениці: <https://agrosience.com.ua//biologichni-osoblyvosti-ozymoi-pshenytsi> (дата звернення 27.04.2018).
24. Характеристика сортів озимої пшениці: <http://hitagro.ru/karakteristika-sortiv-ozymoi-pshenici> (дата звернення 26.04.2018).

25. Божко Л.Ю. Крисак О.О. Оцінка агрокліматичних ресурсів перезимівлі озимої пшениці в Степовій зоні України: колективна монографія/ за ред.: П.В. Писаренка, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб. Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. С. 58-64.

26. Крисак О. Оцінка агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці в Степовій зоні України. Полтава: ПДАА. 2017 С. 80-83

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

 A G R O K L I M A T I C H E S K A J M O D E L
 O Z I M A J R O G
 (U K R A I N A)

 W X O D N A J I N F O R M A Z I J

 CHERNIGOV SR
 8240 1 9 51.45
 Zapasi vlagi v sloe pochvi 0-20 sm (mm):
 37.000 34.000 32.000 26.000 22.000 17.000 16.000 16.000
 Zapasi vlagi v sloe pochvi 0-100 sm (mm):
 164.000 145.000 140.000 122.000 115.000 105.000 92.000 80.000
 Sredn. za dekadu tempstratura vozduxa (grad. C):
 17.6 16.2 14.5 12.5 10.2 7.8 4.7 4.2
 Sredn. za dekadu chislo chasov solnechn.sijnij:
 7.7 8.9 9.1 9.1 9.1 9.2 9.2 9.3
 Summa osadkov za dekadu (mm):
 11.2 15.0 22.0 21.0 21.0 29.0 30.0 24.3
 Chislo dney v raschetnoy dekadie :
 8 10 11 10 10 10 10 9
 Norma vegetazionnogo poliva (mm):
 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 Sredn. za dekadu defizit vlagnosti vozduxa (mb):
 6.000 6.000 7.000 8.000 8.000 8.000 8.000 8.000
 Koeffizient vlagopotrebnosi (dolj ot naim.vlagoem.):
 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750

 M A S S I V " I N F " - parametri modeli :
 215.000000 5.000000 275.000000 0.700000 550.000000 0.040000 3.000000
 0.400000 30.400000 0.650000 3.000000 27.000000 0.140000 4.000000
 4.000000 190.000000 2.000000 713.000000 382.000000 39.200001 359.000000
 1.100000 1.300000 1.500000 30.000000 -3.000000 -200.000000 -20.000000
 40.000000 4.000000

 M A S S I V " U D O B R " - vnesenie udobreniy :
 90.000000 120.000000 40.000000 60.000000 40.000000 60.000000 30.000000
 40.000000 0.000000 0.618000

 R E S U L T A T R A S C H E T O V

 P R I R O S T Y R O G A J (gramm(sux.m.)/metr*2)

 idekicyti PY i MBY i DBY i YPR i

 i 1i 8i 146.225i 128.825i 79.614i 41.582i
 i 2i 18i 226.909i 199.145i 123.071i 64.280i
 i 3i 29i 252.967i 201.319i 124.415i 64.982i
 i 4i 39i 208.837i 151.519i 93.639i 48.907i
 i 5i 49i 183.907i 131.445i 81.233i 42.428i
 i 6i 59i 165.679i 116.575i 72.044i 37.628i
 i 7i 69i 0.000i 0.000i 0.000i 0.000i
 i 8i 78i 0.000i 0.000i 0.000i 0.000i

S U M M A R N I E X A R A K T E R I S T I K I

ball pochvennogo plodorodij (OTN.ED.)= 0.618
 pot.yrogai (vsj cyxaj massa (g/m-2) = 1184.525
 METEOROL.vozm.yrogai (vsj cyxaj massa (g/m-2) = 928.827
 deistv.vozm.yrogai (vsj cyxaj massa (g/m-2) = 574.015
 yrogai v proizvodstve (vsj cyx mas (g/m-2) = 299.808
 PY ZERNA (14% VLAGI, zentner/ga) = 12.960
 MVY ZERNA (14% VLAGI, zentner/ga) = 10.913
 DVY ZERNA (14% VLAGI, zentner/ga) = 6.952
 YRxoZ ZERNA (14% VLAGI, zent/ga) = 18.798
 YrBOJ (urogjay po formule BOJNA, z/ga) = 120.841
 oz.stepeni blagoprijtn.klimat. uslowiy (CBY) = 0.842
 oz.urovnj ispolzovaniy agroklim.resursov (co) = 1.723
 oz.urovnj realizazii agroekopotenziala (cd) = 2.346
 oz.KULTURI ZEML.(XOZ.ISP.METEO.POCHV.USL (Ca)= 2.704
 summa FAR (kkal/sm*2 za vegetazionniy period = 12.810
 prodolgjitelnost vegetazionnogo perioda = 78.000
 srednjy temperatura za vegetazionniy period = 11.055
 summa osadkov za vegetazionniy period = 173.500
 GTK za vegetazionniy period = 2.012
 Potrebnost vo wlage za vegetaz. period (mm) = 204.674
 Summarnoe isparenje za vegetaz. period (mm) = 157.972
 Defizit wlagi za vegetazionniy period (mm) = -78.826
 Defizit tepla za vegetazionniy period (grad) = 77.700
 funkcij vlijnij temperaturi na Kxoz = 0.185
 Kxoz1 (dlj PY) za vegetazionniy period = 0.096
 Kxoz2 (dlj MVY) za vegetazionniy period = 0.103
 Kxoz3 (dlj DVY) za vegetazionniy period = 0.106
 Kxoz4 (dlj YRxoZ) za vegetazionniy period = 0.550
 Gustota stojnij PY = 1330.7780761719
 Gustota stojnij MBY = 1254.6556396484
 Gustota stojnij DBY = 995.9240722656
 Gustota stojnij YPP = 763.1138916016
 Gustota stojnij na datu prek.veget RN2 (N) = 1699.7332763672
 Gustota stojnij na vesnu RN3 (N) = 1520.6525878906
 kust-2 (n) = 5.5739398003

SOLNECHAJ RADIAZIJ I TEMPERATURA

=====

idek	icyt	i	afl	i	taudn	i	q	i	IntFAR	i	ts	i	ts1	i	ts2	i
------	------	---	-----	---	-------	---	---	---	--------	---	----	---	-----	---	-----	---

i	1	i	8	i	0.80	i	13.35	i	344.01	i	0.223	i	17.60	i	12.60	i	100.80
i	2	i	18	i	0.94	i	12.75	i	362.89	i	0.247	i	16.20	i	11.20	i	212.80
i	3	i	29	i	1.00	i	12.04	i	346.47	i	0.249	i	14.50	i	9.50	i	317.30
i	4	i	39	i	0.97	i	11.34	i	324.40	i	0.248	i	12.50	i	7.50	i	392.30
i	5	i	49	i	0.90	i	10.67	i	305.25	i	0.248	i	10.20	i	5.20	i	444.30
i	6	i	59	i	0.85	i	10.03	i	291.96	i	0.252	i	7.80	i	2.80	i	472.30
i	7	i	69	i	0.83	i	9.41	i	278.34	i	0.256	i	4.70	i	0.00	i	472.30
i	8	i	78	i	0.83	i	8.88	i	271.51	i	0.265	i	4.20	i	0.00	i	472.30

afl-ontogeneticheskaj krivaj fotosinteza (otn.edinizi):
 taudn-prodolgjitelnost svetlogo vremeni sutok (chasi):
 q - summarnaj radijazij za sutki (kal/((sm*2)*sutki)):

IntFAR-intensivnost FAR(kal/((sm*2)* minutu)):
 ts-srednjy za dekadu temperatura vozduxa:
 ts1-srednjy effektivnaya temperatura za dekadu:
 ts2-summa effektivnix temperatur:

 X A R A K T E R I S T I K I W O D N O G O
 R E G I M A P O C H V I

=====

 ipericyti os i filt i eakt i epot i w0 i Wm0 i

 i 1i 8i 11.2i 0.0i 20.2i 23.4i 172.1i 164.0 i
 i 2i 18i 15.0i 0.0i 22.9i 29.2i 154.1i 145.0 i
 i 3i 29i 22.0i 0.0i 26.5i 37.5i 147.5i 140.0 i
 i 4i 39i 21.0i 0.0i 26.3i 39.0i 147.3i 122.0 i
 i 5i 49i 21.0i 0.0i 26.2i 39.0i 148.9i 115.0 i
 i 6i 59i 29.0i 0.0i 27.2i 39.0i 158.8i 105.0 i
 i 7i 69i 30.0i 0.0i 28.9i 39.0i 169.7i 92.0 i
 i 8i 78i 24.3i 0.0i 27.4i 35.1i 176.4i 80.0 i

eakt-summarnoe isparenje za dekadu (mm):
 epot-isparjemość za dekadu (mm):
 w0-raschitanie zapasi vlagi v sloe 0-100sm (mm):
 eakt/epot-otnoschenie isparenij k isparjemości (otn.ed.)

X A R A K T E R I S T I K I W O D N O G O
 R E G I M A P O C H V I (po XARCHENKO)

=====

 ipericyti eakt i epot i otnl i eakXR i eXR i otnXR i

 i 1i 8i 20.2i 23.4i 0.86i 29.1i 33.0i 0.88 i
 i 2i 18i 22.9i 29.2i 0.78i 33.0i 35.3i 0.94 i
 i 3i 29i 26.5i 37.5i 0.71i 28.6i 36.6i 0.78 i
 i 4i 39i 26.3i 39.0i 0.67i 21.2i 30.7i 0.69 i
 i 5i 49i 26.2i 39.0i 0.67i 19.4i 28.4i 0.68 i
 i 6i 59i 27.2i 39.0i 0.70i 19.1i 26.8i 0.71 i
 i 7i 69i 28.9i 39.0i 0.74i 19.1i 25.1i 0.76 i
 i 8i 78i 27.4i 35.1i 0.78i 17.6i 21.9i 0.80 i

eakt-summarnoe isparenje za dekadu (mm):
 epot-isparjemość za dekadu (mm):
 w0-raschitanie zapasi vlagi v sloe 0-100sm (mm):
 eakt/epot-otnoschenie isparenij k isparjemości (otn.ed.)

OPTIMALNIE TEMPERATURI I WLAGJNOST POCHVI

 idekicyti ts i TOP1 i TOP2 iksifl i Wm0 i Wop1 i Wop2 i gamf igamfl

 i 1i 8i 17.60 i 14.35 i 15.91 i 0.97 i 164.i 161.i 215.i 0.00 i 1.00 i

```

i 2i 18i16.20 i12.80 i14.58 i 0.98 i 145.i 161.i 215.i 0.00 i 1.00 i
i 3i 29i14.50 i10.73 i12.57 i 0.98 i 140.i 161.i 215.i 0.00 i 1.00 i
i 4i 39i12.50 i 8.86 i10.68 i 0.98 i 122.i 161.i 215.i 0.00 i 0.87 i
i 5i 49i10.20 i 7.39 i 9.15 i 1.00 i 115.i 161.i 215.i 0.00 i 0.81 i
i 6i 59i 7.80 i 6.53 i 8.24 i 1.00 i 105.i 161.i 215.i 0.00 i 0.70 i
i 7i 69i 4.70 i 6.53 i 8.24 i 0.51 i 92.i 161.i 215.i 0.00 i 0.54 i
i 8i 78i 4.20 i 6.53 i 8.24 i 0.36 i 80.i 161.i 215.i 0.00 i 0.37 i

```

TOP1-nignjj graniza temperaturnogo optimuma

TOP2-verxnjj graniza temperaturnogo optimuma

ksifl-funkzij vlijnij temperaturi na fotosintez(ot.ed.)

Wop1-nignjj graniza optimuma vlgnosti pochvi

Wop2-verxnjj graniza optimuma vlagnosti pochvi

gamf-funkzij vlijnij vlag.n.pochvi na fotosintez(ot.ed.)

POKAZATELI I FUNKZII VLIJNIJ

iper icyt i ksifl i gamfi Eakt/Epot i otwlagi Ftw1 i Ftw2 i

```

i 1 i 8 i 0.968 i 0.000i 0.863 i 0.913i 0.883i 0.881 i
i 2 i 18 i 0.976 i 0.000i 0.782 i 0.901i 0.880i 0.878 i
i 3 i 29 i 0.975 i 0.000i 0.706 i 0.820i 0.799i 0.796 i
i 4 i 39 i 0.983 i 0.000i 0.674 i 0.742i 0.729i 0.726 i
i 5 i 49 i 0.995 i 0.000i 0.673 i 0.719i 0.716i 0.715 i
i 6 i 59 i 1.000 i 0.000i 0.697 i 0.704i 0.704i 0.704 i
i 7 i 69 i 0.510 i 0.000i 0.741 i 0.672i 0.343i 0.398 i
i 8 i 78 i 0.360 i 0.000i 0.782 i 0.615i 0.222i 0.276 i

```

otwlag=((eakt/epot)*gamf*gamfl)**0.333

Ftw1-obobschen. funkz. vlijnij temperaturi i uvlagnenij

Ftw2- Ftw1 s uchetom smjgchenij nizkimi temperaturami

i ugestochenij visokimi temperaturami

XARAKTERISTIKI POCHVENNOGO PLODORODIJ
=====

idekicyti obnk i obpk i obkk i OBORG i AGRO iKOEf.kult.zem.iBall plodorod

```

i 1i 8i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.65 i 0.62 i
i 2i 18i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.65 i 0.62 i
i 3i 29i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.65 i 0.62 i
i 4i 39i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.65 i 0.62 i
i 5i 49i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.65 i 0.62 i
i 6i 59i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.65 i 0.62 i
i 7i 69i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.65 i 0.62 i
i 8i 78i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.65 i 0.62 i

```

obespechennost udobrenijmi:

obnk-azotnimi

obpk-fosfornimi

obkk-kaliynimi

oborg-organicheskimi

RASCHETNIE XARAKTERISTIKI 1
=====

idekicyti FTst i FWst i PYst i dl3st i DBYst i YPPst i rgrl

```

-----
i 1i 8i0.961 i1.000 i248.0 i243.1 i 191.1i 138.1 i 0.3479 i
i 2i 18i0.996 i1.000 i557.7 i556.5 i 437.5i 316.2 i 0.7822 i
i 3i 29i1.059 i1.000 i 0.0 i 0.0 i 0.0i 0.0 i 0.0959 i
i 4i 39i0.875 i0.974 i 0.0 i 0.0 i 0.0i 0.0 i 0.0106 i
i 5i 49i0.664 i0.904 i 0.0 i 0.0 i 0.0i 0.0 i 0.0019 i
i 6i 59i0.443 i0.720 i 0.0 i 0.0 i 0.0i 0.0 i 0.0005 i
i 7i 69i0.157 i0.673 i 0.0 i 0.0 i 0.0i 0.0 i 0.0000 i
i 8i 78i0.111 i0.673 i 0.0 i 0.0 i 0.0i 0.0 i 0.0000 i
RASCHETNIE KARAKTERISTIKI 2

```

```

=====
idekicyti FTred i FWred i REDst1 i REDst2 i REDst3i REDst4 idrgr2
-----
i 1i 8i0.000 i0.000 i 0.0 i 0.0 i 0.0i 0.00 i 0.000
i 2i 18i0.000 i0.000 i 0.0 i 0.0 i 0.0i 0.00 i 0.000
i 3i 29i0.000 i0.000 i 0.0 i 0.0 i 0.0i 0.00 i 0.006
i 4i 39i1.530 i0.526 i 10.2 i 9.2 i 11.7i 16.18 i 0.261
i 5i 49i1.402 i0.517 i 30.0 i 25.5 i 32.5i 44.93 i 0.765
i 6i 59i1.268 i0.616 i 7.8 i 6.9 i 8.7i 12.09 i 0.198
i 7i 69i1.095 i1.000 i 0.0 i 0.0 i 0.0i 0.00 i 0.000
i 8i 78i1.067 i1.000 i 0.0 i 0.0 i 0.0i 0.00 i 0.000
RASCHETNIE KARAKTERISTIKI 3

```

```

=====
idekicytiSTYPP iSTDBY iSTMBY i Rdp1 i Rdp2 i RN2
i RN3 i
-----
i 1i 8i 520.1 i 672.5 i 961.6 i
i 2i 18i 836.3 i 1153.7 i 1685.1 i
i 3i 29i 836.3 i 1153.7 i 1685.1 i
i 4i 39i 820.1 i 1140.8 i 1673.2 i
i 5i 49i 775.2 i 1105.1 i 1640.0 i
i 6i 59i 763.1 i 1095.5 i 1631.1 i
i 7i 69i 763.1 i 1095.5 i 1631.1 i
i 8i 78i 763.1 i 1095.5 i 1631.1 i
RASCHETNIE KARAKTERISTIKI OSENI i PEREZIMOVKI

```

```

=====
idekicyti Rdp1 i Rdp2 i RN2 i RN3 i
-----
i 1i 8i 0.7 i 10.5 i 1699.7 i 1520.7 i
i 2i 18i 0.7 i 10.5 i 1699.7 i 1520.7 i
i 3i 29i 0.7 i 10.5 i 1699.7 i 1520.7 i
i 4i 39i 0.7 i 10.5 i 1699.7 i 1520.7 i
i 5i 49i 0.7 i 10.5 i 1699.7 i 1520.7 i
i 6i 59i 0.7 i 10.5 i 1699.7 i 1520.7 i
i 7i 69i 0.7 i 10.5 i 1699.7 i 1520.7 i
i 8i 78i 0.7 i 10.5 i 1699.7 i 1520.7 i
Rdp1 - koeffizient morozoopasnosti po Liczikaki
Rdp2 - izrecsennost ozimux vesnoi po Liczikaki

```

RN2 - chislo stebley na 1 m2 na datu nachala
vegetazii osenju-vsxodi

RN3 - chislo stebley na 1 m2 na datu nachala
vegetazii vesnoy

RASCHETNIE KARAKTERISTIKI OSENI I PEREZIMOVKI

```

=====
idekicytiPk1      iRN1      iTKrit1      iTminyk
-----
i  1i  8i      4.1      i      417.6      i      -15.7      i      -10.4i
i  2i 18i      4.1      i      417.6      i      -15.7      i      -10.4i
i  3i 29i      4.1      i      417.6      i      -15.7      i      -10.4i
i  4i 39i      4.1      i      417.6      i      -15.7      i      -10.4i
i  5i 49i      4.1      i      417.6      i      -15.7      i      -10.4i
i  6i 59i      4.1      i      417.6      i      -15.7      i      -10.4i
i  7i 69i      4.1      i      417.6      i      -15.7      i      -10.4i
i  8i 78i      4.1      i      417.6      i      -15.7      i      -10.4i
Raschetnue charakteristiki oseni i perezimovki
Pk1- chislo pobegov kuschenij
RN1- chislo rasteniy na 1 m2
Tkrit1 - kriticheskaya temperata vumersaniya
Tminyk - minimalnaya temperatura pochvu na gllubine
uzla kucsheniya
RN2 - chislo stebley na 1 m2 na datu prekracheniya
vegetazii
RN3 - chislo stebley na 1 m2 na datu nachala vegetazuu
vesnoy
-----

```
