

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра агрометеорології та
агроекології

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **Агрометеорологічні умови вирощування озимого жита в**
Західному Лісостепу в умовах зміни клімату

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

Освітня програма «Агрометеорологія»
(назва)

Бортник Марія Ігорівна
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник к.геогр.н.
Костюкєвич Тетяна Костянтинівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

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

Рецензент к.геогр.н., доцент
Ільїна Валентина Григорівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агromетеорології та агроекології
Польовий А.М.
« 28 » жовтня 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Бортник Марії Ігорівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Агromетеорологічні умови вирощування озимого жита в Західному Лісостепу в умовах зміни клімату

керівник роботи Костюкевич Тетяна Костянтинівна, к.геогр.н.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 18 » жовтня 2019 року № 235 «С»

2. Строк подання студентом роботи 09 грудня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи: 1.Агрокліматичні дані по Західному Лісостепу за 1991-2010 рр.; 2. Кліматичний сценарії RCP4.5 та RCP8.5; 3.Програма динамічної моделі формування врожайності сільськогосподарських культур; 4.Дані державної статистичної служби України

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1.Вивчити фізико-географічні умови території Західного Лісостепу; 2. Описати агрокліматичні умови вегетації культури; 3. Описати біологічні особливості озимого жита та його основні сучасні сорти; 4. Описати сучасний стан вирощування культури в Україні; 5. Оцінити зміну агрокліматичних умов вирощування озимого жита у зв'язку зі змінами клімату; 6. Оцінити зміну фотосинтетичної продуктивності озимого жита в умовах зміни клімату.

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

1. Графіки динаміки та обсягів виробництва озимого жита в Україні; 2. Графік агрокліматичних умов періоду вегетації озимого жита; 3, Графіки динаміки площі листя, чистої продуктивності фотосинтезу, інтенсивності фотосинтезу, загальної сухої біомаси цілої рослини.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання.	28.10.2019 р.–		
2	Огляд літературних джерел. Формування банку даних. Оформлення першого розділу магістерської роботи.	29.10.2019 р. - 05.11.2019 р.	98	5(відмінно)
3	Проведення чисельних розрахунків на ПОЕМ. Оформлення текстової частини другого та третього розділів магістерської роботи.	06.11.2019 р. – 12.11.2019 р.	94	5(відмінно)
	Рубіжна атестація	13.11.2019 р. - 18.11.2019 р.	96	5(відмінно)
4	Побудова табличного та графічного матеріалу. Аналіз отриманих розрахунків.	19.11.2019 р. - 24.11.2019 р.	92	5(відмінно)
5	Оформлення текстової частини четвертого розділу магістерської роботи.	25.11.2019 р.- 1.12.2019 р.	93	5(відмінно)
6	Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи.	2.12.2019р. - 5.12.2019 р.	91	5(відмінно)
7	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.	6.12.2019 р.- 9.12.2019 р.	93	5(відмінно)
8	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	93,0	

Студентка _____ Бортник М.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Костюкевич Т.К.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бортник М.І. Агrometeorологічні умови вирощування озимого жита в Західному Лісостепу в умовах зміни клімату.

Актуальність обраної теми зумовлена тим, що для отримання сталих і високих урожаїв будь-якої сільськогосподарської культури, зокрема, озимої пшениці, необхідне детальне вивчення агrometeorологічних умов її вирощування на досліджуваній території з метою раціонального використання цих умов і найбільш оптимального розміщення посівів.

Особливого значення набуває вирішення цього питання у зв'язку зі змінами клімату на планеті, що надають Україні можливість стати одним із найбільших виробників сільськогосподарської продукції.

Метою даного дослідження є оцінка впливу змін клімату на агrometeorологічні умови формування продуктивності озимого жита в Західному Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- розрахувати основні агrometeorологічні показники вегетаційного періоду озимого жита за базовими умовами та з врахуванням змін клімату за період 2021-2050 рр.;
- визначити вплив можливих змін клімату на фотосинтетичну продуктивність та врожайність озимого жита за умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5.

Об'єкт дослідження - агrometeorологічні умови формування врожайності озимого жита в умовах зміни клімату.

Предмет дослідження - оцінка впливу агrometeorологічних умов на врожайність озимого жита в Західному Лісостепу.

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

Вперше встановлені закономірності впливу змін клімату на агrometeorологічні умови вирощування озимого жита та його продуктивність в Західному Лісостепу.

Отримані результати можуть бути використані при виконанні комплексної оцінки агрокліматичних ресурсів стосовно вирощування озимого жита та оптимізації розміщення її посівних площ за умов реалізації сценарію RCP4.5 та RCP8.5 зміни клімату в Західному Лісостепу.

Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків та переліку посилань. Повний обсяг роботи становить 68 сторінки, 9 рисунків, 3 таблиці. Список використаних літературних джерел містить 41 найменування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: озиме жито, модель продуктивності, зміна клімату, агrometeorологічні умови, врожай зерна.

SUMMARY

Bortnyk M. Agrometeorological conditions growing winter rye in Western Lisostep in a changing climate.

The relevance of the chosen topic due to the fact that to obtain stable and high yields of any winter rye, it is necessary for a detailed study of agrometeorological conditions of its cultivation in the study area with the aim of rational use of these conditions and the optimal placement of winter rye.

Particular importance is the decision of this question in connection with climate changes on the planet that give Ukraine the opportunity to become one of the largest producers of agricultural products.

The aim of this study is to assess the impact of climate change on conditions of formation of winter rye productivity in the Western Lisostep zone of Ukraine.

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

- to calculate the basic agrometeorological indicators of vegetation period winter rye in Western Lisostep on the basic conditions and taking into account climate change during the period of 2021-2050-pp;

- to determine the influence of possible climate change on photosynthetic productivity and winter rye yield under the conditions of realization of climate change scenario RCP 4.5.

The object of study - agrometeorological conditions of formation of winter rye yield in climate change conditions.

The subject of the study was to assess the influence of agrometeorological conditions on yield of winter rye in Western Lisostep.

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

For the first time: the regularities of the effect of climate change on agrometeorological conditions for winter rye cultivation and its productivity in Western Lisostep.

The results can be used when performing a comprehensive assessment of agrometeorological resources in relation to winter rye cultivation and optimize the placement of the acreage in the conditions of realization of the RCP4.5 and RCP8.5 climate change in Western Lisostep.

The work consists of an introduction, four chapters, conclusions, list of references. Full work is 68 pages, 9 graphics, 3 tables. The list of used literary sources contains 41 items.

KEYWORDS: winter rye, productivity model, climate change, agrometeorological conditions, crop grain.

ЗМІСТ		
ВСТУП		7
1	СУЧАСНІ УМОВИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ ЖИТА ОЗИМОГО	9
1.1	Народногосподарське значення та сучасний стан вирощування жита озимого в Україні	9
1.2	Сучасні сорти - залог отримання високих та сталих врожаїв ...	12
2	ФІЗІОЛОГІЯ ЖИТА ОЗИМОГО.....	15
2.1	Морфологічні особливості росту та розвитку жита озимого	15
2.2	Залежність процесів розвитку рослин жита озимого від поєднання температурного та світлового режимів	18
2.3	Формування та функціонування фотосинтетичного апарату рослин жита озимого	21
2.4	Дихання та його рівень в продукційному процесі	22
2.5	Водний обмін та мінеральне харчування	24
2.6	Найбільш поширені хвороби жита озимого	30
3	МЕТОДИ ОЦІНКИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ	36
3.1	Сучасний стан моделювання продукційного процесу посівів сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату	36
3.2	Моделювання формування продуктивності зернових культур	37
3.3	Базова динамічна модель формування врожаю сільськогосподарських культур	39
4	ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА РІСТ, РОЗВИТОК І ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЖИТА ОЗИМОГО В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	44
4.1	Фізико-географічна та агрокліматична характеристика території Західного Лісостепу України	44

4.2	Агрокліматичні умови вирощування жита озимого в Західному Лісостепу в умовах зміни клімату	46
4.3	Оцінка продуктивності жита озимого в Західному Лісостепу умовах зміни клімату	52
ВИСНОВКИ		61
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....		64

ВСТУП

В останні роки небезпечних погодних явищ стало набагато більше, ніж років тридцять тому. Багато сільгоспвиробників на собі відчують зміни клімату. Хоча в цьому є і плюси - наприклад, розширюється ареал вирощування агрокультур - мінусів все ж більше. Головний з них - зниження передбачуваності погоди.

Причина погодних надзвичайних ситуацій - в світі відбуваються кліматичні зміни. Так, якщо в 1980-1990 роках спостерігалось приблизно по 100-150 небезпечних природних явищ, які впливали на економіку, то зараз - 450-500 на рік, і їх число буде рости. Об'єднаною організацією народів в опублікованому в серпні цього року доповіді про клімат попереджає, що його зміна буде все більше впливати на продовольчу безпеку в світі і спричинить брак продуктів харчування з-за погіршення умов для сільського господарства. Зокрема, глобальне потепління веде до деградації ґрунтів в результаті посух, повеней і листяних пожеж. Зараз родючий шар землі зменшується в 10-100 разів швидше, ніж формується, оцінюють автори доповіді [36].

Традиційно зміни клімату на планеті пов'язують і ототожнюють з глобальним потеплінням - зростанням середньорічної середньої по земній кулі температури повітря в приземному шарі. Однак глобальне потепління є лише одним із проявів зміни клімату. Одночасно з потеплінням відбуваються зміни в гідрологічному режимі (місце, тривалість і інтенсивність опадів), режимі циркуляції повітряних мас в атмосфері і води - в світовому океані, значно частішають всілякі погодні аномалії, в першу чергу вітрові навантаження (урагани, смерчі, тайфуни тощо).

Збільшення температури сприяє розширенню ареалу обробітку ряду агрокультур. Однак при цьому також збільшується зона розповсюдження сільськогосподарських шкідників. За статистикою останніх років, на зміну легким дощам все частіше приходять зливи, що несприятливо для

рослинництва. Поглиблюються деякі тенденції гідрологічного циклу, наприклад, посушливі області стають ще більш сухими, а сильні зливи ведуть до повеней.

Будь-яка зміна кліматичних умов відбивається на сільському господарстві і перш за все на рослинництві. З іншого боку, вдосконалення технологій, поява нових сортів і гібридів зернових і олійних агрокультур укупі з потеплінням клімату дозволяє з певною часткою успіху вирощувати в північних областях агрокультури, що вважалися раніше непідходящими для цих місць.

Глобальні кліматичні моделі є основними інструментами, що використовуються для проектування тривалості та інтенсивності змін клімату в майбутньому. Для нових кліматичних розрахунків, виконаних у рамках проекту Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 Всесвітньої програми досліджень клімату (World Climate Research Programme), використовується новий набір сценаріїв, а саме Репрезентативні траєкторії концентрацій (Representative Concentration Pathways – RCP) [40].

На відміну від пшениці озимої, жито є менш вибагливою культурою до ґрунтових умов, може рости за підвищеної кислотності ґрунту. Також жито має вищу стійкість до морозів та бур'янів, хвороб і шкідників, високу екологічну пластичність, може вирощуватися після гірших попередників [31]. Отже, жито озиме є особливо цінною сільськогосподарською культурою сьогодення.

В даній роботі ми будемо надавати оцінку впливу продуктивності жита озимого в умовах зміни клімату в Лісостепу з використанням сценарію викидів RCP4.5 та RCP8.5, які являють собою сценарії середнього та високого рівня викидів.

Для дослідження впливу кліматичних змін на темпи розвитку та формування продуктивності жита озимого в Лісостепу на фоні зміни кліматичних умов нами розглядалися такі варіанти - базовий (1991-2010 рр.), кліматичні умови за сценарієм RCP4.5 та RCP8.5 (2021-2050 рр.).

1 СУЧАСНІ УМОВИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ ЖИТА ОЗИМОГО

1.1 Народного господарського значення та сучасний стан вирощування жита озимого в Україні

Жито озиме (*Secale cereale* L.) - культура, яка все дуже довгий час є повноцінним харчуванням населення в багатьох країн світу. Хліб з житньої муки, особливо грубого помелу, перевершує пшеничний по калорійності, але поступається йому по засвоюваності, крім того, містить вітаміни А, В, РР, С, що робить його дуже цінним в харчуванні людини. Житнього хліба підвищена кислотність, це зумовлено життєдіяльністю молочних бактерій, які надають хлібу такий приємний смак і запах. Хліб з житнього борошна випікають як в чистому вигляді, так і при додаванні пшеничної муки в різних співвідношеннях [23].

Очищені зародки зерна завдяки високому вмісту основних мінеральних речовин - білка, жиру, цукру, вітамінів і мінеральних сполук, знайшли широке застосування у фармацевтичній і харчовій промисловості при приготуванні спеціальних лікувальних препаратів і високопоживних концентратів. Зерно - для годівлі тварин, зелена рослина - для паші, солод - для приготування спирту. У харчуванні людини використовується невелика кількість загального світового виробництва зерна жита.

Жито, зазвичай, застосовується для годування тварин в суміші з іншими зерновими культурами. Житнім борошном та висівками часто присмачують грубі корми - сіно, солому і полу.

Солома жита по якості значно поступається соломі інших злаків, тому використовується в основному на підстилку для худоби. У той же час її з успіхом застосовують для приготування різноманітних плетених художніх виробів і деяких предметів побутового призначення (мати, обгортковий

папір, капелюхи), а також можна отримати кристалічний цукор, целюлозу, оцет, лігнін [30].

Незважаючи на те, що в Україні жито почали вирощувати понад три тисячі років тому, останнім часом спостерігалася тенденція скорочення посівних площ цієї культури у зв'язку з розширенням площ пшениці озимої, а також з економічних причин - передусім низькою закупівельною ціною на зерно жита.

Світове виробництво жита зосереджено в країнах Євросоюзу, Росії, Білорусії, США, Канаді, Туреччині та ін. На сьогоднішній день лідерами по обсягу виробництва жита в Україні є Волинська, Житомирська, Чернігівська та Рівненська області (рис. 2.1) [10, 11].

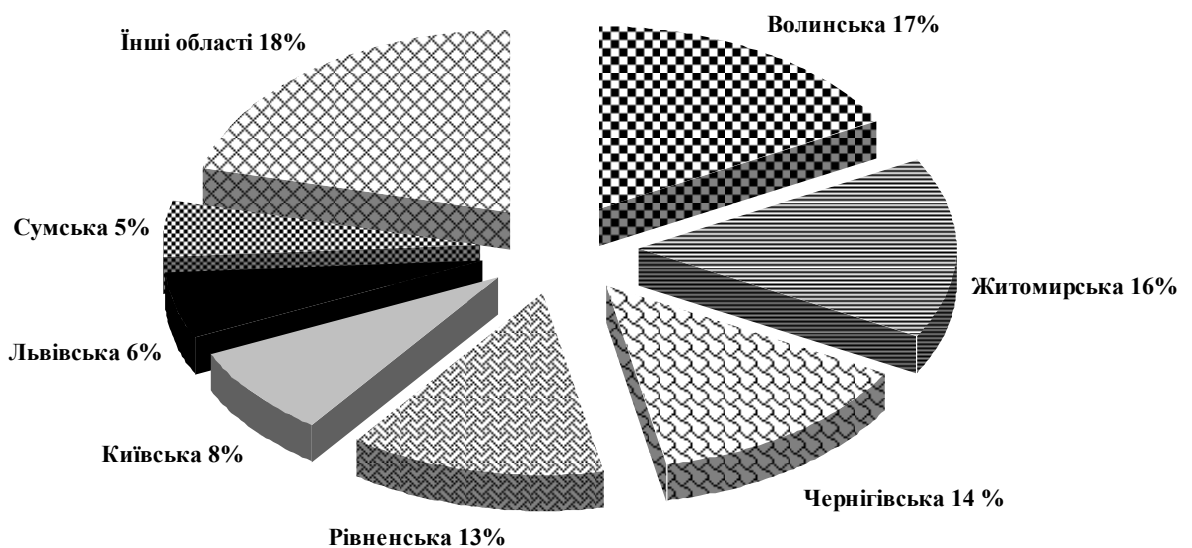


Рисунок 1.1 - Обсяг виробництва жита озимого в Україні в розрізі областей станом на 2019 рік

В останні роки площі під озимим житом в Україні стрімко зменшуються. Під урожай жита озимого в 2018 та 2019 роках в Україні, за даними Державної статистичної служби України [32], було засіяно 146,5 та

113,5 тисяч га відповідно, це набагато менш (рис. 1.2). Так, ще у 2000 році це значення становило 668,0 тисяч га. Різке зменшення площ під посівами жита озимого почалося з 2010 років, по-перше це пов'язано зі збільшенням площ під більш економічно привабливими сільськогосподарськими культурами.

Врожайність жита озимого останнім часом збільшується рік від року. Так, урожай 2018 та 2019 років в Україні становив 27,9 і 30,2 ц/га відповідно, у порівнянні – в 2000 році це значення становило лише 17,2 ц/га. Валовий збір також істотно зменшився в останні роки у порівнянні з початком 2000 років. Так, валовий збір врожаю 2018 та 2019 року в Україні становив 405,0 і 343,7 тисяч тонн відповідно, у порівнянні – в 2000 році це значення було значно більшим – всього 968,3 тисяч тонн (рис. 1.2) [32].

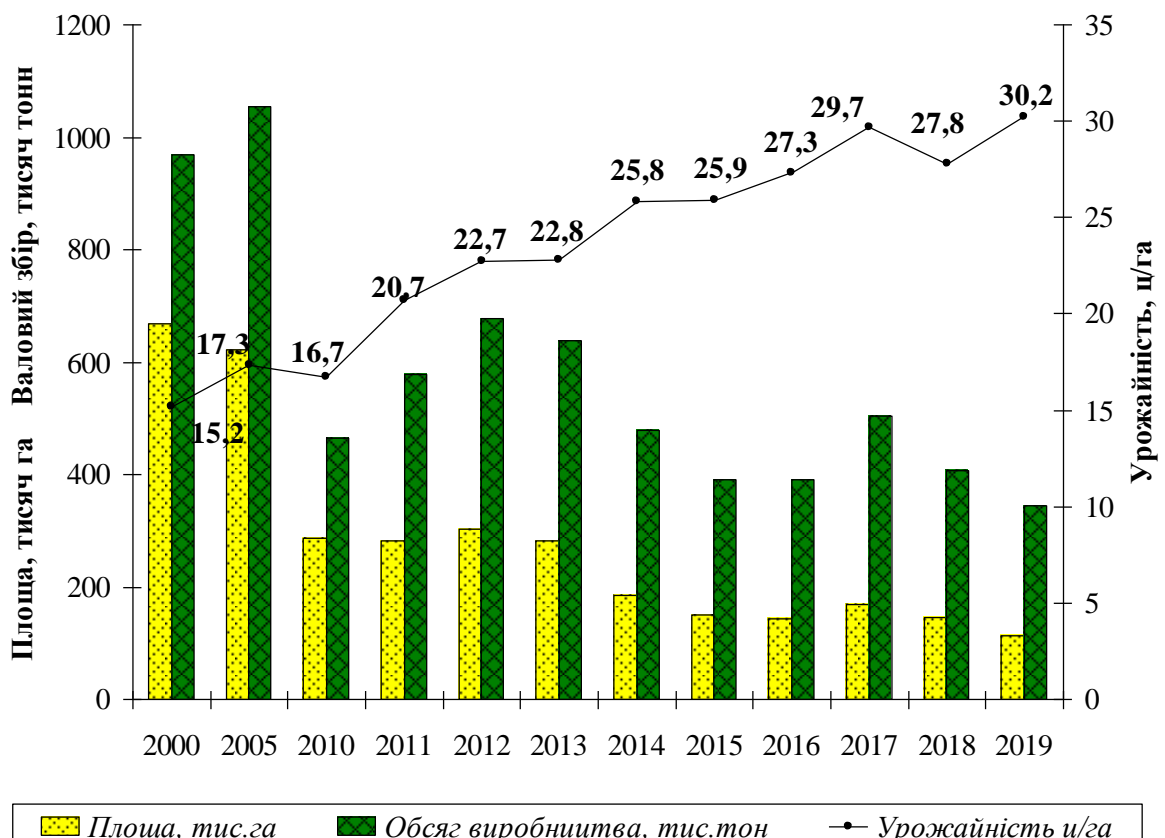


Рисунок 1.2 - Динаміка виробництва жита озимого в Україні станом на 2019 рік

1.2 Сучасні сорти – залог отримання високих та сталих врожаїв

В інтенсивних технологіях обробітку озимого жита важлива роль належить сорту. Найважливішою умовою зростання врожайності є широке впровадження в практику найкращих сортів, підвищення якості насіннєвого матеріалу. Значення сорту для підвищення врожаю сільськогосподарських культур доведено наукою і практикою [39].

В останні роки все більшої популярності набувають гібридні сорти жита озимого, особливо в європейських країнах. В Німеччині на його частку припадає 60% загальної площі посівів жита, в Данії - 97,5%.

Гібриди першого покоління (F1) є продуктом схрещування генетично віддалених батьківських інбредних ліній, завдяки чому виникає гібридна сила, яка називається гетерозис. Рослини F1 вирівняні, ідентичні один одному і мають високу продуктивність у порівнянні з популяційними сортами, проте в наступних поколіннях (F2, F3 і т. Д.) Через розщеплення ефект гетерозису втрачається і як наслідок - знижується врожайність.

Завдяки досягненням селекціонерів Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН в Україні сьогодні є багато високопродуктивних конкурентоспроможних сортів і гібридів жита озимого нового покоління з високим генетичним потенціалом урожайності [31].

Станом на 19 серпня 2019 року в реєстр сортів рослин України, придатних до поширення, включено 44 сорти озимого жита, серед них також є й закордонної селекції – Лівадо, Боно, Форзетті, Коссані, Левитан, Жатва, Доларо та інші [33].

Боно - гібрид селекційної програми PollenPlus. Високоврожайний та високопродуктивний гібрид жита (F1), має відмінну якість, зимостійкість і посухостійкість, стійкий до основних хвороб. Посилене утворення пилку, завдяки чому підвищена стійкість до ріжків і озерненості колоса, система якості насіння QualityPlus. Рослини мають дуже сильне куціння, що дозволяє знизити норму висіву до 1,6 ... 1,8 млн насінин/га (70-75 кг/га). 100% гібрид -

не містить популяційної пики, має стійкість до бурої іржі і ринхоспориозу, має високу харчову та кормову цінність. Придатний для виробництва борошна і солоду. Рекомендований для включення в кормові раціони корів і свиней - до 40%.

Форзетті - гібрид першого покоління. Диплоїдна форма. Рослина середньо росла. Маса 1000 зерен - 32-40 г. Середня врожайність - 62,2 ц/га. Максимальна врожайність - 129,6 ц/га. Середньостиглий. Вегетаційний період - 269-307 днів. Зимостійкість середня. Стійкий до вилягання. Посухостійкість нижче середнього. Рекомендується для вирощування в господарствах з рівнем врожайності понад 40 ц/га при використанні тільки оригінального насіння, вирощених оригінатором на спеціалізованих ділянках гібридизації. Максимальні надбавки врожайності забезпечує при інтенсивних технологіях вирощування. Хлібопекарські якості задовільні. Характеризується високим числом падіння. Помірно стійкий до бурої іржі. У польових умовах сніжної цвіллю дивувався середньо [39].

Жатва - виробник: Носівська дослідна станція інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва. Сорт середньостиглий. Має високу зимостійкість, стійкий до вилягання, грибкових захворювань і проростання. Хороша посухостійкість і стійкість до осипання. При зниженні густоти посівів відростає навесні. Урожайність при достатньому харчуванні до 10 т/га. Відмінні борошномельні та хлібопекарські якості. Оптимальні строки посіву озимого жита для півночі України - з 5 до 15 вересня. Оптимальний продуктивний стеблестой озимого жита - 400-500 стебел на 1 м² забезпечує норма висіву насіння 3-4 млн. насінин на 1 га в результаті сильної кущистості домінантно-короткостеблих сортів. На важких за механічним складом ґрунтах насіння жита висівають на глибину 2-3 см, на середніх - 3-4 см, на легких - 5-6 см. У посуху і при висиханні верхнього шару ґрунту глибину закладення потрібно збільшувати на 1-2 см. добре реагує на підживлення азотними добривами.

Палаццо - високоврожайний гібрид, відрізняється здатністю нарощувати велику кількість вегетативної маси в оптимальних умовах вирощування. За рахунок швидкого старту і високого потенціалу кущіння гібрид формує оптимальну кількість пагонів перед зимою, що дозволяє сформувати в рослині збалансоване поєднання вегетативної маси і зерна в подальшому [38].

Бразетто - це гібрид інтенсивного типу використання для різних агрофонів. За час випробувань в Україні показав максимальну врожайність на Вінницькій дослідній станції - 102 ц/га; середньорослий гібрид з надзвичайно міцною соломинкою. Має високу стійкість до борошнистої роси, кореневої гнилі та септоріозу. Хороша посухостійкість. Топ продажів в Польщі і Німеччині в 2012 році.

Гуттіно має високий потенціал врожайності. У 2016 році показав урожайність на рівні від 50 до 80 ц/га. Гібрид має високу морозостійкість у порівнянні з кращими сортами тритикале. Формує довгий наповнений колос вагою 1,5-2,0 м.

2 ФІЗІОЛОГІЯ ЖИТА ОЗИМОГО

2.1 Морфологічні особливості росту та розвитку жита озимого

Серед численних рослин, що мають значення для людини, на першому місці, безперечно, стоять злаки. До них належать не тільки все хлібні рослини, які дають основні продукти харчування людині, але й переважна кількість лугових і степових трав, необхідних для годування домашніх тварин, які є в основному трав'яїдними.

Перехід людини до осілого життя також повністю пов'язан зі злаками. Ще задовго до введення в культуру хлібних злаків людина збирала в якості їжі плоди, бульби і кореневища численних дикорослих рослин і насіння злаків. Час початку землеробства, судячи з даних історії первісної людини, відноситься до початку післяльодовикового періоду - до палеоліту (а може бути, навіть й до третього міжльодового періоду), так як в культурному шарі неоліту знайдені ручні млини для виготовлення борошна, знаряддя прядильного і ткацького мистецтва, що вказує на вже досить високий рівень землеробської культури [26].

Жито *Secale* - невеликий рід, що містить 10 видів - однорічні або багаторічні форми. Культурне жито *S. cereale* L. належить до одного ботанічного виду, до того ж лише до одного його різновиду *S. cereale vulgare* L., має велике господарсько-економічне значення. В Україні його вирощують переважно в Поліссі і Лісостепу.

Серед квіткових рослин сімейство злаків є одним з найбільш великих і найбільш широко поширених по земній кулі. Майже всюди вони є фоновими рослинами лугов, степів, прерій та інші.

Сімейство злаків є цілком відокремлена, природна група, яку ще задовго до виникнення ботаніки як науки люди вміли більш-менш добре відрізнити серед інших рослин по зазвичай трав'янистих членистих стеблах -

соломині, волотистим або колосовидним з квітками, прикритими лусочками замість забарвлених віночків, а головне по ту користь, яку вони їм доставляли як хлібні або кормові рослини.

Злаки - одно-, дво- або багаторічні рослини, зазвичай трав'янисті, за винятком дуже небагатьох родів і видів, які є чагарниковими або навіть деревоподібними формами.

Життєвий цикл злаків можна розглядати починається з проростання насіння і закінчується формуванням зернівок. Тривалість цього циклу у різних рослин однієї триби або навіть виду істотно різниться. В одному випадку він закінчується протягом одного вегетаційного періоду. Рослини відносяться до ярових або однорічних форм. В іншому випадку цикл, що почався в поточному році, може бути завершено лише в майбутньому, що характерно для озимих або дворічних форм рослин.

Існують також рослини, які можуть розвиватися і як озимі і як ярі. Такі рослини утворюють особливу групу так званих дворучок. Розвиток дворучок відбувається в межах дуже широкого розмаїття зовнішніх умов. Вони представляють цінний матеріал для вивчення механізму пристосування процесів розвитку до умов середовища і значення цих умов для формування рослин різних біологічних типів.

Така різноманітність форм за тривалістю періоду вегетації пояснюється тим, що злаки мають широкий ареал з великою амплітудою зміни умов освітлення і температури, що не могло не позначитися на ході їх розвитку і зростання і спадковому закріпленні особливостей цих процесів і механізму реакції рослин на поєднання умов зовнішнього середовища.

Тривалий час (майже вся перша чверть прошлого століття) вивчення процесів росту і розвитку хлібних злаків зводилося до дослідження природи ярої та озимої і в зв'язку з цим до проблеми регулювання довжини вегетаційного періоду цієї та інших груп рослин деякі закономірності росту і розвитку хлібних злаків залежно від термічного та світлового чинників, а

також від інших умов середовища, розглянемо коротко наявні відомості про початкових етапах життя насіння цих рослин.

У злаків, як і у багатьох інших рослин, при заплідненні жіночих квіток пилюком відбувається злиття чоловічих і жіночих гамет, яке у жита відбувається протягом 30-45 хв. Після злиття гамет починається розвиток зернівок, що йде паралельно за рахунок розвитку ендосперму і освіти зародка з зиготою. Перше поділ первинного ядра ендосперму відбувається через 6 годин після злиття гамет, а перший розподіл зиготи через 15 годин. У момент першого поділу зиготи ендосперм вже містить 8 ядер [12].

Колос жита цвіте 5-6 днів. Розкриття квіток жита триває 2-3 хвилин. Тичинкові нитки в розкритих квітках ростуть зі швидкістю близько 2 мм в хвилину. Коли тичинкові нитки досягають властивого їм розміру, пилювики перекидаються і повисають на нитках; після цього починається процес запилення, що триває 2-4 хвилини (іноді до 10 хвилин). Після запилення квіткові луски закриваються. Цвітіння квітки жита триває 15-30 хвилин [26] та відбувається пропорційно - вибухами протягом дня з перервами між окремими спалахами від 0,5-2 годин. Зазвичай воно протікає в першій половині дня.

Вже через п'ять днів після запилення зформовані зернівки жита можуть проростати і давати цілком життєздатні, хоча й трохи ослаблені рослини. Тривалість періоду спокою у зерна жита триває 1-1,5 місяці [7].

Посівні якості зерна жита зберігаються досить тривалий час (в середньому близько 10 років), хоча схожість їх при зберіганні в виробничих умовах до кінця зазначеного терміну може істотно знижуватися. При несприятливих умовах зберігання насіння у виробництві істотна втрата схожості може спостерігатися вже протягом першого року. Для ефективного зберігання повноцінного насіння велике значення має поєднання оптимальних умов вологості і температури. Загальна закономірність поєднання цих факторів зводиться до того, що чим вище вологість насіння,

тим нижче повинна бути температура їх зберігання. Це характерно і для умов зберігання насіння інших рослин.

При несприятливих умовах зерно жита гине вже протягом першого року життя. Для переходу до активних процесів росту і розвитку воно повинно отримати необхідний мінімум тепла і вологи. При температурі близько 0 °С зростання жита йде повільно, а при швидкому заморожуванні віно зупиняється. Розвиток рослин може проходити за відсутності зростання і не залежить від мітотичної активності тканин перед охолодженням.

Для проростання насіння жита повинно мати 57- 65% вологи при розрахунку на повітряно-суху вагу. Споживання води, необхідної для проростання, залежить від температури.

2.2 Залежність процесів розвитку рослин жита озимого від поєднання температурного та світлового режимів

Найважливішими факторами, що визначають проходження життєвого циклу рослин, є температура і світловий режим. Жито відносяться до рослин холодостійких довгим днем.

Як уже згадувалося, рослини жита представлені в культурі озимими і яровими формами. Розвиток і зростання кожної з цих форм залежать від поєднання температурних і світлових умов, характерних для даного району або для цілей наукового експерименту. Згідно з основними уявленнями теорії стадійного розвитку, в комплексі чинників, необхідних для першої стадії онтогенезу рослин (стадії яровизації), провідним є температура. Однак розвиток наукових досліджень в цій області, накопичений в ході їх великий експериментальний матеріал переконливо показують, що розвиток рослин - процес набагато складніший, ніж передбачалося, і залежність його від зовнішніх і внутрішніх факторів також значно складніше.

За певних світлових умовах озимі і ранні ярові форми рослин можуть розвиватися, рости і давати високі врожаї без впливу зниженої температури на стадії яровизації. Іншими словами, яровизація, як стадія розвитку, що протікає під впливом низьких температур, не є обов'язковою. В умовах безперервного інтенсивного освітлення озимі рослини здатні розвиватися і плодоносити при відносно високій температурі в період проходження стадії яровизації [27].

У зв'язку з цим озимі рослини в умовах освітлення, характерних для осені, затримуються в розвитку, що сприяє посиленню їх зимостійкості. Під впливом низької температури у цих рослин змінюється реакція на світло, що і визначає їх подальший хід розвитку в весняно-літній період після перезимівлі. Таким чином, вплив зниженої температури на розвиток рослин залежить від реакції їх на світло: чим сильніше розвиток рослин затримується в даних світлових умовах в початковий період життя, тим сильніше їх реакція на знижену температуру [15].

Певне поєднання температурного і світлового режимів необхідно і для нормального розвитку рослин жита. Якщо ці поєднання порушуються, істотно змінюється хід розвитку озимого жита. Так, Т.Т. Біглов [2] показав, що різний температурний і світловий режими в період від появи сходів до догляду рослин жита в зиму, створювані різними термінами сівби, зумовили суттєві відмінності органогенезу. Наприклад, значно змінювалися розміри конусів наростання, а після перезимівлі сильно затримувалося розвиток рослин. Співвідношення між морфобіотіпами в урожаї може значно змінюватися в залежності від конкретного поєднання чинників зовнішнього середовища, зокрема від температури і світлового режиму.

Поряд з вивченням взаємодії температури і світлового режиму проведені більш поглиблені дослідження впливу світла на ріст і розвиток злакових рослин. Це стосується фотоперіодичних реакцій різних злаків і тісно пов'язаних з ними реакцій на якість і інтенсивність світла. Для більшої чіткості і логічності викладу розглянемо це питання окремо, пам'ятаючи, що

в реальній обстановці кожен окремий фактор знаходиться в тісному взаємозв'язку з усіма іншими факторами життя рослин.

Деякі підсумки робіт в цій області підвів і С.С. Шаїн [26] у великій монографії «Світло і розвиток рослин». У цій праці наведено значний фактичний матеріал, як оригінальний, так і наявний в науковій літературі, про вплив якості та кількості світла на розвиток жита та інших зернових культур, що мають важливе значення для сільськогосподарського виробництва.

Загальний принципово важливий висновок полягає в тому, що реакція злакових рослин на світло набагато складніше, ніж це уявлялося раніше. Виникла необхідність доповнити уявлення про фотоперіодичною реакції рослин даними про те, який вплив на хід розвитку надають промені різних ділянок сонячного спектру, інтенсивність освітлення і т. д. Виявилось, що фотоперіодична реакція найбезпосереднішим чином пов'язана з якістю сонячного світла, з переважанням в світловому потоці довгохвильової або короткохвильової радіації.

Інтенсивність освітлення рослин, що залежить в значній мірі від кута падіння сонячних променів на Землю, також дуже сильно впливає на тривалість вегетації. При низькому стоянні сонця дуже сильно затримується вихід жита в трубку, а весь період вегетації подовжується настільки, що насіння не дозрівають. Ця закономірність характерна для всіх сортів жита. До сказаного необхідно додати, що як якість світла, так і його інтенсивність (одна з важливих якісних характеристик) істотно впливають на морфологічні особливості рослин жита - кількість вузлів, висоту рослин, довжину колоса.

Для формування цих властивостей необхідно досить інтенсивне світло. Кращим світловим режимом для всіх сортів є природний день, потім ранково-вечірнє освітлення (12 годин). При низькому стоянні сонця над горизонтом, а отже низької інтенсивності світла та при полуденному світловому режимі (12 годин) всі зазначені морфологічні особливості виражені набагато гірше.

У зв'язку з тим що світловий режим в житті рослин залежить від багатьох факторів, є цілком виправданими спроби регулювати його за допомогою таких агротехнічних прийомів, як густота посіву, напрямок рядків щодо сторін світу та інше. У зв'язку з цим заслуговують на увагу пропозиції С.І. Радченко [18] про широкорядній стрічковий посіві жита з підгортанням рослин протягом вегетаційного періоду. При такому розміщенні рослин поліпшується їх світловий режим, рослини формуються більш потужні, вони більш зимостійкі і посухостійкі, а також значно стійкіші до вилягання. На жаль, автором не наводиться економічна характеристика запропонованого способу посіву та обробки жита, що вкрай істотно для вирішення питання про застосування даного прийому на практиці.

2.3 Формування та функціонування фотосинтетичного апарату рослин жита озимого

Жито широко обробляється на території України як на зерно, так і на зелений корм худобі. Позитивною якістю жита є її стійкість до умов знижених температур.

Важливим показником формування і функціонування фотосинтетичного апарату рослин жита озимого є вивчення пігментної системи. Підвищена втрата пігментів листям жита під час зимівлі вважається однією з причин його гарної зимостійкості. Незважаючи на те що за період зимівлі жито втрачає значну кількість пігментів, з настанням вегетації воно швидко збільшує їх зміст. У вегетаційний період жито відрізняється підвищеним вмістом пігментів, особливо хлорофілу а, в порівнянні з пшеницею. Очевидно, її пігментна система краще адаптована до умов світлового режиму освітлення, багатого довгохвильової радіацією, що характерно для весняно-осіннього періоду.

Крім високої чистої продуктивності фотосинтезу рослин жита посіви характеризуються більш високою калорійністю сухої речовини, що пояснюється дещо більшим вмістом білка і жирів в порівнянні з вуглеводами. Необхідно відзначити також значне підвищення калорійності надземної частини рослин жита з настанням зимового похолодання.

Таким чином, пігментна система жита характеризується лабільністю: вона швидко руйнується, включаючи продукти розкладання в загальний метаболізм, і швидко відновлюється при сприятливих умовах, забезпечуючи інтенсивну роботу фотосинтетичного апарату при накопиченні органічної маси.

Фотосинтетичний апарат рослин жита чутливий не тільки до термінів посіву, але різко реагує і на спосіб посіву. Так, при ранньому літньому посіві жита при широкорядних посівах збільшується не тільки площа живлення рослин, але і поліпшується світловий режим, що дає можливість отримати більший ефект від підгодівлі. Ці рослини відрізняються більш інтенсивним зеленим забарвленням листя в порівнянні з серпневими рядовими посівами. Підвищений вміст білка в зерні при дозріванні в літніх широкорядних посівах пов'язують з гідролізом білково-ліпоїдного комплексу пігментів, продукти якого можуть використовуватися в білкових синтезах. У зв'язку з більшою площею живлення-фотосинтез у цих рослин відбувається більш інтенсивно, що забезпечує підвищення врожаю зерна [18].

2.4 Дихання та його рівень в продукційному процесі

При вивченні дихання жита основну увагу приділяють загартовуванню - вивчення дихального процесу жита під час загартовування по газообміну і за активністю поліфенолоксидази, пероксидази і аскорбіноксидази. Зі зниженням температури дихання рослин поступово падає, активність

пероксидази восени помітно підвищується. Активність поліфенолоксидази також підвищується до грудня, а потім падає до нуля.

Однією з істотних фізіологічних причин холодостійкості зимуючих рослин є відповідна перебудова дихальних систем під час загартовування рослин, зокрема збільшення активності пероксидази. Це дає можливість рослинам в умовах низьких температур добувати енергію, необхідну для підтримання життєдіяльності в зимовий період.

Встановлено [2], що озиме жито відрізняється від пшениці більшою засвоюваністю кисню умовах вегетації і з похолоданням сильніше змінює свій дихальний газообмін в напрямку зниження дихального коефіцієнта в порівнянні з пшеницею. Краще засвоєння кисню житом може відігравати певну захисну роль при несприятливих умовах, позбавляючи рослини від освіти в тканинах продуктів анаеробного дихання, при накопиченні яких озимина слабшає і зріджуються.

Зменшення засвоєння кисню є наслідком освіти в тканинах льоду. При цьому протоплазма і ферменти зневоднюються, рівень каталітичної активності падає, причому для оксидази ферментів сильніше, ніж для декарбоксилаз. Ці відмінності обумовлені меншою водоутримуючою здатністю білків оксидаз в порівнянні з декарбоксильними ферментами [29].

Такий висновок підтверджується спеціальними дослідженнями по інтенсивності дихання листя озимого жита і пшениці, оброблених розчином сахарози: зі збільшенням концентрації сахарози відбувається зниження поглинання кисню, причому більш різке у пшениці, ніж у жита. У жита оксидази сильніше, ніж у пшениці, а декарбоксилази слабкіше. Ці дані було використано для побудови моделі рослини, стійкої до несприятливих зимових умов.

2.5 Водний обмін рослин та мінеральне харчування

Задоволення потреби рослин у воді є найважливішою умовою їх зростання. Для розвитку зрошуваного землеробства, а також для неполивного землеробства, на частку якого припадає великі земельні масиви, дуже важливо раціональне використання поливної води і природних опадів, накопичення в ґрунті води і економне її витрачання. Для раціонального використання води необхідно глибоке і всебічне вивчення потреби у воді окремих сільськогосподарських культур, вивчення їх водообміну, дослідженню факторів, що підвищують стійкість проти несприятливих умов водопостачання.

Споживання води, як відомо, неоднаково на різних етапах розвитку рослин, і у різних культур і сортів ці зміни водообміну в онтогенезі проходять по-різному, вони в значній мірі залежать також від зовнішніх умов.

Тим часом величезна кількість фактів вказує на то, що маса рослин і її приріст за фазами можуть бути різними (при зміні умов живлення рослин, перетворення ґрунту з безструктурного в структурний стан та інше), а режим споживання води буде майже однаковим. Тому зростання і збільшення поверхні рослин не відображають всієї складності явищ, пов'язаних з витрачанням рослинами води. Це можна пояснювати відмінностями в умовах середовища і, мабуть, різноманітністю умов харчування.

У свій час надійним біологічним показником, придатним для класифікації рослин по посухостійкості і характеру водообміну, вважали транспіраційний коефіцієнт.

Величина транспіраційного коефіцієнта знаходиться в тісній залежності від забезпеченості рослин водою і поживними речовинами, при цьому чим повніше забезпечені рослини елементами живлення, тим економніше вони витрачають вологу.

У пошуках більш досконалого методу встановлення норм споживання води культурними рослинами стали застосовувати в розрахунок коефіцієнти водоспоживання - відношення загальної витрати води за вегетаційний період рослини (транспірація і випаровування води ґрунтом) до величини врожаю всієї органічної маси або основної продукції. Коефіцієнти водоспоживання можна розглядати як корисні транспіраційні коефіцієнти.

Коефіцієнти водоспоживання коливаються в широких межах залежно від умов родючості ґрунту, величини врожаю і ступеня забезпеченості рослин вологою [30].

Транспіраційний коефіцієнт служить показником пластичності рослин при зміні умов середовища, вони особливо корисні при вивченні впливу агротехніки на продуктивність використання ресурсів води.

Засвоєння рослиною води здійснюється головним чином кореневою системою, основна функція якої поглинальна діяльність. Корінь є органом, що володіє високою метаболічною-активністю.

Для кореня як органу поглинання важлива величина його поглинаючої поверхні, розміщення основних частин в ґрунті, інтенсивність діяльності при різних умовах водного та поживного режиму.

Справжні розміри корневих систем у багато разів більше, ніж зазвичай уявляють собі, ґрунтуючись на залишках коренів, які виявляються при викопуванні рослини із землі, коли велика частина найбільш діяльних тонких корінців виявляється обірваною.

У хлібних злаків (вівса, жита, пшениці та ін.) коренева система йде на глибину 1,5-2 м і більше, крім того, вона широко поширюється в усі сторони.

Були проведені ретельні підрахунки загальної поверхні коренів і корневих колосків у рослин озимого жита, вирощеного в великих дерев'яних ящиках. У добре розкущених рослин коренева система до часу колосіння досягла гігантських розмірів [26].

Крім того, необхідно пам'ятати, що за здатністю поглинати воду і мінеральні речовини окремі ділянки коренів вкрай нерівноцінні. Дуже

високою поглинальною здатністю характеризуються кореневі волоски, а частини коренів з одерев'янілою поверхнею володіють зниженою активністю. Дуже характерним для кореневої системи є виключно велика здатність до розгалуження, в тисячі разів перевищує таку у надземних органів. Характерною особливістю є також те, що довжина зростаючої зони біля коріння зазвичай буває порівняно короткою і становить близько 10 мм (або трохи більше) в порівнянні зі зростаючою зоною у стебел, де вона коливається від 2-4 до 30 см і більше [29].

Кореневі системи бувають інтенсивні, добре розгалужені, з великою кількістю мочкуватих коренів і тому володіють великою поглинаючою поверхнею, і екстенсивні, що характеризується протилежними показниками.

Вода, що знаходиться в ґрунті, не в однаковій мірі доступна рослинам, її доступність залежить від стану і форми. У цьому випадку велике значення мають фізичні властивості і хімічний склад ґрунту, характер і міцність зв'язку води з ґрунтовими частинками, вміст органічних речовин, що поглинає здатність і характер кореневої системи рослини і інші фактори.

Для засвоєння ґрунтової вологи має значення також зростання корневих систем.

В нашій країні посухи грають дуже велику роль. Під посухою розуміють погодні умови, що характеризуються відсутністю опадів, підвищенням температури і сильним зниженням вологості повітря. Засуха буває атмосферна і ґрунтова, частіше вона починається як атмосферна і переходить в ґрунтову.

Атмосферна посуха може наступати при спокійній безвітряної погоди або в вигляді суховію, гарячого вітру, а іноді у вигляді імлі. При імлі атмосфера мутніє, заволокається серпанком. У багатьох випадках імла супроводжується суховієм, що діє на рослини особливо згубно.

За тривалістю настання посухи можуть бути весняними, літніми, осінніми та зимовими, а за тривалістю - короткочасними і тривалими. Навіть короткочасні посухи для рослини не проходять безслідно. Тому слід всіляко

попереджати пошкодження рослин від посухи, використовуючи для цього правильну агротехніку, підбираючи посухостійкі культури і сорту, а також підвищуючи їх посухостійкість.

Засуха робить досить різноманітний вплив на рослини, викликаючи пошкодження від перегріву і від зневоднення клітин рослини. При атмосферної посухи дуже сильно зростає температура і падає вологість повітря. Витрата води рослиною настільки зростає, що коренева система не встигає доставляти необхідну для охолодження рослини кількість води до листя навіть при достатньому запасі води в ґрунті.

Перегрів викликає пошкодження рослини, яке ще називають «запалом», який виявляється зазвичай через деякий час у вигляді різних некротичних плям на листках. При атмосферній посуші буває також «захоплення» яке пов'язане з суховіями, коли при порівняно невисоких температурах спостерігається сильний вітер і велика сухість повітря. В цьому випадку листя просто висихають, зберігаючи зелене забарвлення.

Жито за своїми біологічними особливостями здатне більш повно використовувати осінньо-зимові опади; воно має порівняно невеликий коефіцієнт транспірації та є порівняно посухостійкою культурою. Однак і воно страждає при настанні посухи. Особливо добре жито переносить весняні посухи, що пов'язано з потужним розвитком його кореневої системи і раннім весняним пробудженням.

Завдяки ряду біологічних особливостей озиме жито має переваги перед озимою пшеницею в ряді посушливих районів України. Особливо важливим для озимого жита є достатня його забезпеченість вологою в осінній період, в фазу кушіння. При нестачі вологи в цей період жито йде в зиму недостатньо розкущеним. Максимальна кількість вологи воно витрачає в період виходу в трубку і до колосіння. Недолік вологи в цей період, так само як і в період наливу зерна, обумовлює значну череззерницю і призводить до зниження врожаю. До повітряної посухи жито менш чутливе, ніж пшениця.

Використання елементів живлення рослинами жита на різних етапах онтогенетичного розвитку має свої особливості. Максимальне поглинання поживних речовин спостерігається в фазу кушіння та виходу в трубку, коли у рослин відбувається формування колосків і статевих елементів.

Особливості росту озимого жита в осінній період відображають специфіку його харчування. Восени у озимого жита відзначається сильний розвиток листя і кореневої системи, в той час як інші органи знаходяться в ембріональному стані. Гальмування ростових процесів під впливом низьких позитивних температур сприяє інтенсивному накопиченню вуглеводів, які є основною запасуючою речовиною у озимого жита і головним енергетичним матеріалом, використовуваним ним в процесі дихання. В осінній період, поряд з азотом, особливе значення мають фосфор і калій, що сприяють утворенню пластичних речовин [14].

Посилене фосфорне і калійне живлення в початкові періоди розвитку озимого жита сприяє гарному укоріненню і кушінню рослин, інтенсивному накопиченню цукру, що оберігає їх в подальшому від вимерзання. Калій підвищує гідрофільність протоплазми і збільшує його водоутримуючу здатність, а підвищене обводнення колоїдів забезпечує нормальний перебіг в клітинах синтетичних процесів, в тому числі синтез і відтік вуглеводів. Особливо необхідний калій для нормального розвитку меристематичних тканин. Недолік калію восени порушує синтез флавинових дегідрогеназ, що негативно позначається на кисневому диханні і стійкості озимого жита в період зимівлі [26]. Порушення кисневого дихання в холодний період зимівлі знижує стійкість рослин до несприятливих умов, що негативно позначається на продуктивності.

Позитивний вплив калію проявляється також у тому, що він сприяє синтезу хлорофілу і підвищенню асиміляційної активності листя. Інтенсивне поглинання калію, що почалося з самих ранніх фаз розвитку, досягає максимуму в період цвітіння. Надходження калію припиняється в кінці колосіння, а потім починається його перерозподіл і повторне використання.

Надходження фосфорної кислоти триває до повної стиглості насіння. Це пояснюється тим, що фосфорній кислоті належить одне з центральних місць у процесах дихання і фотосинтезу. Цим значною мірою визначається рівень обміну речовин рослин, активність синтетичних процесів і синтез білків.

Фосфор входить до складу нуклеопротейдів, якими особливо багаті меристеметичні тканини генеративних органів, що закладаються в осінній період. Нестача фосфору приводить до посилення гідролізу полісахаридів і посилення екзосмосом продуктів розпаду через облишення фосфатами протоплазму; при цьому гальмується синтез білків, а при значному фосфатному голодуванні відбувається їх розпад [23 ,29].

Максимальна потреба у фосфатах жита та інших злаків приурочена до світлової стадії розвитку. Забезпеченість рослин фосфатами в період диференціації колоскових горбків визначає в майбутньому співвідношення між генеративних і вегетативними органами і особливо урожай зерна. Нестача фосфору в цей період знижує продуктивність рослин і не компенсується наступним фосфорним харчуванням. При проходженні рослинами жита світлової стадії також чітко виражена висока потреба в азоті і калії.

Надлишок азотного харчування в осінній період призводить до того, що рослини переростають, погано загартовуються, а потім сильніше вимерзають і випривають, більш підлягають поляганням. Однак слід підкреслити велике значення азотистих добрив, що вносяться в необхідних кількостях на бідних азотом ґрунтах.

Жито менш вимогливе до ґрунтів, ніж пшениця. Хороші врожаї, при належному догляді, воно дає на суглинних, піщаних і заболочених ґрунтах. Це пояснюється наявністю у нього потужної кореневої системи, здатної отримувати поживні речовини з більш глибоких шарів ґрунту. Крім того, коренева система жита має велику здатність засвоювати поживні речовини з важкорозчинних добрив.

Озиме жито мало чутливу до кислих ґрунтів, проте вапнування значно підвищує урожай. Наявність в ґрунті кальцію збільшує ефективність мінеральних добрив, активізує розвиток ґрунтової мікрофлори, що сприяє накопиченню поживних речовин. Дуже хорошу дію надає вапнування в поєднанні з внесенням органічних добрив. Крім того, поєднання внесення органічних добрив з вапнуванням покращує фізичні властивості ґрунту.

До числа елементів живлення, необхідних для нормального росту і розвитку рослин жита, крім азоту, фосфору, калію і кальцію відносяться магній, залізо, марганець, бор, мідь, цинк. Деякі мікроелементи на лужних ґрунтах знаходяться в важкодоступному стані. В цьому випадку хороші результати дає передпосівна збагачення насіння солями з тальком або обприскування рослин розчинами солей мікроелементів [25].

Магній необхідний рослинам жита не тільки як елемент, що входить до складу молекули хлорофілу, а й як метал, підвищує активність ферментів, які беруть участь в процесі дихання.

2.6 Найбільш поширені на сьогодні хвороби жита озимого

Значна шкода, що наноситься щорічно хворобами зерновим культурам, обумовлює детальне вивчення їх збудників і слабкості ними рослин. Хвороби рослин викликаються мікроорганізмами з різних груп, в значній мірі різняться за своїми біологічними особливостями. Тому поряд з різноманітністю видів пошкодження рослин дослідники і практики мають справу з не менш різноманітним складом їх паразитів [35].

В даний час в області вивчення імунітету рослин до захворювань виявлено ряд загальних закономірностей, що характеризують процеси, що протікають в рослинах при їх захворюваннях. До них відносяться деякі генетичні, біохімічні та екологічні процеси, які супроводжують розвиток хвороби.

Найбільший інтерес представляють роботи, пов'язані з вивченням активних реакцій рослин у відповідь на зараження: виявлення фітбалексінов (захисних речовин, що з'являються в процесі інфекції), пізнання їх структури і функції, дослідження ізоензимів ферментів в заражених клітинах стійких і сприйнятливих рослин, вивчення впливу хвороби на обмін речовин в зараженому рослині [37].

Для об'єктивного судження про систему рослина - патогенний організм має значення знання генетичних основ взаємовідносин двох організмів. В цьому плані досягненням є отримання ізогенних ліній одного і того ж сорту рослини, що відрізняються стійкістю. Такі лінії отримані у ряду рослин, стійкості до іржі грибами.

Однак при великій різноманітності хвороб рослин об'єктам детального вивчення було порівняно невелике число збудників і їх господарів. Поряд з пізнанням загальних закономірностей розвитку захворювань в кожному конкретному випадку потрібно знання особливостей рослини і збудника. Розглянемо найбільш поширені хвороби жита озимого.

Снігова пліснява озимих хлібів. Захворювання проявляється ранньою весною на посівах озимого жита, пшениці і багаторічних трав. У період танення снігу або відразу після нього окремі рослини або частіше групи їх виявляються покритими біло-сіруватим або рожевим нальотом міцелію грибів. Уражаються листя, стебла, іноді вузол кущіння. Уражені рослини нерідко гинуть. Хвороба призводить до зріження озимих посівів. Як збудник снігової плісняви є ряд грибів з роду *Fusarium* Link. В тому числі *Fus. nivale* (Fr.) Saccardo, *Fus. avenaceum* (Fr.) Saccardo, *Fus. graminearum* Schw. та ін. Найбільш частим збудником снігової плісняви є *Fusarium nivale* (сумчаста стадія - *Calonectria graminicola* (Berk, et Br.) Wr.). Гриб характеризується оптимальним розвитком при низьких температурах, добре розвивається при 2-6 °С, оптимальний ріст гриба спостерігається при 11-17 °С.

У розвитку хвороби істотну роль грають фактори зовнішнього середовища, наприклад, покриває сніг восени промерзлий або не промерзлий

грунт, наявність зимових відлиг, багато що залежить від рельєфу поля, ґрунтових умов та інших причин.

Гриби - збудники снігової плісняви - факультативні паразити, широко поширені в ґрунті. Вони легко переносять промерзання її до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Поряд з ґрунтом міцелій добре зберігається на рослинних рештках, де розвиваються як сумчасте, так і конідіальне спороношення гриба. Зараження озимих сніговою пліснявою походить від інфекції, що знаходиться в ґрунті (міцелій фузариум), на залишках рослин (міцелій, конідії, сумкоспори) і в насінні (міцелій). Зараження зерна фузаріозом здійснюється в період цвітіння злаків від сумкоспори, що розвиваються в плодових тілах (Перітеціях).

Різні сорти озимих культур в різному ступені сприйнятливі до захворювання. У боротьбі зі сніговою пліснявою крім дотримання правил агротехніки і виведення стійких сортів рекомендують протруювання зерна. Кращі результати дає однофазне або двофазне термічне знезараження, а також протруювання гранозаном.

Склеротініоз озимих культур [23]. Склеротініозом уражається озиме жито і пшениця, а також деякі багаторічні злаки. Найчастіше хвороба проявляється в північно-східних областях нашої країни. За симптомами захворювання нагадує снігову плісняву. Хвороба, як і в разі останньої, проявляється ранньою весною. При цьому на поле на озимих культурах, що вийшли з під снігу, буває помітний сірий наліт міцелію гриба, помітний найчастіше на окремих ділянках поля. У разі склеротініоза спостерігається загнивання і відмирання листя рослин, а також нижній частині стебел, що призводить до загибелі уражених рослин.

Заражені рослини пронизані пластівчастим міцелієм гриба *Sclerotinia graminearum* Elen. При цьому на поверхні листя і всередині них утворюються чорні склероції гриба розміром від 1 до 6 мм в діаметрі. Склероції легко відокремлюються від міцелію і потрапляють на ґрунт, зберігаючи життєздатність до осені або рідше до весни наступного року. Склероції проростають зазвичай восени апотеції, в яких утворюються численні сумки

зі спорами. Останні заражають сходи озимих. Заражені восени рослини зимують. Навесні при наявності високої вологості, знижених температур і сприйнятливих, ослаблених зимівлею рослин захворювання може приносити значної шкоди.

Сортів, цілком стійких до хвороби, немає. Заходи боротьби зі склеротініозом ті ж, що і зі сніжною цвілью.

Стеблова головешка жита [25]. Найбільш часто ураження жита стебловою сажкою спостерігається в північній та західних областях країни. Викликається хвороба сажкових грибом *Urocystis occulta* (Wallr.) Rab. Спори стебловий головешки добре відрізняються від спор інших видів сажки, що вражають злаки. Вони з'єднані в дрібні грудочки, центральні суперечки в них більші і темні, периферичні - світлі і заповнені повітрям. Останні не здатні до проростання.

Гриб вражає переважно листя і стебла жита (найчастіше верхні міжвузля). Спочатку на уражених частинах рослин розвиваються поздовжні сіруваті смужки, крізь епідерміс в них просвічують темні скупчення спор гриба. Потім епідерміс розтріскується по довжині і виявляється чорна, що порошиться маса сажкових спор. Спори, що звільняються після розриву епідермісу, потрапляють на ґрунт, але можуть зберігатися там дуже невеликий проміжок часу і тому рідко служать джерелом зараження сходів. Найкращими умовами для зараження є температура ґрунту 13-20 °С і помірна вологість. Збудник стебловий головешки вражає тільки жито і на інші злаки не переходить.

З огляду на біологічні особливості гриба, в якості засобів боротьби з цим захворюванням рекомендують протруювання зерна для знищення поверхневої інфекції.

Тверда (мокра) головешка жита. Зерна колоса, заражені цією сажкою, роздуті і більш округлі в порівнянні зі здоровими. При роздавлюванні ураженого зерна виявляється спорова маса з різким оселедцевим запахом триметиламіну. Збудник хвороби гриб *Tilletia secalis* (Corda) Kühn

розвивається за звичайним для багатьох видів головешки засобу. Зараження рослин відбувається в період проростання зернівок, інфекція проявляється в момент колосіння. Зараження зерен йде в період обмолоту. Хвороба виникає окремими вогнищами в різних, головним чином в північних і західних районах України.

Боротьба з сажкою здійснюється в основному протравленням зерна. Крім того, помічено, що прояв захворювання спостерігається найбільш часто при багаторічних посівах жита на одних і тих же ділянках. Тому одним із способів звільнення жита від цієї хвороби служить правильне розміщення культури в сівозмінах.

Бура (листова) іржа жита [30]. Бурою іржею уражаються рослини, починаючи зі стадії сходів. На верхній стороні листя і пазухах жита розвиваються дрібні округлі або трохи довгасті іржаво-бурі пустули гриба, розкидані рівномірно по всій поверхні уражених частин рослин. Збудник хвороби - іржавий гриб *Russinia dispersa* Erikss. et Henn. При розвитку захворювання на стійких сортах, а також при несприятливих для гриба умовах навколо пустул спостерігаються некротичні ділянки. За морфологічними і біологічними особливостями гриб близький до *P. triticina* Erikss. (*P. recondita* Rob. Ex Desm.) - збудника бурої іржі пшениці. Основною відмінністю є їх приуроченість до певних видів рослин-господарів: у першому випадку - до жита, у другому - до пшениці.

Уредоспори (літнє спороношення) гриба до кінця літа замінюються телейтоспори (зимовими спорами). Телейтопустули чорні, покриті епідермісом. Суттєвою ознакою збудника бурої іржі жита є здатність телейтоспори гриба проростати в кінці літа - початку осені і викликати зараження проміжних рослин-господарів крівокольору (*Anchusa arvensis* L.) і рум'янки лікарської (*Anchusa officinalis* L.), на яких з липня по вересень розвиваються ецидії (весняне спороношення у більшості видів різногосподарських іржавих грибів). Однак роль ецидіальної стадії і, отже, проміжного господаря в циклі розвитку цього виду невелика. В основному

розвиток захворювання відбувається як цикл послідовних уредоспорошень збудника. Уредоспори і міцелій збудника здатні витримувати дуже низькі температури.

Гриб таким чином може зимувати на посівах озимого жита в стадії уредоспор. Роль уредоспори в поширенні хвороби може бути розширена, оскільки суперечки під час обмолоту легко потрапляють на зерна. Припускають, що з зернами жита хвороба була завезена в ряд країн, де її раніше не відзначали, наприклад, з Франції в східну частину південноамериканського континенту.

Гриб невимогливий до температури і, як вказувалося, здатний розвиватися при низьких температурах і вологості 60-65%, що дозволяє віднести його до ксерофітних іржавників. Хвороба в нашій країні відзначено у всіх районах обробітку жита. Заходи боротьби з хворобою - впровадження стійких сортів, а також ряд заходів, що обмежують розвиток збудника: посів озимих в оптимальні терміни, застосування фосфорно-калійних добрив, ліквідація падалиці, весняне боронування посівів, внесення в ґрунт мікроелементів.

3 МЕТОДИ ОЦІНКИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

3.1 Сучасний стан моделювання продукційного процесу посівів сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату

Клімат змінюється, і це відбувається прямо зараз. Мова йде не про віддалене явище, яке матиме місце коли-небудь в майбутньому, і не тільки про підвищення температури. Очікується, що в деяких частинах світу річний рівень опадів в довгостроковій перспективі знизиться, в той час як в інших регіонах коливання рівня опадів і температури помітно позначаться на вегетаційного періоду деяких рослин. В інших місцях річна кількість опадів може залишитися незмінним, але випадати вони можуть з великими інтервалами, у вигляді набагато більш сильних і короткочасних злив, що викликають посилення посух і повеней. Може зрости інтенсивність сильних штормів і їх різновиди - ураганів. Потенційні наслідки зміни клімату різноманітні й великі, тому попередження цих наслідків стало першочерговим темою в глобальному порядку денному для розвитку [5, 34].

Застосування чисельних моделей для вирішення поставлених задач є найбільш оптимальним сьогодні варіантом. Досвід застосування такого методу в Європейських країнах [6] показує, що отримані в моделях проєкції можна використовувати як початкові для подальших прогнозів в суміжних та кліматозалежних галузях науки та господарської діяльності.

Глобальні кліматичні моделі є основними інструментами, що використовуються для проєктування тривалості та інтенсивності змін клімату в майбутньому. Ці моделі розраховують майбутні кліматичні режими на основі низки сценаріїв зміни антропогенних факторів. Для нових кліматичних розрахунків, виконаних у рамках проєкту Coupled Model

Intercomparison Project Phase 5 Всесвітньої програми досліджень клімату (World Climate Research Programme), використовується новий набір сценаріїв, а саме Репрезентативні траєкторії концентрацій (Representative Concentration Pathways – RCP) [40, 41].

Сценарії RCP визначаються приблизною сумарною величиною радіаційного впливу до 2100 року порівняно з 1750 р.: $2,6 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ для RCP2.6; $4,5 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ для RCP4.5; $6,0 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ для RCP6.0 і $8,5 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ для RCP8.5. Ці чотири RCP містять один сценарій зменшення викидів, який передбачає низький рівень впливу (RCP2.6); два сценарії стабілізації (RCP4.5 і RCP6.0) і сценарій з дуже високими рівнями викидів парникових газів (RCP8.5) [22,40]. Згідно RCP6.0 і RCP8.5, радіаційне вплив не досягає максимального значення до 2100 р., а продовжує постійно збільшуватись; в RCP2.6 цей вплив досягає максимуму і потім знижується; і в RCP4.5 він стабілізується до 2100 року.

Сценарії RCP ґрунтуються на комбінації комплексних оціночних моделей, простих кліматичних моделей та моделей атмосферної хімії і глобального вуглецевого циклу. Хоча RCP охоплюють широкий діапазон значень сукупних впливів, вони не включають весь спектр викидів, описаних в літературі, особливо по аерозолях [22, 40].

3.2 Моделювання формування продуктивності зернових культур

Існують різні методи оцінки взаємозв'язку між погодними умовами, технологіями вирощування і врожайністю сільськогосподарських культур. Усі ці методи оцінки можна розділити на дві групи. Перша група складається з імітаційних моделей сільськогосподарських культур, які дають безпосередньо оцінку впливу погодних і ґрунтових умов на фізіологію рослин.

Друга група складається з моделей множинної регресії, які оцінюють взаємини погодних умов, технологій вирощування і врожайності культур.

Одним з переваг моделей множинної регресії над імітаційними моделями є те, що моделі множинної регресії охоплюють як погодні умови, так і технологічні аспекти зміни врожайності з плином часу.

Регресивні моделі розроблені для прогнозування врожайності зернових культур для території штатів Іллінойс, Індіана, і Айова включають в себе середньомісячні дані про кількість опадів і спостережень за температурою повітря.

При побудові довгоперіодичних динамічних моделей формування продуктивності сільськогосподарських культур використовуються методологія, розроблена Ю.К. Россом [20], Х.Г. Тоомінгом [24].

В основі моделі А.М. Польового [16] лежить система рівнянь радіаційного, теплового, водного балансів і балансу біомаси в рослинному покриві системи "середовище – рослина". Система "середовище – рослина" розглядається як складна динамічна система, що розвивається під впливом внутрішніх і зовнішніх чинників, в якій виділяються процеси росту, розвитку та формування продуктивності рослин в їх складній взаємодії.

Польовим А.М. та Кульбідією Н.І. [17] розроблена модель формування врожаю озимої пшениці в Україні періоду весняно-літньої вегетації. За основу моделі взято базову динамічну модель формування врожаю сільськогосподарських культур, в яку був внесений цілий ряд істотних модифікацій.

Антоненко В.С. [1] запропонував динамічну модель росту, розвитку та формування врожаю озимої пшениці, що описує весь життєвий цикл культури "від насіння до насіння". Модель призначена для інтерпретації аерокосмічної інформації і відповідно до цільового призначення моделі.

Вітченко О.М. [4] розроблена динаміко-статистична модель оцінки агроекологічного потенціалу ландшафтів та встановлені функції впливу агроекологічних факторів (сонячної радіації, ґрунтової родючості, вологості ґрунту, температури повітря, умов перезимівлі та ін.).

3.3 Базова динамічна модель формування врожаю сільськогосподарських культур

Структура моделі визначається виходячи з закономірностей формування гідрометеорологічного режиму у системі ґрунт - рослина - атмосфера і біологічних уявлень про ріст і розвиток сільськогосподарських культур під впливом чинників зовнішнього середовища. В основі моделі лежить система рівнянь радіаційного, теплового і водного балансів, балансу біомаси (вуглеводів та азоту) у рослинному покриві [16].

Модель складається із 8 блоків:

1. Блок вхідної інформації.
2. Блок радіаційно-теплового режиму рослинного покриву.
3. Блок водного режиму рослинного покриву.
4. Блок фотосинтезу.
5. Блок дихання і старіння рослин.
6. Блок мінерального живлення.
7. Блок росту (розподіл структуроутворюючих компонентів – вуглеводів і азоту).
8. Блок формування площі листя.

Розглядається, що рослина складається з двох функціонально пов'язаних частин: надземної (shoot) і підземної (root), які у свою чергу поділяються на окремі органи або їх складові частини. Виділяються: функціонуючі листки (l_{func}), пожовклі листки (l_{yel}), відмерлі листки (l_{mor}), зелені стебла (s_{gr}), пожовклі стебла (s_{yel}), функціонуючі корені (r_{func}), відмерлі корені (r_{mor}), функціонуючі репродуктивні органи (p_{func}), дозріваючі репродуктивні органи (p_{rip}).

Моделювання радіаційного та теплового режимів рослинного покриву.
Радіаційний баланс рослинного покриву можна представити у вигляді суми довгохвильової і короткохвильової радіації:

$$R_L = Q_L + F_L; \quad (3.1)$$

$$R_S = Q_S + F_S, \quad (3.2)$$

де R_L і R_S – радіаційний баланс рослинного покриву (РП) і поверхні ґрунту;

Q_L , і Q_S – величини поглиненої короткохвильової радіації РП і поверхні ґрунту;

F_L і F_S – величини балансу довгохвильової радіації РП і поверхні ґрунту.

Величини поглиненої короткохвильової радіації рослинного покриву і поверхні ґрунту визначаються за співвідношеннями:

$$Q_L = Q_o(1 - \alpha_{LS}); \quad (3.3)$$

$$Q_S = Q_o a_Q (1 - \alpha_S), \quad (3.4)$$

де Q_o – сумарна короткохвильова радіація над верхньою межею РП;

α_{LS} і α_S – альбедо РП і поверхні ґрунту;

a_Q – функція пропускання сумарної радіації РП.

Альбедо рослинного покриву визначається за формулою

$$\alpha_{LS} = \alpha_{Lh_o} + (\alpha_S - \alpha_{Lh_o}) \exp[-L(1 + ctgh_o / \pi)], \quad (3.5)$$

$$\alpha_{Lh_o} = \frac{0,4084}{1 + 1,1832 \sinh_o}.$$

Альбедо поверхні ґрунту визначається в залежності від зволоження ґрунту за допомогою рівняння

$$\alpha_S^{\max} \quad \text{при } W_{SS} < W_{WP}$$

$$\alpha_S = \alpha_S^{\max} - (\alpha_S^{\max} - \alpha_S^{\min}) \frac{W_{SS} - W_{WP}}{W_{FC} - W_{WP}} \quad \text{при } W_{WP} \leq W_{SS} \leq W_{FC}, \quad (3.6)$$

$$\alpha_S^{\min} \quad \text{при } W_{SS} > W_{FC},$$

де α_S – альbedo поверхні ґрунту;

$\alpha_S^{\max}, \alpha_S^{\min}$ – альbedo сухого і досить зволоженого ґрунту;

W_{SS} – вологість поверхневого шару ґрунту;

W_{WP} – вологість стійкого в'янення;

W_{FC} – найменша вологоємність ґрунту.

Функцію пропускання сумарної радіації знаходимо за формулою

$$a_Q = (1 - c_2) \exp\left(-\frac{k_s^L L}{\sinh_o}\right) + c_2 \exp\left(-c_3 \frac{k_s^L L}{\sinh_o}\right), \quad (3.7)$$

де c_2, c_3 – емпіричні постійні;

k_s^L – емпірична постійна, що характеризує вплив геометричної структури РП на пропускання сонячної радіації.

Величини балансу довгохвильової радіації визначаються за такими формулами:

$$F_L = (F_A + \varepsilon_S \sigma T_S^4 - 2\varepsilon_L \sigma T_L^4)(1 - e^{-kL}), \quad (3.8)$$

$$F_S = F_A e^{-kL} - \varepsilon_S \sigma T_S^4 + \varepsilon_L \sigma T_L^4 (1 - e^{-kL}), \quad (3.9)$$

де F_A – противипромінювання атмосфери

ε_L і ε_S – коефіцієнти сірості листя і ґрунту;

σ – постійна Стефана-Больцмана;

T_L, T_S – температура листя і ґрунту;

k – емпіричний параметр орієнтації листя.

Противипромінювання атмосфери визначається за виразом

$$F_A = \varepsilon_a \sigma T_a^4, \quad (3.10)$$

де T_a – температура повітря;

ε_a – коефіцієнт довгохвильового випромінювання, який може бути визначений за емпіричною формулою

$$\varepsilon_a = 0,398 \cdot 10^{-5} \cdot T_a^{2,148}. \quad (3.11)$$

Потік тепла у ґрунті приймається пропорційним радіаційному балансу поверхні ґрунту

$$B_S = c_{BS} R_S, \quad (3.12)$$

де c_{BS} – емпірична постійна.

Сумарна короткохвильова радіація визначається за формулою

$$Q_o = A_1 \left(\frac{1}{\tau} + S \right)^{A_2} \exp \left(- A_3 \frac{S}{\tau} \right) + A_4 \exp \left[- A_5 \left(1 - \frac{S}{\tau} \right) (\sinh \circ)^{A_6} \right] \quad (3.13)$$

де $A_1 - A_6$ – константи;

τ – тривалість світлого часу доби, від сходу до заходу Сонця.

Моделювання процесів фотосинтезу, дихання та старіння рослин.
Фонд вільних вуглеводів рослин на кожному часовому кроці являє собою баланс продуктів фотосинтезу і продуктів розпаду тканин (при стресових умовах або старінні рослин), а також витрат на дихання

$$\frac{dC_{lab}}{dt} = \Phi + C_{hydr} - R, \quad (3.14)$$

де C_{lab} – фонд вільних вуглеводів;

Φ – маса продуктів фотосинтезу;

C_{hydr} – маса вуглеводів, що утворюються при розпаді тканин, які старіють;

R – витрати вуглеводів на дихання рослин.

Процес фотосинтезу листя описується з врахуванням впливу на фотосинтез рівня мінерального живлення, фази розвитку рослин, температурного режиму і вологозабезпеченості рослин:

$$\frac{dR}{dt} = \alpha_R \left[C_G \frac{dm}{dt} + C_m m \varphi_R \right], \quad (3.15)$$

де C_G – коефіцієнт витрат на дихання росту;

C_m – коефіцієнт витрат на дихання підтримки;

α_R – онтогенетична крива дихання;

dm / dt – приріст біомаси рослин;

m – маса рослин;

φ_R – температурна крива дихання.

4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА РІСТ, РОЗВИТОК І ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЖИТА ОЗИМОГО В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

4.1 Фізико-географічна та агрокліматична характеристика території Західного Лісостепу України

Західний Лісостеп України займає територію Хмельницької, Тернопільської та Львівської областей. Клімат Західного Лісостепу помірно-континентальний, м'який, достатньо вологий. Зима є малосніжною, нестійкою, порівняно теплою, літо тепле і помірно вологе. Середня температура повітря за рік становить 7,4 - 8,6 °С. Середня температура повітря в січні в середньому 1,7-3,9 °С, середня температура повітря в середні літа - плюс 18,6-19,8 °С [13].

Щодо питань вологозабезпеченості в Західну Лісостепу, тут, скоріше, все добре, ніж з питань достатньої кількості сум ефективних температур. Лише в деяких випадках кількість опадів може бути з надмірною, що може призвести до поширення хвороб. Тому в цій зоні варто звернути увагу на ранньо- і середньостиглі гібриди, які мають хорошу стійкість до хвороб, і подбати про надійний фунгіцидний захист.

В середньому за рік кількість опадів в Західному Лісостепу коливається від шістсот двадцяти п'яти до шістсот дев'яносто трьох мм, розподіляючись по території від п'ятсот семі десяти трьох до сімсот шістдесят дев'яти мм. Сама річна кількість опадів коливається від тисячі тридцять п'ять до тисяча дев'яносто чотирьох мм, в посушливі роки становить лише 317-373 мм. Близько 70% від річної кількості опадів випадає в теплий період року.

Відносна вологість повітря в теплий період року (квітень-жовтень) по областям Західного Лісостепу коливається від 62-70% до 75-84%, а кількість днів з відносною вологістю повітря 30% і менше (показник посушливості) за

цей період становить в середньому 3 -15 днів (максимальні значення цього показника досягали 36-43 дня) (рис. 4.1).

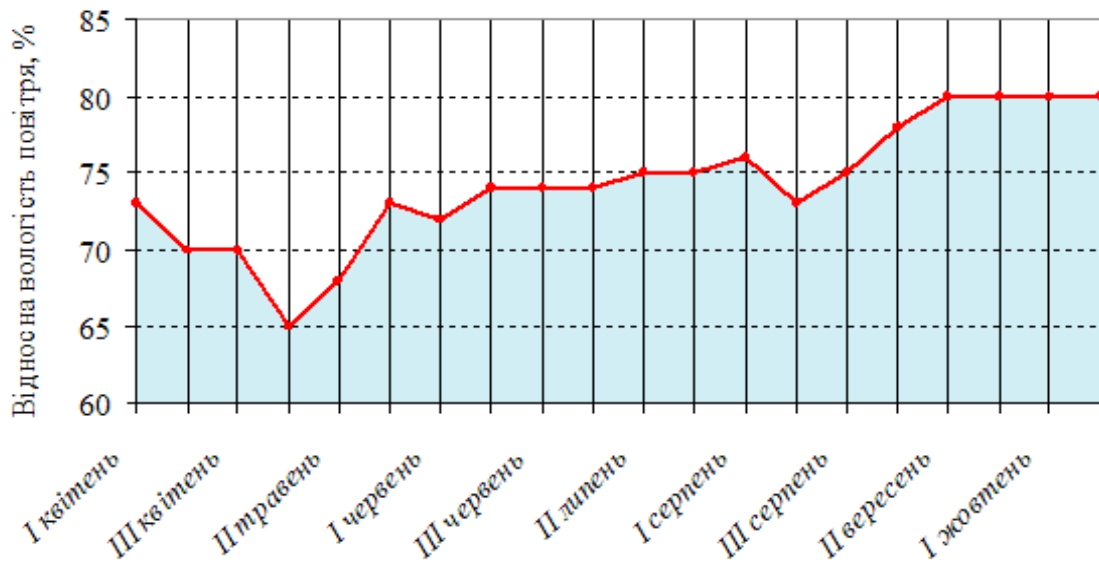


Рисунок 4.1 – Середньо декадна вологість повітря (%) за теплий період (квітень – жовтень) в Західному Лісостепу.

Перші осінні заморозки за середніми багаторічними даними настають вже в першій-другій декаді жовтня, останні весняні - в другій-третій декаді квітня. Середня кількість днів з заморозками в повітрі (за середніми багаторічними даними) становить 5-12 днів, на поверхні ґрунту - 9-26 днів. Середня тривалість періоду без заморозків в повітрі становить 160-186 днів, на поверхні ґрунту - 141-170 днів. У більшості років сніговий покрив утворюється наприкінці листопада-початку грудня, а руйнується протягом березня.

В останні десятиліття досить часто спостерігається зима без стійкого снігового покриву або взагалі безсніжні. Середня глибина промерзання ґрунту за зиму коливається від 13 см до 38 см. Взимку зазвичай спостерігаються відлиги. Після тривалих відлиг при наявності снігового покриву існує значна ймовірність щодо його руйнування [34].

Вегетаційний період триває 209-227 днів, починається в середньому з кінця березня - початку квітня і закінчується в кінці жовтня - початку листопада. Сума позитивних температур вище 5 °С за цей період змінюється від 2926 °С до 3188 °С. Період активної вегетації сільськогосподарських культур (із середніми добовими температурами повітря 10 °С і вище) в середньому триває 163-172 днів, змінюючись в окремі роки від 140 до 210 днів, починається в другій-третій декаді квітня і закінчується в першій декаді жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 10 °С за цей період коливається від 2460-2600 °С [13].

Помірна атмосферна посуха має ймовірність 90% на більшій частині території даної кліматичної зони. Кількість днів з суховіями за теплий період (квітень-жовтень) в середньому становить 16 днів, хоча трапляються роки, коли суховії не спостерігається зовсім. Серед інших несприятливих для сільськогосподарських культур явищ погоди на території цієї кліматичної зони в вегетаційний період спостерігається град, сильний вітер, дощ, зливи.

4.2 Агрокліматичні умови вирощування жита озимого в Західному Лісостепу в умовах зміни клімату

Відомо, що довготривалі зміни температури або опадів менш важливі для сільського господарства, ніж такі екстремальні явища, як посухи, сильні морози, перезволоження ґрунту, пилові бурі. Вплив цих щодо рідкісних явищ на урожай призводить до економічного стресу, який прискорює адаптацію сільського господарства до змін клімату. Концепції "повільних змін" і "змін ризику" не виключають, а доповнюють один одного при рішенні задачі ідентифікації нових, обумовлених змінами клімату, функцій розподілу врожайності.

Одним із найпростіших методів відображення можливих змін у кліматичному режимі будь-якої метеорологічної величини є порівняння з

минулими даними, зокрема, середніми багаторічними величинами за базовий період. В даному дослідженні за базовий береться період з 1991 по 2010 рр. Для оцінки можливих змін клімату нами було використано сценарій RCP4.5 та - RCP8.5 (репрезентативні траєкторії концентрації).

Відомості про термічні (теплові) ресурси вегетаційного періоду рослин необхідні для вирішення різноманітних завдань сільськогосподарського виробництва: визначення строків сівби і дозрівання, оптимізації сортового і видового складу оброблюваних сільськогосподарських культур, оцінки ймовірності пошкодження рослин високою та низькою температурою [21].

Доступні для рослин термічні ресурси визначаються річним ходом температури повітря і ґрунту. Спостережуване в даний час потепління клімату не зводиться до простого зсуву нагору кривої річного ходу середньодобової температури повітря. Сучасне потепління, крім підвищення середньої температури, супроводжується змінами її річний та добової амплітуди, що може мати як позитивні, так і негативні наслідки. Так, збільшення тривалості безморозного періоду безумовно позитивний фактор, але скорочення періоду наливу зерна і більш раннє дозрівання при підвищенні температури часто веде до зменшення врожаю. Для адекватної оцінки впливу змін клімату на термічні ресурси не можна обмежитися яким-небудь одним показником. Необхідно використовувати можливо більш широкий набір показників - кліматичних індексів - для оцінки термічних ресурсів, що застосовуються в агрокліматології.

Агрокліматичні умови періоду вегетації жита озимого за умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5 в Західному Лісостепу у порівнянні з середньо багаторічними даними (1991 - 2010 рр.) представлено на рис.4.2. Як видно з графіку, період вегетації жита озимого за умов реалізації сценарію «клімат» буде проходити на фоні знижених температур та зменшеної кількості опадів наприкінці та збільшенням опадів в середині вегетації.

Розглянемо, як під впливом кліматичних змін зміняться дати настання фаз розвитку культури, показники розвитку його по міжфазних періодах, показники фотосинтетичної продуктивності та значення врожаю жита озимого. За середніми багаторічними даними відновлення вегетації відбувається в третій декаді березня – 28 березня (табл. 4.1).

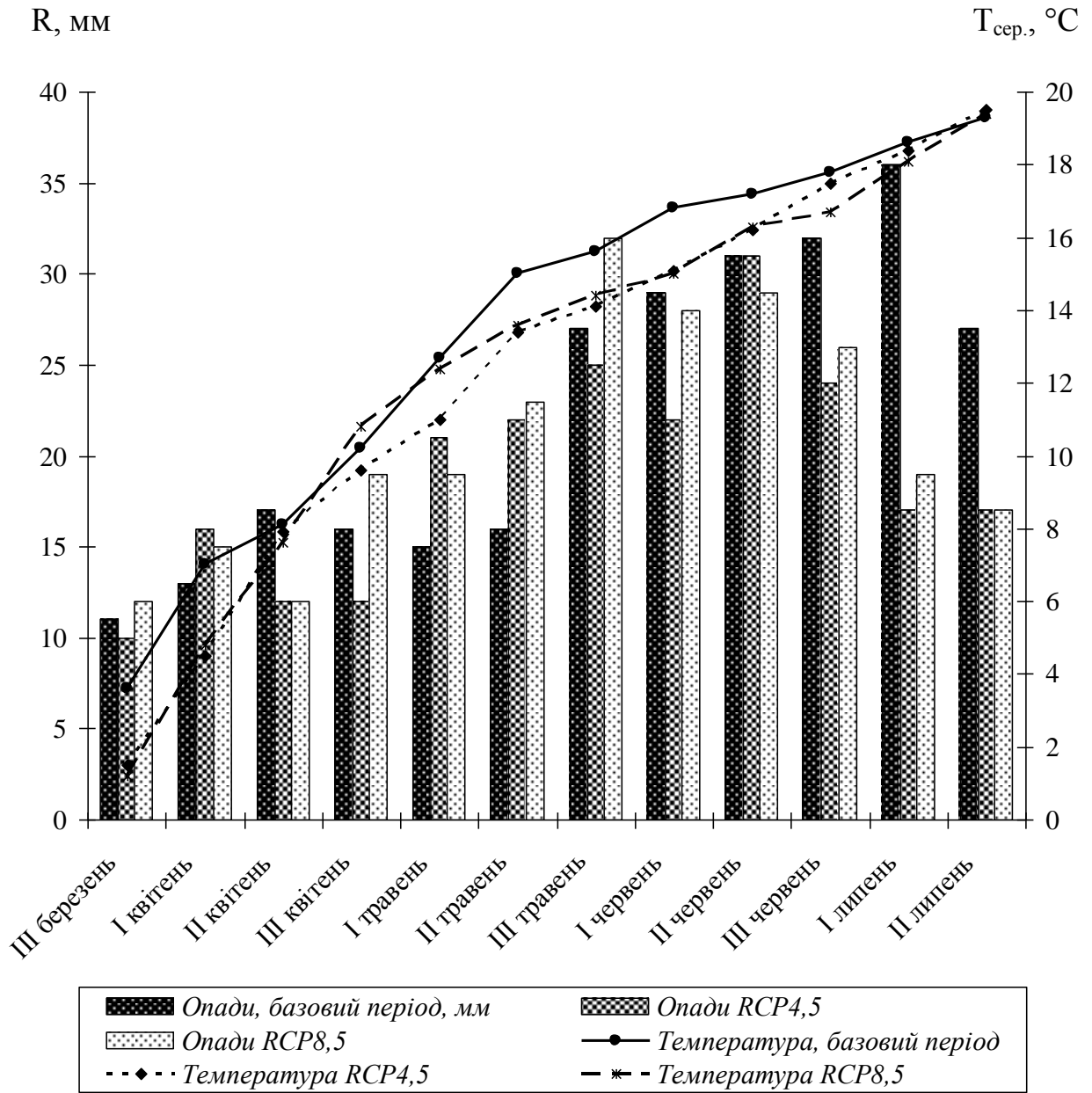


Рисунок 4.2 – Агрокліматичні умови періоду вегетації жита озимого в Західному Лісостепу України за кліматичними змінами RCP4.5 та RCP8.5 у порівнянні з середніми багаторічними даними

За умовами зміни клімату RCP4.5 дата відновлення вегетації очікується в першій декаді квітня, що на шість днів пізніше, ніж за середніми багаторічними, а за умовами зміни клімату RCP8.5 відновлення вегетації очікується на дев'ять днів пізніше, ніж за середніми багаторічними – 7 квітня.

За розрахунками поява нижнього вузла соломини спостерігається при накопиченні суми активних температур порядку 300 °С (табл. 4.2) - 5 травня. За умовами зміни клімату RCP4.5 поява нижнього вузла соломини очікується 11 травня при накопиченні суми активних температур порядку 292 °С , що на шість днів пізніше, ніж за базових умов (табл. 4.1). За умовами зміни клімату RCP8.5 поява нижнього вузла соломини очікується 6 травня при накопиченні суми активних температур близької до 302 °С , що співпадає з середніми багаторічними датами.

Таблиця 4.1 - Фази розвитку жита озимого за середньо багаторічними даними та за кліматичними змінами RCP4.5 і RCP8.5 Західному Ліссостепу

Період	Відновлення вегетації	Поява нижнього вузла соломини	Колосіння	Воскова стиглість	Тривалість періоду, дні
1991-2010	28.03	5.05	29.05	18.07	112
RCP4.5	4.04	11.05	4.06	21.07	109
Різниця	+6	+6	+7	+10	-3
RCP8.5	7.04	6.05	1.06	20.07	105
Різниця	+9	+1	+4	+2	-7

Колосіння жита озимого за середньо багаторічними датами спостерігається 29 травня. За умовами зміни клімату RCP4.5 дата колосіння очікується 4 червня, а за умовами зміни клімату RCP8.5 очікується 1 червня що на сім та чотири днів пізніше відповідно, ніж за базових умов (табл. 4.1).

Воскова стиглість жита озимого за середньо багаторічними даними спостерігається в другій декаді липня - 18 липня. За умовами зміни клімату

RCP4.5 - 20 липня, за умовами зміни клімату RCP8.5 - 19 липня, що на чотири та шість днів пізніше, ніж за базових умов (табл. 4.1).

Жито озиме, розвивається навесні в умовах довгого дня, по-різному реагує на скорочення світлового періоду доби. Якщо світлий період доби скоротити до 12 годин, розвиток жита помітно гальмується, в той час як при 12-годинному дні, що включає ранкове або вечірнє освітлення, жито розвивається нормально. Це пояснюється тим, що в першому випадку рослини жита позбавляються значної частини довгохвильової радіації, яка особливо багато представлена в світловому потоці в ранковій або вечірній годині [8, 28].

Таблиця 4.2 - Агрокліматичні умови вирощування жита озимого за середньо багаторічними даними та за кліматичними змінами RCP4.5 і RCP8.5 в Західному Лісостепу

Період	Відновлення вегетації - поява нижнього вузла соломини			Поява нижнього вузла соломини - колосіння			Колосіння - воскова стиглість			Весь період вегетації		
	t	T	R	t	T	R	t	T	R	t	T	R
1991-2010	7,8	300	100	14,3	328	100	18,2	911	100	14,0	1539	100
RCP4.5	9,0	292	88	14,0	322	125	17,7	932	88	13,6	1546	92
Різниця	+1,2	-8	-12	-0,3	-6	+25	-0,5	+21	-12	-0,4	+5	-21
RCP8.5	9,4	302	82	13,6	342	132	17,8	890	84	14,1	1534	89
Різниця	+1,6	+2	-18	-0,6	+14	+32	-0,4	-21	-16	+0,1	-5	-11
Примітка: t – середня температура повітря за період, °C; T – сума активних температур за період, °C; R – сума опадів за період, %.												

За період відновлення вегетації – воскова стиглість озимого жита середня температура повітря за середніми багаторічними даними становила 14,0 °C. За кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 значення середньої температури повітря очікується на рівні 13,6 °C та 14,1 °C відповідно (табл. 4.2).

Сума активних температур за період відновлення вегетації – воскова стиглість за середніми багаторічними даними становила 1539 °С (табл. 4.2). За кліматичним сценарієм RCP4.5 очікується збільшення суми активних температур повітря до рівня 1546 °С, а за кліматичним сценарієм RCP8.5 очікується зменшення суми активних температур повітря до рівня 1534 °С.

Споживання води, як відомо, неоднаково на різних етапах розвитку рослин, і у різних культур і сортів ці зміни водообміну в онтогенезі проходять по-різному, вони в значній мірі залежать також від зовнішніх умов.

За усіма кліматичними сценаріями очікується зменшення суми опадів за період вегетації озимого жита. Найбільше зменшення суми опадів очікується за кліматичним сценарієм RCP4.5 – на 21%, за кліматичним сценарієм RCP8.5 очікується зменшення суми опадів на 11 % у порівнянні з середньою багаторічною сумою опадів (табл. 4.2).

Такі умови призведуть до відповідних змін у вологозабезпеченості. Так, за кліматичним сценарієм RCP8.5 відносна вологозабезпеченість озимого жита (E/E_0) очікується на рівні 0,98 відн.од., що на 3% більш, ніж за середніми багаторічними значеннями. За кліматичним сценарієм RCP4.5 значення відносної вологозабезпеченості очікується на рівні 0,92 відн.од.

Значення гідротермічного коефіцієнту за період вегетації озимого жита за кліматичним сценарієм RCP8.5 співпадає з середніми багаторічними значеннями, за кліматичним сценарієм RCP4.5 - 1,21,0 відн.од..

Таким чином, можна зробити висновок, що в Західному Лісостепу за умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5 умови вегетації озимого жита будуть проходити на фоні знижених температур, а за кліматичним сценарієм RCP8.5 суттєвих змін не очікується. Також, очікується перерозподіл та зменшення кількості опадів за міжфазні періоди вегетації озимого жита, що пов'язано зі здвигом настання фаз розвитку культури.

4.3 Оцінка продуктивності жита озимого в Західному Лісостепу в умовах зміни клімату

Зміни агрокліматичних умов спричинять зміну показників фотосинтетичної діяльності посівів озимого жита, що обумовить рівень його врожайності. Для надання порівняльної характеристики продуктивності озимого жита в умовах зміни клімату за середньо багаторічними даними та за сценаріями зміни клімату були розраховані такі величини, як площа листя озимого жита, чиста продуктивність фотосинтезу та приріст маси в період максимального розвитку рослини. Також розглядалась суха біомаса цілої рослини культури та її врожай (табл. 4.3).

Площа листя виступає важливою умовою високої продуктивності рослин. Вона обумовлює інтенсивний процес фотосинтезу і високе наростання біологічної маси, тому істотно впливає на врожай. У посівах, що знаходяться в різних умовах, площа листя може наростати з різною швидкістю і досягати різних розмірів [9].

Важливою умовою для створення "добрих" посівів є стабільність листкової поверхні під час періоду вегетації рослин. Вона створюється швидким її нарощуванням, довгим зберіганням і функціонуванням протягом всього періоду вегетації, а також тривалим періодом самої вегетації. Такі посіви можуть поглинати 50 - 60% фотосинтетичний активній радіації.

Оптимальний розвиток листкової поверхні і її тривала активна дія, повністю можуть бути здійснені в "добрих" посівах, для створення яких потрібні: 1 - певна норма висіву насіння для кожної культури; 2 - повне постачання рослині необхідні елементи мінерального живлення; 3 - забезпеченість посівів водою [3, 9].

Розглянемо відмінності в площі жита озимого листя в Західному Лісостепу за всіма варіантами. Так, площа листя в період максимального розвитку в середньому за багаторічний період становить $2,8 \text{ м}^2/\text{м}^2$ (табл. 4.3), за умовами зміни клімату RCP4.5 очікується збільшення площі листя до

3,1 м²/м², за умовами зміни клімату RCP8.5 також очікується збільшення площі листя озимого жита в порівнянні із його середнім багаторічним значенням, але не таке значне – лише до 2,9 м²/м².

На рисунку 4.3 представлена динаміка накопичення відносної площі листя посівів озимого жита в Західному Лісостепу в умовах зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5 у порівнянні з базовим періодом. Як бачимо, впродовж вегетаційного періоду динаміка наростання площі листя як за кліматичними сценаріями та й за середніми багаторічними умовами була майже однаковою, але кількісні її показники значно відрізняються. Але у всіх випадках ці значення відповідають фазі колосіння.

Таблиця 4.3 - Показники фотосинтетичної продуктивності посівів жита озимого за середньо багаторічними даними та за кліматичними змінами RCP4.5 і RCP8.5 в Західному Лісостепу

Період	Варіант	Період максимального росту			Суша біомаса цілої рослини, г/м ²	Урожай, ц/га
		площа листової поверхні, м ² /м ²	приріст загальної сухої біомаси, г/м ² за добу	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² за добу		
1991-2010	Базовий	2,8	19,0	7,2	791	100
2021–2050	RCP4.5	3,1	20,2	6,5	765	87
	RCP8.5	2,9	19,4	7,1	889	107

Головним фактором формування врожаю озимого жита є інтенсивність фотосинтезу листя. Фотосинтез являє собою окислювально-відновну реакцію, що протікає за участю хлорофілу зелених рослин за рахунок енергії сонячного випромінювання. Однією з найпростіших є реакція синтезу глюкози з виділенням кисню з діоксиду вуглецю і вода. У всіх зелених рослин реакції фотосинтезу принципово близькі. На інтенсивність процесу

фотосинтезу впливають освітленість, температура та інші фактори середовища. На рисунку 4.4 представлена динаміка середньої за декаду інтенсивності фотосинтезу посівів озимого жита за умовами зміни клімату у RCP4.5 та RCP8.5 у порівнянні з середніми багаторічними значеннями.

За усіма кліматичними сценаріями очікується незначне збільшення значень інтенсивності фотосинтезу за період вегетації озимого жита. Впродовж вегетаційного періоду динаміка інтенсивності фотосинтезу за кліматичними сценаріями та за середніми багаторічними умовами була майже однаковою, але кількісні її показники значно відрізняються. Як видно з рис. 4.4, максимальні значення інтенсивності фотосинтезу в середньому за багаторічними умовами становить $22,1 \text{ мгСО}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{годину})$.

$L, \text{ м}^2/\text{м}^2$

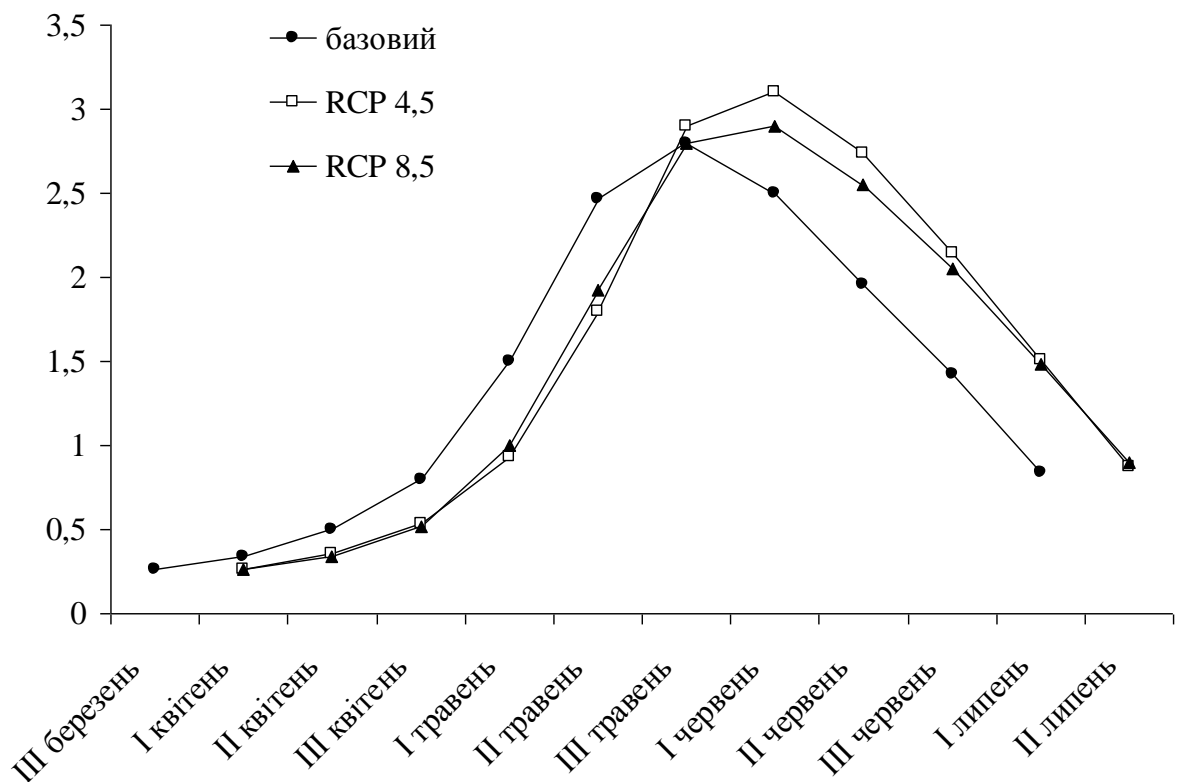


Рисунок 4.3 - Динаміка відносної площі листя (L) посівів жита озимого за середньо багаторічними даними та за кліматичними змінами RCP4.5 і RCP8.5 в Західному Лісостепу

За кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 очікується інтенсивність фотосинтезу до 23,0 та 23,9 $\text{мгСО}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{години})$ відповідно. Але у всіх випадках ці значення також відповідають фазі колосіння.

ИФ, $\text{мгСО}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{година})$

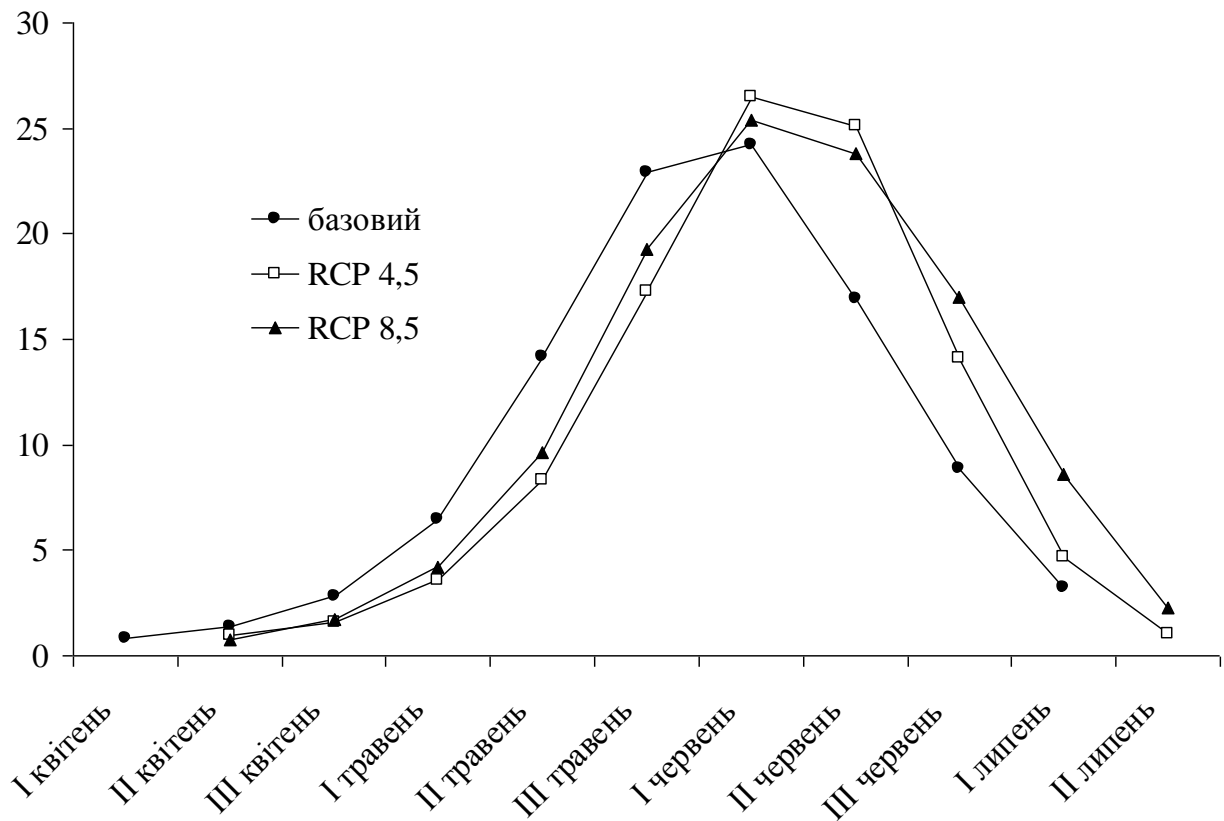


Рисунок 4.4 - Динаміка середньої за декаду інтенсивності фотосинтезу (ИФ) посівів жита озимого за середньо багаторічними даними та за кліматичними змінами RCP4.5 і RCP8.5 в Західному Ліссестепу

Близько 95% сухої біомаси рослинного організму доводиться на частку органічних речовин, утворених в процесі фотосинтезу. Тому зміни сухої маси рослин може досить об'єктивно відобразити асиміляційну активність рослин. Одним з показників, що характеризують продукційний процес рослин, є чиста продуктивність фотосинтезу. На рисунку 4.5 представлена динаміка

чистої продуктивності фотосинтезу посівів жита озимого за середньо багаторічними даними та за кліматичними змінами RCP4.5 і RCP8.5.

ЧПФ, г/м²

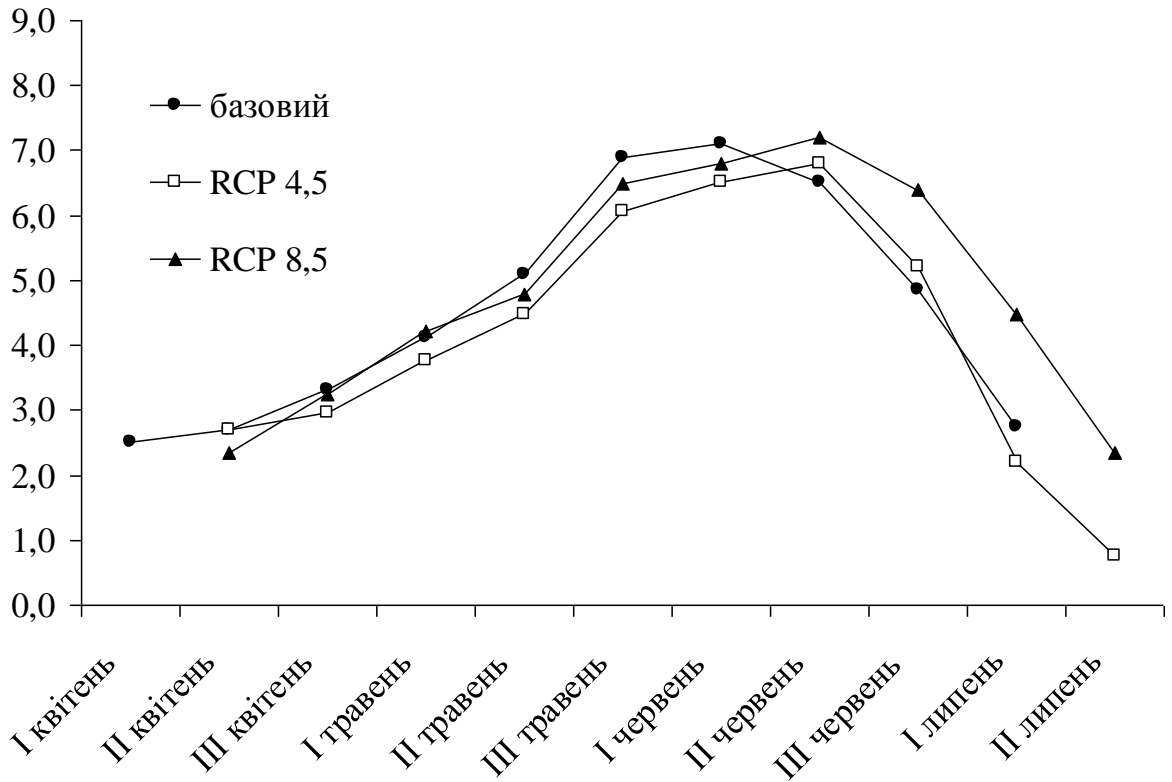


Рисунок 4.5 – Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу посівів жита озимого за середньо багаторічними даними та за кліматичними змінами RCP4.5 і RCP8.5 в Західному Ліссостепу

За усіма кліматичними сценаріями очікується збільшення значення чистої продуктивності фотосинтезу за період вегетації озимого жита. Впродовж вегетаційного періоду динаміка чистої продуктивності фотосинтезу за кліматичними сценаріями та за середніми багаторічними умовами була майже однаковою, але кількісні її показники значно відрізняються. Так, максимальні значення чистої продуктивності фотосинтезу посівів озимого жита в середньому за багаторічними умовами

становить $7,2 \text{ г/м}^2$ (табл. 4.3). Хоча за умовами кліматичних змін RCP4.5 площа листя більш ніж за останніми варіантами, значення чистої продуктивності очікується значно зменшеним – $6,2 \text{ г/м}^2$ й навпаки – за умовами кліматичних змін RCP8.5 значення чистої продуктивності очікується на рівні $7,1 \text{ г/м}^2$, притому, що площа листя за цим варіантом менш, ніж за умовами RCP4.5. Це пов'язано з реакцією рослин на підвищення CO_2 , так за умов збільшення CO_2 в повітрі відбувається збільшення площі листя.

Така реакція рослин на підвищення CO_2 обумовила і відповідний рівень динаміки загальної сухої біомаси жита озимого та його приростів (табл. 4.3). Важливою умовою продукційного процесу формування врожайності зерна озимого жита вважається накопичення сухої біомаси рослин. При добре розвинутій вегетативній масі продуцирується значна кількість асимілятів, яка потім може бути реутилізована в зерно.

Накопичення сухої речовини посівом залежить від швидкості фотосинтезу, на яку впливають зовнішні і внутрішні фактори. Динаміка приростів сухої біомаси цілої рослини озимого жита в період відновлення вегетації – воскова стиглість в очікуваних умовах зміни клімату у порівнянні з середніми багаторічними значеннями представлено на рис.4.6.

Як й у попередні випадках за умовами всіх кліматичних сценаріїв очікується збільшення значень приростів загальної сухої біомаси за період вегетації озимого жита. Впродовж вегетаційного періоду динаміка приростів загальної сухої біомаси за кліматичними сценаріями та за середніми багаторічними умовами була майже однаковою, але кількісні її показники також значно відрізняються.

Розглянемо зміни, що спостерігаються в приростах загальної сухої біомаси рослини озимого жита в Західному Лісостепу. Так, максимальні значення приросту загальної сухої біомаси посівів озимого жита в середньому за багаторічними умовами становить $19,0 \text{ г/м}^2$ (табл. 4.3). Збільшення значень очікуються за кліматичними сценаріями обома

сценаріями, так за умовами кліматичних змін RCP4.5 очікується на рівні 20,2 г/м², а за умовами кліматичних змін RCP8.5 очікується на рівні 19,4 г/м².

ΔM, г/м²

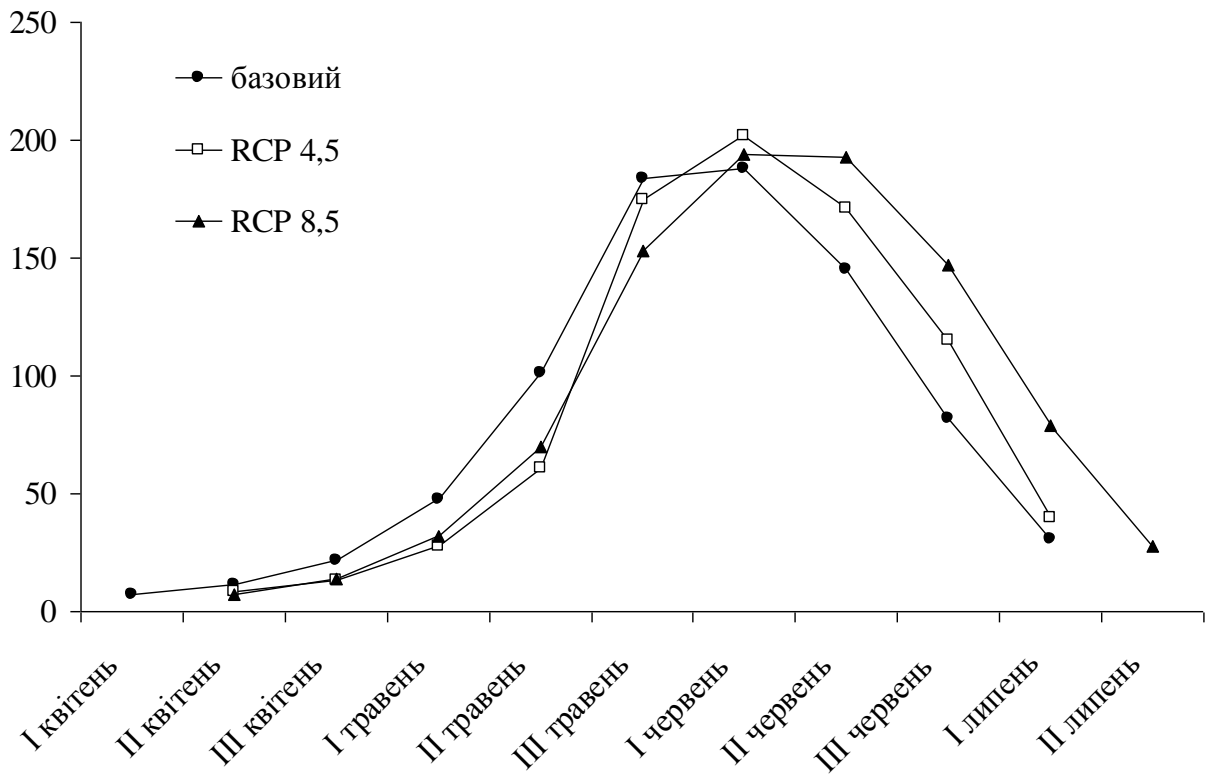


Рисунок 4.6 – Динаміка приростів загальної сухої біомаси посівів жита озимого за середньо багаторічними даними та за кліматичними змінами RCP4.5 і RCP8.5 в Західному Ліссостепу

Динаміка сухої біомаси цілої рослини озимого жита в період відновлення вегетації – воскова стиглість в очікуваних умовах зміни клімату у порівнянні з середніми багаторічними значеннями в Західному Ліссостепу представлено на рис. 4.7. Розглянемо ці зміни, так, максимальне значення загальної сухої біомаси посівів озимого жита в середньому за багаторічними умовами становить 791 г/м² (табл. 4.3). Збільшення сухої біомаси очікуються за кліматичним сценарієм RCP8.5 до 889 г/м², а за умовами кліматичних змін RCP4.5 очікується зниження до рівня 765 г/м² (рис. 4.7).

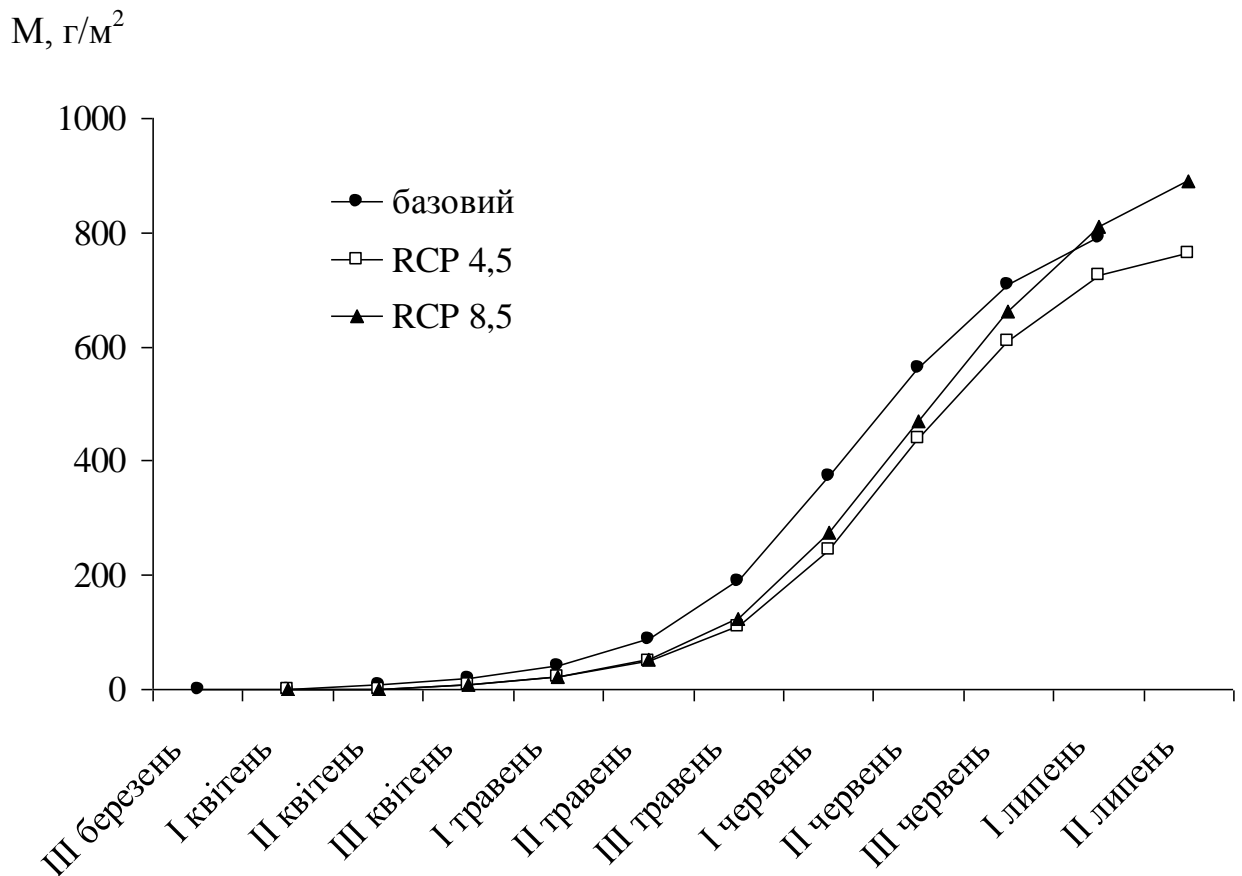


Рисунок 4.7 – Динаміка загальної сухої біомаси посівів жита озимого за середньо багаторічними даними та за кліматичними змінами RCP4.5 і RCP8.5 в Західному Лісостепу

Головним результатом обробітку будь якої зернової культури, що вирощується на продовольчі цілі, є отримання зерна високої якості. Зерно жита має мати хороші хлібопекарські властивості. Хлібопекарські якості зерна жита, на відміну від пшениці, визначаються не за вмістом клейковини і її якості, а станом в ньому крохмалю. Так, умовами кліматичних змін RCP4.5 очікується зменшення врожайності озимого жита на 13 %, а умовами кліматичних змін RCP8.5 очікується збільшення врожайності на 7 %.

Озиме жито має низку біологічних властивостей, які обумовлюють його невибагливість, здатність накопичувати високі врожаї в жорстких умовах вирощування. Враховуючи реакцією рослин на підвищення CO₂ в умовах зміни клімату в Західному Лісостепу, вважаємо доцільним

рекомендувати використовувати сучасні сорти жита озимого, що є більш стійкими до затінення.

ВИСНОВКИ

Зміна клімату робить прямий і непрямий вплив на продуктивність сільського господарства, включаючи зміну структури випадання опадів, посухи, повені та географічне поширення шкідників і хвороб та загрожує нашій можливості досягнення глобальної продовольчої безпеки, подолання бідності та досягнення сталого розвитку.

В результаті виконаної роботи можливо зробити наступні висновки:

1. Виконано аналіз сучасного стану досліджень біології культури озимого жита та умов вирощування на території Західного Лісостепу України. Наведена характеристика сучасних сортів озимого жита, які районовані в Україні.

2. Для оцінки агрометеорологічних умов формування врожаю озимого жита на території Західного Лісостепу України була уточнена базова динамічна модель формування врожаю сільськогосподарських культур А.М. Польового.

3. Визначено дати настання фаз розвитку озимого жита за середніми багаторічними даними та умовами кліматичних змін RCP4.5 та RCP8.5. Так, за умовами кліматичних змін дата відновлення вегетації очікується на шість дев'ять днів пізніше, ніж за середніми багаторічними значеннями, також очікується й скорочення періоду вегетації.

4. Аналіз агрокліматичних умов вирощування озимого жита показав, що в Західному Лісостепу за умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5 умови вегетації озимого жита будуть проходити на фоні знижених температур, а за кліматичним сценарієм RCP8.5 суттєвих змін не очікується. Також, очікується перерозподіл та зменшення кількості опадів за міжфазні періоди вегетації озимого жита, що пов'язано зі здвигом настання фаз розвитку культури.

5. Були розраховані показники фотосинтетичної продуктивності посівів озимого жита, це такі величини, як площа листя, чиста

продуктивність фотосинтезу та приріст маси в період максимального розвитку рослини. Також розглядалась суха біомаса цілої рослини та врожай.

6. Розрахунки площі листя в період максимального його розвитку показали, що в середньому за багаторічний період це значення становить $2,8 \text{ м}^2/\text{м}^2$, за умовами зміни клімату RCP4.5 очікується збільшення площі листя до $3,1 \text{ м}^2/\text{м}^2$, за умовами зміни клімату RCP8.5 також очікується збільшення площі листя озимого жита, але не таке значне – лише до $2,9 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

7. Розрахунок чистої продуктивності фотосинтезу показав, що максимальні значення чистої продуктивності фотосинтезу посівів озимого жита в середньому за багаторічними умовами становить $7,2 \text{ г}/\text{м}^2$. Хоча за умовами кліматичних змін RCP4.5 площа листя більш ніж за останніми варіантами, значення чистої продуктивності очікується значно зменшеним – $6,2 \text{ г}/\text{м}^2$ й навпаки – за умовами кліматичних змін RCP8.5 значення чистої продуктивності очікується на рівні $7,1 \text{ г}/\text{м}^2$, притому, що площа листя за цим варіантом менш, ніж за умовами RCP4.5. Це пов'язано з реакцією рослин на підвищення рівня CO_2 , так як за умов збільшення рівня CO_2 в повітрі відбувається збільшення площі листя.

8. Розрахована загальна суха біомаса рослин озимого жита в середньому за багаторічними умовами становить $791 \text{ г}/\text{м}^2$. Збільшення сухої біомаси очікуються за кліматичним сценарієм RCP8.5 до $889 \text{ г}/\text{м}^2$, а за умовами кліматичних змін RCP4.5 очікується зниження до рівня $765 \text{ г}/\text{м}^2$.

9. Проведене дослідження виявило певні тенденції в можливих майбутніх змінах сезонних характеристик опадів та температури повітря на території Західного Лісостепу. Все це призвело до відповідних змін у врожайності. Так, умовами кліматичних змін RCP4.5 очікується зменшення врожайності озимого жита на 13 %, а умовами кліматичних змін RCP8.5 очікується збільшення врожайності на 7 %.

10. Враховуючи реакцією рослин на підвищення CO_2 в умовах зміни клімату в Західному Лісостепу, вважаємо доцільним рекомендувати

використовувати сучасні сорти жита озимого, що є більш стійкими до затінення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Антоненко В.С. Параметризационная модель продуктивности озимой пшеницы с учетом радиационного и температурного режимов в посеве. Динамическое моделирование в агрометеорологии: доклады участников Всесоюзной школы молодых ученых и специалистов (Тбилиси, 22-29 ноября 1980 г.). Л.: Гидрометеиздат, 1982. С. 100-105.
2. Биглов, Т.Т. Морозоустойчивость озимых хлебных злаков в связи с возрастом и интенсивностью ростовых процессов. « Изд. АН СССР, сер. биолог.» 1964. т. 3. С. 424-432.
3. Бортник М., Костюкевич Т. Залежність врожайності озимого жита від основних агрометеорологічних факторів весняно-літнього періоду вегетації в умовах Сумської області: матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії» (Переяслав-Хмельницький, 31 травня 2019 р.). Переяслав-Хмельницький, :2019 р. С.11-13.
4. Витченко А.Н., Полевой А.Н. Методика агроэкологической оценки сельскохозяйственной продуктивности ландшафтов Белоруссии. Вестн. Белорусского ун-та. Сер.2. Хим. Биол. Геогр.1986. №2. С.56-59.
5. Волощук В.М. Основні закономірності сучасного потепління клімату на території України і його екологічні наслідки. Україна та глобальні процеси: географічний вимір. Київ – Луцьк. Т.3. С. 202-208.
6. Говоркова В.А., Катцов В.М., Мелешко В.П., Павлова Т.В., Школьник И.М. Климат России в XXI веке. Часть 2. Оценка пригодности моделей общей циркуляции атмосферы и океана СМIP3 для расчетов будущих изменений климата России. Метеорология и гидрология. 2008. №8. С.5-19.
7. Гребинский С.О. Рост растений. Львов: Изд-во Львовск.ун-та, 1961. 296с.
8. Костюкевич Т.К., Бортник М.І. Агрометеорологічні умови формування врожаю озимого жита в Львівській області в весняно-літній період.

- Весник Гидрометцентра черного и Азовского морей. Государственная гидрометеорологическая служба Украины. 2019. №2(22). С.136-145.
9. Костюкевич Т.К., Бортник М.І. Вплив зміни клімату на агрометеорологічні умови вирощування жита озимого в Лісостепу України (сценарій RCP 4.5): Матеріали II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Ефективне функціонування екологічно стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічні аспекти» (Полтава, 28 листопада 2018 р.). Полтава, 2019. С.201-203.
 10. Костюкевич Т.К., Бортник М.І. Оцінка мінливості врожайності жита озимого в умовах Хмельницької області: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання аграрної науки» присвяченої 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС (Умань, 15 листопада 2018 р.). Київ : основа, 2018. С.83-85
 11. Костюкевич Т.К., Бортник М.І. Оцінка сучасного стану вирощування жита озимого в Східному Лісостепу України: тези доп. VII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Дніпро, 6-7 червня 2019 р.). Дніпро, 2019. С. 843-846.
 12. Магешвари П. Эмбриология покрытосеменных. Москва. 1954. 440 с.
 13. Маринич О.М. Фізична географія України. Київ: Знання. 2003. 480с.
 14. Мерзлая Г.Е., Зябкина Г.А., Панкратенкова И.В. Эффективность органических и минеральных удобрений при выращивании озимой ржи. Агрохимия. 1997. №3. С.59-62.
 15. Моисейчик В.А., Шавкунова В.А. Агрометеорологические условия перезимовки и формирования урожая озимой ржи. Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. 164 с.
 16. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 318 с.
 17. Полевой А.Н., Кульбида Н.И. Моделирование формирования урожая озимой пшеницы в период весенне-летней вегетации в Украине.

- Метеорология, климатология и гидрология. Одесса, 2001. № 43. С. 127-135.
18. Радченко С.И. Температурные градиенты среды и растений. Москва : Наука, 1966. 389с.
 19. Рослинництво: підручник / за ред. О.І. Зінченка. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591с.
 20. Росс Ю.К. Система уравнений для количественного роста растений: фитоактинометрические исследования растительного покрова. Таллин: Валгус, 1967. С.64-88.
 21. Сиротенко О. Д., Павлова В. Н. Новый подход к идентификации функционалов погода - урожай для оценки последствий изменения климата. Метеорология и гидрология. 2010а. № 2. С. 92-100.
 22. Степаненко С.М. Динаміка та моделювання клімату: підручник. Одеса: Екологія, 2013. 204 с.
 23. Тиунов А.Н. Глухих К.А. , Харьковова О.А. Озимая рожь / за ред. А.Н. Тиунов. М.: Колос, 1969. 329с.
 24. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 264с.
 25. Урбан Э.П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания. Минск: Беларус навука, 2009. 269 с.
 26. Физиология сельскохозяйственных растений. Зернобобовые растения. Многолетние травы, хлебные злаки (рожь, ячмень, овес, просо) и гречиха. Москва : изд-во Московского университета, 1970, Т. 6. 654 с.
 27. Федоров, А. К. Биология развития кормовых растений. Москва : Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 1999. 204 с.
 28. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / пер. С чеш. З.К. Благовещенской. Москва : Колос, 1984. 367 с.
 29. Частная физиология полевых культур / под ред. Е.И. Кошкина. Москва : КолосС, 2005. 344 с.

30. Шарифуллин Л.Р. Интенсивная технология возделывания озимой ржи. Москва : Агропромиздат, 1989. 128с.
31. Авраменко С. Новітні аспекти вирощування жита озимого. Агробізнес сьогодні. 2011. № 17(216). URL: <http://agro-business.com.ua>. (дата звернення: 12.03.2019 р.)
32. Державна служба статистики України. Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (дата звернення: 30.11.2019 р.)
33. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Державна ветеринарна та фіто санітарна служба України. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>. (дата звернення 30.11.2019 р.)
34. Изменения климата. URL: <https://www.un.org/ru/youthink/climate.shtml> (дата звернення 30.11.2019 р.)
35. Марков І. Вірусні та інші небезпеки жита. Агробізнес сьогодні. 2014. № 14(275). URL: <http://agro-business.com.ua>. (дата звернення: 12.03.2019)
36. Меры по борьбе с изменением климата. URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/> (дата звернення 30.11.2019 р.).
37. Пилипенко О. Новий погляд на жито. URL: <http://saaten-union.com.ua>. (дата звернення: 12.03.2019р.)
38. Сорти жита озимого. КВС. URL: <https://www.kws-rus.com/aw/cereals-RU/rye-RU/kws-palacco/~kaff> (дата звернення 30.11.2019 р.)
39. Технология выращивания озимой ржи. URL: <http://www.farming.org.ua/> (дата звернення 30.11.2019 р.).
40. Climate Change 2013: The Physical Science Basis / T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor [et al.] / Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2013. 1535 p. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/> (дата звернення 6.12.2019 р.).

41. Vuuren, van D.P. The representative concentration pathways: an overview /2011. Vol. 109, No. 1-2. P. 1-27. URL: <https://link.springer.com/> (дата звернення 6.12.2019 р.)