

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та  
аспірантської підготовки  
Кафедра агрометеорології та  
агроекології

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Вплив погодних умов на формування врожаїв  
озимої пшениці у Вінницькій області

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

Освітня програма «Агрометеорологія»  
(назва)

Мельник Інна Юріївна  
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

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

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

Рецензент к.геогр.н., доцент  
Бояринцев Євген Львович  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки  
Кафедра агрометеорології та агроєкології  
Рівень вищої освіти магістр  
Спеціальність 103 «Науки про Землю»  
(шифр і назва)  
Освітня програма Агрометеорологія  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
агрометеорології та агроєкології  
Польовий А.М.  
« 29 » жовтня 2018 року

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

Мельник Інні Юріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вплив погодних умов на формування врожаїв озимої пшениці у Вінницькій області

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 5 » жовтня 2018 року № 271«С»

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018 року

3. Вихідні дані до роботи: 1.Агрокліматичні дані по Вінницькій області за 1986-2005 рр.; 2. Кліматичні сценарії А2 та А1В; 3.Програма оцінки агрокліматичних умов формування продуктивності сільськогосподарських культур.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Вивчити фізико-географічні умови Вінницької області; 2. Описати агрокліматичні умови вегетації озимої пшениці; 3. Описати біологічні особливості озимої пшениці та її основні сорти; 4.Описати модель оцінки агрокліматичних умов формування урожайності; 5. Оцінити коливання середньої обласної урожайності озимої пшениці; 6. Оцінити умови осінньої вегетації, перезимівлі озимої пшениці та умови весняно-літньої вегетації; 7. Оцінити зміну агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці у зв'язку зі змінами клімату;

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

1. Графіки динаміки урожайності та відхилень урожайності від тренду;  
2. Графіки порівняння температури повітря та опадів, вологозабезпеченості,  
3.Графіки динаміки екологічних урожаїв різного рівня.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 29 жовтня 2018 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання.	29.10.2018 р.		
2	Вивчення літературних джерел і підготовка першого і другого розділу роботи	30.10.2018 р. - 10.11.2018 р.	90%	5(відмінно)
3	Розрахунки середніх багаторічних величин осіннього періоду і періоду літньої вегетації озимої пшениці та за сценаріями	11.11.2018 р. - 18.11.2018р.	90%	5(відмінно)
	Рубіжна атестація	19.11.2018 р. - 24.11.2018 р.	90%	5(відмінно)
4	Робота з розрахунками, таблиці і графіки та аналіз отриманих результатів	25.11.2018 р. - 30.11.2018 р.	95%	5(відмінно)
5	Узагальнення отриманих результатів. Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи.	01.12.2018 р. - 10.12.2018 р.	95%	5(відмінно)
6	Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складання протоколу і висновку керівника.	13.12.2018 р.	96%	5(відмінно)
7	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту			
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>94,0</b>	

Студент \_\_\_\_\_ Мельник І.Ю.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Божко Л.Ю.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

### Мельник І.Ю. Тема: «Вплив погодних умов на формування врожаїв озимої пшениці у Вінницькій області»

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

Основне призначення озимої пшениці — забезпечення людей хлібом і хлібобулочними виробами. Цінність пшеничного хліба визначається сприятливим хімічним складом зерна. Серед зернових культур пшеничне зерно найбагатше на білки. Вміст їх у зерні м'якої пшениці залежно від сорту та умов вирощування становить у середньому 13–15%. На врожайність озимої пшениці впливають умови осіннього, зимового та весняно-літнього періоду. Часто суворі умови зимівлі спричиняють загибель посівів озимої пшениці. Тому метою магістерської кваліфікаційної роботи є оцінка агрокліматичних умов осіннього періоду, умов перезимівлі озимих культур та умов весняно-літньої вегетації, а також вплив змін клімату на агрокліматичні умови вирощування озимої пшениці у Вінницькій області..

Для досягнення мети були вирішені такі задачі: дана характеристика умов осінньої вегетації; розраховані основні показники умов перезимівлі озимої пшениці, розраховані показники весняно-літньої вегетації як середніх за період з 1987 по 2016рр, так і під впливом змін клімату до 2050 року.

Об'єктами дослідження виступають агрокліматичні умови вирощування озимої пшениці та природні умови території Вінницької області.

На основі багатолітніх гідрометеорологічних та агрометеорологічних даних за період з 1987 по 2016 рік проведено числовий експеримент на базі моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового, яка була модифікована та адаптована відповідно до біологічних особливостей озимої пшениці.

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

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Має 8 таблиць, 11 рисунків.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** озима пшениця, агрометеорологічні умови, польовий період пшениці, перезимівля, модель, клімат, агроекологічні категорії врожаю.

## SUMMARY

### **Melnyk I.Y. Theme: "The influence of weather conditions on winter wheat harvesting in Vinnitsa region"**

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

The main purposes of winter wheat is to provide people with bread and bakery products. The value of wheat bread is determined by the favorable chemical composition of the grain. Among grain crops wheat grain is rich in proteins. Their content in the grain of soft wheat, depending on the variety and conditions of cultivation, is on average 13-15%. The yield of winter wheat is influenced by the conditions of autumn, winter and spring-summer period. Severe winter conditions often, cause the death of winter wheat crops. Therefore, the aim of the master's qualification work is to assess the agro-climatic conditions of the autumn period, the conditions of hibernation of winter crops and the conditions of spring and summer vegetation, as well as the impact of climate change on the agro-climatic conditions of winter wheat growing in the Vinnitsa region.

To achieve the goal, the following tasks were solved: the characteristics of autumn vegetation conditions is given; the basic parameters of wheat wintering conditions are calculated, the indicators of spring and summer vegetation were calculated as the average ones for the period from 1987 to 2016, and under the influence of climate change till 2050.

The agroclimatic conditions of winter wheat growing and the natural conditions of the territory of Vinnitsa oblast are an object of the study.

On the basis of long-term hydrometeorological and agrometeorological data for the period from 1987 to 2016 a numerical experiment was conducted on the basis of the Polevoy A.M. model of agro-climatic resources estimation for the production of agricultural crops, which has been modified and adapted to the biological characteristics of winter wheat.

The obtained results can be used in agriculture of Ukraine; evaluation of the agroclimatic conditions of winter wheat cultivation enables to estimate the technology of cultivating the crop depending on the variety, climatic zone, investment opportunities, etc.

The qualifying work consists of an introduction, sections, conclusions, bibliographic list and applications. It has 8 tables and 11 Figures.

**KEY WORDS:** winter wheat, agrometeorological conditions, wheat field period, winter wheat, model, climate, agroecological categories of harvest.

ЗМІСТ		
ВСТУП.....		6
1	ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС ТА АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	8
	1.1 Фізико - географічний опис території.....	8
	1.2 Агрокліматична характеристика Вінницької області.....	11
2	БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ТА ВИМОГИ ДО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	13
	2.1 Біологічні особливості озимої пшениці.....	13
	2.2 Вимоги озимої пшениці до навколишнього середовища.....	17
	2.3 Сучасні сорти озимої пшениці в Україні.....	21
3	АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ.....	25
	3.1 Загальна характеристика моделі .....	25
	3.2 Динаміка врожаю озимої пшениці... ..	33
	3.3 Агрокліматична оцінка формування врожаїв озимої пшениці різного екологічного рівня.....	36
	3.3.1 Оцінка умов осіннього періоду.....	36
	3.3.2 Умови перезимівлі озимої пшениці.....	41
	3.3.3 Оцінка агрокліматичних умов формування продуктивності озимої пшениці у весняно-літній період.....	44
4	ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЇВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ .....	50
	4.1 Порівняльна характеристика агрокліматичних умов весняно-літнього періоду вегетації озимої пшениці за сценарієм А2...	53
	4.2 Порівняльна характеристика агрокліматичних умов весняно-літнього періоду вегетації озимої пшениці за сценарієм А1В...	55
ВИСНОВКИ.....		57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....		59
ДОДАТКИ.....		63

## ВСТУП

Пшениця - найважливіша продовольча культура. Не випадково озима пшениця є основним продуктом харчування у 43 країнах світу з населенням понад 1 млрд. осіб [1].

Широка популярність цього злаку пояснюється різнобічним використанням зерна, яке має велику поживну цінність. Пшениця, рід *Triticum L.* включає 22 види, з них найпоширеніші м'яка і тверда.

У хімічний склад зерна входять усі необхідні для харчування елементи: білки, вуглеводи, жири, вітаміни, ферменти і мінеральні речовини.

Найважливішим компонентом зерна є білок. Його вміст може коливатися від 8 до 22%. Всі найважливіші життєві процеси людини (обмін речовин, здатність рости і розвиватися, розмноження) пов'язані з білками. Замінити білки у харчуванні іншими речовинами неможливо.

Пшениця – одна з найдавніших і розповсюджених культур на земній кулі. Вона була відома вже приблизно 6,5 тис. років до н. е. народам Іраку. На території СНД, зокрема сучасних України, Грузії, Вірменії, Азербайджану та Середньоазіатських республік, її почали вирощувати у 4-3 тисячоліттях до н.е.

Місцем походження пшениці більшість дослідників вважають степові й напівпустельні райони Азії .

Сьогодні в Україні пшениця є стратегічною зерною культурою, важливою складовою зернового балансу. Виробництво пшениці напряму пов'язане з продовольчою безпекою.

В останні роки середня урожайність пшениці в Україні становить близько 30 ц/га тоді як провідні господарства збирають по 80-90 ц/га [1].

Це свідчить про вагомую перспективу селекційних і агротехнологічних розробок, особливо зважаючи на колосальний біологічний потенціал пшениці.

Загальна посівна площа озимої пшениці в Україні становить на 2016 рік: валовий збір озимої пшениці склав 1 млн. 121 тис. тонн при урожайності 41,4 ц/га, площа 273 тис. га. Так рекордну урожайність було зафіксовано у 2015 р в Англії – 165 ц/га [1].

Метою кваліфікаційної магістерської роботи є вивчення біологічних особливостей озимої пшениці і її вимог до умов навколишнього середовища, оцінка просторово-часової мінливості врожайності озимої пшениці у Вінницькій області, оцінка агрокліматичних умов формування різних рівнів екологічних врожаїв пшениці. Тенденції зміни агрокліматичних ресурсів і агрокліматичних умов формування продуктивності сільськогосподарських культур розглядалися за різні проміжки часу.

Дослідження виконувались на матеріалах паралельних агро- та метеорологічних спостережень, та спостережень за врожайністю озимої пшениці по станціях Вінницької області з 1987 по 2016 рр. Вплив змін клімату на агрокліматичні показники розвитку озимої пшениці виконувався за допомогою розрахунків за моделлю А.М. Польового на період до 2050 р.

Як теоретична основа для виконання розрахунків та порівняння результатів були використані розроблені А.М. Польовим моделі продукційного процесу сільськогосподарських культур:

- модель формування продуктивності агроєкосистеми.
- результати розробки моделі фотосинтезу зеленого листка рослин при зміні концентрації  $\text{CO}_2$  в атмосфері.

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

- базовий період (1987 – 2016 рр.);
- кліматичні умови двох розрахункових періодів за сценарієм *A2*: перший період 2011 – 2030 рр. і другий період 2031 – 2050 рр.;
- кліматичні умови двох розрахункових періодів за сценарієм *A1B*: період 2011 – 2030 рр. та період 2031 – 2050 рр.;



# 1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС ТА АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

## 1.1 Фізико - географічний опис території

Вінниця розташована на правобережжі Дніпра в межах Придніпровської та Подільської височин. Географічні координати  $49^{\circ}14'14''$  пн. ш.  $28^{\circ}28'02''$  сх. д. Територія області становить  $26517,6$  км<sup>2</sup>. До складу області входить: 27 адміністративних районів, 18 міст, з них 6 обласного значення, 29 селищ міського типу, 1446 сіл (рис. 1).

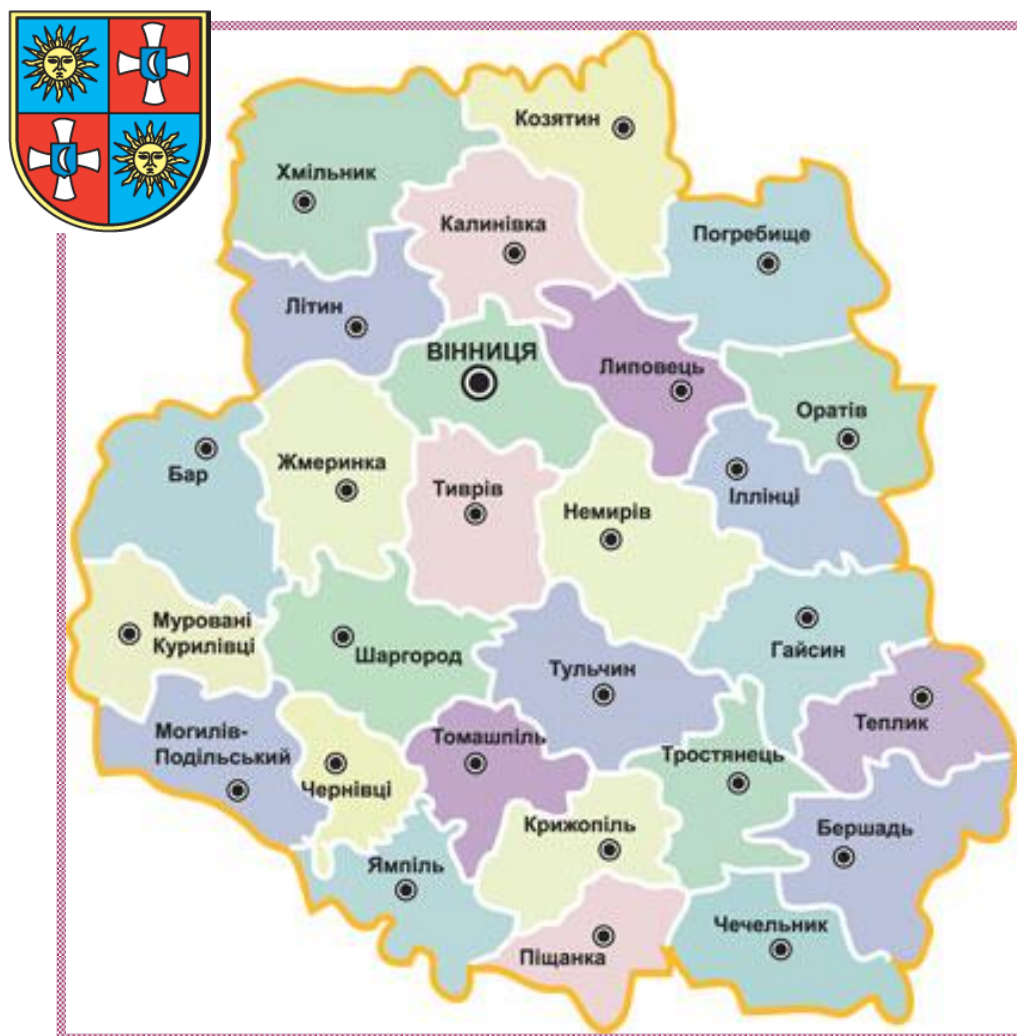


Рисунок 1.1 - Адміністративна карта Вінницької області

Вінниччина має найбільше сусідніх областей серед всіх областей країни. На заході межує з Чернівецькою та Хмельницькою, на півночі з Житомирською, на сході з Київською, Кіровоградською та Черкаською, на півдні з Одеською областями України та з Республікою Молдова, в тому числі частина кордону приходить на невизнане Придністров'я [2].

Вінницька область розміщена в лісостеповій зоні центральної частини Правобережної частини України. Річкою Південний Буг територія області ділиться на дві частини: лівобережну, яка відноситься до Придніпровської височини і правобережну – Подільського плато.

Більша частина території Вінницької області розташована в межах Українського кристалічного щита. Складна геологічна історія території вплинула на формування рельєфу. Значний вплив на формування рельєфу також спричинила (й продовжує спричиняти) робота протікаючих вод, розгалужена чисельними долинами річок, ярами та балками, особливо в районі Придністров'я.

Територією області проходить вододіл басейнів річок Південний Буг та Дністер. У центральній частині області з північно-західного на південно-східний напрямок протікає р. Південний-Буг, по південно-західній межі області тече р. Дністер. На території області протікають 204 річки завдовжки понад 10 км кожна. Вони належать до басейнів Південного Бугу (Згар, Рів, Дохна, Соб, Савранка), Дністра (Мурафа, Лядова, Марківка, Русава, Немія) та Дніпра (Рось, Гнилоп'ять, Гуйва). Пересічна густота річкової мережі становить  $0,38 \text{ км/км}^2$  [2].

В межах області 56 водосховищ, загальною площею водного дзеркала 11167 га; найбільше Ладизинське водосховище (2,2 тис. га), 5356 ставків загальною площею водного дзеркала біля 30,0 тис. га.

Річки і водойми використовують для рибництва, промислового і комунального водопостачання, зрошення земель, а також як джерело гідроенергії.

Велика кількість ставків є потенційною загрозою підтоплення населених пунктів та ланів у паводковий період, а також може з'явитися причиною катастрофічних затоплень у випадку зруйнування гребель та дамб, особливо від Ладизинської ДРЕС та Дністровського гідрокасаду.

Земельний фонд області складає 2649,29 тис. га, територія суші становить 2605,8 тис. га, або 98,4% від загальної площі області, решта 43,4 тис. га (1,64%) зайнята внутрішніми водами.

На Вінниччині поширені лісостепові ландшафти. В лісах переважають широколистяні породи дерев: граб, клен, липа, дуб, ясен. Трав'яниста рослинність характеризується великою різноманітністю. Лише диких рослин нараховується біля тисячі видів [2].

На території області породи фундаменту - гнейси, кристалічні сланці, мігматити, граніти та більш специфічні утворення - чарнокіти, ендербіти, дайки, габбро-діабазів та інші залягають на незначних глибинах - від безпосередніх виходів на поверхню, переважно на схилах та в долинах річок, до 50-100 м на водорозділах, і лише на Наддністрянщині вони занурюються до глибин в 150-300 м. і більше.

В Придністровській частині області на породах фундаменту залягає специфічний проміжний верхньопротерозойський комплекс, складений осадовими (пісковики, глинисті сланці) та вулканічними (базальти, туфи) породами. Вік цих утворень оцінюється приблизно в 600-700 мільйонів років. Вони залягають на глибині до 100-150 м. На водорозділах, а в долинах річок часто виходять безпосередньо на поверхню. Потужність цієї товщі змінюється від перших метрів на відстані в 30-50 км. північніше Дністра до 100-150 м. неподалік його русла. В цих відкладах іноді теж спостерігаються прояви деформацій, слабкого метаморфізму та різного типу мінералізації [2].

## 1.2 Агрокліматична характеристика Вінницької області

Клімат Вінницької області помірно континентальний : помірного та достатнього тепло забезпечення, достатнього зволоження, лише в Придністров'ї недостатнього зволоження. За своїм географічним розташуванням територія області знаходиться у сфері впливу насичених вологою атлантичних повітряних мас, та периферійної частини сибірського (азійського) антициклону, для якого характерні сухі холодні континентальні повітряні маси. На клімат впливають також повітряні маси з Арктики та Середземномор'я [2].

В літню пору переважають вологі вітри західного та північно-західного румбів, найбільший їх вплив спостерігається на північний захід від лінії Могилів-Подільський – Гайсин. В холодну пору (жовтень – квітень) відчутний вплив (особливо на південний схід від цієї лінії) сибірського антициклону з вітрами південних та південно-східних румбів.

Найхолодніший місяць по всій області – січень, найтепліший – липень. Середні амплітуди коливань температури протягом року не перевищують  $25^{\circ}\text{C}$ . Під впливом континентальних повітряних мас іноді спостерігається зниження температури в окремі дні до  $-32\dots-38^{\circ}\text{C}$ , влітку – підвищення до  $+37^{\circ}\text{C}$ , найвищі температури спостерігається у липні-серпні.

Середньорічні суми опадів на території області складають 440-590 мм. Найбільша кількість опадів буває на північному заході території Вінниччини. Максимум опадів припадає на травень – липень (130-170 мм). Найменш вологими є зимові місяці, на холодну пору року припадає 25% опадів: в грудні-лютому випадає 65-80 мм опадів.

Перехід від однієї пори року до іншої відбувається поступово. Стійкий перехід добової температури через  $0^{\circ}\text{C}$  є початком весни та відбувається найчастіше у другій декаді березня. Весна триває близько двох місяців. Характерними особливостями весни є інтенсивне підвищення денної температури, сходить стійкий сніговий покрив та відтає ґрунт.

Перехід середньодобової температури повітря через  $+5^{\circ}\text{C}$  відбувається у першій декаді квітні, а через  $+10^{\circ}\text{C}$  – в кінці третьої декади. Літо триває з другої половини травня до першої половини вересня, денні температури становлять у травні  $+18\dots+20^{\circ}\text{C}$ , у липні  $+21\dots+25^{\circ}\text{C}$ . В цей же час випадає найбільше опадів, переважно у вигляді злив. Кількість днів з опадами поступово зменшується з наближенням осені.

Осінь починається з переходом середньодобової температури через  $+10^{\circ}\text{C}$  в бік зниження.

Настання осені (перша декада жовтня) супроводжується заморозками, загальним зниженням температури, зменшенням кількості опадів.

Характерною особливістю осені на Вінниччині є повернення теплих сонячних днів. Осінь закінчується в кінці листопада, коли середньодобові температури переходять через  $0^{\circ}\text{C}$  в бік мінусових температур.

До початку зими середньодобові температури всюди нижче  $0^{\circ}\text{C}$ , але вище  $-5^{\circ}\text{C}$ , погода нестійка: морозні дні змінюються відлигами, не раз утворюється та сходить сніговий покрив. Відлиги характерні і впродовж зими, температура повітря інколи підвищується до  $+10\dots+13^{\circ}\text{C}$ .

Взагалі клімат Вінниччини сприятливий для сільськогосподарського виробництва: тривале тепле та досить вологе літо, рання весна, суха осінь, зима с помірними морозами та значним сніговим покривом – все це позитивно впливає на ріст зернових, технічних та садових культур [2].

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

### 2.1 Біологічні особливості озимої пшениці

Основне призначення озимої пшениці — забезпечення людей хлібом і хлібобулочними виробами. Цінність пшеничного хліба визначається сприятливим хімічним складом зерна. Серед зернових культур пшеничне зерно найбагатше на білки. Вміст їх у зерні м'якої пшениці залежно від сорту та умов вирощування становить у середньому 13–15%. У зерні пшениці міститься велика кількість вуглеводів, у тому числі до 70% крохмалю, вітаміни В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, Е та провітаміни А, D, до 2% зольних мінеральних речовин. Білки пшениці є повноцінними за амінокислотним складом, містять усі незамінні амінокислоти — лізин, триптофан, валін, метіонін, треонін, фенілаланін, гістидин, аргінін, лейцин, ізолейцин, які добре засвоюються людським організмом. Проте у складі білків недостатньо таких амінокислот, як лізин, метіонін, треонін, тому поживна цінність пшеничного білка становить лише 50% загального вмісту білка. Це означає, наприклад, що при вмісті білка в зерні 14% ми використовуємо його лише 7%. Тому так важливо вирощувати високобілкову пшеницю. 400–500 г пшеничного хліба та хлібобулочних виробів покриває близько третини всіх потреб людини в їжі, половину потреби у вуглеводах, третину (до 40%) — у повноцінних білках, 50–60% — у вітамінах групи В, 80% — у вітаміні Е. Пшеничний хліб практично повністю забезпечує потреби людини у фосфорі і залізі, на 40% — у кальції [1].

Співвідношення білків і крохмалю у зерні пшениці становить у середньому 1 : 6 - 7, що є найбільш сприятливим для підтримання нормальної маси тіла і працездатності людини.

Особливо якісні хліб та хлібобулочні вироби одержують із борошна

сортів *сильних пшениць*, які належать до виду м'якої пшениці. За державним стандартом, зерно таких пшениць, які за класифікацією належать до вищого, першого та другого класів, містить відповідно 36, 32 і не менше 28% сирої клейковини першої групи і має натуру не менше 755 г/л, скловидність — не нижче 60%.

Хліб з борошна сильних пшениць є не тільки джерелом харчування, а й своєрідним каталізатором, який поліпшує процеси травлення та підвищує засвоєння інших продуктів харчування [1, 5].

Сильні пшениці належать до поліпшувачів слабких пшениць. Борошно сильних пшениць при домішуванні (25–30%) до борошна слабких пшениць поліпшує його хлібопекарські властивості, завдяки чому хліб випікається високооб'ємним, пористим і якісним.

За високу якість зерна вирощування сильних пшениць стимулюється державою.

У виробництві досить поширена також група цінних пшениць, які за класифікаційною якістю належать до 3-го класу, їх зерно містить від 23 до 28% сирої клейковини другої групи, а сила борошна нижче 280 о.а. (до 200 о. а.). З борошна цінних пшениць випікають хліб доброї якості, але воно не здатне поліпшувати борошно слабких пшениць.

Пшениці із вмістом у зерні менше 23% (до 18%) клейковини належать до 4-го класу і є найменш якісними за хлібопекарськими показниками. Їх віднесено до *слабких пшениць* [8].

Сорти пшениці 5-го класу з вмістом у зерні сирої клейковини менше 18% вирощують на корм худобі.

Зерно м'якої м'якозерної пшениці з низьким вмістом білка (9–11%) і підвищеним — крохмалю використовується в кондитерській промисловості, зокрема для виготовлення тортів. Правда, в Україні цих сортів ще недостатньо.

В Україні поширені також сорти *озимої твердої пшениці*. Порівняно з м'якими пшеницями їх зерно багатше на білок (16–18%). Проте вони

утворюють коротку й тугу клейковину (другої групи), яка для хлібопечення менш придатна: хліб з такого борошна формується низького об'єму, швидко черствіє. Борошно твердих пшениць є незамінною сировиною для макаронної промисловості. Їх клейковина дає змогу виготовляти макарони, вермішель, які добре зберігають форму при варінні, не ослизнюються і мають приємний лимонно-жовтий або янтарний колір. Тверді пшениці використовують для виробництва особливого сорту борошна — крупчатка та виготовлення вищої якості манної крупи [8].

Озима пшениця (*Triticum L.*) належить до родини злакових. Це однорічна, зимуюча рослина. Коренева система озимої пшениці мичкувата і, як правило, перевершує за довжиною надземні органи. При сівбі озимої пшениці на чорноземах по чистому пару в оптимальні строки первинне коріння під час припинення осінньої вегетації звичайно досягає глибини 70—100 см, а вторинне 30—60 см. Глибина проникнення коріння озимої пшениці у ґрунті залежить також від попередників і строків сівби [8].

Стебло пшениці — порожниста соломина, яка в надземній частині поділяється на 5—6, а іноді й більше міжвузля.

Листки у пшениці утворюються на кожному вузлі стебла. На початку колосіння на стеблі нараховується 5—6 листків. Розмір листків залежить від біологічних особливостей сорту, в той же час він є показником умов вирощування пшениці. Фізіологічні процеси, що відбуваються в листках — вуглецеве живлення, транспірація, пов'язані з роботою продихового апарату, регулюються умовами водопостачання рослин, температурою і зволоженням повітря.

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

Плід у пшениці — однонасінна зернівка, у якої тонкий навколо плідник щільно зрісся з насінною оболонкою. У нижньому кінці зернівки розташовується зародок; на верхньому кінці міститься чубок з коротких



волосків. Зернівка пшениці зверху опукла, знизу з відносно широкою борозенкою (вздовж зерна).

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

Насіння озимої пшениці проростає у середньому трьома – чотирма корінцями (з коливаннями від двох до шести). Кількість зародкових корінців залежить від величини насіння, родючості та вологості ґрунту, строків посіву та інших факторів.

Після утворення вузла кушіння (іноді разом з появою бокових пагонів) починається розвиток вторинних коренів

У озимої пшениці утворення стебла з вузлами, міжвузлями і зародковим колосом починається ще в період кушіння. Ріст стебла починається з нижнього міжвузля, яке протягом 10 – 15 днів видовжується, піднімаючи догори у листовій трубці друге і наступні міжвузля. Початок трубкування – період, коли стебловий вузол першого міжвузля піднімається на висоту 2 – 3 см від поверхні ґрунту. Ця фаза настає через 42 – 45 днів після появи сходів і триває 42 – 50 днів.

За дослідженнями інших вчених, у фазу виходу в трубку спостерігається інтенсивний ріст вегетативної маси, формування та диференціація суцвіть, репродуктивних органів, їх інтенсивний ріст. У цей період рослина дуже вибаглива до поживних речовин та вологості. Період від початку весняної вегетації до трубкування в умовах півдня України становить 29 – 44 дні [9].

Колос закладається весною, коли температура повітря досягає 7 – 8°C, а тривалість дня – більше 12 годин. Колосіння пшениці починається через 3 – 4 дні після виходу в трубку. Ця фаза триває 5 – 7 днів. Колос з'являється внаслідок інтенсивного росту стебла, особливо його верхнього міжвузля, з листової трубки [9].

## 2.2 Вимоги озимої пшениці до навколишнього середовища

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

Для проростання насіння потрібна вода, тепло та кисень. Насіння пшениці потребує води в кількості 54—57% від його абсолютно сухої ваги. Мінімальні температури проростання у більшості сортів пшениці знаходяться в межах 2...3°C тепла. Відомі випадки проростання насіння озимої пшениці при температурі від 0°C до 1°C морозу. Оптимальні температури проростання насіння коливаються в межах від 18°C до 25°C, а максимальні — в межах 40...45°C [5].

Нормальний розвиток генеративних органів та утворення значної кількості зерен у колосі забезпечується оптимальною тривалістю денного освітлення та достатнім фосфорним і калійним живленням рослин. Сума середньодобових температур за період від виходу в трубку до колосіння при 15-годинній тривалості денного освітлення коливається в межах 380...500°C.

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

Тривалість періоду від виколошування до досягання зерна так само, як і його виповненість та нагромадження сухої речовини, залежать від зовнішніх умов (вологості повітря та ґрунту, температури, наявності поживних речовин тощо).

Надмірно високі температури, знижена вологість повітря та ґрунту, суховії прискорюють досягання зерна, часто обумовлюють його «запал» та значне зниження врожаю.

У вологу погоду спостерігається подовження періоду досягання зерна. Дощова погода в період наливання та досягання зерна призводить до зменшення його врожаю, в зв'язку з уповільненим надходженням до зерна пластичних речовин, вимиванням з нього водорозчинних сполук та втратою сухої речовини на посилений процес дихання [6].

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

Проте озима пшениця проходить цю стадію і при температурі нижче нуля, що доведено останніми працями Всесоюзного інституту рослинництва, а саме при -3,8 °C, а дояровизація може відбуватись навіть при температурі 6...8 °C морозу, що зв'язано з умовами, в яких формувалась спадковість цих пшениць [7].

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

Потреба озимої пшениці у теплі в осінній період на 2...4°C перевищує значення середніх багаторічних температур. Але коливання останніх не досягають границь несприятливих значень. Тому термічний режим від посіву до припинення вегетації в основному сприятливий.

В період проходження загартування (кінець листопада – початок грудня) різниця між потребою рослин у теплі та її вдоволенням підвищують до 5°C.

В цей період формування зимостійкості термічний режим для рослин озимої пшениці погіршується.

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

Після відновлення вегетації потреба озимої пшениці у теплі приближається до середньої багаторічної температури повітря. В період виходу у трубку вони майже однакові. Тоді до воскової стиглості середня багаторічна температура на 1...2°C більше потреби озимої пшениці у теплі.

В період від виходу в трубку до колосіння коливання температури повітря практично досягає рівня несприятливої високої температури. Як правило, такі умови складаються у травні на 3 – 4 етапах органогенезу. Це посушливо небезпечний період, пом'якшення якого залежить від кількості опадів [9].

*Вимоги озимої пшениці до вологи.* Потреба озимої пшениці у вологі в період посіву до кушіння на 16 – 25 мм перевищує середню багаторічну кількість опадів. В період кушіння – припинення вегетації різниця досягає 66мм.

Для отримання максимального врожаю на протязі осінньої вегетації щодоби не досягає 1,2 – 2 мм опадів. Отже, осінній період вегетації озимої пшениці майже завжди проходить при значному дефіциті вологи. Підвищення температури повітря при цьому на 1...2°C більше середньої багаторічної призводить до виникнення засушливих умов. В зимовий період недостатня кількість опадів до оптимуму, забезпечує задовільну перезимівлю сівби озимої пшениці, суттєво значний та перевищує 100 мм [10].

Озима пшениця за вегетаційний період витрачає в залежності від умов вирощування від 2 до 5 – 6 тис. тон води з гектару.

Потреба у воді змінюється за фазами розвитку рослин. Критичним в цьому відношенні періодом для пшениці є вихід у трубку – колосіння. За цей нетривалий час витрачається від 30 до 50% води.

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

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

Найбільш хороший стан посівів і високі урожаї бувають при запасах продуктивної вологи в ґрунті біля 80мм [9].

Збільшення кількості продуктивної вологи до 125 мм зазвичай супроводжується погіршенням стану посівів внаслідок вилягання рослин і їх пошкодження хворобами і шкідниками.

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

Найбільш відповідні для неї ґрунти з міцним гумусовим горизонтом, хорошою структурою і глибоким заляганням галечника і ґрунтових вод. Цим вимогам більше всього відповідають чорноземи.

Ці ґрунти при високій агротехніці навіть без добрив здатні при зрошуванні забезпечувати урожаї зерна 30 - 45 ц/га. Проте найбільшу продуктивність рослини проявляють при внесенні добрив.

Важливе значення має також правильне чергування культур в сівозміні, включення в їх склад посівів багаторічних трав і зернобобових культур, раціональна система обробки ґрунту, регулювання водного режиму і організація поливів.

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

В умовах зрошування основною причиною заборони ростових процесів є недолік основних елементів мінерального живлення – азоту, фосфору і калію. Від забезпеченості рослин протягом вегетації цими елементами в основному залежить якість врожаю [6, 38 - 40].

### 2.3 Сучасні сорти озимої пшениці в Україні

Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік, нараховує 452 сортів озимої пшениці м'якої озимої із них вітчизняної селекції 336 сортів та іноземної 116 із них включено до реєстру у 2018 році 43 сорти. Серед них ранньостиглі сорти займають 11%, середньоранні – 50, середньостиглі – 36%, середньопізні і пізньостиглі – 3%. Кожен другий зареєстрований сорт озимої пшениці належить до вище середньої або підвищеної групи зимостійкості [11].

Короткі характеристики нових сортів занесених до Реєстру за результатами випробування 2010 - 2017 років.

*Гордовита.* Заявник - Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України. Висота рослин – 87 – 90 см. Зимостійкість сорту в польових умовах за роки випробування становила 8,8 бала, за проморожування група зимостійкості – вище-середня. Стійкість сорту до вилягання – 8,9 бала, осипання – 8,6 бала, посухи – 8,6 бала. Сорт середньостиглий, вегетаційний період – 285 днів.

Середня врожайність за роки випробування в зоні Полісся становила 52,1ц/га. Гарантована різниця щодо стандарту – 0,4 ц/га. Максимальна врожайність – понад 9,0 т/га ( 2008 рік, Білоцерківська ДСС).

Маса 1000 зерен – 39,4 г. Борошномельні та хлібопекарські показники сорту добрі. Зерно містить 13,7% білка, клейковини – 29,3%,. Ціна пшениця. Рекомендована для зони Полісся.

*Ареал ювілейний.* Заявник – приватне підприємство «Сорт». Рослини заввишки 87 см. Зимостійкість сорту в польових умовах за роки

випробування сорту становила 8,5 бала. Група зимостійкості – середня – вище середня. Стійкість сорту до вилягання – 8,2 бала, описання – 8,4-9, посухи – 8,4 бала. Середньостиглий, досягає за 276 - 290 днів.

Середня врожайність за зонами: Лісостеп – 67,3, Полісся – 58,1 ц/га. Гарантована прибавка – 3,4 - 5,6 ц/га. Максимальна врожайність становила 9,9 т/га в 2008/році на Білоцерківській ДСС.

Маса 1000 зерен – 40,1 г . Борошномельні та хлібопекарські показники сорту добрі та задовільні. Зерно містить 13,6 - 143,8% білка, клейковини – 27,9 - 28,7% . Рекомендований для вирощування в Лісостепу та Поліссі.

*Сагайдак.* Заявник – Полтавська державна аграрна академія. Середньостиглий, висота рослин – 99 - 104см. Зимостійкість сорту в польових умовах за роки випробування становила – 8,6 - 9 балів. Група зимостійкості – середня - вище середня. Стійкість сорту до вилягання – 8,1 8,6 бала, осипання – 8,8 бала, посухи – 8,1 - 9 балів. Середньостиглий, досягає за 279 -288 днів.

Середня врожайність за зонами: Лісостеп – 65,2ц/га, Полісся – 54,6 ц/га. Гарантована різниця – 1,3 - 2,1 ц/га. Потенціал урожаю – 9,1 т/га. Маса 1000 зерен – 40,9 - 43,5 г.. Борошномельні та хлібопекарські показники сорту добрі та відмінні. Зерно містить 14,2 - 15,0% білка, клейковини – 28,8 - 31,4%. Рекомендований для вирощування у зоні Лісостепу та Полісся.

*Вільшана.* Заявник – Полтавська державна аграрна академія. Рослини заввишки 98 см. Зимостійкість у польових умовах за роки випробування сорту становила 8,6 - 9 балів. Група зимостійкості вище середня. Стійкість сорту до вилягання 7,3 - 8,2 бала, осипання – 8,8, посухи – 8,1 - 8,6 бала. Сорт середньостиглий, вегетаційний період 281-289 днів.

Середня врожайність за зонами: Лісостеп – 66,1 ц/га, Полісся – 51,2ц/га. Гарантована різниця – 2,2ц/га. В Хмельницькому центрі експертизи сортів у 2009 році одержано максимальний урожай – 9,2 т/га. Маса 1000 зерен – 41,8 - 42,4 г. борошномельні та хлібопекарські показники сорту добрі.

Зерно містить 13,9 - 14,0% білка, клейковини – 28,4 - 28,8%. Рекомендований для зони Лісостепу.

*Ужинок*. Заявник – Селекційно – генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН України, закрите акціонерне товариство «Селена». Рослини заввишки 87 - 91 см. Зимостійкість сорту в польових умовах за роки випробування становила 8,6 – 9 бала, група за проморожування – вище середня. Стійкість сорту до вилягання – 8,6 - 8,8 бала, осипання 8,2 - 9,0 бала, посухи – 8,3 - 8,9 бала.

Середньостиглий, вегетаційний період – 270 - 287 днів. Середня врожайність за зонами: Степ – 65,8 ц/га, Лісостеп – 66,7ц/га, Полісся – 52,0 ц/га. Гарантована різниця – 2,8 - 4,14 ц/га. Потенційний урожай близько 10 т/га – отриманий у 2009 році у Вінницькому обласному державному центрі експертизи сортів рослин.

Маса 1000 зерен – 37,7 - 39,9г. борошномельні та хлібопекарські показники сорту відмінні. Зерно містить 14,0 - 14,9% білка, клейковини – 29,6 -31,5 %. Сильна пшениця, добрий поліпшувач. Рекомендується для всіх зон вирощування культури.

*Коломак 3*. Різновидність еритроспермум. Середньостиглий. Стебло середньої товщини, міцне, пусте. Листки зелені, за величиною проміжні, не опушений восковий наліт середній. Колос солом'яно-жовтий, призматичний, щільний. Зернівка червона, видовжена, борідка середня. Урожайність — 44,9-58 ц/га. Зимостійкість 4,3-4,7 бала. Стійкість проти вилягання — 4,8 бала, обсипання — 4,8, посухи — 4,2 бала. Ураженість борошнистою росюю — 10,6 - 20,5%; бурюю іржею — 15,1 - 21,8%; фузаріозом — 5,0 - 8,6%. Вміст білка — 11,5 - 13,9 %; клейковини — 24,1-29,2%. Маса 1000 зерен — 40,4-45,1 г. Загальна хлібопекарська оцінка — 3,7-4,5 бала. Рекомендований для вирощування в Степу, Лісостепу і на Поліссі [12].

*Альбатрос одеський*. Пшениця м'яка. Різновидність еретроспермум. Рослини заввишки 75-108 см. Листки світлозелені, вузькі, короткі. Колос



циліндричний, завдовжки 9-11 см, середньощільний, вегетаційний період — 287-303 дні. Стійкість проти вилягання — 3-5 балів, зимостійкість 4-5 балів. Придатний для вирощування за інтенсивною технологією. Борошномельні та хлібопекарські якості добрі. Вміст білка — 13,6-14,6%, сирі клейковини — 28,4-29,3%. Маса 1000 зерен — 33,7-44,7 г. Загальна оцінка — 4-4,5 бала. Рекомендований для збування в Степу і Лісостепу [12].

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

*Миرونівська30.* Пшениця м'яка. Різновидність лютесценс, середньостиглий. Форма куща проміжна, стебло міцне, середньої товщини. Листки зелені, опушення відсутнє, циліндричний, білий, середньої довжини, зернівка крупна, овальновидовжена, червона. Маса 1000 зерен — 45,4-46,2г. Стійкість проти вилягання — 4,7 - 4,8, обсіпання — 4,7-4,9. Ураження борошністою росюю — 3-3,2 %, бурюю іржею — 4-4,9, фузаріозом - 0,6 - 4 %. Рекомендований для вирощування в Лісостепу і на Поліссі.

*Поліська 87.* Пшениця м'яка. Різновидність лютесценс. Сходи темно-зелені. Стебло пусте, досить міцне. Із слабим, восковим нальотом. Листки темно-зелені, вузькі, короткі. Колос призматичний, нещільний. Зерно яйцеподібної форми, велике. Маса 1000 зерен — 45-3,2 г. Вегетаційний період — 288-306 днів. Добре зимує. Зимостійкість — 4-5 балів. Вміст білка — 13-14, сирі клейковини — 25,9-29,3%. Загальна хлібопекарська оцінка — 3,2—3,8 бала. Урожайність — 52,8 - 62,8ц/га. Рекомендований для вирощування в Лісостепу і на Поліссі [12,13].

## 3 АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

### 3.1 Загальна характеристика моделі

Продуктивність сільськогосподарських культур обумовлюється цілою сукупністю агрокліматичних показників, які характеризують агрокліматичні ресурси території. Показники агрокліматичних ресурсів повинні всебічно відображати:

- 1- наскільки сільськогосподарські культури забезпечені цими ресурсами;
- 2- співвідношення ресурсів потребам рослин;
- 3- ступінь використання цих ресурсів.

На основі концепції максимальної продуктивності Тоомінга Х. Г. [15] і результатів моделювання формування урожаю, отриманих в роботах Польового А. М. [16, 17] була розроблена модель формування урожаю овочевих культур, яка призначена для оцінки продуктивності клімату України.

Модель має блокову структуру і вміщує шість блоків : блок вхідної інформації; блок показників сонячної радіації і волого температурного режиму; блок функції впливу фази розвитку і метеорологічних чинників на продуктивний процес рослин; блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням; блок агроекологічних категорій врожайності; блок узагальнюючих оціночних характеристик (рис. 3.1).

Зупинимось докладніше на блоках: 1 - блок агрометеорологічних категорій врожайності та 2 – блок узагальнюючих характеристик.

*Блок агроекологічних категорій врожайності.* Визначимо величини різних агроекологічних категорій врожайності з урахуванням внесених

модифікацій, та із залученням більш повної інформації і наповнення цих категорій новим змістом.



Рисунок 3.1 - Блок – схема базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів

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

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

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

$\alpha_{\phi}$  – онтогенетична крива фотосинтезу;

$\eta$  – КПД посівів;

$Q_{\text{фар}}$  – інтенсивність ФАР;

$dv$  – число днів в розрахунковій декаді;

$q$  – калорійність;

$j$  – номер розрахункової декади.

Середня калорійність сухої біомаси різних видів змінюється в межах 16,7 – 20,5 кДж/г. Калорійність змінюється в онтогенезі і для окремих органів рослин вона різна.

За Ничипоровичем А.А. [18], посіви за їх середніми значеннями КПД підрозділяються на групи: звичайно спостережувані - 0,5 – 1,5%: добрі 1,5 – 3,0 %; рекордні 3,5 – 5,0%; теоретично можливі 6,0 – 8,0%. КПД залежить від багатьох факторів і, перш за все, від площі листя. Найбільші значення КПД спостерігаються при площі листя 40 – 50 тис. кв. м /га.

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

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

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

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

Ця функція визначається за принципом Лібіха з урахуванням впливу температури повітря і умов зволоження на продуктивний процес.

Формування дійсно можливої врожайності обмежується рівнем природної родючості ґрунту:

$$\frac{\Delta DMB^j}{\Delta t} = \frac{\Delta MMB^j}{\Delta t} \cdot B_{\text{пл}} \cdot F_{G_{\text{ум}}}, \quad (3.3)$$

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

$B_{ПЛ}$  – бал ґрунтового бонітету.

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

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

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

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

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

Важливим показником продуктивності посівів сільськогосподарських культур вважається коефіцієнт господарської ефективності урожаю, який відображає відношення кількості сухої фітомаси господарської частки урожаю (зерно, бульби, качани, плоди і т.д.) до маси загальної сухої фітомаси.

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

$$ПУ = ПУ \cdot K_{хоз} \cdot 1,14 \cdot 0,1 \quad (3.5)$$

$$ММВ_{зерна} = ММВ \cdot K_{хоз} \cdot 1,14 \cdot 0,1 \quad (3.6)$$

$$ДМВ_{зерна} = ДМВ \cdot K_{хоз} \cdot 1,14 \cdot 0,1 \quad (3.7)$$

$$УВ_{зерна} = УВ \cdot K_{хоз} \cdot 1,14 \cdot 0,1 \quad (3.8)$$

Для однієї і тієї ж культури коефіцієнт господарської ефективності може бути різним. При високій загальній продуктивності фотосинтезу і високому прирості загальної сухої фітомаси зниження  $K_{земл}$  обумовлено погіршенням умов ФАР в середині посіву при інтенсивному розвитку вегетативної маси рослин, великої висоти і недостатньою забезпеченістю рослин поживними речовинами при високій вологості ґрунту [18,19].

Мінеральні елементи при подрібненому і диференціальному вживанні підвищують  $K_{земл}$  і якість урожаю.

Отже, рівень господарської цінної частки врожаю не завжди пропорційний значенню ККД, розрахованому по загальній сухій фітомасі.

$$\eta_{хоз} = \frac{qm_{хоз}}{\sum Q_{\phi}}, \quad (3.9)$$

де  $m_{хоз}$  – суха фітомаса господарсько-цінної частки врожаю;

$q$  – калорійність урожаю;

$\sum Q_{\phi}$  – сума ФАР за вегетаційний період.

Таким чином,  $\eta_{хоз}$  – це частка ФАР, яка запасена протягом вегетаційного періоду у фітомасі господарсько-цінних органів рослин. КПД, розрахований за загальною сухою фітомасою і  $\eta_{хоз} = \frac{qm_{хоз}}{\sum Q_{\phi}}$  зв'язані співвідношенням:

$$\eta_{хоз} = \eta K_{хоз}. \quad (3.10)$$

Отже, щоб забезпечити високі значення ККД господарсько-цінній частці врожаю, розведення нових сортів і всі агротехнічні прийоми повинні бути направлені на забезпечення високого показника  $K_{земл}$  при високому значенні ККД загальної фітомаси посіву:

$$K_{хоз} = \left[ \frac{-0.43 + 6.702 \cdot 10^{-4} \cdot M_{обц} - 4.171 \cdot 10^{-7} (M_{обц})^2}{+ 8.889 \cdot 10^{-11} \cdot (M_{цфц})^3} \right] \cdot t_{K_{хоз}}$$

$$t_{K_{хоз}} = -4.648 + 0.536 \cdot \overline{t_{B.П.}} - 0.13(\overline{t_{B.П.}})^2, \quad (3.11)$$

де  $t_{K_{хоз}}$  – функція впливу температури повітря на рівень ;

$\overline{t_{B.П.}}$  – середня за період вегетації температура повітря.

Перевірка адекватності запропонованої моделі показала, що середня відносна помилка розрахунку ДВУ складає 15 – 18% для різних овочевих культур. Це дає підстави використовувати її для вирішення поставлених задач.

*Блок узагальнених оцінкових характеристик.* Аналіз різноманітних агроекологічних категорій врожайності (ПВ, ММВ, ДМВ, УВ), а також їх співвідношень і відмінностей дозволяє оцінювати природні і антропогенні ресурси сільського господарства, а також ефективність господарського використання цих ресурсів.

Для цього існують п'ять узагальнених характеристик:

Міра сприятливості метеорологічних умов обробітку культури характеризує співвідношення ММВ і ПВ:

$$K_m = \text{ММВ/ПВ}, \quad (3.12)$$

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

$$K_p = \text{ДМВ/ММВ}, \quad (3.13)$$

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

$$K_{ap} = \text{УВ/ММВ}, \quad (3.14)$$

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

$$K_{земл} = \text{УВ/ДМВ}, \quad (3.15)$$

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

$$K_{агро\ пот} = \text{УВ/ПВ}, \quad (3.16)$$

де,  $K_{\text{агро}_{\text{пт}}}$  – коефіцієнт реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од.

Підвищення рівня УВ і доведення його до ДМВ вимагає ретельного дотримання всіх засобів агротехніки, виконання їх у цілковитій відповідності з агрометеорологічними умовами на конкретному полі. Це - першочергова задача програмування урожаїв, яка направлена усунення лімітуючої дії різноманітних господарських чинників. Наближення ДМВ до ММВ вимагає роботи що до підвищення родючості ґрунту. Різниця між ММВ і ПВ компенсується за рахунок меліоративних заходів, а також результат правильного підбору сортів і культур, які краще були пристосовані до особливостей конкретного клімату [15] .

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

- середня з мінімальних 5 температур за листопад.;
- сума температур нижче 0 °С за листопад-грудень;
- мінімальна температура повітря за грудень-лютий;
- максимальна глибина промерзання ґрунту;
- максимальна висота снігового покриву.

Вище наведених параметри дають можливість розрахувати:

- кількість рослин на 1 м<sup>2</sup> , завдяки встановлено статистичної залежності:

$$u = 178,68 + 21,735\omega^2 - 0,459\omega, \quad (3.17)$$

де  $\omega$ - середнє значення запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту, мм;

- куцистість озимого жита за формулою:

$$Y = 0,0065 \cdot x + 1,0, \quad (3.18)$$

де  $x$  – сума ефективних температур за період куцистості



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

$$T_{\min} = 0,618 \cdot T - 0,082 \cdot H + 0,658 \cdot h^2 - 0,008 \cdot h + 0,0007 \cdot P - 0,366 \quad (3.19)$$

$H$  – глибина промерзання ґрунту, см;

$h$  – висота сніжного покриву, см;

$T$  – мінімальна температура повітря,  $0^\circ\text{C}$

- критичну температуру вимерзання:

$$T_{kr} = 0,125 \cdot t - 0,00099 \sum T_{n-d} - 15,5 \quad (3.20)$$

де  $t$  – середня з мінімальних температур повітря за листопад,  $0^\circ\text{C}$ ;

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

- коефіцієнт морозонебезпечності:

$$K_{\text{mor-sti}} = \frac{T_{\min}}{T_{kr}}, \quad (3.21)$$

де  $T_{\min}$  - мінімальна температура на глибині вузла кущіння,  $0^\circ\text{C}$ ;

$T_{kr}$  - критична температура вимерзання рослин,  $0^\circ\text{C}$ ;

- зрідженість озимої пшениці за В. М. Лічікакі:

$$I_z = 47,90 \cdot K_{\text{mor-sti}}^{3,69} \quad (3.22)$$

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

Формули (3.17 – 3.22) дають можливість оцінити параметри перезимівлі озимої пшениці [16].

### 3.2 Динаміка врожаю озимої пшениці

В основних районах вирощування врожайність зернових культур має тенденцію (тренд) до зростання з часом, але темпи зростання різні у різних культур та в різних регіонах. На фоні загального зростання врожайності спостерігаються її щорічні коливання як у бік зростання, так і у бік зменшення.

Причинами, що обумовлюють зростання врожайності з часом є підвищення культури землеробства, виведення нових сортів та ін. Рівень культури землеробства залежить від цілого ряду факторів: особливостей системи землеробства, засобів обробки ґрунту, міри використання добрив, засобів боротьби з шкідниками та хворобами, відповідності сортів агрокліматичним ресурсам території, енергозабезпеченості виробництва та меліорації клімату. Перелічені фактори визначають загальний рівень врожайності, тобто формують тренд. Щорічні відхилення врожайності від тренду обумовлюються погодними умовами кожного конкретного року.

Таким чином, велика кількість факторів, що впливають на врожай, поділяється на два великих класи: 1 – фактори, що обумовлюють рівень культури землеробства; 2 – метеорологічні фактори.

Врахувати міру впливу культури землеробства на величину врожаю досить складно. Передбачається, що вплив рівня культури землеробства спричиняє плавну мінливість врожаїв, та що ця мінливість підлягає цілком визначеному закону. Це дозволяє апроксимувати зміну врожайності з часом будь-якою формою залежності (пряма, парабола і ін.). Питання вибору виду кривої тренда досліджувались в роботах А. Маннеля, В.М. Обухова, В.М. Пасова, І.В. Свісюка та ін. [14].

Ці дослідження дозволяють дійти до висновку, що зміна врожайності за рахунок не метеорологічних факторів у першому наближенні може бути представлена у вигляді прямої або параболи другого порядку.

Нами були побудовані графіки динаміки урожайності озимої пшениці у Вінницькій області (рис. 3.2), розрахована лінія тренда методом найменших квадратів та розраховані відхилення врожайності від лінії тренда, які щорічно спостерігаються під впливом погодних умов (рис. 3.3), (табл.3.1).

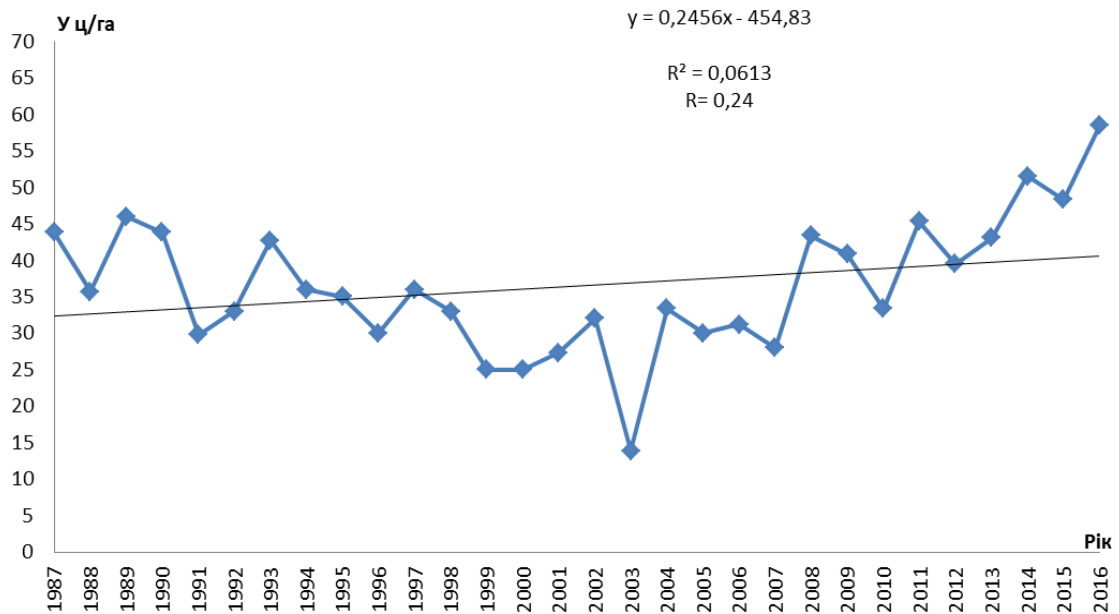


Рисунок 3.2 – Динаміка врожаю озимої пшениці Вінницької області

Відхилення врожайності вище від лінії тренда зумовлюються сприятливими погодними умовами впродовж вегетаційного періоду пшениці в такі роки (1986 – 1990, 1993, 1994, 1997, 2008, 2009, 2011-2016).

Від’ємні відхилення свідчать про те, що погодні умови в такі роки (1991, 1992, 1996, 1998 – 2007 та 2010 ) не відповідали вимогами озимої пшениці до умов навколишнього середовища, тобто були нижчі оптимальних значень, особливо це стосується умов зволоження в критичний період.

Таблиця 3.1 - Відхилення врожайності від лінії тренду

Роки	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Відхилення	10,7	2,4	12,3	9,8	-4,3	-1,3	8,2	1,2	0	-5,3
Роки	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Відхилення	0,5	-2,8	-11	-11,2	-9,2	-4,9	-23,1	-3,9	-7,5	-6,7
Роки	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Відхилення	-10	5,2	2,3	-5,5	6,3	0,3	3,6	11,6	8,3	18

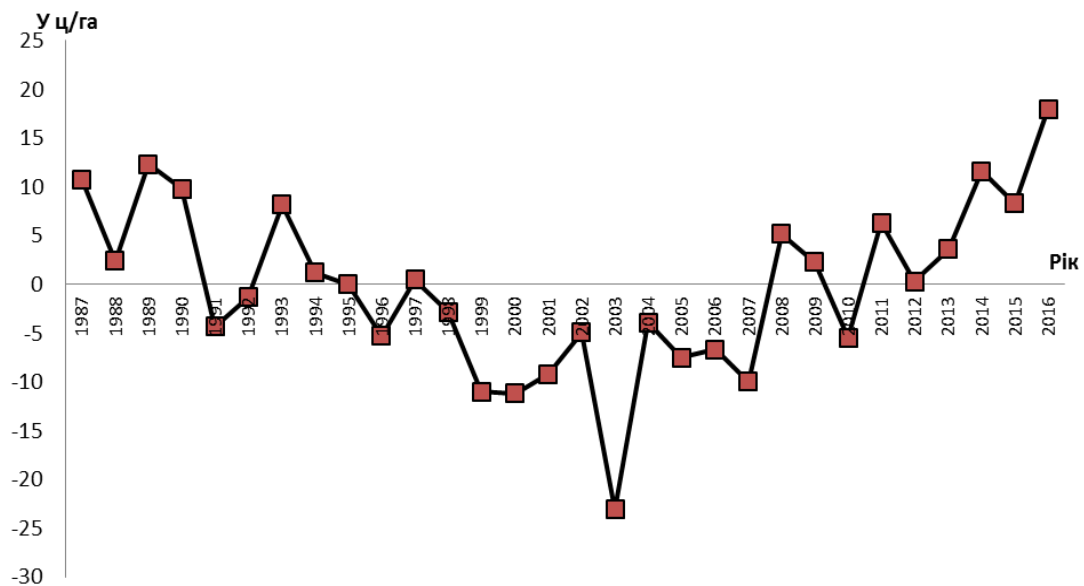


Рисунок 3.3 - Динаміка відхилення урожайності озимої пшениці від лінії тренда Вінницька область

Збільшення продуктивності сільськогосподарських культур нерозривно пов'язане з проблемою оцінки агрокліматичних ресурсів території і раціональним розміщенням посівів. Зміна умов клімату неминуче тягне за собою зміну продуктивності сільськогосподарських культур і необхідність нової оцінки можливості їх розміщення, вирощування та зонального використання змінених агрокліматичних ресурсів [14].

### 3.3 Агрокліматична оцінка формування врожаїв озимої пшениці різного екологічного рівня

#### 3.3.1. Оцінка умов осіннього період

Відповідно до ареалу вирощування культури озимої пшениці на території України доцільно охарактеризувати агрометеорологічні показники стану посівів озимої пшениці на період осінньої вегетації та узагальнюючі характеристики фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці.

Динаміка приростів потенційної врожайності озимої пшениці та хід декадних сум ФАР за період сходи – припинення осінньої вегетації у Вінницькій області представлена на рис. 3.4.

У початковий період вегетації рівень сум ФАР становить 2,206 кал/см<sup>2</sup> хв. У наступній декаді ФАР поступово знижується і становить у другій декаді 1,946 кал/см<sup>2</sup>\*хв. Після цього до кінця періоду вегетації озимої пшениці йде плавне зниження величин сум ФАР і перед закінченням осіннього періоду вегетації ці величини досягають значень 0,213 кал/см<sup>2</sup>\*хв. Прирости категорій урожайності мають виражений максимум в період другої декади з поступовим зменшенням значень по мірі завершення вегетаційного періоду, оскільки зменшення інтенсивності зростання наприкінці вегетації призводить до зміни напрямку та інтенсивності процесу обміну речовин, а також накопиченню інгібіторів зростання, що сприяють переходу рослини в стан зимового спокою.

На рис. 3.4 представлено динаміку приросту потенційної врожайності озимої пшениці та хід декадних сум ФАР за період сходи – припинення осінньої вегетації у Вінницькій області.

Так, значення РУ на початку першої декади, як це видно з рис. 3.4 складає 626,7 грам(сух.м.)/м<sup>2</sup>, в наступній декаді досягає максимального числового значення 1190,4 грам(сух.м.)/м<sup>2</sup>, в третій декаді значення дещо зменшується і становить 1110,2 грам(сух.м.)/м<sup>2</sup>, протягом наступних декад

до кінця вегетаційного періоду відбувається поступове зниження приросту РУ до мінімального значення в шостій декаді до 134,5 грам(сух.м.)/м<sup>2</sup>.

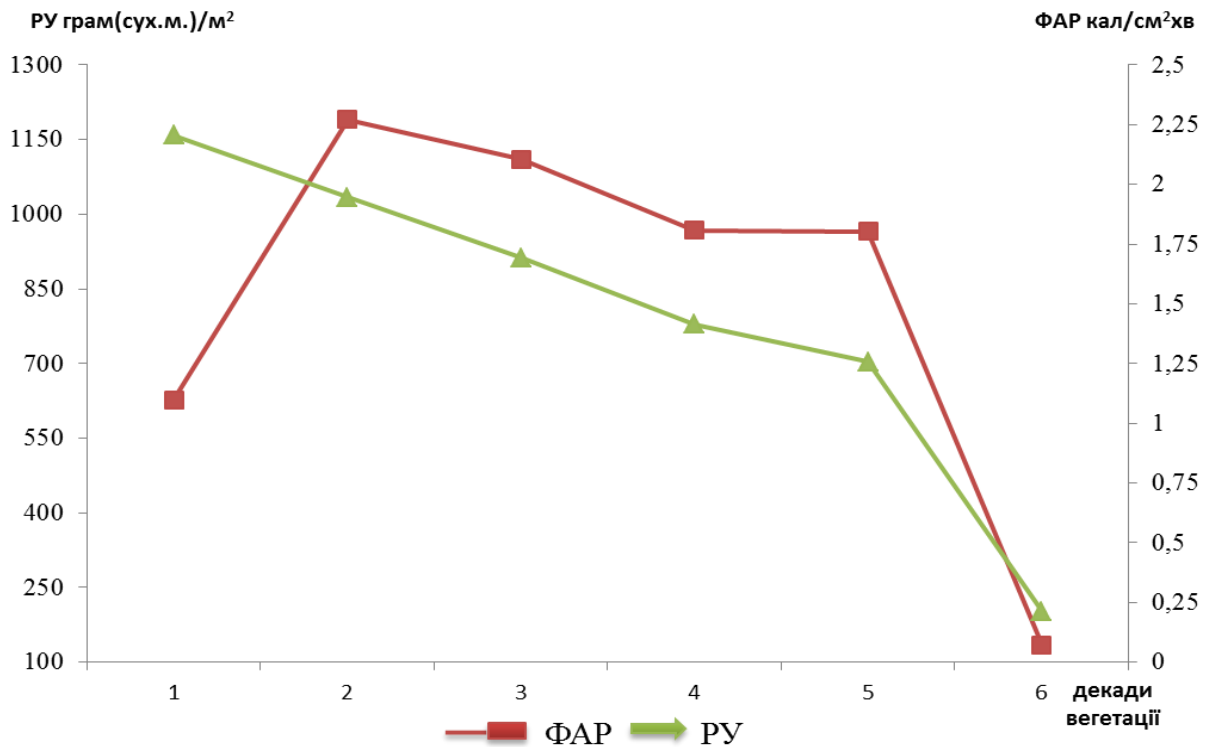


Рисунок 3.4 – Графік декадного ходу приросту потенційного урожаю сухої маси озимої пшениці та ФАР в осінній період вегетації озимої пшениці

Таким чином, режим фотосинтетичної активної радіації формує разом з біологічними особливостями культури рівень її потенційної урожайності.

На рисунку 3.5 представлено динаміку ММВ, ДМВ та УВ. Метеорологічно-можливий врожай (ММВ) обмежується забезпеченням культури теплом та вологою. Як видно з графіка 3.5 динаміка приростів ММВ характеризується зростанням після декади сходів, максимального значення у другу декаду після сходів і подальшого зменшення щодакдно до дати припинення вегетації. В першій декаді ММВ становить 617,3грам(сух.м.)/м<sup>2</sup>.

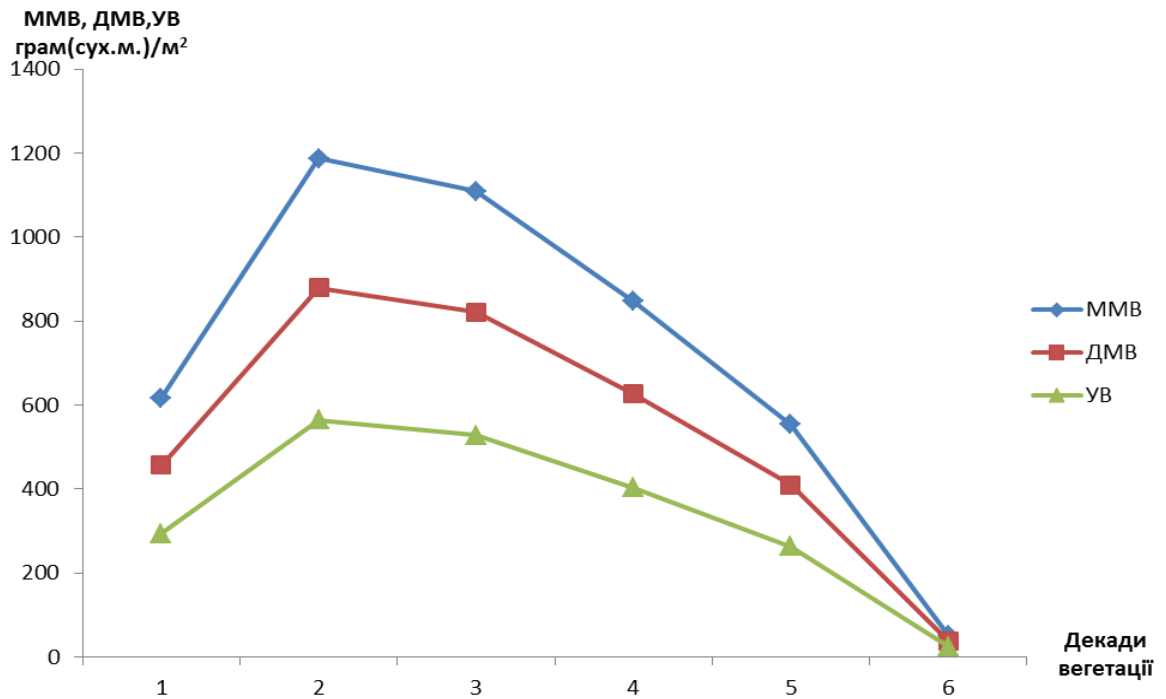


Рисунок 3.5 - Графік декадного ходу приростів сухої маси озимої пшениці у Вінницькій області в осінній період вегетації

Максимальне значення приростів сухої маси озимої пшениці спостерігається у другій декаді ММВ становить 1187,2 грам(сух.м.)/м<sup>2</sup>, наприкінці осіннього періоду ММВ становить 593грам(сух.м.)/м<sup>2</sup>.

Дійсно можливий урожай залежить від забезпечення культури елементами живлення. Як видно із рисунку 3.5 в другу декаду вегетації ДМВ дорівнює 878,5 грам(сух.м.)/м<sup>2</sup>, в наступні декади спостерігається поступове зниження приростів сухої маси.

Урожай у виробництві повторює динаміку ММВ та ДМВ, але числові значення його нижчі і становлять в другу декаду вегетації – 564,7грам(сух.м.)/м<sup>2</sup>, протягом наступних декад до кінця вегетаційного періоду відбувається поступове зниження приростів сухої маси.

Дослідженнями Є.С. Уланової [20] встановлено, що оптимальними запасами продуктивної вологи в період від сівби до припинення вегетації в

орному шарі ґрунту є запаси від 30 до 60 мм, а в метровому шарі – більше 80мм [20].

На рисунку 3.6 запаси вологи в шарі ґрунту 0-100 см можна охарактеризувати, як добрі, хороший стан сходів забезпечують запаси продуктивної вологи в ґрунті 30-50мм. Як видно з графіка запаси вологи в першій декаді 91,7 мм при середній за декаду температурі 13,8°C. При збільшенні запасів вологи до кінця декади спостерігається зниження температури до 4,1°C.

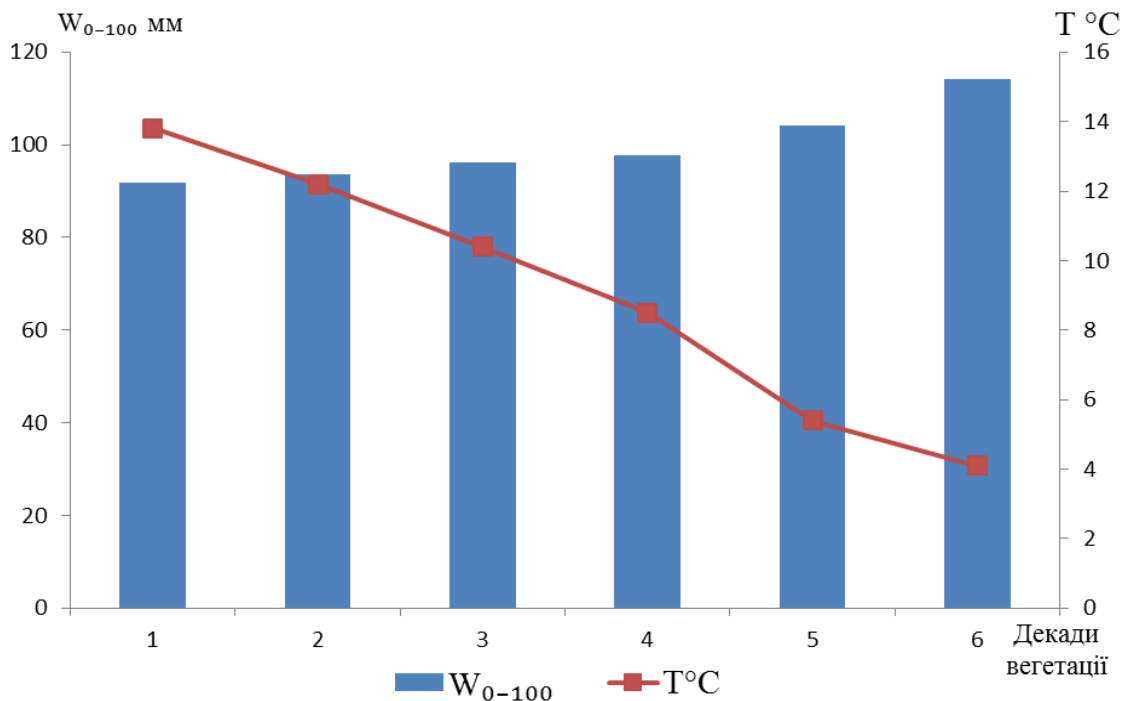


Рисунок 3.6 – Графік декадного ходу запасів продуктивної вологи в шарі 0-100 см та температура повітря у Вінницькій області

Оскільки за даними А.А. Шиголева [13], який встановив кількісні показники оптимальних умов вегетації озимої пшениці, сума ефективних температур повітря вище 5°C, рівна 200 °C, забезпечує появу трьох пагонів кушіння, рівна 300 °C, забезпечує появу 6-ти пагонів кушіння. Таким чином, можна вважати, що завдяки сумі ефективних температур вище 5 °C за



вегетацію осіннього періоду, на час припинення осінньої вегетації утворилось 3-и пагони кущіння.

За моделлю А.М. Польового [16] були розраховані узагальнюючі середні багаторічні агрокліматичні показники стану озимої пшениці на момент припинення вегетації ( табл.3.2).

Таблиця 3.2 – Узагальнюючі агрометеорологічні показники стану культури озимої пшениці на період осінньої вегетації у Вінницькій області

№	Узагальнюючі показники за період вегетації	
1	Середня температура за період, °С	3,8
2	Сума ФАР, кал/см <sup>2</sup> хв за період сходи – припинення вегетації	56,718
3	Тривалість періоду, доба	55
4	Сума опадів, мм	75
5	Сума ефективних температур вище 5 °С	230

Як видно із таблиці 3.2 середня температура повітря за осінній період коливалась становить 3,8 °С. Тривалість періоду осінньої вегетації становить біля 55 днів. За даними Є.С. Уланової [20] тривалість осіннього періоду може коливатись від 40 до 60 днів.

Сума опадів становила в середньому 75 мм, що сприяло підвищенню запасів продуктивної вологи. Таким чином, можна вважати, що завдяки сумі ефективних температур вище 5°С за осінній період, на час припинення осінньої вегетації утворилось 3-и пагони кущіння.

Також були розраховані узагальнюючі характеристики продуктивності озимої пшениці у Вінницькій області в осінній період: кущистість посівів на рівні різних агроекологічних урожаїв, прирости сухої маси, густота рослин та кущистість посівів ( табл.3.3)

Таблиця 3.3 – Узагальнюючі характеристики фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці у Вінницькій області

№	Узагальнені характеристики на період осінньої вегетації	
1	Кущистість на рівні ПВ, від. од.	0,200
2	Кущистість на рівні ММВ, від. од.	0,200
3	Кущистість на рівні ДМВ, від. од.	0,200
4	Кущистість на рівні УВ, від. од.	0,200
5	ПВ всієї сухої біомаси, ц/га	113,878
6	ММВ всієї сухої біомаси, ц/га	99,550
7	ДМВ всієї сухої біомаси, ц/га	73,667
8	УВ всієї сухої біомаси, ц/га	47,355

При проведенні узагальнюючої характеристики фотосинтетичної продуктивності озимої пшениці у Вінницькій області ( табл.3.2 ) ПВ всієї сухої біомаси 113,878ц/га, ММВ всієї сухої біомаси 99,550ц/га, ДМВ всієї сухої біомаси 73,667ц/га, УВ всієї сухої біомаси 47,355ц/га. Кущистість на рівні ПВ, ММВ, ДМВ, УВ становить 0,200від.од.

За даними В. О. Мойсейчик [21] озима пшениця добре переносить несприятливі умови зими, якщо на момент припинення вегетації рослини досягли стану кущистості 3-6 пагонів на рослину. Аналізуючи дані таблиці 3.3 можна сказати, що озима пшениця у Вінницькій області на момент припинення вегетації восени знаходиться у доброму стані.

### 3.3.2 Умови перезимівлі озимої пшениці

Агрометеорологічні умови впродовж осіннього періоду вегетації впливають на зимостійкість рослин. За даними І. І. Туманова [12] процес загартування проходить впродовж двох фаз. Перша фаза протікає впродовж

умов доброго освітлення а при поступовому зменшенні температури від 6°C. Тривалість першої фази 12-14 днів. В результаті такого теплового режиму ростові процеси проходять слабо, а фотосинтез протікає нормально. В таких умовах протікає накоплення цукру, які виконують функцію захисних речовин. Після закінчення першої фази рослини озима пшениця витримує пониження температури на глибині вузла кущіння до -12°C. Проаналізувавши метеорологічні умови вегетаційного періоду у Вінницькій області, можна дійти до висновку, що умови близькі до оптимальних (тривалість періоду з ясними сонячними днями та великою добовою амплітудою температури – 10 днів).

За моделлю оцінки агрокліматичних умов формування продуктивності сільськогосподарських культур, доповненої А. М. Польовим показниками умов перезимівлі були розраховані агрокліматичні показники перезимівлі озимої пшениці у Вінницькій області.

За дослідженнями В. М. Лічікакі співвідношення між критичною і мінімальною температурою ґрунту на глибині вузла кущіння, виражене у вигляді відношення абсолютного мінімуму температури ґрунту на глибині вузла кущіння до критичної температури, отримало назву коефіцієнта морозонебезпечності. За моделлю А.М. Польового щодо оцінки умов перезимівлі озимої пшениці були розраховані показники умов перезимівлі: коефіцієнт морозонебезпечності за В.М. Лічікакі, зрідженість озимої пшениці на момент відновлення вегетації, критичну температуру вимерзання та мінімальну температуру ґрунту на глибині вузла кущіння (табл.3.4).

Аналізуючи дані таблиці 3.4 можна зробити наступні висновки: коефіцієнт морозонебезпечності за В.М. Лічікакі [22] і не змінюється на протязі досліджуваного періоду є сталим значенням 0,3, що свідчить про те, що у Вінницькій області умови перезимівлі для озимої пшениці складаються сприятливі. Щодо зрідженості озимих весною, визначеного за значенням коефіцієнта морозонебезпечності, в середньому становить 0,5 %.

Важливим показником умов перезимівлі є кількість стебел на 1 м<sup>2</sup> на дату початку вегетації. У Вінницькій області кількість стебел на дату відновлення вегетації становить 740,6шт/м<sup>2</sup>. Якщо порівняти їх з кількістю стебел на момент припинення вегетації, то видно, що зрідженість навесні не перевищує 10%.

Таблиця 3.4 – Розрахункові характеристики осінньої вегетації та перезимівлі озимої пшениці у Вінницькій області

№	Розрахункові характеристики	Кількісні показники
1	Коеф. морозонебезпечності за В.М. Лічікакі	0,3
2	Зрідженість озимих весною за В.М. Лічікакі	0,5
3	Кількість стебел на 1 м <sup>2</sup> на дату припинення вегетації восени, штук	740,6
4	Кількість стебел на 1 м <sup>2</sup> на дату початку вегетації весною, штук	736,7
5	Кількість пагонів кущ.	2,4
6	Кількість рослин на 1 м <sup>2</sup>	313,7
7	Критична температура ґрунту на глибині вузла кущіння, °С	-17,1
8	Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння, °С	-5,1

Критична температура вимерзання в середньому багаторічному становить біля – 17,1°С, а мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння становить - 5,1°С.

### 3.3.3 Оцінка агрокліматичних умов формування продуктивності озимої пшениці у весняно-літній період

За допомогою моделі, А. М. Польового, нами була виконана оцінка агрокліматичних умов формування врожаю озимої пшениці у весняно-літній період в умовах Вінницької області.

Із підрозділу 3.3.1 видно, що потенційний врожай (ПВ) озимої пшениці забезпечується надходженням сумарної радіації. Динаміка надходження сумарної радіації представлена на рисунку 3.7, максимальне надходження сумарної радіації спостерігається в період з четвертої до шостої декади вегетаційного періоду.

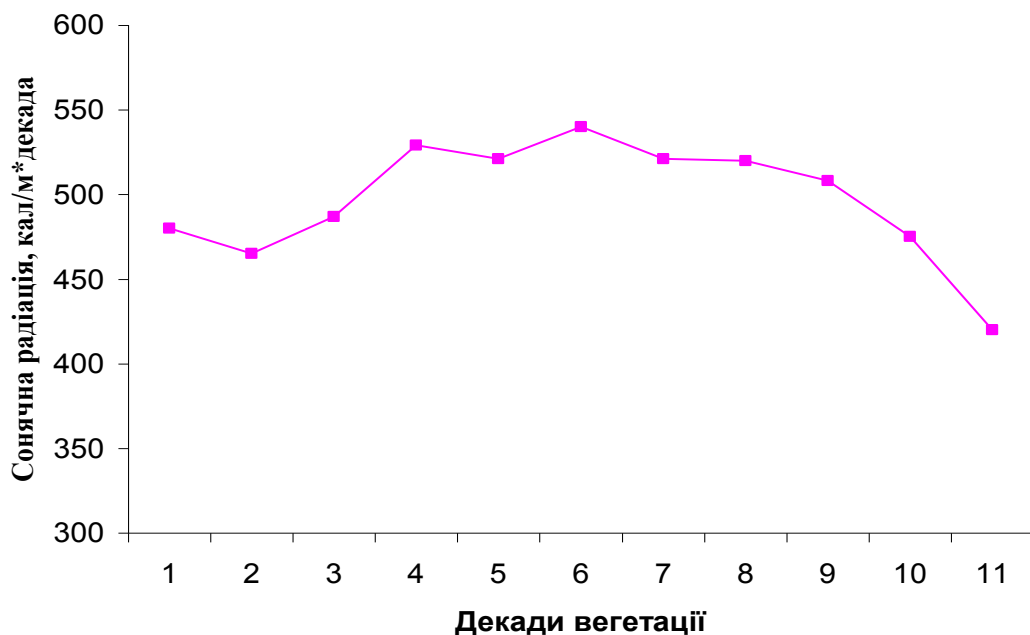


Рисунок 3.7 - Надходження сонячної радіації по декадах вегетації озимої пшениці

Динаміка приростів сухої маси екологічних врожаїв озимої пшениці різного рівня представлена на рисунку 3.8.

Найвищі значення приростів сухої маси ПВ озимої пшениці спостерігається в 8 декаді вегетації і становить  $303 \text{ г/м}^2$ , найменше значення спостерігається в першій декаді вегетації і становить  $40,14 \text{ г/м}^2$ .

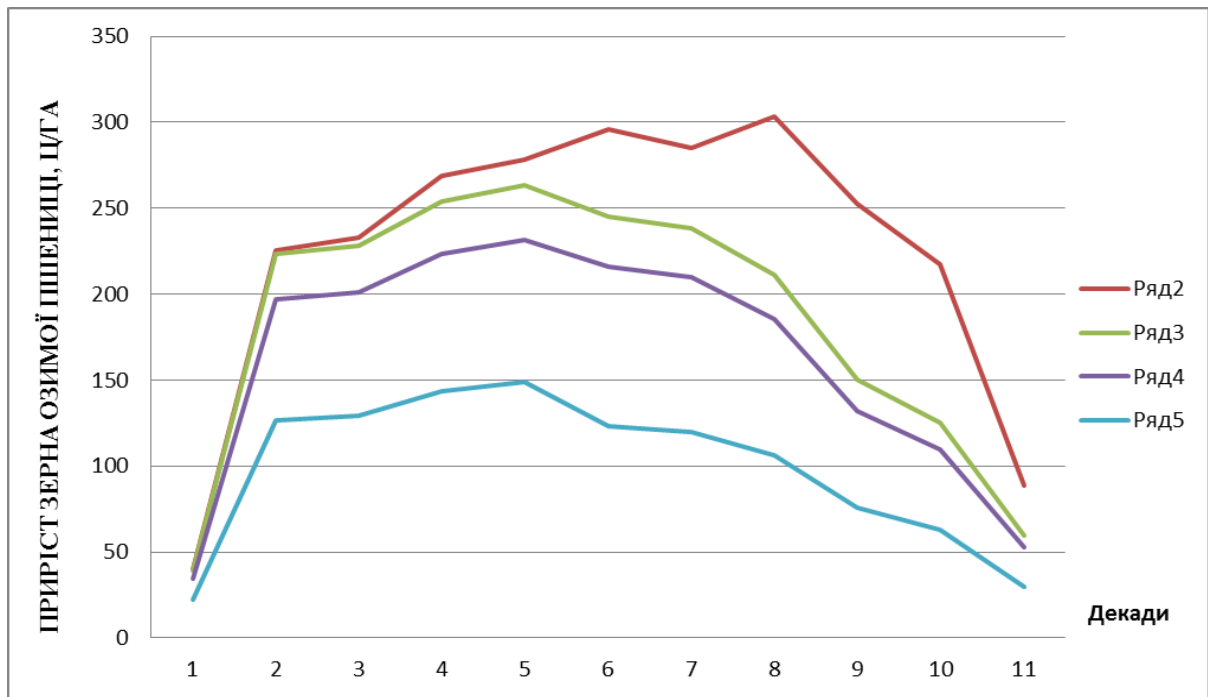


Рисунок 3.8 – Динаміка приростів екологічних категорій сухої маси озимої пшениці: 2-ПВ ; 3-ММВ; 4-ДМВ; 5-УВ

Аналіз декадного ходу середньої за декаду температури повітря, оптимальної для фотосинтезу рослин (ТОП1 - ТОП2), ходу сумарного випаровування ( $E_f$ ) і випаровуваності ( $E_o$ ) та приростів категорій врожайності ДМВ, ММВ, та УВ розглядався в цілому по області, а не по окремих агрометеорологічних станціях. Декадний хід температурного режиму (рис.3.8) та приростів у Вінницькій області ММВ представлено в таблиці 3.5.

Як видно із таблиці 3.5 середня температура повітря по декадах не виходила за межі температурного оптимуму. Метеорологічно-можливий

врожай (ММВ) озимої пшениці у Вінницькій області, який обмежується ґрунтовою родючістю та волого - температурним режимом.

Крива нижньої межі температурного оптимуму починається з 12°C, досягає максимуму 17,1°C наприкінці між фазного періоду цвітіння – технічна стиглість. Потім, поволі знижуючись на кінець вегетаційного періоду досягає позначки 12,5 °С.

Таблиця 3.5 - Волого-температурні показники формування приростів різних категорій врожаїв озимої пшениці

Декади вегетації	Температура повітря, °С			$E_f$ мм	$E_o$ мм	$E_f/E_o$	Урожайність, г/м <sup>2</sup>		
	Середня	ТОП1	ТОП2				ММВ	ДМВ	УВ
1	16.9	12.0	14.7	5.5	8.7	0.633	39.40	34.6	22.3
2	17.5	13.5	16.1	27.7	43.4	0.638	223.7	196.9	126.5
3	19.1	14.9	17.3	26.3	41.9	0.627	228.2	200.8	129.1
4	20.9	16.0	18.3	29.3	49.7	0.590	253.8	223.4	143.6
5	21.1	16.7	19.0	25.8	47.8	0.540	263.1	231.5	148.8
6	22.9	17.1	19.3	29.5	59.5	0.496	245.1	215.7	123.3
7	22.4	17.0	19.2	25.2	55.6	0.453	238.6	209.9	119.9
8	23.2	16.2	18.6	26.9	64.9	0.414	211.1	185.7	106.2
9	23.4	15.0	17.6	22.8	60.9	0.374	150.1	132.1	75.5
10	22.5	13.4	16.2	20.9	60.9	0.342	124.9	109.9	62.8
11	20.8	12.5	15.5	8.5	23.6	0.358	59.6	52.5	29.9

Крива верхньої межі температурного оптимуму ТОП2 починається з 14,7°C, поступово підвищується до 19,3 °С в той же період, що і температура нижньої межі температурного оптимуму.

Порівняння середньої за декаду температури повітря з температурним оптимумом показало, що починаючи з першої декади і до кінця вегетації крива середньої за декаду температури повітря знаходилась поза межею температурного оптимуму (рис. 3.9).

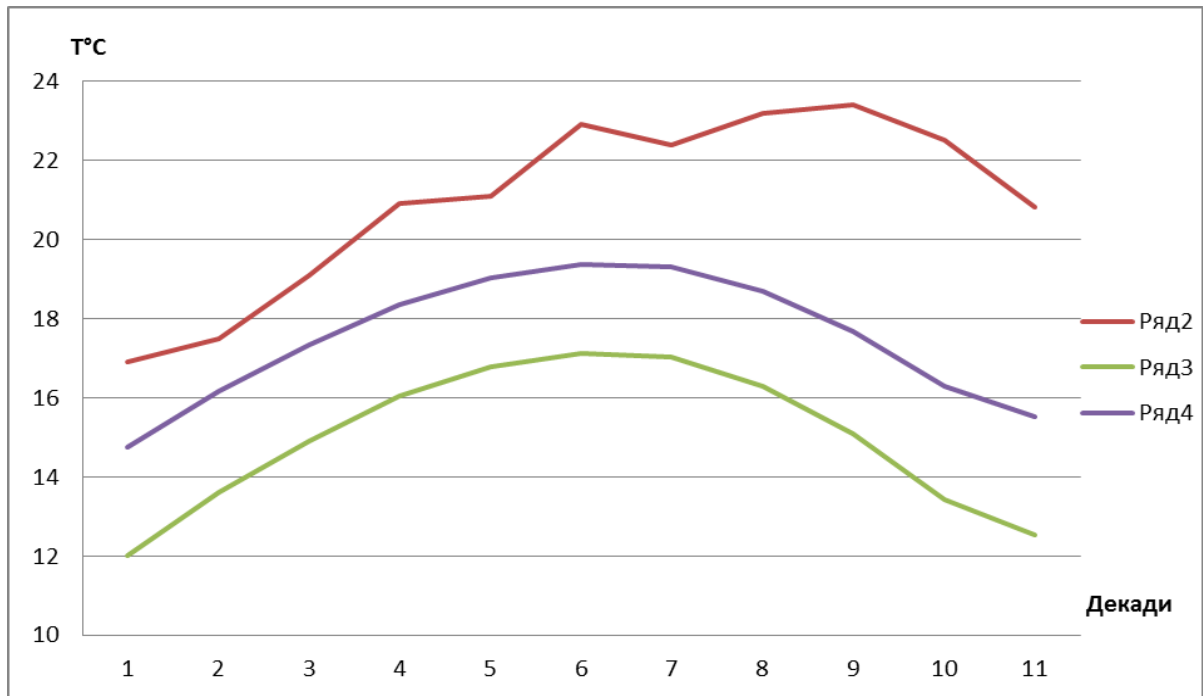


Рисунок 3.9 – Температурний режим впродовж вегетаційного періоду озимої пшениці: 2 - середня температура повітря за декаду, °С; 3- ТОП1, 4-ТОП2

Аналіз кривої приросту ММВ показав, що вона починається з  $39,4 \text{ г/м}^2$ , зростає на фазу колосіння до  $263,1 \text{ г/м}^2$ , на кінець періоду молочної стиглості до  $211 \text{ г/м}^2$ . У фазу воскової стиглості ММВ зменшуються до  $150 - 124 \text{ г/м}^2$ . В останню декаду вегетації прирости ММВ становлять  $59,6 \text{ г/м}^2$ .

Крива приростів ДМВ починається із  $34,6 \text{ г/м}^2$  і на фазу утворення суцвіть зростає до  $223,4 \text{ г/м}^2$ . На кінець цвітіння приріст ДМВ найбільший і становить  $231,5 \text{ г/м}^2$ . Потім різке зменшення приросту ДМВ спостерігається в середині періоду плодоносіння до  $109,9 \text{ г/м}^2$ . Наприкінці вегетаційного періоду приріст ДМВ не перевищує  $54,4 \text{ г/м}^2$ .



Крива урожаїв у виробництві (УВ) починається з  $22,2 \text{ г/м}^2$ . В період від утворення суцвіть до цвітіння прирости УВ становили  $129,0 - 143,6 \text{ г/м}^2$ ., в середині періоду цвітіння – технічна стиглість –  $148,6 \text{ г/м}^2$ . З сьомої декади вегетації спостерігається зменшення приростів УВ і на кінець вегетації вони становлять  $62,8 - 29,9 \text{ г/м}^2$ .

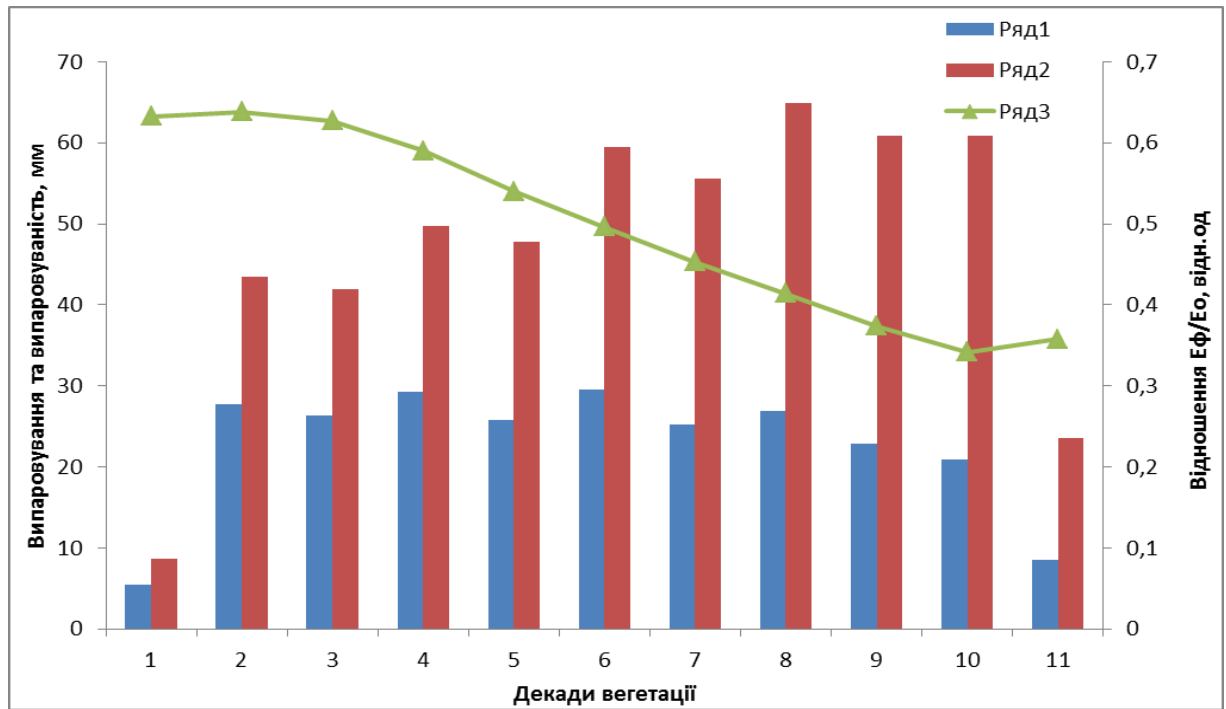


Рисунок 3.10 - Динаміка сумарного випаровування і випаровуваності з поля озимої пшениці: 1 - сумарне випаровування, мм; 2 – випаровуваність, мм; 3- відношення  $E_f/E_o$ , відн. од.

Як видно із рисунка 3.10 сумарне випаровування в період від відновлення вегетації до воскової стиглості становило від 5,5 до 26,3мм, потім поволі зростало до 29,3 мм, наприкінці вегетації воно становило – 29,5мм. У фазу повної стиглості випаровування становило 20,9 – 8,5мм.

Крива відношення  $E_f/E_o$  починається із значення 0,63відн.од, та підвищується до початку періоду цвітіння становить 0,69відн.од. потім поступово зменшується і на кінець вегетації становить 0,34 - 0,35відн. од.

Також розраховані характеристики агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці та комплексні оцінки її продуктивності (табл.3.6).

Таблиця 3.6 – Комплексні оцінки продуктивності озимої пшениці

№	Оцінки	Значення
1	Оцінка ступеню сприятливості кліматичних ресурсів, відн.од.	0,682
2	Оцінка ефективності використання агро кліматичних ресурсів, відн.од.	0,478
3	Оцінка госп. використання метеорологічних і ґрунтових умов	0,564
4	ПВ всієї сухої маси $\text{г/м}^2$	2488,7
5	ММВ всієї сухої маси, $\text{г/м}^2$	2037,9
6	ДМВ всієї сухої маси, $\text{г/м}^2$	1793,4
7	УВ всієї сухої маси, $\text{г/м}^2$	1088,1
8	К госп., відн. од.	0,88
9	ПВ зерна , ц/га	83,4
10	ММВ зерна, ц/га	96,9
11	ДМВ зерна, ц/га	48,2
12	УВ зерна, ц/га	27,2

Як видно із значення комплексних оцінок сприятливості кліматичних ресурсів, ефективності використання агрокліматичних ресурсів та оцінок господарського використання метеорологічних і ґрунтових умов у Вінницькій області є великі резерви для підвищення продуктивності озимої пшениці.

#### 4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРУВАННЯ ВРОЖАЇВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Кліматичний режим кожного регіону формується як синтез особливостей температури, вологості, опадів, вітру, які базуються на закономірностях розподілу радіаційного, теплового та водного балансів і впливу атмосферної циркуляції. Різноманітність і величезна кількість кліматоутворювальних факторів зумовлює стан клімату з дуже ускладненим спектром коливань, в яких детермінований характер мають гармоніки річного та добового ходу. Наприкінці минулого і початку поточного століття науковцями відзначаються значні зміни кліматичних умов на всій Земній кулі через потепління [23].

За своїм географічним положенням, структурою народного господарства, станом довкілля Україна є однією з країн, для яких соціально-економічні наслідки зміни клімату можуть бути незворотними. Під впливом зміни клімату змінюються агрокліматичні умови вирощування сільськогосподарських культур, що вимагає прийняття своєчасних та адекватних рішень для адаптації сільського господарства до майбутніх змін.

Зміна клімату внаслідок глобального потепління є однією із проблем XXI століття. Вона характеризується різними проявами, серед яких провідними є зміна частоти та інтенсивності кліматичних аномалій та екстремальних (небезпечних) погодних явищ. За прогнозами провідних вчених та спеціалістів в найближчі десятиріччя зміни клімату за своїми розмірами та інтенсивністю будуть переважати ті тенденції, які спостерігались в останнє десятиріччя [24].

При зміні клімату відбувається зміна природних ресурсів. Сучасне потепління викликає вже зараз значну зміну агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності сільськогосподарських культур.

Воно супроводжується істотним підвищенням температури повітря у зимові місяці, збільшенням кількості тривалих відлиг, часового зрушення розвитку природних процесів, змінами тривалості сезонів року, подовженням беззаморозкового періоду та тривалості вегетаційного періоду сільськогосподарських культур, збільшенням теплозабезпеченості вегетаційного періоду. Можливе зростання частоти екстремальних погодних явищ, загальне зниження вологості ґрунтів та зменшення їхньої родючості, виснаження ресурсів прісної води у південних регіонах країни, деградація ґрунтів. Разом з тим, основною особливістю потепління стала нерівномірність випадіння опадів за окремі періоди року, що призвело до збільшення посушливих явищ. Посухи нерідко співпадають з суховіями, спричиняючи пошкодження рослин у різних фазах розвитку та зменшують їхню продуктивність. У зв'язку з очікуваним підвищенням температури повітря у Північній півкулі продовольча безпека України в значній мірі буде залежати від того, наскільки ефективно адаптується сільське господарство до майбутніх змін клімату [25].

Врахуванню кліматично зумовлених природних ресурсів завжди надавалось велике значення, особливо в галузі сільськогосподарського виробництва через те, що зміна клімату спричиняє зміну кліматичних ресурсів.

Кліматичні зміни на майбутнє розраховуються з використанням кліматичних моделей. Глобальні кліматичні моделі є основними інструментами, що використовуються для проектування тривалості та інтенсивності змін клімату в майбутньому. При цьому використовуються кліматичні моделі різних рівнів складності, від простих кліматичних до моделей перехідної складності, повних кліматичних моделей і моделей усієї Земної кліматичної системи. Ці моделі розраховують майбутні кліматичні режими на основі низки сценаріїв зміни антропогенних факторів [28].

Для оцінки змін режиму агрокліматичних показників під дією можливих змін клімату в Україні було використано 2 сценарії : «помірний» -

*A1B*, який передбачає рівновагу між усіма джерелами енергії, та «жорсткий» - *A2*, який передбачає невизначеності стосовно визначальних факторів і базується на використанні різних концепцій моделювання, які використовують аналогічні припущення стосовно визначальних факторів[28].

Одним із найпростіших методів відображення можливих змін у кліматичному режимі будь-якої метеорологічної величини є порівняння з минулими даними, зокрема, середніми багаторічними за базовий період. В даному дослідженні за базовий береться період з 1986 по 2005 рр. у відповідності з агрокліматичним довідником України.

Зупинимося детальніше на моделі, результати розрахунків за якою використані як сценарні. Згідно [29], регіональна модель *PEMO* була розроблена в Інституті метеорології Макса-Планка (м. Гамбург). *PEMO* об'єднує колишню чисельну модель прогнозу погоди *EUROPA-MODELL* для розрахунків термодинамічних характеристик і блок глобальної кліматичної моделі *ECHAM4*, в якому розраховуються процеси хмаро - і опадоутворення, проходження потоків сонячної радіації в атмосфері, вплив підстильної поверхні на теплові потоки з урахуванням альbedo і типу поверхні. У цій моделі використовується перетворена сферична система координат, в якій екватор проходить через центр області моделювання для зменшення впливу кривизни Землі на прямокутність координатної сітки, і, так звана, гібридна вертикальна координата, яка є комбінацією ізобаричної і  $\sigma$ -вертикальної координати, тобто вертикальні рівні розташовані уздовж підстильної поверхні поблизу Землі і з висотою перетворюються на паралельні ізобаричні за спеціальними співвідношеннями.

В останні роки *PEMO* досить успішно застосовувалася для моделювання минулого і майбутнього регіонального клімату не лише Німеччини, але й інших країн Європи, а також Індії, Аргентини та інших країн світу [14-16]. *PEMO* була однією з провідних в проекті оцінки водного балансу басейну Балтійського моря і в звіті IPCC - 2007 .

Зернові культури – найважливіша група сільськогосподарських рослин, які дають зерно - основний продукт харчування людини, сировину для багатьох галузей промисловості та корм для сільськогосподарських тварин. Урожайність їх залежить від технології вирощування, клімату, сортів та інших факторів .

Для сільськогосподарських культур на фоні зміни кліматичних умов за розрахунковий період нами розглядались такі варіанти:

- базовий період (1987 – 2016 рр.)
- кліматичні умови двох розрахункових періодів за сценарієм *A2*: перший період 2011 – 2030 рр. і другий період 2031 – 2050 рр.;
- кліматичні умови двох розрахункових періодів за сценарієм *A1B*: період 2011 – 2030 рр. та період 2031 – 2050 рр.;

Як теоретична основа для виконання розрахунків та порівняння результатів були використані розроблені А.М. Польовим моделі продукційного процесу сільськогосподарських культур:

- модель формування продуктивності агроєкосистеми [16].
- результати розробки моделі фотосинтезу зеленого листка рослин при зміні концентрації  $\text{CO}_2$  в атмосфері [17].

Озима пшениця є основною цінною продовольчою зерновою культурою, яка характеризується більш високою порівняно з іншими зерновими культурами урожайністю та стійкістю до несприятливих умов у весняно-літній період [ 31 – 34, 35-37].

#### 4.1 Порівняльна характеристика агрокліматичних умов весняно-літнього періоду вегетації озимої пшениці за сценарієм *A2*

Дата відновлення вегетації озимої пшениці спостерігається за середніми багаторічними значеннями території Вінницької області – у третій декаді березня. В ході роботи нами була проведена порівняльна характеристика агрокліматичних умов вегетаційного періоду озимої

пшениці. Результати розрахунків агрокліматичних умов за обома сценарними періодами наведені в (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Порівняльна оцінка середніх багаторічних агрокліматичних умов вегетаційного періоду озимої пшениці з розрахованими за кліматичним сценарієм *A2*

Період	Дата віднов. вегет.	Дата воск. стигл.	N, дні	$\Sigma R$ , мм	% від клім. норми	$E_f$ , мм	$E_0$ , мм	V, %
1986–2005pp	28.03	10.07	105	225	100	244	393	62
2011–2030pp	22.03	15.07	116	285	127	272	408	67
Різниця	- 6	5	11	60	27	28	15	5
2031–2050 pp.	21.03	12.07	114	286	115	289	427	68
Різниця	-7	2	9	13	15	12	34	6

Згідно з виконаними розрахунками за період 2011–2030 pp. у Вінницькій області очікувана дата відновлення вегетації може спостерігатися на 6 днів раніше, ніж за середніми багаторічними спостереженнями – 22 березня. При цьому збільшиться тривалість всього періоду весняно-літньої вегетації на 11 днів – з 105 днів до 116. Кількість опадів також підвищиться на 27 % до 285 мм за весняно-літній період вегетації, відповідно збільшиться і вологозабезпеченість з 62 до 67%.

На території Вінницької області у другий розрахунковий період можна очікувати збільшення періоду вегетації озимої пшениці за умов реалізації кліматичного сценарію *A2* на 9 днів – до 114 днів. При цьому також слід очікувати збільшення кількості опадів до 286мм у порівнянні з базовим –

225мм, що на 12% більше. За рахунок випадіння більшої кількості опадів збільшиться і вологозабезпеченість весняно-літнього періоду вегетації озимої пшениці.

В разі реалізації сценарію зміни клімату А2 слід очікувати збільшення кількості опадів до 286 мм у порівнянні з базовим – 225 мм, що на 12% більше. Збільшення тривалості періоду і збільшення суми опадів спричинить підвищення сумарного випаровування та випаровуваності, а отже і збільшення вологозабезпеченості посівів озимої пшениці. За рахунок випадіння більшої кількості опадів збільшиться і вологозабезпеченість весняно-літнього періоду вегетації озимої пшениці.

Зміна агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці призведе до зміни рівня очікуваних урожаїв цієї культури.

#### 4.2 Порівняльна характеристика агрокліматичних умов весняно-літнього періоду вегетації озимої пшениці за сценарієм А1В

Порівняльна характеристика агрокліматичних умов весняно-літнього періоду вегетації озимої пшениці за сценарієм А1В для двох розрахункових періодів наведена в таблиці 4.2.

У Вінницькій області очікувана дата відновлення вегетації озимої пшениці спостерігатиметься на 7 днів раніше, ніж за середніми багаторічними даними – 28 березня. При цьому збільшиться тривалість всього періоду весняно-літньої вегетації на 11 днів із 105 до 112 днів. Кількість опадів майже не зміниться і становитиме 234мм за весняно-літній період вегетації, тому вологозабезпеченість також залишиться не змінною 61%.

Кількість опадів в період до 2031 року трохи зросте і становитиме 234мм, що на 9 мм вище середньої багаторічної величини за . весняно-літній період вегетації, тому вологозабезпеченість також залишиться майже на рівні середньої багаторічної величини 61 %.



Таблиця 4.2 - Порівняльна оцінка середніх багаторічних агрокліматичних умов вегетаційного періоду озимої пшениці з розрахованими за сценарієм *A1B*

Період	Дата віднов. вегет.	Дата воск. стигл.	N, дні	$\Sigma R$ , мм	% від клім. норми	$E_f$ , мм	$E_o$ , мм	V, %
1986–2005pp	28.03	10.07	105	225	100	244	393	62
2011–2030pp	21.03	10.07	112	234	104	254	415	61
Різниця	7	0	7	9	-	10	22	1
2031–2050 pp.	21.03	15.07	106	218	97	251	418	60
Різниця	7	5	1	7	-	7	25	2

В другий розрахунковий період з 2031 по 2050 роки сума опадів в разі реалізації сценарію *A1B* буде очікуватись 218 мм, що на 7мм менше середньої багаторічної суми, яка становила 225мм., що становить 97 % від середньої багаторічної величини.

Зміна агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці спричинить зміну приростів її урожаїв. Так, у перший розрахунковий період 2011 – 2031pp. Найбільші прирости урожаїв можна очікувати на території на території Вінницької області очікується отримання урожаїв озимої пшениці на рівні середніх багаторічних урожаїв.

У розрахунковий період 2031 – 2050 pp. слід очікувати урожаїв озимої пшениці на рівні середнього багаторічного, або трохи нижчого.

## ВИСНОВКИ

На основі обробки та виконаних розрахунків показників умов зимівлі озимої пшениці у Вінницькій області за період 1987-2016 рр. і очікуваних змін цих показників на період 2030-2050 рр. можна зробити такі висновки:

1. Вінницька область відноситься до Лісостепової зони з найбільшими посівними площами озимої пшениці. Клімат Вінниччини сприятливий для сільськогосподарського виробництва: тривале тепле та досить вологе літо, рання весна, суха осінь, зима с помірними морозами та значним сніговим покривом – все це позитивно впливає на ріст зернових, технічних та садових культур. Щорічно у Вінницькій області спостерігаються значні відхилення врожаїв озимої пшениці від лінії тренда, які зумовлені впливом погоди.

2. Відхилення врожайності вище від лінії тренда зумовлюються сприятливими погодними умовами впродовж вегетаційного періоду пшениці в такі роки (1986 – 1990, 1993, 1994, 1997, 2008, 2009, 2011-2016). Від'ємні відхилення свідчать про те, що погодні умови в такі роки (1991, 1992, 1996, 1998 – 2007 та 2010 ) не відповідали вимогами озимої пшениці до умов навколишнього середовища, тобто були нижчі оптимальних значень , особливо це стосується умов зволоження в критичний період.

3. За допомогою моделі оцінки агрокліматичних ресурсів А. М. Польового виконана оцінка декадної динаміки показників агрометеорологічних умов вирощування озимої пшениці у Вінницькій області: сонячної радіації, температури повітря, вологозабезпеченості впродовж осіннього та весняно-літнього періоду вегетації та оцінені умови перезимівлі озимої пшениці.

4. Розрахована оцінка агрокліматичних ресурсів продуктивності території щодо вирощування озимої пшениці, яка включає: оцінку потенційного врожаю (ПВ), метеорологічно-можливого врожаю (ММВ), дійсно можливого врожаю (ДМВ) і урожаю у виробництві (УВ), оцінку ступеню сприятливості кліматичних умов, оцінку рівня використання

агрокліматичних ресурсів, рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових умов.

5. Значення оцінкових характеристик ступеню сприятливості кліматичних умов та господарського їх використання свідчать про те, що у Вінницькій області є великі резерви для підвищення продуктивності озимої пшениці.

6. Для оцінки змін агрокліматичних ресурсів при можливих змінах клімату були використані сценарії зміни клімату в Україні – сценарій *A1B*, *A2*, регіональна кліматична модель *MPI-M-REMO*, глобальна модель – *ESHAM5-r3*, як найбільш достовірний на період до 2050 року. Згідно з виконаними розрахунками за сценарієм *A2* за період 2011–2030 рр. у Вінницькій області збільшиться тривалість всього періоду весняно-літньої вегетації на 11 днів. Кількість опадів також підвищиться на 27 % до 285 мм за весняно-літній період вегетації, відповідно збільшиться і вологозабезпеченість з 62 до 67%. У другий розрахунковий період можна очікувати збільшення періоду вегетації озимої пшениці за умов реалізації кліматичного сценарію *A2* на 9 днів – до 114 днів. При цьому також слід очікувати збільшення кількості опадів до 286 мм у порівнянні з базовим – 225 мм, що на 12 % більше.

7. Порівняльна характеристика агрокліматичних умов весняно-літнього періоду вегетації озимої пшениці за сценарієм *A1B* для двох розрахункових періодів у Вінницькій області показує, що збільшиться тривалість всього періоду весняно-літньої вегетації на 11, кількість опадів майже не зміниться і становитиме 234 мм за весняно-літній період вегетації, тому вологозабезпеченість також залишиться не змінною 61 %.

8. Зміни умов тепло та волого забезпечення в умовах зміни клімату у разі реалізації обох сценаріїв не призведуть до значного погіршення умов вирощування озимої пшениці у Вінницькій області. Урожай озимої пшениці буде становити - 96 % у порівнянні із середнім багаторічним значенням.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бугай С.М. Озима пшениця на Україні. Київ: Урожай, 1995.234с.
2. Агрокліматичний довідник Вінницької області. Київ.: Вид-во Ніка-Центр. 2012р.
3. Атлас «Агрокліматичні ресурси України»/за редакцією Т.І.Адаменко, М.І.Кульбіди, А.Л.Прокопенка. Київ: ТОВ «Українська картографічна група», 2016. 90с
4. Адаменко Т.І., Кульбіда М.І., Прокопенко А.Л. Агрокліматичний довідник по території України. Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. 108 с.
5. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. С. 183-210
6. Пшениця озима на півдні України: монографія / Нетіс І.Т. Х.:Олдіклюс, 2011. 352 с.
7. Електронний ресурс Озима пшениця. <http://propozitsiya.com/ozimoji-pshenici> .
8. Паламарчук В.Д. Біологія і екологія сільськогосподарських рослин/ Паламарчук В.Д. і ін.. Вінниця: Видавництво ВНСГІ, 2012 . 606с.
9. Губанов Я.В., Иванов Н.Н. Озимая пшеница. М.: Агропромиздат, 1988. 303 с.
10. Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур. Київ: Вид. Ніка-Центр. 2010. 616 с.
11. Електронний ресурс: <http://infoindustria.com.ua/rinok-sortiv-pshenitsi-m-yakoji-ozimoji-v-ukrayini-stan-ta-perspektivi/>.
12. Четвертик О.М. Вплив строків сівби та погодних умов осіннього періоду вегетації на перезимівлю та урожайність пшениці м'якої озимої // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2011. Вип. 10. С. 265-273.
13. В. Лисікова, О. Шовгун Сорти пшениці озимої для широкого впровадження у виробництво // Пропозиція, Випуск 02. 09. 2011р.

14. Польовий А.М., Сільськогосподарська метеорологія: підручник. Одеса: «ТЕС», 2012. 626с
15. Тоомінг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометтеоиздат, 1984. 264с.
16. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. Київ: КНТ, 2007. 344 с.
17. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 318 с.
18. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 135с.
19. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 135с.
20. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и продуктивность озимой пшеницы. Гидрометеоиздат, 1982. 296 с.
21. Мойсейчик В.А. Агрокліматичні умови і перезимівля озимої пшениці. Л.: Гидрометеоиздат., 1975. 295 с
22. Личикаки В.М. Перезимовка озимых культур. М.: Колос, 1974.
23. Волощук В.М., Скрипник М.П. Глобальний парниковий ефект і кліматичні умови України //Вісник АН України. 1993. №3. С. 38-44.
24. Антропогенные изменения климата // Под ред. М.И. Будыко. Ю.А. Израэля. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 405 с.
25. Гребенюк Н., Корж Т., Яценко А. Нове про зміну глобального та регіонального клімату в Україні на початку ХХІ ст. //Водне господарство України. 2002. № 5-6. С. 56-62.
26. Глобальные и региональные изменения климата и их природные и социально-экономические последствия / Под ред. В.М. Котлякова. М.: «Геос». 2000. 262 с.

27. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Дронова О.О. Оцінка впливу кліматичних змін на сільське господарство України. Укр. г/мет. ж-л. 2011. №8. С. 84-91.
28. Польовий А.М., Кульбіда Н.І., Адаменко Т.І., Трофімова В.І. Моделювання впливу змін клімату на формування продуктивності озимої пшениці в Україні. Санкт-Петербург: Гидрометеоздат. 2005. С. 191-218.
29. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія / за ред. С.М. Степаненка та А.М. Польового. Одеса: «Екологія», 2011. 94 с.
30. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: монографія / за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса: Вид. «ТЕС», 2015. 520 с.
31. Мельник І.Ю., Божко Л.Ю. Вплив погодних умов на формування якості зерна озимої пшениці у Вінницькій області // тези доповідей III Міжнародна конференція «Сучасна гідрометеорологія: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення. Одеса: ОДЕКУ, 2018. С.64-65.
32. Божко Л. Ю., Мельник І. Ю. Оцінка впливу змін клімату на ріст, розвиток і формування врожаю озимої пшениці у Вінницькій області // Матеріали I Всеукраїнської науково – практичної конференції «Передумови та перспективи раціонального використання природно-ресурсного потенціалу. Полтава: 2018. С.15-17 .
33. Мельник І.Ю. Агрометеорологічні умови формування продуктивності озимої пшениці у Вінницькій області при зміні клімату. Тези доповіді конференція молодих вчених ОДЕКУ. Одеса, 2018. С.59.
34. Мельник І. Ю., Божко Л. Ю. Оцінка впливу змін клімату на ріст, розвиток та формування урожаїв озимої пшениці у Вінницькій області // Матеріали наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса: 2018. С.30.
35. Radiation use efficiency and yield of winter wheat under deficit irrigation in North China. H. Han<sup>1</sup>, Z. Li<sup>1</sup>, T. Ning<sup>1</sup>, X. Zhang<sup>2</sup>, Y. Shan<sup>3</sup>, M. Bai<sup>1</sup>. Plant Soil Environ. 54. 2008(7). С.313-319.

36. Design of Products for Winter Wheat Agro-Meteorological Index Insurance in Jiangsu Province. Cao Jie, Li Sijia and Yang Li. International Journal of Hybrid Information Technology Vol.6, No.5 (2013), pp.37-48

<http://dx.doi.org/10.14257/ijhit.2013.6.5.04>

37. Alexandrov V/A/ The impact of climate variability and change on crop yield in Bulgaria/ Alexandrov V.A., G. Hoogenboom// Agricultural and Forest Meteorology, September 2000, vol.104, # 4, 15.P.315-327.

38. Corobov R. Estimations of climate change impacts on crop production in the Republic of Moldova/ Corobov R.// Geojournal. Vol 57(3), 2002. P 195-202.

39. Aeromeh.com |...| sowing\_guliticia of \_seed\_ of winter. Пшениця.

40 Лозинський М.В., Яковенко О.М. Buklib. net /books/ 30110/ Пшениця

41. Agrosciense.com.ua/plant/ozyma - pshenyts.ua//

# ДОДАТКИ



\*\*\*\*\*

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

\*\*\*\*\*

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

\*\*\*\*\*

VINNITSA SR

6 87 28 0 49.25

Zapasi vlagi v sloe pochvi 0-100 sm (mm):

145.000 143.000 137.000 127.000 133.000 156.000

Sredn. za dekadu tempstratura vozduxa (grad. C):

13.8 12.2 10.4 8.5 5.4 4.1

Sredn. za dekadu chislo chasov solnechn.sijnij:

61.0 55.0 49.0 42.0 38.0 0.0

Summa osadkov za dekadu (mm):

18.0 13.0 11.0 10.0 13.0 10.0

Chislo dnevy v raschetnoy dekade :

5 10 10 10 11 9

Norma vegetazionnogo poliva (mm):

0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

Sredn. za dekadu defizit vlagnosti vozduxa (mb):

5.000 4.000 3.000 3.000 2.000 0.000

Koeffizient vlagopotrebnosi (dolj ot naim.vlagoem.):

0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750

-----

M A S S I V " I N F " - parametri modeli :

165.000000 5.000000 415.000000 0.750000 830.000000 0.031500 3.000000  
0.400000 26.000000 0.800000 3.000000 25.000000 0.140000 0.000000  
1.000000 80.000000 1.000000

M A S S I V " U D O B R " - vnesenie udobreniy : 90.000000 120.000000  
 40.000000 60.000000 40.000000 60.000000 30.000000 40.000000  
 0.000000 0.740000

\*\*\*\*\*

## RESULTAT RASCHETOV

\*\*\*\*\*

### PRIROST YROGAJ (gramm(sux.m.)/metr\*2)

idekicyti PY i MBY i DBY i YPR i

-----

i 1i 5i	626.711i	617.360i	456.847i	293.675i
i 2i 15i	1190.444i	1187.217i	878.541i	564.752i
i 3i 25i	1110.249i	1109.574i	821.084i	527.818i
i 4i 35i	967.711i	846.148i	626.150i	402.508i
i 5i 46i	964.962i	553.666i	409.713i	263.376i
i 6i 55i	134.570i	52.275i	38.684i	24.867i

\*\*\*\*\*

### SUMMARNIE XARAKTERISTIKI

\*\*\*\*\*

ball pochvennogo plodorodij ( OTN.ED.)= 0.740  
 pot.yrogai(vsja cyxaj massa(g/m-2) = 4994.647  
 METEOROL.vozm.yrogai(vsja cyxaj massa(g/m-2) = 4366.240  
 deistv.vozm.yrogai(vsja cyxaj massa(g/m-2) = 3231.018  
 yrogai v proizvodstve(vsja cyx mas(g/m-2) = 2076.995  
 PY ZERNA BOBOV(14% VLAGI, zentner/ga) = 113.878  
 MVY ZERNA BOBOV(14% VLAGI, zentner/ga) = 99.550  
 DVY ZERNA BOBOV(14% VLAGI, zentner/ga) = 73.667  
 YR<sub>xoz</sub> ZERNA BOBOV(14% VLAGI,zent/ga) = 47.355  
 oz.stepeni blagoprijtn.klimat. uslowiy (CBY) = 0.874  
 oz.urovnj ispolzovanij agroklim.resursov(co) = 0.476  
 oz.urovnj realizazii agroekopotenziala (cd) = 0.228

oz.KULTURI ZEML.(XOZ.ISP.METEO.POCHV.USL (Ca)= 0.643  
 summa FAR(kkal/sm\*2 za vegetazionniy period = 56.718  
 prodolgjitelnost vegetazionnogo perioda = 55.000  
 srednjj temperatura za vegetazionniy period = 3.807  
 summa osadkov za vegetazionniy period = 75.000  
 funkcij vlijnij temperaturi na Kxoz = -2.791  
 Kxoz1 (dlj PY) za vegetazionniy period = 0.200  
 Kxoz2 (dlj MVY) za vegetazionniy period = 0.200  
 Kxoz3 (dlj DVY) za vegetazionniy period = 0.200  
 Kxoz4 (dlj YR<sub>xoz</sub>) za vegetazionniy period = 0.200

---

### SOLNECHAJ RADIAZIJ I TEMPERATURA

---

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

---

i 1	i 5	i 0.78	i 12.07	i 3072.86	i 2.206	i 13.80	i 8.80	i 44.00
i 2	i 15	i 0.83	i 12.14	i 2725.32	i 1.946	i 12.20	i 7.20	i 116.00
i 3	i 25	i 0.89	i 12.22	i 2387.83	i 1.693	i 10.40	i 5.40	i 170.00
i 4	i 35	i 0.92	i 12.30	i 2007.33	i 1.414	i 8.50	i 3.50	i 205.00
i 5	i 46	i 0.93	i 12.38	i 1795.66	i 1.257	i 5.40	i 0.40	i 209.40
i 6	i 55	i 0.93	i 12.44	i 305.64	i 0.213	i 4.10	i 0.00	i 209.40

afl-ontogeneticheskaj krivaj fotosinteza(otn.edinizi):

taudn-prodolgjitelnost svetlogo vremeni sutok(chasi):

q - summarnaj radiazij za sutki(kal/((sm\*2)\*sutki)):

IntFAR-intensivnost FAR(kal/((sm\*2)\* minutu)):

ts-srednjj za dekadu temperatura vozduxa:

ts1-srednjj effektivnaj temperatura za dekadu:

ts2-summa effektivnix temperatur:

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

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

-----  
 i 1i 5i 18.0i 0.0i 6.3i 12.2i 91.7i 145.0 i  
 i 2i 15i 13.0i 0.0i 11.0i 19.5i 93.7i 143.0 i  
 i 3i 25i 11.0i 0.0i 8.4i 14.6i 96.3i 137.0 i  
 i 4i 35i 10.0i 0.0i 8.6i 14.6i 97.7i 127.0 i  
 i 5i 46i 13.0i 0.0i 6.6i 10.7i 104.1i 133.0 i  
 i 6i 55i 10.0i 0.0i 0.0i 0.0i 114.1i 156.0 i

eakt-summarnoe isparenje za dekadu(mm):

epot-isparjemost za dekadu(mm):

w0-raschitannie zapasi vlagi v sloe 0-100sm (mm):

eakt/epot-otnoschenie isparenij k isparjemosti(otn.ed.)

### O P T I M A L N I E   T E M P E R A T U R I   I   W L A G J N O S T   P O C H V I

-----  
 idekicyti ts i TOP1 i TOP2 ksifl i Wm0 i Wop1 i Wop2 i gamf igamf1

-----  
 i 1i 5i13.80 i 6.22 i12.26 i 0.98 i 145.i 124.i 165.i 0.98 i 1.00 i  
 i 2i 15i12.20 i 8.32 i13.47 i 1.00 i 143.i 124.i 165.i 0.99 i 1.00 i  
 i 3i 25i10.40 i 9.76 i14.31 i 1.00 i 137.i 124.i 165.i 1.00 i 1.00 i  
 i 4i 35i 8.50 i10.62 i14.84 i 0.76 i 127.i 124.i 165.i 1.00 i 1.00 i  
 i 5i 46i 5.40 i10.73 i14.90 i 0.33 i 133.i 124.i 165.i 1.00 i 1.00 i  
 i 6i 55i 4.10 i10.73 i14.90 i 0.15 i 156.i 124.i 165.i 1.00 i 1.00 i

TOP1-nignjj graniza temperaturnogo optimuma

TOP2-verxnjj graniza temperaturnogo optimuma

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

Wop1-nignjj graniza optimuma vlgnosti pochvi

Wop2-verxnjj graniza optimuma vlagnosti pochvi  
gamf-funkzij vlijnij vlag.n.pochvi na fotosintez(ot.ed.)

### POKAZATELI I FUNKZII VLIJNIJ

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

-----

i 1 i 5	i 0.980	i 0.982	i 0.520	i 0.991	i 0.985	i 0.985
i 2 i 15	i 1.000	i 0.989	i 0.562	i 0.995	i 0.997	i 0.997
i 3 i 25	i 1.000	i 0.998	i 0.576	i 0.999	i 0.999	i 0.999
i 4 i 35	i 0.765	i 1.000	i 0.588	i 1.000	i 0.874	i 0.874
i 5 i 46	i 0.329	i 1.000	i 0.612	i 1.000	i 0.574	i 0.574
i 6 i 55	i 0.151	i 1.000	NaN	i 1.000	i 0.388	i 0.388

otwlag=((eakt/epot)\*gamf\*gamf1)\*\*0.333

Ftw1-obobschen. funkz. vlijnij temperaturi i uvlagnenij

Ftw2- Ftw1 s uchetom smjgchenij nizkimi temperaturami

i ugestochenij visokimi temperaturami

### XARAKTERISTIKI POCHVENNOGO PLODORODIJ

=====

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

i 1i 5i	0.89	i 0.83	i 0.83	i 0.89	i 0.89	ii	0.80	i	0.74	i
i 2i 15i	0.89	i 0.83	i 0.83	i 0.89	i 0.89	ii	0.80	i	0.74	i
i 3i 25i	0.89	i 0.83	i 0.83	i 0.89	i 0.89	ii	0.80	i	0.74	i
i 4i 35i	0.89	i 0.83	i 0.83	i 0.89	i 0.89	ii	0.80	i	0.74	i
i 5i 46i	0.89	i 0.83	i 0.83	i 0.89	i 0.89	ii	0.80	i	0.74	i
i 6i 55i	0.89	i 0.83	i 0.83	i 0.89	i 0.89	ii	0.80	i	0.74	i

\*\*\*\*\*

AGROKLIMATICHESKAJ MODELOZIMAJ ROG  
(UKRAINA)

\*\*\*\*\*

WXODNAJ INFORMAZIJ

\*\*\*\*\*

VINNITSA SR

6 87 28 9 49.58

Zapasi vlagi v sloe pochvi 0-20 sm (mm):

33.000 36.000 32.000 32.000 32.000 35.000

Zapasi vlagi v sloe pochvi 0-100 sm (mm):

145.000 143.000 137.000 127.000 133.000 156.000

Sredn. za dekadu tempratura vozduxa (grad. C):

13.8 12.2 10.4 8.5 5.4 4.1

Sredn. za dekadu chislo chasov solnechn.sijnij:

61.0 55.0 49.0 42.0 38.0 0.0

Summa osadkov za dekadu (mm):

18.0 13.0 11.0 10.0 13.0 10.0

Chislo dnevy v raschetnoy deкаде :

5 10 10 10 11 9

Norma vegetazionnogo poliva (mm):

0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

Sredn. za dekadu defizit vlagnosti vozduxa (mb):

5.000 4.000 3.000 3.000 2.000 0.000

Koeffizient vlagopotrebnosi (dolj ot naim.vlagoem.):

0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750

-----

MASSIV "INF" - parametri modeli :

165.000000 5.000000 415.000000 0.750000 830.000000 0.035000  
3.000000

0.400000 26.400000 0.800000 3.000000 25.000000 0.140000 0.000000

0.000000 105.000000 4.000000 500.000000 400.000000 50.200001

332.000000

1.100000 1.300000 1.500000 40.000000 -15.000000-250.000000 -

25.000000

45.000000 15.000000

-----

MASSIV "UDOBRA" - vnesenie udobreniy :

90.000000 120.000000 40.000000 60.000000 40.000000 60.000000

30.000000

40.000000 0.000000 0.700000

\*\*\*\*\*

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

\*\*\*\*\*

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

idekicyti PY   i MBY   i DBY   i YPR   i

i 1i	5i	658.530i	337.742i	236.419i	135.091i
i 2i	15i	1248.335i	385.377i	269.764i	154.144i
i 3i	25i	1164.688i	241.224i	168.857i	96.485i
i 4i	35i	1014.760i	NaNi	NaNi	NaNi
i 5i	46i	1017.073i	NaNi	NaNi	NaNi
i 6i	55i	0.000i	NaNi	NaNi	NaNi

\*\*\*\*\*

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

\*\*\*\*\*

ball pochvennogo plodorodij ( OTN.ED.)= 0.700  
 pot.yrogai(vsj cyxaj massa(g/m-2) = 5103.387  
 METEOROL.vozm.yrogai(vsj cyxaj massa(g/m-2) = NaN  
 deistv.vozm.yrogai(vsj cyxaj massa(g/m-2) = NaN  
 yrogai v proizvodstve(vsj cyx mas(g/m-2) = NaN  
 PY ZERNA (14% VLAGI, zentner/ga) = 191.989  
 MVY ZERNA (14% VLAGI, zentner/ga) = NaN  
 DVY ZERNA (14% VLAGI, zentner/ga) = NaN  
 YR<sub>xoz</sub> ZERNA (14% VLAGI,zent/ga) = NaN  
 YrBOJ( urogjay po formule BOJNA, z/ga) = 116.308  
 oz.stepeni blagoprijtn.klimat. uslowiy (CBY) = NaN  
 oz.urovnj ispolzovanij agroklim.resursov(co) = NaN  
 oz.urovnj realizazii agroekopotenziala (cd) = 0.138  
 oz.KULTURI ZEML.(XOZ.ISP.METEO.POCHV.USL (Ca)= NaN  
 summa FAR(kkal/sm\*2 za vegetazionniy period = 53.328  
 prodolgjitelnost vegetazionnogo perioda = 55.000  
 srednj temperatura za vegetazionniy period = 8.807  
 summa osadkov za vegetazionniy period = 75.000  
 GTK za vegetazionniy period = 1.548

Potrebnost vo vlage za vegetaz. period(mm) = 1016.641  
 Summarnoe isparenje za vegetaz. period(mm) = 203.328  
 Defizit vlage za vegetazionniy period(mm) = 992.641  
 Defizit tepla za vegetazionniy period(grad) = 620.600  
 funkcij vlijnij temperaturi na Kxoz = -0.338  
 Kxoz1 (dlj PY) za vegetazionniy period = 0.330  
 Kxoz2 (dlj MVY) za vegetazionniy period = NaN  
 Kxoz3 (dlj DVY) za vegetazionniy period = NaN  
 Kxoz4 (dlj YRkox) za vegetazionniy period = NaN  
 Gustota stojnij PY = 1208.8870849609  
 Gustota stojnij MBY = 1028.2880859375  
 Gustota stojnij DBY = 865.2643432617  
 Gustota stojnij YPP = 721.4628906250  
 Gustota stojnij na datu prek.veget RN2(N) = 740.6296386719  
 Gustota stojnij na vesnu RN3(N) = 736.7144775391  
 kust-2(n) = 4.8355484009

---

### SOLNECHAJ RADIAZIJ I TEMPERATURA

---

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

i 1 i 5 i 0.78 i 12.49 i 2905.98i 2.016 i 13.80 i 8.80 i 44.00i  
 i 2 i 15 i 0.83 i 12.96 i 2572.07i 1.720 i 12.20 i 7.20 i 116.00i  
 i 3 i 25 i 0.89 i 13.57 i 2254.42i 1.440 i 10.40 i 5.40 i 170.00i  
 i 4 i 35 i 0.92 i 14.16 i 1894.43i 1.160 i 8.50 i 3.50 i 205.00i  
 i 5 i 46 i 0.93 i 14.73 i 1703.37i 1.002 i 5.40 i 0.40 i 209.40i  
 i 6 i 55 i 0.93 i 15.21 i 230.77i 0.131 i 4.10 i 0.00 i 209.40i

afl-ontogeneticheskej krivaj fotosinteza(otn.edinizi):

taudn-prodolgitelnost svetlogo vremeni sutok(chasi):

q - summarnaj radiazij za sutki(kal/((sm\*2)\*sutki)):

IntFAR-intensivnost FAR(kal/((sm\*2)\* minutu)):

ts-srednj za dekadu temperatura vozduxa:

ts1-srednj effektivnaj temperatura za dekadu:

ts2-summa effektivnix temperatur:

---

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

---

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

i 1i 5i 18.0i 0.0i 8.1i 12.2i 50.7i 145.0 i



i 2i 15i	13.0i	0.0i	6.4i	19.5i	3.5i	143.0	i
i 3i 25i	11.0i	0.0i	0.8i	14.6i	-38.0i	137.0	i
i 4i 35i	10.0i	0.0i	-2.8i	14.6i	-71.9i	127.0	i
i 5i 46i	13.0i	0.0i	-4.1i	10.7i	-102.2i	133.0	i
i 6i 55i	10.0i	0.0i	-0.0i	0.0i	-95.6i	156.0	i

eakt-summarnoe isparenje za dekadu(mm):

epot-isparjemost za dekadu(mm):

w0-raschitannie zapasi vlagi v sloe 0-100sm (mm):

eakt/epot-otnoschenie isparenij k isparjemosti(otn.ed.)

-----

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

=====

-----

ipericyti eakt    i epot    i otn1    i eakXR    i eXR    i otnXR    i

-----

i 1i 5i	8.1i	12.2i	0.67i	72.3i	174.7i	0.41	i
i 2i 15i	6.4i	19.5i	0.33i	60.2i	300.9i	0.20	i
i 3i 25i	0.8i	14.6i	0.05i	52.5i	262.7i	0.20	i
i 4i 35i	-2.8i	14.6i	-0.19i	43.9i	219.4i	0.20	i
i 5i 46i	-4.1i	10.7i	-0.38i	43.2i	216.1i	0.20	i
i 6i 55i	-0.0i	0.0i	NaNi	3.5i	17.5i	0.20	i

eakt-summarnoe isparenje za dekadu(mm):

epot-isparjemost za dekadu(mm):

w0-raschitannie zapasi vlagi v sloe 0-100sm (mm):

eakt/epot-otnoschenie isparenij k isparjemosti(otn.ed.)

-----

OPTIMALNIE TEMPERATURI I WLAGJNOST POCHVI

-----

idekicyti    ts    i TOP1    i TOP2    i ksifl    i Wm0    i Wop1    i Wop2    i gamf    i gamf1

-----

i 1i 5i	13.80	18.97	20.32	0.72	145.i	124.i	165.i	0.00	1.00	i
i 2i 15i	12.20	18.59	20.08	0.63	143.i	124.i	165.i	0.00	1.00	i
i 3i 25i	10.40	18.22	19.81	0.52	137.i	124.i	165.i	0.00	1.00	i
i 4i 35i	8.50	17.94	19.58	0.39	127.i	124.i	165.i	0.00	1.00	i
i 5i 46i	5.40	17.90	19.55	0.17	133.i	124.i	165.i	0.00	1.00	i
i 6i 55i	4.10	17.90	19.55	0.10	156.i	124.i	165.i	0.00	1.00	i

TOP1-nignjj graniza temperaturnogo optimuma

TOP2-verxnjj graniza temperaturnogo optimuma

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

Wop1-nignjj graniza optimuma vlgnosti pochvi

Wop2-verxnjj graniza optimuma vlagnosti pochvi  
gamf-funkzij vlijnij vlag.n.pochvi na fotosintez(ot.ed.)

-----  
POKAZATELI I FUNKZII VLIJNIJ  
-----

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

-----  
i 1 i 5 i 0.717 i 0.000i 0.666 i 0.651i 0.467i 0.513 i  
i 2 i 15 i 0.626 i 0.000i 0.327 i 0.403i 0.252i 0.309 i  
i 3 i 25 i 0.516 i 0.000i 0.052 i 0.300i 0.155i 0.207 i  
i 4 i 35 i 0.390 i 0.000i -0.192 i NaNi NaNi NaN i  
i 5 i 46 i 0.171 i 0.000i -0.384 i NaNi NaNi NaN i  
i 6 i 55 i 0.100 i 0.000i NaN i NaNi NaNi NaN i

otwlag=((eakt/epot)\*gamf\*gamf1)\*\*0.333

Ftw1-obobschen. funkz. vlijnij temperaturi i uvlagnenij

Ftw2- Ftw1 s uchetom smjgchenij nizkimi temperaturami  
i ugestochenij visokimi temperaturami

-----  
XARAKTERISTIKI POCHVENNOGO PLODORODIJ  
=====

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

-----  
i 1i 5i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.80 i 0.70 i  
i 2i 15i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.80 i 0.70 i  
i 3i 25i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.80 i 0.70 i  
i 4i 35i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.80 i 0.70 i  
i 5i 46i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.80 i 0.70 i  
i 6i 55i 0.89 i 0.83 i 0.83 i 0.89 i 0.89 ii 0.80 i 0.70 i

obespechennost udobrenijmi:

obnk-azotnimi

obpk-fosfornimi

obkk-kaliynimi

oborg-organichesкими

\*\*\*\*\*

RASCHETNIE XARAKTERISTIKI 1  
=====

idekicyti FTst i FWst i PYst i d13st i DBYst i YPPst i rgrl

-----  
i 1i 5i 0.995 i 1.000 i 25.2 i 25.1 i 21.0i 15.9 i 0.0503 i  
i 2i 15i 0.848 i 1.000 i 207.6 i 191.2 i 159.9i 120.9 i 0.4153 i

i 3i	25i	0.682	i	1.000	i	242.7	i	200.4	i	167.7i	126.8	i	0.4854	i
i 4i	35i	0.507	i	1.000	i	119.3	i	85.0	i	71.1i	53.7	i	0.2386	i
i 5i	46i	0.221	i	1.000	i	14.1	i	6.6	i	5.5i	4.2	i	0.0282	i
i 6i	55i	0.101	i	1.000	i	0.0	i	0.0	i	0.0i	0.0	i	0.0000	i

### RASCHETNIE XARAKTERISTIKI 2

---

idekicyti	FTred	i	FWred	i	REDst1	i	REDst2	i	REDst3i	REDst4	i	idrgr2
-----------	-------	---	-------	---	--------	---	--------	---	---------	--------	---	--------

---

i 1i	5i	0.000	i	0.000	i	0.0	i	0.0	i	0.0i	0.00	i	0.000	i
i 2i	15i	0.000	i	0.000	i	0.0	i	0.0	i	0.0i	0.00	i	0.001	i
i 3i	25i	0.000	i	0.000	i	0.0	i	0.0	i	0.0i	0.00	i	0.001	i
i 4i	35i	0.000	i	0.000	i	0.0	i	0.0	i	0.0i	0.00	i	0.001	i
i 5i	46i	0.000	i	0.000	i	0.0	i	0.0	i	0.0i	0.00	i	0.000	i
i 6i	55i	0.000	i	0.000	i	0.0	i	0.0	i	0.0i	0.00	i	0.000	i

### RASCHETNIE XARAKTERISTIKI 3

---

idekicyti	STYPP	i	STDBY	i	STMBY	i	Rdp1	i	Rdp2	i	RN2	i	RN3
-----------	-------	---	-------	---	-------	---	------	---	------	---	-----	---	-----

---

i 1i	5i	415.9	i	507.1	i	708.6	i
i 2i	15i	536.8	i	683.0	i	957.2	i
i 3i	25i	663.5	i	867.5	i	1217.7	i
i 4i	35i	717.3	i	945.7	i	1328.2	i
i 5i	46i	721.5	i	951.8	i	1336.8	i
i 6i	55i	721.5	i	951.8	i	1336.8	i

### RASCHETNIE XARAKTERISTIKI OSENI i PEREZIMOVKI

---

idekicyti	Rdp1	i	Rdp2	i	RN2	i	RN3	i
-----------	------	---	------	---	-----	---	-----	---

---

i 1i	5i	0.3	i	0.5	i	740.6	i	736.7	i
i 2i	15i	0.3	i	0.5	i	740.6	i	736.7	i
i 3i	25i	0.3	i	0.5	i	740.6	i	736.7	i
i 4i	35i	0.3	i	0.5	i	740.6	i	736.7	i
i 5i	46i	0.3	i	0.5	i	740.6	i	736.7	i
i 6i	55i	0.3	i	0.5	i	740.6	i	736.7	i

Rdp1 - koeffizient morozoopasnosti po Liczikaki

Rdp2 - izrecsennost ozimux vesnoi po Liczikaki

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

RN3 - chislo stebley na 1 m2 na datu nachala

vegetazii vesnoy

### RASCHETNIE XARAKTERISTIKI OSENI I PEREZIMOVKI

---



---

idekicytiPk1	iRN1	iTKrit1	iTminy
--------------	------	---------	--------

---

i 1i 5i	2.4	i 313.7	i -17.1 i -5.1i
i 2i 15i	2.4	i 313.7	i -17.1 i -5.1i
i 3i 25i	2.4	i 313.7	i -17.1 i -5.1i
i 4i 35i	2.4	i 313.7	i -17.1 i -5.1i
i 5i 46i	2.4	i 313.7	i -17.1 i -5.1i
i 6i 55i	2.4	i 313.7	i -17.1 i -5.1i

Raschetnue charakteristiki oseni i perezimovki

Pk1- chislo pobegov kuschenij

RN1- chislo rasteniy na 1 m<sup>2</sup>

Tkrit1 - kriticheskaya temperata vumersaniya

Tminy - minimalnaya temperatura pochvu na gllubine  
uzla kucsheniya

RN2 - chislo stebley na 1 m<sup>2</sup> na datu prekracheniya  
vegetazii

RN3 - chislo stebley na 1 m<sup>2</sup> na datu nachala vegetazuu  
vesnoy

---