

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

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра агрометеорології та
агрометеорологічних прогнозів

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **Агроекологічні умови вирощування кукурудзи
в Київській області**

Виконав студент 2 курсу групи МАЕ-60
спеціальності 101 «Екологія»,
(шифр і назва)

Освітня програма Агроекологія
(назва)

Бондар Олексій Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник д.геогр.н., професор
Польовий Анатолій Миколайович
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

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

Рецензент д.геогр.н., професор
Лобода Наталія Степанівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Одеса 2018 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра агрометеорологія та агрометеорологічних прогнозів
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 101 «Екологія»
(шифр і назва)
Освітня програма Агроекологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри агрометеорології
та агрометеорологічних прогнозів**

Польовий А.М.

“ 26 ” березня 2018 року

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

Бондару Олексію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Агроекологічні умови вирощування кукурудзи в Київській області

керівник роботи Польовий Анатолій Миколайович, д.геогр.н., професор,

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

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

2. Строк подання студентом роботи 01 червня 2018 року

3. Вихідні дані до роботи: Агрокліматичний довідник по Київській області; Програма моделі формування урожайності сільськогосподарських культур.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1)Ознайомитись з фізико-географічними та кліматичними особливостями Київської області.

2) Вивчити біологічні особливості кукурудзи.

3) Вивчити технологію вирощування кукурудзи.

4) Вивчити модель формування урожайності кукурудзи.

5) Підготувати масив даних до оцінки агроекологічних умов вирощування кукурудзи в Київській області.

6) Виконати розрахунки за допомогою моделі.

7) Оцінити агроекологічні умови вирощування кукурудзи в Київській області.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
В роботі присутні 17 рисунків і 7 таблиць.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 26 березня 2018 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання. Вивчення літературних джерел і підготовка першого і другого розділу магістерської роботи.	26.03.2018 р. – 10.04.2018 р.	90	5 (відмінно)
2	Вивчення моделі формування урожайності кукурудзи.	11.04.2018 р. – 20.04.2018 р.	90	5 (відмінно)
3	Проведення розрахунків за допомогою моделі. Оформлення текстової частини третього і четвертого розділів магістерської роботи.	21.04.2018 р. – 29.04.2018 р.	90	5 (відмінно)
4	Рубіжна атестація.	30.04.2018 р. – 06.05.2018 р.	90	5 (відмінно)
5	Побудова графічного і табличного матеріалу. Аналіз отриманих результатів. Оформлення текстової частини п'ятого і шостого розділів роботи.	07.05.2018 р. – 16.05.2018 р.	94	5 (відмінно)
6	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.	17.05.2018 р. – 24.05.2018 р.	96	5 (відмінно)
7	Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи і презентаційного матеріалу до публічного захисту.	25.05.2018 р. – 01.06.2018 р.	98	5 (відмінно)
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам).		93,0	

Студент _____ Бондар О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Польовий А.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бондар О.В. Агроекологічні умови вирощування кукурудзи в Київській області.

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

Метою даного дослідження є оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні ресурсів стосовно умов формування продуктивності кукурудзи на прикладі Київської області:

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

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

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

Предмет дослідження - оцінка впливу агрокліматичних умов на урожайність кукурудзи в Київській області.

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

Вперше: встановлені закономірності впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування кукурудзи та їх продуктивність в Київській області.

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

Робота складається із вступу, 6 розділів, висновків та переліку посилань. Повний обсяг роботи становить 85 сторінок, 17 рисунків, 7 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 23 найменувань.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: погодні умови, кукурудза, технологія, урожай, вирощування, базова модель, агрокліматичні умови.

SUMMARY

Bondar O.V. The agroecological terms of growing of corn in the Kyiv area.

Actuality of select theme is predefined the winters, that for the receipt of permanent and high harvests of any agricultural culture, in particular corn, the detailed study of agroecological terms of her growing is needed on the investigated territory with the purpose of the rational use of these terms the most optimal placing of sowing. The special value is acquired by the decision of this question in connection with the changes of climate on a planet.

The purpose of this research is an estimation of influence of changes of climate on agroecological resources in relation to the terms of forming of the productivity of corn on the example of the Kyiv area :

For achievement of the put purpose it is necessary it was to decide next tasks:

- to give the quantitative estimation of influence of agricultural meteorology terms on the rates of development of plants and forming of стеблостою;
- to estimate spatio-temporal changeability of the productivity of corn in the Kyiv area;
- to adapt and modify the model of estimation of agroclimatic resources in relation to the culture of corn;
- to estimate influence of agroecological terms on the dynamics of forming of increases of different levels of the агроекологічної productivity;

A research object is agroecological terms of forming of the productivity of corn in the conditions of change of climate.

The article of research is an estimation of influence of agroecological terms on the productivity of corn in the Kyiv area.

Research methods are methods of mathematical design of production process of plants, statistical and probabilistic methods.

First: the set conformities to law of influence of changes of climate on the agroecological terms of growing of corn and their productivity in the Kyiv area.

Got results it can be used for implementation of complex estimation of agroecological resources in relation to growing of corn and optimization of placing of sowing areas of corn.

Work consists of entry, 6 divisions, conclusions and lis fs.s. The complete volume of work presents 85 pages, 17 drawings, 7 tables List of the used literary sources contains 23 names.

KEYWORDS: weather terms, corn, technology, harvest, growing, base model, агроекологічні terms.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ФІЗИКО - ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	11
2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КУКУРУДЗИ	16
3 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ.....	21
3.1 Попередники.....	22
3.2 Застосування органічних і мінеральних добрив	22
3.3 Спосіб обробки.....	24
3.4 Підготовка насіння до посіву.....	25
3.5 Система хімічного та біологічного захисту гібридів кукурудзи	26
3.6 Строки сівби і глибина загортання насіння	26
3.7 Оптимальна густина рослин на 1 га перед збиранням врожаю	27
3.8 Збирання врожаю	28
4 БАЗОВА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР А. М. ПОЛЬОВОГО	29
4.1 Концепція моделювання.....	29
4.2 Блок вхідної інформації.....	31
4.3 Блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму з врахуванням експозиції поля	31
4.4 Блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продуційний процес рослин.....	39
4.5 Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням.....	42
4.6 Блок агроекологічних категорій урожайності	45
4.7 Блок узагальнених оціночних характеристик.....	47
5 АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	50

5.1 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приросту агроекологічних категорій урожайності у пункті спостереження Тетерів	52
5.1.1 Динаміка декадних приростів ПУ кукурудзи та сум ФАР у пункті спостереження Тетерів	52
5.1.2 Динаміка характеристик водного режиму посівів кукурудзи у пункті спостереження Тетерів	53
5.1.3 Динаміка характеристик термічного режиму та приростів ММУ кукурудзи у пункті спостереження Тетерів	55
5.1.4 Динаміка приростів ДМУ і УВ кукурудзи у пункті спостереження Тетерів	56
5.2 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приросту агроекологічних категорій урожайності у пункті спостереження Яготин.....	57
5.2.1 Динаміка декадних приростів ПУ кукурудзи та сум ФАР у пункті спостереження Яготин	57
5.2.2 Динаміка характеристик водного режиму посівів кукурудзи у пункті спостереження Яготин	59
5.2.3 Динаміка характеристик термічного режиму та приростів ММУ кукурудзи у пункті спостереження Яготин.....	60
5.2.4 Динаміка приростів ДМУ і УВ кукурудзи у пункті спостереження Яготин.....	62
5.3 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приросту агроекологічних категорій урожайності у пункті спостереження Біла Церква	63
5.3.1 Динаміка декадних приростів ПУ кукурудзи та сум ФАР у пункті спостереження Біла Церква	63
5.3.2 Динаміка характеристик водного режиму посівів кукурудзи у пункті спостереження Біла Церква	64

5.3.3 Динаміка характеристик термічного режиму та приростів ММУ кукурудзи у пункті спостереження Біла Церква	65
5.3.4 Динаміка приростів ДМУ і УВ кукурудзи у пункті спостереження Біла Церква	67
5.4 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приросту +.....	68
5.4.1 Динаміка декадних приростів ПУ кукурудзи та сум ФАР у пункті спостереження Миронівка	68
5.4.2 Динаміка характеристик водного режиму посівів кукурудзи у пункті спостереження Миронівка	69
5.4.3 Динаміка характеристик термічного режиму та приростів ММУ кукурудзи у пункті спостереження Миронівка	70
5.4.4 Динаміка приростів ДМУ і УВ кукурудзи у пункті спостереження Миронівка	71
6 ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ТЕРИТОРІЇ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ДЛЯ КУКУРУДЗИ.....	73
6.1 Ґрунтові та агрокліматичні ресурси формування кукурудзи.....	73
6.2 Агроекологічні категорії урожайності.....	79
6.3 Комплексна оцінка агрокліматичних ресурсів Київської області	81
ВИСНОВКИ.....	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	84

ВСТУП

Актуальність теми. Кукурудза - одна з давніх землеробських культур. Вона є однією з найбільш продуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного призначення. У країнах світу для продовольчих потреб використовується приблизно 20% зерна кукурудзи, для технічних 15 - 20 %, на корм худобі 60 - 65%.

У нашій країні кукурудза є найважливішою кормовою культурою. За її рахунок тваринництво забезпечується концентрованими кормами, силосом і зеленою масою.

Найбільш цінний корм - зерно кукурудзи, яке містить 9 - 12% білків, 65 - 70% вуглеводів, 4 - 8% олії, 1,5% мінеральних речовин. У 100 кг його міститься 134 корм. од., до 8 кг перетравного протеїну.

Кукурудзяне борошно широко використовують у кондитерській промисловості - для виготовлення бісквітів, печива, запіканок. Із зерна виробляють харчові пластівці, повітряну кукурудзу, крупу. Причому за вмістом білків (12,5%) кукурудзяна крупа переважає інші крупи (пшоно, ячмінну, гречану).

Із зерна виробляють харчовий крохмаль, сироп, цукор, мед. Вживають у їжу недостигле зерно, особливо цукрової кукурудзи, у вигляді варених качанів. Із зародків зерна добувають рослинну олію, яка є не тільки висококалорійним продуктом харчування, а й має лікувальні властивості: містить лецитин, який знижує вміст холестерину в крові і запобігає атеросклерозу [1].

Зерно кукурудзи використовують для виробництва різних прохолодних напоїв, піностійких сортів пива, етилового спирту, гліцерину, органічних кислот (молочної, лимонної, оцтової та ін.), із стебел та стрижнів качанів виробляють папір, целюлозу, ацетон, метиловий спирт та ін. Із стовпчиків

маточок незрілих качанів готують відвари, які вживають при гострих захворюваннях і хронічних запаленнях печінки, нирок та сечового міхура.

Підраховано, що з кукурудзи виготовляють понад 300 різних виробів, значна частина яких, у свою чергу, є сировиною для виготовлення іншої продукції. Селекціонери працюють над виведенням високоолійних форм кукурудзи. Вже є форми із вмістом олії в зерні понад 15%.

Як просапна культура кукурудза має агротехнічне значення: є добрим попередником під ярі культури, а при своєчасному збиранні - і під озимі [3].

Мета і завдання дослідження.

Метою дослідження було вивчення впливу агрометеорологічних умов на темпи розвитку формування продуктивності кукурудзи, оцінка агрокліматичних ресурсів України стосовно до обробітку цієї культури.

Для досягнення поставленої мети необхідне рішення наступних завдань:

- експериментально вивчити вплив агрометеорологічних умов на продуктивність кукурудзи в Київській області;
- дати кількісну оцінку впливу агрометеорологічних умов на темпи розвитку рослин і формування стеблостою;
- оцінити просторово-часову мінливість врожайності кукурудзи в Київській області;
- адаптувати і модифікувати стосовно до культури кукурудзи модель оцінки агрокліматичних ресурсів;
- оцінити вплив агрокліматичних умов на динаміку формування приростів різних рівнів агроекологічної врожайності;
- оцінити агроекологічні категорії врожайності у зв'язку з агрокліматичними ресурсами ґрунтово-кліматичних зон України;

Об'єкт дослідження. Посіви кукурудзи в Київській області

Предмет дослідження. Закономірності впливу агрометеорологічних умов на ріст, розвиток і формування продуктивності кукурудзи в Київській

області, оцінка агрокліматичних ресурсів Київської області стосовно до обробітку кукурудзи.

Методи дослідження. Робота виконувалася на підставі комплексного підходу з використанням кореляційного і регресійного аналізів, методів аналізу часових рядів, апарату математичного моделювання продукційного процесу рослин.

В якості вихідної інформації використовувалися дані спостережень на мережі гідрометеорологічних та агрометеорологічних станцій Української Гідрометслужби в Київській області.

Наукова новизна. Полягає в тому, що вперше для умов України:

- адаптована і модифікована модель оцінки агрокліматичних ресурсів вирощування кукурудзи в Київській області;
- встановлені закономірності впливу агрокліматичних умов на динаміку формування стеблостою і приростів різних рівнів агроекологічної врожайності;
- отримані кількісні оцінки агроекологічних категорій врожайності в розрізі основних ґрунтово-кліматичних зон Київської області;
- дана комплексна оцінка агрокліматичних ресурсів та запропоновано агрокліматичне районування території України стосовно до обробітку кукурудзи в Київській області.

Практичне значення отриманих результатів. Встановлені закономірності впливу агрометеорологічних умов на динаміку стеблостою є основою для оперативної оцінки умов формування продуктивності кукурудзи. Оцінка агрокліматичних ресурсів Київської області і виконане районування можуть бути використані при оптимізації структури посівних площ кукурудзи, спрямованої на отримання високих і сталих врожаїв цієї культури.

1 ФІЗИКО - ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Загальна площа Київської області дорівнює 30 тис. км². Область лежить в двох фізико - географічних зонах - Поліссі та Лісостепу. Північна та північно - східна частини області розташовані в Поліській низовині і мають рівнинний рельєф.

У ґрунтовому покриві поліської частини області переважають на північному заході піщані дерново - слабопідзолисті ґрунти, серед яких річкові долини та западини між піщаними горбами заболочені і вкриті торфовищами або торфово - болотними ґрунтами, на південному сході поліської частини (Поширені дерново - середньопідзолисті супіскові ґрунти; на півдні простяглись широкі плоскі зниження, вкриті дерново - лучними ґрунтами.

Південна та південно - західна частини області, розташовані на Волинсько - Подільському плато, мають помірно хвилястий, трохи розчленований рельєф. У ґрунтовому покриві тут переважають сірі опідзолені ґрунти та малогумусні чорноземи [2].

Ліси й чагарники в області займають близько 30% усієї площі. На Поліссі переважають хвойні породи, серед них сосна, у Лісостепу - листяні, головним чином дуб, подекуди у значній кількості поширений граб. Береза зустрічається в усіх районах, не утворюючи масивів, вільха і частково осика ростуть масивами в низинних місцевостях. В лісах багато чорниці, брусниці, ліщини, а також грибів. Річки Київської області, належать до басейну р. Дніпра. Вони невеликі і, крім р. Случ, непридатні навіть для сплаву.

Клімат області помірно континентальний. (Середня річна температура повітря 6 - 7 °С, Середня температура найхолоднішого місяця (січня) - 6 °С та найтеплішого (липня) 17 - 19°С. Абсолютний річний мінімум - 34, - 35 °С. Річний максимум температури 36 - 38 °С. Середні річні суми опадів становлять 470 - 610 мм, з яких на період з середньою добовою

температурою понад 10 °С припадає 310 - 370 мм [1,2].

В основу агрокліматичного районування області покладені термічні _ ресурси та вологозабезпеченість території у вегетаційний період. Для термічного режиму взято суми активних температур за період з середньою добовою температурою понад 10 °С, а за показник вологозабезпеченості так званий гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за цей же період [4].

За цими показниками область можна поділити на два агрокліматичних райони: північно - західний та південно - східний.

Північно - західний район менш теплий і більш зволожений район. Суми температур за період з середньою добовою температурою понад 10 °С тут менше 2460 °С, ГТК 1,5 - 1,6.

Тривалість періоду з середньою добовою температурою понад 10 °С, який відповідає періоду активної вегетації, становить 150 - 155 днів. Протягом цього періоду випадає опадів 350 - 370 мм, за рік - 530 - 610 мм.

Середні з абсолютних річних мінімумів температури - 25, - 26 °С. а абсолютний річний мінімум - 34 °С. Безморозний період триває 160 - 165 днів.

Середні дати перших осінніх приморозків припадають на першу декаду жовтня, найбільш ранні дати - на другу декаду вересня, а найпізніші - на третю декаду жовтня.

Весною приморозки закінчуються в середньому наприкінці квітня, в окремі роки вони можуть закінчитись пізніше (у третій декаді травня) або раніше (на початку квітня).

Суми температур за період з середньою добовою температурою вище 10°С тут складають 2400 - 2550 °С; ГТК - 1,2 - 1,4. Тривалість періоду 155 - 160 днів. Протягом цього періоду випадає 310 - 360 мм опадів, за рік - 470 - 600 мм [3].

Середні з абсолютних річних мінімумів температури - 25, - 28°С; абсолютний мінімум за рік - 34, - 35°С. Безморозний період триває 160 - 165 днів.

Перші осінні приморозки спостерігаються в середньому у першій декаді жовтня, найраніші - у другій декаді вересня, найпізніші - наприкінці жовтня й на початку листопада.

Весняні приморозки закінчуються в середньому в кінці квітня, найпізніші - на початку червня, найраніші - на початку квітня, а в окремих місцях наприкінці березня.

Перехід від одного сезону року до другого, як правило, відбувається поступово. При визначенні початку та кінця сезонів умовно прийнято дати переходу середньої добової температури повітря через певні межі.

Весна. Початком весняного сезону, вважають дату стійкого переходу середньої добової температури повітря через 0°C , що буває наприкінці другої декади березня. Кінець весни настає в третій декаді травня, з переходом середньої добової температури повітря через 15°C . Отже, весна триває 2 - 2,5 місяця. Характерною особливістю весняного періоду є інтенсивне зростання температури, внаслідок чого середня місячна температура о 13 годині вже у березні дорівнює 2 - 3 $^{\circ}\text{C}$, у квітні 10 - 11 $^{\circ}\text{C}$, у травні - 18 - 19 $^{\circ}\text{C}$, максимальна температура відповідно 18 - 21 $^{\circ}\text{C}$, 25 - 27 $^{\circ}\text{C}$ і 30 - 32 $^{\circ}\text{C}$. Проте весною часто бувають приморозки, які шкодять садам і сільськогосподарським культурам. Внаслідок зростання температури спостерігається інтенсивне випаровування з підстиляючої поверхні і збагачення повітря водяною парою. Але відносна вологість повітря, у зв'язку з інтенсивним зростанням температури, удень знижується у квітні (у середньому) до 57 - 60 %, а в травні - до 48 - 54 %. Середні багаторічні місячні суми опадів становлять у квітні 32 - 47 мм, у травні 47 - 65 мм, тобто вони приблизно вдвоє більші, ніж у будь-який зимовий місяць. У першій декаді квітня, а на півночі області на початку другої декади спостерігається перехід середньої добової температури повітря через 5 $^{\circ}\text{C}$, а в третій декаді - через 10 $^{\circ}\text{C}$ [18].

Із стійким переходом середніх добових температур повітря через 10 $^{\circ}\text{C}$ пов'язані початок інтенсивного росту більшості рослин і середні строки сівби

теплолюбних сільськогосподарських культур [1].

Літо. За початок літнього періоду прийнято дату переходу середньої добової температури через 15 °С. На території області літо починається в третій декаді травня і закінчується на початку вересня, коли середня добова температура переходить через 15°С до нижчих температур. Ріст температури на протязі літа менш інтенсивний, ніж весною; середня місячна температура червня о 13 - й годині 20 - 22 °С, липня 22 - 24 °С. У серпні помічається спад температури і середня місячна температура о 13 - й годині дорівнює 21 - 23°С. Максимальні температури в окремі роки досягають 36 - 38 °С. Порівняно з весняними місяцями, опадів влітку більше; у червні їх у середньому 61 - 83 мм, у липні - 70 - 103 мм. Часто бувають незначні опади. Днів з опадами у червні 14 - 15 мм, липні - 15 - 16 мм, серпні - 13 - 16 мм.

Характерними для області є літні зливи й грози. За рік буває в середньому 25 - 29 днів з грозами, які супроводяться зливами. Найбільша кількість їх припадає на червень і липень (в середньому 6 - 7 днів на місяць). Інколи грози супроводяться градом. Протягом року буває в середньому 2 дні з градом, причому найчастіше у травні і червні. Велика кількість опадів у червні та липні в окремі роки має негативне значення для сільського господарства. Внаслідок злив іноді вилягає хліб, псується скошена на сіно трава, в окремих місцях змивається поверхневий шар ґрунту. В окремі роки влітку настають посушливі періоди, коли зовсім не буває опадів [4].

Осінь. Між кінцем літа і початком осені спостерігається передосінній теплий період, коли середня добова температура повітря вища за 10 °С, але нижча за 15 °С. Цей період триває близько місяця. Початком осені вважається дата переходу середньої добової температури повітря через 10 °С до нижчих температур, що буває в середньому 29/IX - 3/X. Передосінній період і перша половина осені сухі й теплі. Особливо теплий вересень. Похмурна з дощами погода настає здебільшого в другій половині жовтня. Протягом усього осіннього сезону відмічається загальне зниження температури повітря і в кінці жовтня середня добова температура переходить

через 5 °С, що є ознакою припинення вегетації рослин. Закінченням осіннього сезону вважають дату переходу середньої добової температури повітря через 0 °С, що буває в третій декаді листопада.

Зима. Початок зими визначається переходом середньої добової температури повітря через 0 °С до нижчої, що буває в другій половині листопада, кінець її - переходом через цю межу до вищої температури (третьа декада березня) [3].

Зима на Київщині м'яка. Середня температура повітря в грудні від - 3 °С до - 4 °С, в січні - 6 °С. Також для області характерні суворі зими, коли мінімальна температура повітря знижується до - 35 °С. Середній із абсолютних мінімумів температури повітря - 25 °С, - 27 °С. Сталий сніговий покрив утворюється в середньому в другій декаді грудня, а тане він у другій декаді березня. Під час відлиг сніговий покрив серед зими частково розтає, осідає, іноді й зовсім сходить, а потім утворюється знову. Зимові опади тут нерідко бувають у вигляді дощу. В окремі зими (1947 - 1948, 1948 - 1949, 1957 - 1958) сніговий покрив сходив кілька разів. Розподіл снігового покриву по області нерівномірний, середня з максимальних висот його 13 - 17 см. Протягом зими переважає похмура погода з частими, але невеликими опадами [5].

2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КУКУРУДЗИ

Найбільш високий біокліматичний потенціал для виробництва кукурудзи мають Північний Степ і Лісостеп. Сума активних температур, тривалість вегетаційного періоду в районах Північного Степу дозволяють вирощувати середньоранні, середньостиглі та середньопізні гібриди, у південному і центральному Лісостепу - середньостиглі, у північних і західних районах - ранні та середньоранні.

У цих зонах виробництво кукурудзи має велику перспективу. На сортодільницях, де рівень інтенсифікації рільництва високий, урожайність її зерна майже удвічі більша, ніж у господарствах.

На сортодільницях північного Степу у 1985 - 1990 рр. урожайність кукурудзи на всій площі становила в середньому 54,3 ц/га, у Лісостепу - 59,8 ц/га, або відповідно на 17 - 22 ц/га вище ярого ячменю. Таким чином, в цих зонах доцільно сконцентрувати виробництво зерна кукурудзи, довести її питому вагу у зерновому кліні до 20 - 25 %, а то й більше [10].

У західному Лісостепу кукурудза також забезпечує високі урожаї. На Радехівській сортодільниці Львівської і Торчинській - Волинської областей у середньому за 1985 - 1990 рр. зібрано по 62 ц/га. Але перш ніж розширювати її посіви, слід здійснити комплекс заходів щодо різкого підвищення урожайності. Є всі можливості збільшити продуктивність кукурудзи у цій зоні вдвічі, збирати по 50 - 60 ц/га зерна, інакше вирощування її буде неефективним. І тільки при досягненні такого рівня урожайності можна поступово розширювати площі її посіву [6,8].

Кліматичні умови південних і центральних районів Степу в зв'язку з обмеженими запасами вологи у ґрунті, частими ґрунтовими і повітряними посухами не сприятливі для вирощування кукурудзи на неполивних землях. Тому продуктивність кукурудзи тут часто нижча (на 10 - 13 ц/га), ніж ярого

ячменю.

Насіння кукурудзи починає проростати при температурі близько 8°C. Однак при такій температурі проростання йде дуже повільно, проростки загнивають і посіви зріджуються. Ю.І. Чирковим встановлено, що при запасах продуктивної вологи більше 15 мм у шарі ґрунту 0 - 10 см і температурах 11 - 12 °С сходи кукурудзи з'являються через 20 - 25 днів, а при 18 - 22 °С - через 6 - 8 днів. При закладенні насіння на глибину 4 см сходи кукурудзи з'являються при нагромадженні суми ефективних температур 83 °С (вище 8 °С). Ця сума ефективних температур збільшується на 7 °С на кожен сантиметр поглиблення при посіві насіння на глибину від 4 до 12 см. При запасах продуктивної вологи менше 8 мм у шарі ґрунту 0 - 10 см тривалість періоду від посіву до сходів майже подвоюється, відповідно зростає і необхідна сума ефективних температур [13].

Весняні заморозки до - 2 °С...- 3 °С ушкоджують сходи. На тривалість періоду від посіву до сходів сортові розходження помітного впливу не чинять.

Рівень температури визначає терміни появи чергових листків кукурудзи, а розходження в тривалості періоду утворення листків між ранньостиглими і пізньостиглими сортами досягає 20 - 30 днів. За даними Ю.І. Чиркова, нижня межа температури в період утворення листків близька до 10 °С. З підвищенням середньої добової температури повітря від 10 до 20 °С швидкість утворення листків й інтенсивність нагромадження рослинної маси збільшується. З підвищенням температури вище 20 °С темпи розвитку рослин починають зменшуватися, а при середній добовій температурі вище 26 - 28 °С розвиток кукурудзи не прискорюється. У цих випадках зростає значення баластних, які не прискорюють розвиток рослин, температур. При температурах 33 - 36 °С приріст зеленої маси кукурудзи припиняється [15].

Черговий листок кукурудзи з'являється при нагромадженні суми ефективних температур 30 °С (вище 10 °С). У південних районах для появи

нового листка потрібна більша сума ефективних температур, тому що в жаркі дні кукурудза використовує тепло менш ефективно через баластні температури. Ранньостиглі сорти кукурудзи утворюють 11 - 12 листків і тому потребують менше тепла, ніж пізньостиглі, які утворюють 19 - 21 листків.

Вологість ґрунту істотно впливає на нагромадження рослинної маси, але на швидкість розвитку рослин вона має слабкий вплив. Помітне гальмування швидкості розвитку відзначається тільки при зменшенні запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту нижче 40 мм. Подальше зменшення запасів вологи у ґрунті затримує викидання волоті кукурудзи на 4 - 6 днів [5].

Оптимальні умови для формування урожаю зеленої маси кукурудзи створюються при середній декадній температурі повітря 20 - 24 °С і запасах продуктивної вологи 35 - 45 мм в орному шарі підзолистих ґрунтів і 6070 мм у півметровому шарі чорноземних ґрунтів [9].

Завдяки низькому транспіраційному коефіцієнту (280 - 350) кукурудза ощадливо використовує ґрунтову вологу на формування урожаю. Однак сумарна витрата її за окремі міжфазні періоди та вегетаційний період в цілому значна в зв'язку з великою масою урожаю.

При оптимальному зволоженні середньодобові величини сумарного випаровування за окремі міжфазні періоди становлять:

1. сходи - 8 - й листок - 1,0.. 3,3 мм;
2. 7 - 8 - й листок - 15 - 16 - й листок - 2,5.4,9 мм;
3. 15 - 16 - й листок - цвітіння волоті - 4,9.7,3 мм;
4. цвітіння волоті - формування зерна - 4,3.7,4 мм;
5. формування зерна - молочно - воскова стиглість - 3,1.6,1 мм;
6. молочно - воскова стиглість - повна стиглість - 1,2.3,6 мм [5].

Встановлено, що сумарне водоспоживання кукурудзи за вегетацію в умовах досягає 300 - 400 мм, а при зрошенні - 450 - 500 мм.

Критичний до вологи період у кукурудзи починається за 10 днів до

викидання волоті і триває близько 30 днів. Недостача вологи в цей період різко знижує урожай.

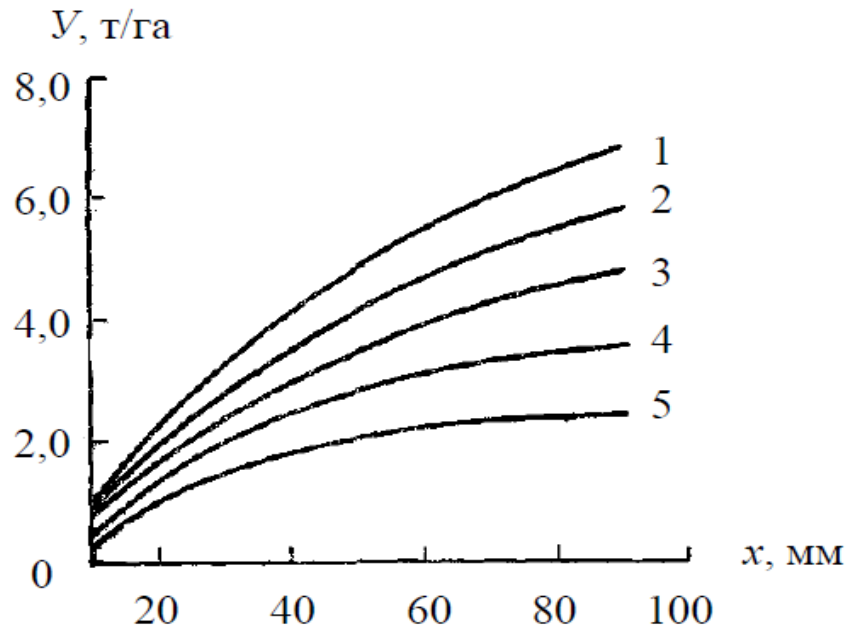


Рисунок 1.1 - Залежність урожаю зерна кукурудзи U від запасів продуктивної вологи x на фазу викидання волоті при різних площі листкової поверхні (Ю.І. Чирков, 1969).

Площа листкової поверхні: 1) 30 тис. м²/га; 2) 25 тис. м²/га; 3) 20 тис. м²/га; 4) 15 тис. м²/га; 5) 10 тис. м²/га.

Після викидання волоті вплив сортових особливостей на швидкість розвитку кукурудзи проявляється менше, ніж у період утворення листків. При підвищенні температури повітря вдень до 30 - 35 °С, низькій відносній вологості і запасах продуктивної вологи менше 20 - 30 мм у шарі ґрунту 050 см в період після викидання волоті значно знижується кількість зерен у качані.

Найбільш сприятливі умови для наливу зерна складаються при середній добовій температурі повітря від 20 до 24 °С і запасах продуктивної вологи 60 - 70 мм і більше у півметровому шарі ґрунту. Осінні заморозки -

2... - 3 °C ушкоджують листки, а качани в період молочно - воскової стиглості можуть переносити заморозки до - 4... - 5 °C [16].

Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи в залежності від сорту й агрометеорологічних умов коливається від 90 до 160 днів. Кукурудза є світлолюбною рослиною і вимагає інтенсивного сонячного освітлення. Дуже висока щільність посівів призводить до зниження урожаю зерна. Найбільші урожаї зерна кукурудзи спостерігаються при листовій поверхні 30 - 35 тис. м²/га.

Кукурудза відноситься до порівняно засухостійких культур, на утворення одиниці сухої речовини вона споживає менше води, ніж ярі зернові культури. Однак на одиницю площі кукурудза вимагає вологи більше, ніж інші зернові культури, у зв'язку з її більш високими урожаями.

Кукурудза дуже чутлива на зрошення. Якщо вологість ґрунту під час росту і розвитку кукурудзи підтримується на рівні 70 - 80 % найменшої вологомісткості, то урожаї зерна в степовій зоні збільшуються в 3 - 3,5 рази в порівнянні з посівами, що знаходяться в умовах природного зволоження [18].

3 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

Кукурудза - одна з основних культур сучасного світового землеробства. Це культура різнобічного використання і високої врожайності. На продовольство в країнах світу використовується близько 20% зерна кукурудзи, на технічні цілі - 15 - 20% і приблизно дві третини - на корм. Кукурудзу вирощують у всьому світі - від тропічних широт до Скандинавських країн. У світовому землеробстві площа її вирощування на зерно займає 129,3 млн. га. Ця культура тропічного походження починає рости при досить високих температурах (10°), період її вегетації розтягнутий до 160 днів, вона погано переносить заморозки (до - 2°), потребує великих запасів тепла. Для визрівання зерна ранньостиглих сортів потрібно 1 - 2200° біологічно активних температур, а для більш продуктивних середньо - і пізньостиглих сортів - 2500 - 2900°. При цьому кукурудза посухостійка, особливо в перші фази вегетації, але недолік вологи перед викиданням волоті помітно знижує врожайність [19].

Висока потенційна продуктивність кукурудзи, здатність її активно витягати живильні речовини з ґрунту і різко збільшувати врожайність при внесенні добрив, особливо на водопроникних і зрошених ґрунтах, привернули до неї увагу багатьох генетиків і селекціонерів. У результаті були створені її високоврожайні гібридні і ранньостиглі види і сорти.

Агро кліматичні умови степової зони дозволяють забезпечити біологічну потребу рослин кукурудзи в теплових ресурсах в період «посів - повна стиглість зерна» для гібридів від ранньостиглої (ФАО 100 - 199) до середньо пізньої (ФАО 400 - 499) груп стиглості, Лісостепової зони - для гібридів кукурудзи від ранньостиглої (ФАО 100 - 199) до середньо стиглої (ФАО 300 - 399) груп, а Полісся - лише для гібридів культури скоростиглих біотипів (ФАО 100 - 299).

Одним з визначальних критеріїв отримання високих врожаїв кукурудзи при дотриманні, а також чіткому і своєчасному виконанні регламенту технологічних схем, є відбір гібридів кукурудзи різних груп стиглості з високим потенціалом врожайності і підвищеною адаптивністю до несприятливих абіотичних факторів певної зони вирощування [23].

3.1 Попередники

Вибір попередників відіграє вирішальне значення в плані забезпечення біологічної потреби гібрида у воді, поживних речовинах, а також регулювання чисельності шкідливих організмів.

Кращими попередниками є озимі культури, зернобобові, картопля, гречка.

Кукурудза одна із зернових культур, яка може вирощуватися монокультурою. У зонах недостатнього зволоження не рекомендується сіяти кукурудзу після культур, які висушують ґрунт на значну глибину (соняшник і цукровий буряк) [20].

3.2 Застосування органічних і мінеральних добрив

Кукурудза дуже вимоглива до наявності в ґрунті необхідної кількості легкозасвоюваних поживних речовин. На формування 1 тонни зерна з відповідною кількістю стебел, листя використовує азоту 24 - 30 кг, фосфору 10 - 12 кг, калію 25 - 30 кг.

Враховуючи високу вартість мінеральних добрив, раціональні системи застосування туків повинні формуватися на основі використання помірних доз. У реакції ґрунтового розчину з кислотністю гібриди кукурудзи наводяться в досить широких межах: від 5,0 рН до 8,0 рН. Оптимальна

реакція ґрунтового розчину для гібридів кукурудзи становить - 6,5 рН.

Дози і співвідношення мінеральних добрив розраховують на основі фактичної родючості за даними агрохімічного аналізу ґрунту і запланованого рівня врожаю. При відсутності органічних добрив кількість мінеральних добрив збільшується в півтора - два рази, погано переносить підкислені ґрунти, тому внесення вапна (3 - 5 ц/га) або дефекату (5 - 10 т/га) під попередню культуру або безпосередньо під культуру позитивно впливає на ріст і розвиток, урожай і якість зерна і зеленої маси [13].

Розрахунок визначення дози мінеральних добрив з урахуванням наявності поживних речовин у ґрунті і потреба гібрида для реалізації врожайного потенціалу (за методикою Інституту рослинництва ім. В.Я.Юр'єва):

Для встановлення норм мінеральних добрив необхідно провести розрахунок прибавки врожаю з урахуванням наявності добрив та особливостей агрохімічної характеристики гібрида за формулою 2.1 ;

$$П = \frac{\Phi * K}{B * 100} ; \text{ц/га} \quad (2.1)$$

де Φ - сума д.р. NPK (кг/га) мінеральних добрив;

K - середній коефіцієнт використання NPK добрив, у %;

- сума витрат NPK на формування 1 ц зерна з урахуванням побічної продукції, кг.

Для забезпечення прибавки врожаю необхідно розрахувати норми добрив за видами - азотних, фосфорних, калійних за формулою 2.2 :

$$Д = \frac{B * 100}{K} - П; \text{кг / га} \quad (2.2)$$

де $Д$ - доза азоту, фосфору або калію, кг / га;

- витрати (винесення) азоту, фосфору або калію на формування 1 ц зерна з урахуванням побічної продукції, кг;

К - коефіцієнт використання азоту, фосфору або калію мінеральних добрив гібридом, %;

П - ресурсна прибавка зерна, виходячи з наявності мінеральних добрив, відведених під цю культуру, ц / га;

100 - перерахунковий коефіцієнт .

В основну обробку ґрунту внесення органічних і мінеральних добрив диференціюють залежно від попередника, фактичної родючості ґрунту і агрохімічних картограм [20].

3.3 Спосіб обробки

Поверхнева обробка ґрунту після попередника проводиться безпосередньо після збирання. Глибина обробки до 7 - 10 см (дисковий лушпильник або дискова борона ЛДГ 15, БДТ 7).

Зяблева оранка проводиться безпосередньо після внесення добрив на глибину 25 - 30 см плугом з передплужниками (ПЛН - 5 - 35), оборотні плуги ПО - 4 - 40 ППО - 5 - 40, ПНО - 8 - 40. Глибина залежить від структури ґрунту і кліматичних умов району.

Осітнє чизелювання (глибоке розпушування) особливо ефективно на важко - суглинних чорноземах і на ґрунтах, які мають неглибоке залягання ілювіального горизонту (сірі лісові, сірі опідзолені) на глибину 40 - 45 см плугом - чизель.

Весняна передпосівна обробка ґрунту повинна бути спрямована на максимальне збереження вологи, створення пухкого посівного шару на зораних площах. Ранньовесняне боронування проводиться при фізичній стиглості ґрунту рівномірно на глибину до 5 см. Не ущільнювати ґрунт важкою технікою, забезпечити повний розрив капілярів в 5 см шарі ґрунту. Вирівнювання проводиться під кутом 45 - 50° до напрямку основної обробки з використанням випрямлячів ВПН - 5, 6, ВП - 8, шлейф борін [7].

На якісно оброблених і вирівняних з осені полях, весною можна виключити одну ранньовесняну культивуацію, обмежившись передпосівною. При підвищеній засміченості ґрунту багаторічними бур'янами в передпосівний період провести дві культивуації зябу: - на глибину 8 - 10 см, передпосівну - на глибину загортання насіння кукурудзи (6 - 8 см).

На незораних з осені площах доцільно навесні застосувати обробку важкими дисковими знаряддями на глибину 12 - 14 см з наступною культивуацією (КПС - 4,2, УСМК - 5,4) в агрегаті з зубовими боронами для створення дрібно грудочкуватої структури з метою збереження вологи.

При пересіві загиблих або розріджених озимих в системі весняної обробки слід застосовувати дискові знаряддя типу БДГ - 7, які найбільш ефективно знищують рештки озимих культур і провести одну - дві різноглибинні культивуації [22].

3.4 Підготовка насіння до посіву

Насіння гібридів кукурудзи повинно мати високу сортову чистоту, типовість, енергію проростання (90%) і схожість (не менше 92%), бути відкаліброваним, протравленими і обробленим стимуляторами росту.

На державних кукурудзо - калібрувальних заводах насіння ділиться на 4 фракції:

- I фракція - ВП (великі плоскі) ширина більше 8,0 мм, товщина менше 5,5 мм;
- II фракція - ДП (дрібні плоскі) ширина 6,5 - 8,0 мм, товщина менше 5,0 мм;
- III фракція - ВК (великі круглі) ширина більше 8,0 мм, товщина більше 5,5 мм;
- IV фракція - ДК (дрібні круглі) ширина 6,5 - 8,0 мм, товщина 5,0 мм.

Відповідну градацію мають висівні диски сівалок [10].

3.5 Система хімічного та біологічного захисту гібридів кукурудзи

Для захисту посівного матеріалу і проростків від хвороб і шкідників необхідно правильно підібрати фунгіцид.

Зменшити норму витрат протруйників на 20 - 30% можна за рахунок мікроелементів при інкрустації.

Ефективність протруйників підвищується при застосуванні їх з методом інкрустації полівініловим спиртом (ПВС), натрієвої сіллю карбоксилметилцеллюлози (Na КМЦ) у поєднанні з стимуляторами росту: Реаком, Марс - 1 та іншими.

Базовий гербіцид застосовується з урахуванням типу засміченості, агротехнічних і фінансових можливостей господарства.

Необхідно підкреслити, що обробка насінневих посівів страховими гербіцидами повинна враховувати реакцію батьківських форм.

Негативно впливають на ріст і розвиток рослин насінневої кукурудзи гербіциди Тітус 25 в.г., Базис.

Рекомендуємо у фазі 7 - 10 листків провести обробку посівів розчином Кристалон (3,0 кг на 1 га) [11].

3.6 Строки сівби і глибина загортання насіння

До сівби приступають, коли ґрунт на глибині 6 - 8 см прогріється до 10 - 12°C. Сівалку потрібно добре налаштувати для забезпечення певної густоти стояння рослин.

Правильне розташування рослин у рядку забезпечує оптимальну густоту кожного гібрида з формуванням повноцінного качана на кожній рослині.

Глибина загортання насіння 5 - 6 см, а якщо верхній шар ґрунту дуже

швидко пересихає - сіють на глибину 6 - 8 см, але обов'язково у вологий шар ґрунту.

Посів проводиться сівалками пунктирного посіву СУПН - 12А (ХТЗ - 161), СПЧ - 6, СУПН - 8 (МТЗ - 80, 82), зі швидкістю руху агрегату 4 - 5 км/год.

Після посіву ґрунт слід прикатати кільчасто - шпоровими катками або гладкими в агрегаті з боронами [21].

3.7 Оптимальна густина рослин на 1 га перед збиранням врожаю

Щільність визначається біологічними особливостями гібридів та ґрунтово - кліматичними зонами їх вирощування.

Для отримання рекомендованої густоти рослин перед збиранням врожаю, при посіві норму висіву насіння збільшують: у степовій зоні на 10 - 15%, лісостеповій зоні - на 15 - 20%, а в поліській - на 20 - 25%.

Кількість рослин на 1 га в залежності від відстані між рослинами в рядку при міжряддя 70 см.

Догляд за посівами створює сприятливі умови для отримання дружних сходів кукурудзи, дозволяє утримувати посіви в чистому від бур'янів стані, а також зберегти вологу в посівному і орному шарі ґрунту.

Через 4 - 5 днів після посіву проводять перед сходове боронування зубовидним боронами. Швидкість руху агрегату 5 - 6 км/год. У фазі 3 - 5 справжніх листочків посівів обробляють гербіцидами.

При високій потенційній засміченості ґрунту насінням різних термінів проростання, стійкість окремих видів бур'янів до хімічних препаратів вимагає поєднання механічних і хімічних заходів догляду за посівами [13].

3.8 Збирання врожаю

Перед збиранням врожаю зерна обкошують краї, розбивають поля на загінки. Ширина прокосів між загінками не менше 8,4 м, ширина поворотної смуги 20 - 30 м. Збирання кукурудзи проводять при мінімальній висоті зрізу стебла (8 - 10 см). Роботу збиральних агрегатів організують тільки груповим способом.

Збирання кукурудзи на зерно доцільно починати наприкінці воскової стиглості і закінчувати не більше ніж за 10 - 15 днів. Запізнення з початком збирання і його затягування призводить до великих втрат урожаю. При збиранні врожаю протягом 10 днів втрати зерна врожаю можуть скласти близько 2,4%, протягом 15 днів - 8,0%, 20 днів - 18,8% [20].

4 БАЗОВА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР А. М. ПОЛЬОВОГО

Однією з основних умов високої культури землеробства є найбільш повне використання кліматичних ресурсів. У цьому аспекті вивчення кліматичної забезпеченості формування урожаю сільськогосподарських культур з врахуванням особливостей мікроклімату конкретних територій має важливе наукове і практичне значення. При врахуванні впливу клімату на ефективність сільськогосподарського виробництва головним є визначення агрокліматичних ресурсів території.

4.1 Концепція моделювання

Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур заснована результатах моделювання формування урожаю рослин А.М. Польового і методах оцінки мікрокліматичної мінливості елементів клімату у горбистому рельєфі Е.Н. Романової.

Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів має блокову структуру і містить шість блоків (рис. 4.1):

- блок вхідної інформації;
- блок показників сонячної радіації і волого - температурного режиму з врахуванням експозиції схилів;
- блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продуційний процес рослин;
- блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням [17];

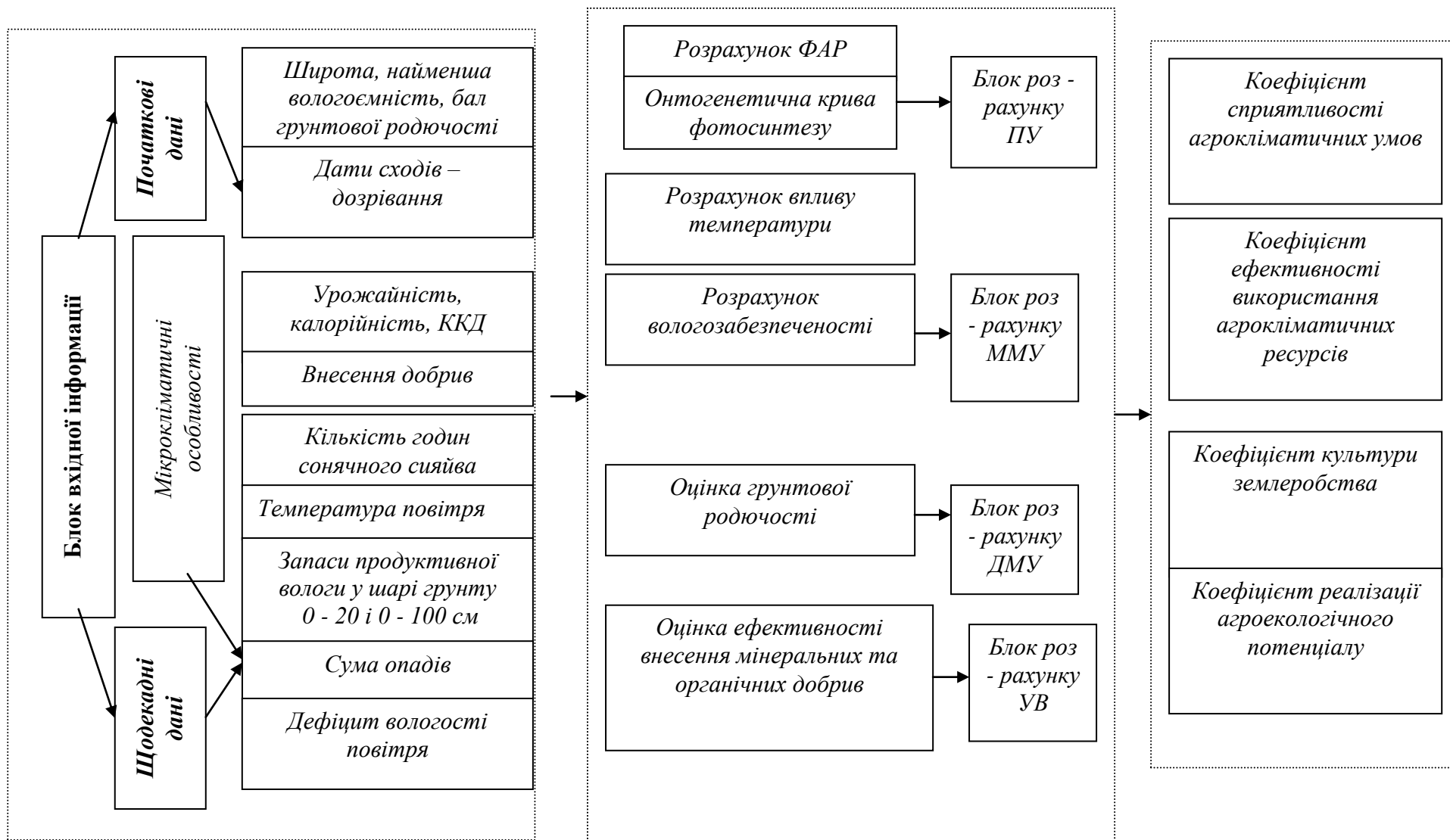


Рисунок 4.1 - Блок-схема агрокліматичної моделі формування урожаю сільськогосподарських культур

4.2 Блок вхідної інформації

Цей блок складається із даних стандартних метеорологічних і агрометеорологічних спостережень і містить у собі всі необхідні для виконання розрахунків характеристики. Вони поділяються на три групи:

Перша група – запаси продуктивної вологи у ґрунті, середньодекадна температура повітря, середня за декаду кількість годин сонячного сяйва, сума опадів за декаду, середній за декаду дефіцит насичення повітря, кількість днів у розрахунковій декаді.

Друга група – інформація про внесення доз азотних, фосфорних і калійних добрив, дані про оптимальні дози цих добрив, дані про внесення органічних добрив та їхній оптимальній дозі, рік внесення органічних добрив, бал ґрунтового бонітету.

Третя група – інформація про експозицію та крутість схилу, на якому розташоване поле, характеристика типу схилу і місця розташування поля на схилі [14].

4.3 Блок показників сонячної радіації і волого - температурного режиму з врахуванням експозиції поля

Для розрахунку інтенсивності сумарної сонячної радіації використовується формула С.І. Сівкова

$$Q_o^j = 12,66 \cdot (SS^j)^{1,31} + 315 \cdot (A^j + B^j)^{2,1}, \quad (4.1)$$

де Q_o – сумарна сонячна радіація, що приходить на горизонтальну поверхню, кал/см²·доба;

SS – середня за декаду кількість годин сонячного сяйва;

j – номер розрахункової декади;

A і B – проміжні характеристики, що визначаються в залежності від широти місцевості та схилення Сонця.

Інтенсивність сумарної сонячної радіації з урахуванням експозиції і крутості схилу визначається за виразом:

$$Q_{eks}^j = k_{eks}^{Q(j)} \cdot Q_0^j, \quad (4.2)$$

де Q_{eks} – сумарна сонячна радіація в залежності від експозиції і крутості схилу, кал/см²·доба;

k_{eks}^Q – коефіцієнт для перерахунку середньої за декаду сумарної сонячної радіації з горизонтальної поверхні для схилів різної крутості, відн. од.

Величина k_{eks}^Q визначається в залежності від широти місцевості, календарного місяця, експозиції і крутості схилу (табл. 4.1).

Для розрахунку температури повітря на схилі використовується вираз

$$T_{S_{eks}}^j = k_{eks}^{T(j)} \cdot T_s^j, \quad (4.3)$$

де $T_{S_{eks}}$ – середньодекадна температура повітря на схилі, °С;

k_{eks}^T – коефіцієнт для перерахунку температури повітря на схилі, відн. од.;

T_s – середньодекадна температура повітря на горизонтальній поверхні, °С.

Таблиця 4.1 – Поправки для розрахунку середньої за декаду сумарної сонячної радіації

Широта, град.		Місяць					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
Північний схил 200	44	0,86	0,91	0,92	0,91	0,87	0,75
	46	0,85	0,90	0,92	0,91	0,86	0,75
	48	0,85	0,90	0,92	0,91	0,86	0,75
	50	0,84	0,90	0,91	0,90	0,85	0,75
	52	0,83	0,89	0,91	0,90	0,85	0,75
Північний схил 100	44	0,93	0,95	0,96	0,96	0,94	0,89
	46	0,93	0,95	0,96	0,96	0,94	0,89
	48	0,93	0,95	0,96	0,96	0,94	0,89
	50	0,92	0,94	0,96	0,96	0,94	0,88
	52	0,92	0,94	0,96	0,96	0,94	0,88
Південний схил 200	44	1,07	1,02	0,99	1,01	1,05	1,15
	46	1,07	1,02	0,99	1,01	1,06	1,15
	48	1,08	1,03	1,0	1,01	1,06	1,16
	50	1,08	1,03	1,0	1,01	1,06	1,16
	52	1,09	1,04	1,0	1,02	1,07	1,16
Південний схил 100	44	1,05	1,01	1,0	1,01	1,04	1,08
	46	1,05	1,02	1,0	1,01	1,04	1,08
	48	1,05	1,02	1,0	1,01	1,04	1,08
	48	1,05	1,02	1,0	1,01	1,04	1,08
	50	1,05	1,02	1,0	1,01	1,04	1,08
52	1,06	1,02	1,0	1,02	1,04	1,08	

Величина k_{eks}^T визначається в залежності від широти місцевості і крутості схилу:

а) північний схил

$$k_{eks}^{T(j)} = 1 - 0,003 \cdot (1 + 0,02\varphi) \cdot \beta_{kp}, \quad (4.4)$$

б) південний схил

$$k_{eks}^{T(j)} = 1 + 0,001 \cdot (1 + 0,007\varphi) \cdot \beta_{kp}, \quad (4.5)$$

в) східний і західний схили

$$k_{eks}^{T(j)} = 1 - 0,001 \cdot (1 - 0,005\varphi) \cdot \beta_{kp}, \quad (4.6)$$

г) північно - східний і північно - західний схили

$$k_{eks}^{T(j)} = 1 - 0,0025 \cdot (1 + 0,02\varphi) \cdot \beta_{kp}, \quad (4.7)$$

д) південно - східний і південно - західний схили

$$k_{eks}^{T(j)} = 1 - 0,00085 \cdot (1 + 0,07\varphi) \cdot \beta_{kp}, \quad (4.8)$$

де φ – широта пункту, град;

β_{kp} – крутість схилу, град.

Режим зволоження ґрунту з урахуванням експозиції схилу визначається двома способами:

– перший спосіб – при наявності даних про вологість ґрунту

$$W_{eks}^j = k_{eks}^{W(j)} W_o^j, \quad (4.9)$$

де W_o – запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на горизонтальній поверхні, мм;

W_{eks} - запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на схилі, мм;

k_{eks}^W – коефіцієнт для перерахунку запасів вологи на схилі, відн. од.

Величина k_{eks}^W визначається в залежності від зволоження місцевості, пори року, експозиції схилу і форми рельєфу (табл. 4.2);

Таблиця 4.2 – Поправки для розрахунку запасів продуктивної вологи

Форма рельєфу	Пора року			Середня Величин а
	весна	літо	осінь	
а) Схили прямого та ввігнутого профілю				
Вершина	0,54	0,46	0,42	0,47
Північний схил:				
верхня частина	1,0	0,86	0,98	0,95
середня –"–	1,0	1,0	1,0	1,03
нижня –"–	1,5	1,49	1,08	1,36
підніжжя	2,0	1,50	1,60	1,70
Південний схил:				
верхня частина	0,45	0,41	0,37	0,41
середня –"–	0,62	0,50	0,48	0,53
нижня –"–	0,93	0,93	0,96	0,95
Підніжжя	1,22	1,20	1,14	1,19
Рівна місцевість	1,0	1,0	1,0	1,0
б) Схили випуклого профілю				
Водороздільне плато	1,0	1,0	1,0	1,0
Північний схил:				
верхня частина	0,95	0,97	0,98	0,97
середня –"–	1,03	1,0	1,0	1,01
нижня –"–	1,03	0,92	0,82	0,92
Підніжжя	2,18	1,88	1,99	2,02
Південний схил:				
верхня частина	0,85	0,82	0,76	0,81
середня –"–	0,73	0,77	0,71	0,74
нижня –"–	0,78	0,72	0,66	0,72
Підніжжя	1,22	1,18	1,14	1,18

– другий спосіб – при відсутності даних про вологість ґрунту визначається сума опадів з урахуванням факторів зволоження території, експозиції схилу та форми рельєфу

$$O_{S_{eks}}^j = k_{eks}^o \cdot O_s^j, \quad (4.10)$$

де $O_{S_{eks}}$ – сума опадів за декаду з урахуванням схилу, мм;

$k_{eks}^{O_s}$ – коефіцієнт для перерахунку опадів на схилі, відн. од;

O_s – сума опадів за декаду на горизонтальну поверхню.

Величина $k_{eks}^{O_s}$ визначається в залежності від зволоження території, експозиції схилу і форми рельєфу (табл. 4.3).

Для розрахунку випаровуваності E_0 використовується метод А.М. Алпатьєва:

$$E_0^j = 0,65 \cdot DWW^j \cdot dv^j \cdot 0,75, \quad (4.11)$$

де DWW – середній за декаду дефіцит насичення повітря;

dv – кількість днів у розрахунковій декаді.

Розрахунок випаровуваності з врахуванням експозиції схилу виконується за співвідношенням

$$E_{0eks}^j = k_{eks}^{E(j)} \cdot E_0^j, \quad (4.12)$$

де E_{0eks} – випаровуваність на схилі;

k_{eks}^E – коефіцієнт для перерахування випаровуваності на схилі.

Сумарне випаровування визначається за формулою С.І. Харченко

Таблиця 4.3 – Поправки для розрахунку суми опадів в залежності від зволоження території, експозиції схилу та форми рельєфу

Зона Зволоженя	Північний схил				Південний схил			
	верхня час - тина	серед - ня час - тина	ниж - ня час - тина	підні жжя	верхня час - тина	середня частина	ниж - ня час - тина	підні жжя
Грунт типу «а»								
Надмірно зволожена	0,82	0,87	0,92	1,50	0,88	0,90	0,92	1,38
Достатньо зволожена	0,83	0,85	0,88	1,56	0,88	0,94	0,96	1,32
Слабко посушлива	0,84	0,88	0,90	1,48	0,90	0,94	0,96	1,26
Посушлива	0,88	0,92	0,95	1,25	0,93	0,96	0,98	1,19
Дуже посушлива	0,93	0,95	0,98	1,15	1,0	1,0	1,0	1,0
Суха	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Грунт типу «б»								
Надмірно зволожена	0,86	0,89	0,90	1,37	0,92	0,96	0,98	1,28
Достатньо зволожена	0,88	0,90	0,92	1,33	0,94	0,97	0,99	1,14
Слабко посушлива	0,89	0,92	0,95	1,20	0,96	0,98	1,0	1,06
Посушлива	0,95	0,97	0,89	1,15	0,98	1,0	1,0	1,02
Дуже посушлива	0,98	0,98	1,0	1,05	1,0	1,0	1,0	1,0
Суха	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Примітка:

Ґрунти типу «а»: підзолисті супіски, потужний чорнозем, типові і південні чорноземи, світло - каштанові.

Ґрунти типу «б»: підзолисті суглинки, лучні та деградовані чорноземи, терасовий чорнозем.

$$E_{eks}^j = \frac{2W_{eks}^j + O_{S_{eks}}^j + P_{нор}^j}{1 + \frac{2W_{HB}}{E_{O_{eks}}^j}}, \quad (4.13)$$

де E_{eks} – сумарне випаровування на схилі;

P_{nor} – норма вегетаційних поливів;

W_{HB} – найменша вологоємність у шарі ґрунту 0 - 100 см;

$O_{S_{eks}}$ – сума опадів за декаду з урахуванням схилу;

W_{eks} – запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на схилі.

Величина коефіцієнта для перерахунку випаровуваності на схилі k_{eks}^E знаходиться в залежності від зволоження території, пори року, експозиції і крутості схилу (табл. 4.4).

За допомогою наступного співвідношення розраховується інфільтрація у нижні шари ґрунту

$$F_{ilt_{eks}}^j = W_{eks}^j + O_{S_{eks}}^j + P_{nor}^j - E_{eks}^j - W_{HB}, \quad (4.14)$$

де $F_{ilt_{eks}}^j$ – інфільтрація в нижні шари ґрунту на схилі за декаду, мм.

Для розрахунку запасів продуктивної вологи на схилі використовується рівняння водного балансу

$$W_{eks}^{j+1} = W_{eks}^j + O_{S_{eks}}^j + P_{nor}^j - E_{eks}^j - F_{ilt_{eks}}^j. \quad (4.15)$$

Таблиця 4.4 – Поправки для розрахунку випаровуваності

Зона зволоження	Експозиція та крутизна схилу							
	Північний схил				Південний схил			
	50	100	150	200	50	100	150	200
а) весна								
Достатньо зволо - жена	0,94	0,84	0,77	0,72	0,08	0,12	0,19	0,25
Слабко посушлива	0,92	0,87	0,76	0,69	0,05	0,11	0,17	0,20
Посушлива	0,91	0,82	0,75	0,66	0,05	0,10	0,17	0,19
Дуже посушлива	0,91	0,83	0,73	0,64	1,03	1,08	1,14	1,18

Примітка:

Зони зволоження визначаються на основі середньорічних даних про зволоження ґрунту:

- 1) надмірно зволожена 70–90 % ПВ;
 - 2) достатньо зволожена 50–60 % ПВ;
 - 3) слабо посушлива 40–50 % ПВ;
 - 4) посушлива 30–40 % ПВ;
 - 5) дуже посушлива 20–30 % ПВ;
 - 6) суха < 20 % ПВ;
- ПВ - повна вологоємність ґрунту, мм

4.4 Блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин

В основі продукційного процесу рослин лежить фотосинтез. Його інтенсивність обумовлюється фазою розвитку рослин і умовами навколишнього середовища. Для розрахунку онтогенетичної кривої фотосинтезу використовується формула

$$\alpha_{\Phi}^j = \exp \cdot \left[-a_{\Phi} \left(\frac{TS_2 - \Sigma t_1}{10} \right)^2 \right], \quad (4.16)$$

де величина α_{Φ} знаходиться за виразом

$$\alpha_{\Phi} = \frac{-100 \cdot \ln \alpha_{\Phi}^o}{(\Sigma t_1)^2}, \quad (4.17)$$

де α_{Φ} – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.;

α_{Φ}^o – початкове значення онтогенетичної кривої фотосинтезу, відн. од.;

Σt_{1_1} – сума ефективних температур повітря від сходів, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу рослин, °С;

TS_2 – сума ефективних температур, °С.

Функція впливу температури повітря на продукційний процес рослин визначається як

$$\psi_{\Phi} = \begin{cases} 13,7 \cdot \sin(0,077 \cdot x_1^j) & \text{при } (T^j - T_{\Phi}) < T_{opt1}^j, \\ 1 & \text{при } T_{opt1} \leq (T^j - T_{\Phi}) \leq T_{opt2}^j, \\ 1,13 \cdot \cos(1,570 \cdot x_2^j) & \text{при } (T^j - T_{\Phi}) > T_{opt2}^j, \end{cases} \quad (4.18)$$

де ψ_{Φ} – температурна крива фотосинтезу, відн. од.;

T – середньодекадна температура повітря, °С;

T_{Φ} – середньодекадна температура повітря, при якій починається фотосинтез, °С;

T_{opt1} – нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу, °С;

T_{opt2} – верхня межа температурного оптимуму для фотосинтезу, °С.

У рівнянні (15.18) проміжні величини знаходяться за формулами

$$x_1^j = (T_s^j \cdot k_{eks}^T - T_{\Phi}) / (T_{opt1}^j - T_{\Phi}), \quad (4.19)$$

$$x_2^j = (T_s^j \cdot k_{eks}^T - T_{opt2}^j) / (T_{max} - T_{opt2}^j), \quad (4.20)$$

де T_{max} – середньодекадна температура повітря, при якій припиняється фотосинтез, °С;

T_s – температура повітря на горизонтальній поверхні, °С;

k_{eks}^T – коефіцієнт для перерахування температури повітря на схилі.

Значення нижньої і верхньої межі температурного оптимуму для фотосинтезу визначаються як функції часу.

Функція впливу вологості ґрунту на фотосинтез γ_{Φ} знаходиться як

$$\gamma_{\Phi} = \begin{cases} -1,163 \cdot (x_3^j)^2 + 2,187 \cdot x_3^j & \text{при } W^j \cdot k_{eks}^W < W_{opt1}^j, \\ 1 & \text{при } W_{opt1}^j \leq W^j \cdot k_{eks}^W \leq W_{opt2}^j, \\ -0,654 + 3,824 \cdot x_4^j - 2,633 \cdot (x_4^j)^2 + 0,467 \cdot (x_4^j)^3 & \\ \text{при } W^j \cdot k_{eks}^W > W_{opt2}^j, \end{cases} \quad (4.21)$$

де W – запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту, мм;

W_{opt1} – нижня межа оптимальних запасів вологи, мм;

W_{opt2} – верхня межа оптимальних запасів вологи, мм.

$$x_3^j = W^j \cdot k_{eks}^W / W_{opt1}^j, \quad (4.22)$$

$$x_4^j = W^j \cdot k_{eks}^W / W_{opt2}^j, \quad (4.23)$$

де k_{eks}^W – коефіцієнт для перерахування запасів вологи на схилі, відн. од.

Функція впливу вологозабезпеченості посівів розглядається як сполучення двох функцій. Враховується функція впливу вологості ґрунту на продуктивність рослин (за даними про фактичні запаси вологи) і відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності з врахуванням експозиції і крутості схилів:

$$FW = \left(\gamma_{\Phi}^j \cdot \frac{E_{eks}^j}{E_{0\ eks}^j} \right)^{0,5}, \quad (4.24)$$

де FW – відносна вологозабезпеченість посівів, відн. од.

Аналогічно визначається узагальнена функція впливу термічного режиму і вологозабезпеченості FTW_1 на фотосинтез:

$$FTW_1 = (\psi_\Phi FW)^{0,5}. \quad (4.25)$$

До цієї функції вводиться корекція на рівень температури в сполученні з вологозабезпеченістю

$$FTW_2 = \begin{cases} FTW_1[1 + (1 - \Psi_\Phi)(1 - FW)] & \text{при } t_n < t_{opt1} \\ FTW_1 & \text{при } t_{opt1} \leq t_n \leq t_{opt2} \\ FTW_1[1 - (1 - \Psi_\Phi)(1 - FW)] & \text{при } t_n > t_{opt2} \end{cases}. \quad (4.26)$$

4.5. Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням

Родючість ґрунту характеризується вмістом у ній гумусу, що залежить від міри впливу ерозії ґрунту.

$$G_{umeks} = k_{er}^G \cdot G_{um}, \quad (4.27)$$

$$F_{Gum} = \frac{G_{umeks}}{G_{umopt}}, \quad (4.28)$$

де G_{um} – вміст гумусу у ґрунті, %;

G_{umeks} – вміст гумусу у ґрунті на схилах з врахуванням ерозії, %;

k_{er}^G – функція впливу ерозії ґрунту на вміст гумусу у ґрунті, відн. од;
 G_{umopt} – оптимальний для вирощування сільськогосподарської культури вміст гумусу у ґрунті, %.

Функція впливу вмісту гумусу у ґрунті визначається за формулою О.С. Образцова для розрахунку забезпеченості рослин елементами мінерального живлення

$$FW_{Gum} = (F_{Gum})^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_{Gum})], \quad (4.29)$$

де FW_{Gum} – функція впливу вмісту гумусу у ґрунті на формування урожаю, відн. од.

Значення функцій оптимальності азотного, фосфорного і калійного живлення розраховується за методом О.С. Образцова з деякими модифікаціями

$$F_N = \frac{N_m}{N_{opt}}, \quad (4.30)$$

$$FW_N^j = \left\{ (F_N)^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_N)] \right\} \cdot k_{ef}^j, \quad (4.31)$$

де N_m – внесена доза азотних добрив, кг/га;

N_{opt} – оптимальна доза азотних добрив, необхідна для одержання максимального урожаю, кг/га;

FW_N – функції впливу забезпеченості азотом, відн. од.;

k_{ef} – коефіцієнт ефективності добрив в залежності від вологості ґрунту, відн. од.

Аналогічно визначаються функції впливу забезпеченості фосфором FW_P і калієм FW_K .

Вплив режиму зволоження ґрунту на ефективність добрив враховується

за виразом:

$$k_{ef}^j = \begin{cases} 1 & \text{при } \frac{W_{eks}^j}{W_{opt}^j} \geq 0,85, \\ 0,8 & \text{при } 0,70 < \frac{W_{eks}^j}{W_{opt}^j} < 0,85, \\ 0,6 & \text{при } \frac{W_{eks}^j}{W_{opt}^j} \leq 0,70, \end{cases} \quad (4.32)$$

Аналогічно визначається співвідношення дози органічних добрив до їх оптимальної величини і розрачується функція впливу внесення органічних добрив з врахуванням року внесення добрив

$$F_{Org} = \frac{O_{rg}}{O_{rg\ opt}}, \quad (4.33)$$

$$FW_{Org}^j = \left\{ (F_{Org})^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_{Org})] \right\} \cdot k_{Org}^g \cdot k_{ef}^j, \quad (4.34)$$

де FW_{Org} – функція впливу внесення органічних добрив на урожай;

O_{rg} – внесена доза органічних добрив, т/га;

$O_{rg\ opt}$ – оптимальна для вирощування сільськогосподарської культури

доза внесення органічних добрив, т/га;

k_{Org}^g – коефіцієнт впливу року внесення органічних добрив, відн. од.

Узагальнена функція впливу родючості ґрунту і внесення мінеральних та органічних добрив розрачується за принципом Лібіха

$$FWM_{ef}^j = \min \left\{ FW_{Org}^j, FW_N^j, FW_P^j, FW_K^j \right\}, \quad (4.35)$$

де FWM_{ef} – функція впливу ефективної родючості на урожай, відн. од.

4.6 Блок агроекологічних категорій урожайності

Визначення величини різних агроекологічних категорій урожайності здійснюється з врахуванням внесених модифікацій, із залученням більш повної інформації і наповненням цих категорій новим змістом.

Збільшення потенційної урожайності загальної біомаси за декаду визначається в залежності від інтенсивності фотосинтетично активної радіації (ФАР) і біологічних особливостей культури з врахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації

$$\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} = \alpha_{\Phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\text{фар}}^j \cdot k_{\text{eks}}^{Q^j} \cdot d\nu^j}{q}, \quad (4.36)$$

де $\frac{\Delta ПУ}{\Delta t}$ – приріст потенційної урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²;

α_{Φ} – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.;

η – КПД посівів, відн. од.;

$Q_{\text{фар}}$ – середньодекадна за добу сума ФАР, кал/см² доба;

$k_{\text{eks}}^{Q^j}$ – коефіцієнт для перерахування середньої за декаду сумарної сонячної радіації з горизонтальної поверхні для схилів різної експозиції і крутості, відн. од.;

q – калорійність.

Приріст метеорологічно - можливої урожайності загальної біомаси являє собою приріст потенційної урожайності, який буде обмежений

впливом волого - температурного режиму:

$$\frac{\Delta MMU^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} \cdot FTW_2, \quad (4.37)$$

де $\frac{\Delta MMU}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно - можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²;

FTW_2 – узагальнена функція впливу волого - температурного режиму з корекцією на сполучення різних екстремальних умов, відн. од.

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

$$\frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta MMU^j}{\Delta t} B_{nl} F_{Gum}, \quad (4.38)$$

де $\frac{\Delta ДМУ}{\Delta t}$ – приріст дійсно можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²;

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

Одержання рівня господарської урожайності загальної біомаси обмежується реально існуючим рівнем культури землеробства й ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив:

$$\frac{\Delta УВ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} k_{земл} FWM_{ef}^j, \quad (4.39)$$

де $\frac{\Delta УВ}{\Delta t}$ – приріст урожайності загальної біомаси у виробництві, г/м²;

$k_{земл}$ – коефіцієнт, що характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності, відн. од.;

FWM_{ef} – функція ефективності внесення органічних і мінеральних

добрив в залежності від умов вологозабезпеченості декад вегетації, відн. од.

Різні агроекологічні категорії врожаю зерна при його стандартній 14 % - й вологості визначаються за виразом

$$ПУ_{зерна} = ПУ \cdot K_{зосп}^{ПУ} 1,14 \cdot 0,1 \quad (4.40)$$

де $ПУ_{зерна}$ – потенційний урожай зерна, ц/га;

$K_{зосп}^{ПУ}$ – частка зерна в загальній масі потенційного врожаю, відн. од., яка визначається в залежності від розмірів врожаю загальної біомаси.

Аналогічно визначаються відповідно метеорологічно - можливий $ММУ_{зерна..}$, дійсно можливий $ДМУ_{зерна}$ і урожай у виробництві $УВ_{зерна}$ зерна.

4.7. Блок узагальнених оціночних характеристик

Аналіз різноманітних агроекологічних категорій врожайності ($ПУ$, $ММУ$, $ДМУ$, $УВ$), а також їхніх співвідношень і відмінностей дозволяє судити про природні й антропогенні ресурси сільського господарства, а також про ефективність господарського використання цих ресурсів стосовно вирощування сільськогосподарських культур [16].

Розглянемо п'ять узагальнених характеристик:

1. Ступінь сприятливості метеорологічних умов вирощування культури характеризує співвідношення метеорологічно - можливої врожайності і потенційної врожайності

$$K_m = ММУ_{зерна} / ПУ_{зерна}, \quad (4.41)$$

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

2. Сприятливість ґрунтових умов показує відношення дійсно можливої урожайності до метеорологічно - можливої урожайності

$$K_2 = ДМУ_{зерна} / ММУ_{зерна}, \quad (4.42)$$

де K_2 – коефіцієнт сприятливості ґрунтових умов, відн. од.

3. Співвідношення урожайності у виробництві і метеорологічно можливої урожайності встановлює ефективність використання агрокліматичних ресурсів. Якщо це співвідношення розраховується за середніми багаторічними даними, то воно відображає ефективність використання агрокліматичних ресурсів

$$K_{акл} = УВ_{зерна} / ММУ_{зерна}, \quad (4.43)$$

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

4. При реальних ґрунтових умовах співвідношення урожайності у виробництві і дійсно можливої урожайності можна розглядати як показник досконалої агротехнології

$$K_{земл} = УВ_{зерна} / ДМУ_{зерна}, \quad (4.44)$$

де $K_{земл}$ – коефіцієнт ефективності використання існуючих агрометеорологічних і ґрунтових умов (характеризує рівень культури землеробства з погляду ефективності господарського використання існуючого комплексу агрометеорологічних і ґрунтових умов), відн. од.

5. Величина відношення урожайності у виробництві до потенційної урожайності характеризує рівень реалізації агроекологічного потенціалу

$$K_{аек.пот} = UB_{зерна}/ПУ_{зерна}, \quad (4.45)$$

де $K_{аек.пот}$ – коефіцієнт реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од.

Підвищення рівня $UB_{зерна}$ і доведення його до $ДМУ_{зерна}$ вимагає ретельного дотримання всіх засобів агротехніки, виконання їх у повній відповідності з агрометеорологічними умовами на конкретному полі.

Наближення $ДМУ_{зерна}$ до $ММУ_{зерна}$ вимагає виконання різноманітних заходів для підвищення родючості ґрунту. Різниця між $ММУ_{зерна}$ і $ПУ_{зерна}$ компенсується за рахунок меліоративних заходів, а також внаслідок правильного підбору сортів і культур, що краще пристосовані до особливостей конкретного клімату. Підвищення рівня $ПУ_{зерна}$ забезпечується головним чином шляхом селекції нових сортів, які будуть мати більш високий рівень урожайності за рахунок ефективного використання сонячної радіації.

Формули (3.1)–(3.45) дозволяють визначити основні агроекологічні категорії урожайності сільськогосподарських культур для різних елементів рельєфу, що формуються під впливом ґрунтово – кліматичних [15].

5 АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Ступінь відповідності кліматичних умов біологічним особливостям сільськогосподарських культур і агротехніки їх обробітку визначає продуктивність цих культур. Найбільш висока врожайність досягається за умов максимально більш повного використання рослиною кліматичних ресурсів. Максимум продуктивності може бути досягнуто за рахунок зміни структури посівних площ досліджуваної культури з метою отримання кращої відповідності кліматичних умов їх біологічним вимогам.

Нами ставилося завдання оцінити агрокліматичні умови формування врожаю кукурудзи в Київській області.

В якості ключових нами було розглянуто 4 адміністративні райони, в яких було проведено посів кукурудзи в кількості достатній для збору даних. На рис. 5.1 приведена карта - схема розташування пунктів спостереження і адміністративного районування Київської області. Відповідно до цієї карти - схеми обрано такі пункти спостереження, які репрезентативні для таких адміністративних районів:

- в Північній частині - пункт спостереження Тетерів

(Райони, для яких репрезентативна інформація метеостанцій - Бородянський, Макарівський),

- в Південній частині - пункт спостереження Миронівка

(Райони, для яких репрезентативна інформація метеостанцій - Богуславський, Кагарлицький, Миронівський, Рокитнянський),

- в Західній частині - пункт спостереження Біла Церква

(Райони, для яких репрезентативна інформація метеостанцій - Білоцерківський, Володарський, Сквирський, Ставищенський,

Таращанський, Тетіївський) ,

- в Східній частині - пункт спостереження Яготин

(Райони, для яких репрезентативна інформація метеостанцій - Згурівський, П. - Хмельницький, Яготинський),

Зупинимося більш детально на оцінці агрокліматичних умов формування кукурудзи у районах.

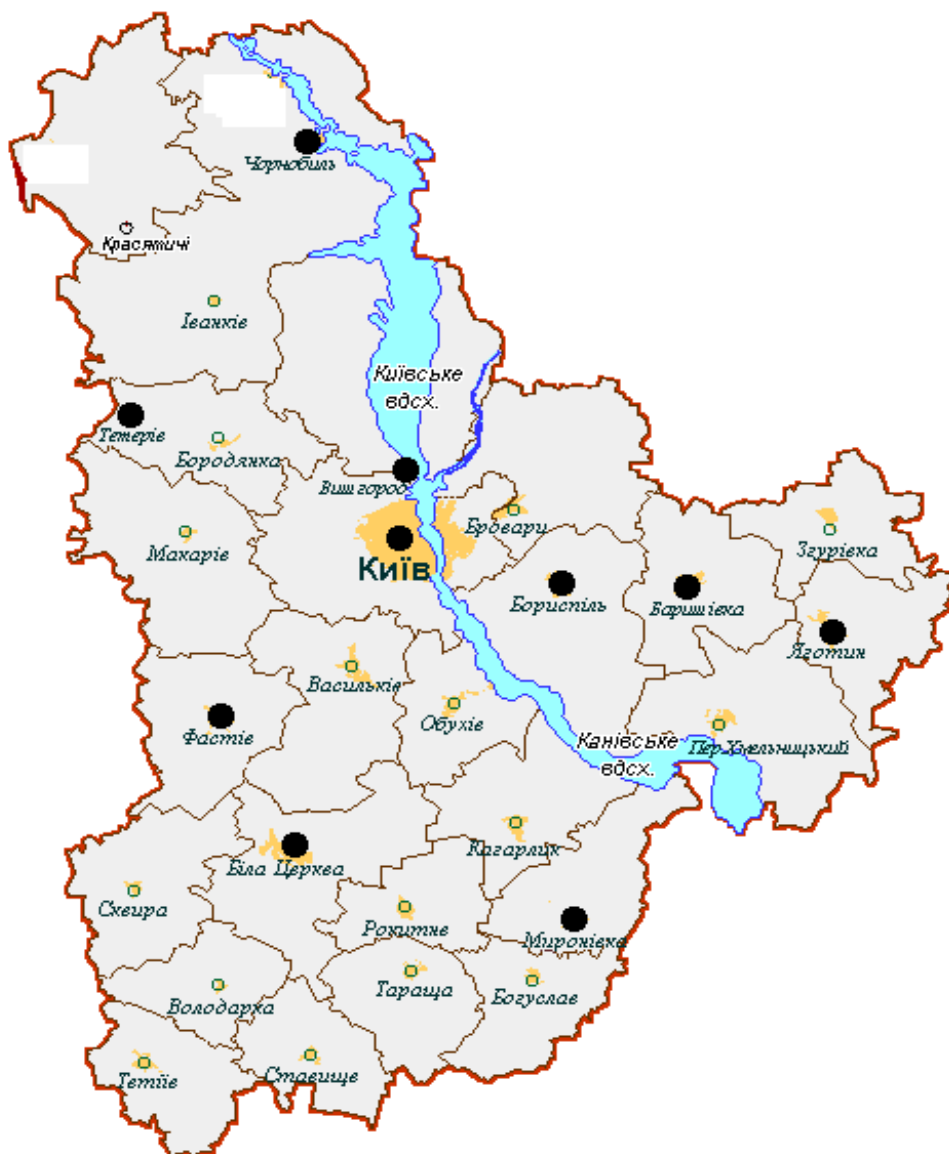


Рисунок 5.1- Карта - схема розташування пунктів спостереження і адміністративного районування Київської області.

5.1 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приросту агроекологічних категорій урожайності у пункті спостереження Тетерів

5.1.1 Динаміка декадних приростів ПУ кукурудзи та сум ФАР у пункті спостереження Тетерів

На рис. 5.2 представлена динаміка декадних приростів ПУ кукурудзи та сум ФАР у пункті спостереження Тетерів.

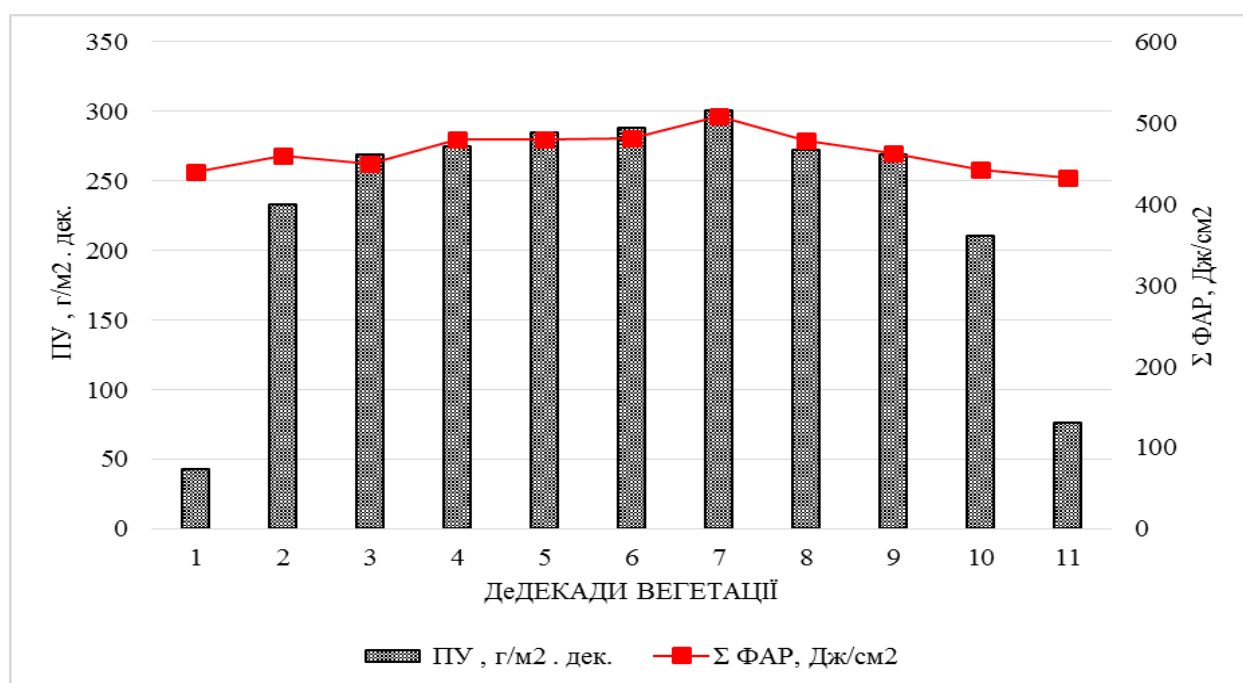


Рисунок 5.2 – Динаміка декадних приростів ПУ кукурудзи та сум ФАР у пункті спостереження Тетерів

У початковий період вегетації рівень сум ФАР становить $460 \text{ Дж} / \text{см}^2$ дек. У наступній декаді ця сума зменшується до $450 \text{ Дж} / \text{см}^2$ дек. і, поступово збільшуючись, досягає максимуму в період формування 9 листка (7 декада), складаючи величину $508 \text{ Дж} / \text{см}^2$ дек. Після цього до кінця періоду вегетації кукурудзи спостерігається поступове зниження величин

сум ФАР з періоду формування 9 листка (7 декада) до періоду настання молочної стиглості (11 декада) сума ФАР зменшується із 508 до 433 Дж / см² дек.

Приріст ПУ в першій декаді вегетації, як це видно з рис. 5.2, становить 43 г / м² дек. У наступній декаді приріст зростає до рівня 233 г / м² дек. Періоди із сходів по цвітіння волоті відзначені плавним ходом кривої динаміки приростів ПУ. Після сходів спостерігається підвищення ΔПУ від декади до декади і максимального значення (301 г / м² дек) досягає в період формування 9 листка (7 декада).

Прирости потенційної врожайності за цей період збільшуються до 301 г / м² дек. Після настання фази формування 9 листка (7 декаді), рівень приростів ПУ починає знижуватись і до кінця вегетації становить 76 г / м².

5.1.2 Динаміка характеристик водного режиму посівів кукурудзи у пункті спостереження Тетерів

Починаючи із фази сходів (3 декада) і до фази викидання волоті (9 декада) найбільша потреба кукурудзи в запасах вологи в ґрунті.

В першій фазі вегетації сходи (1 декада) сумарне випаровування посівів кукурудзи (рис. 5.3) складає 6 мм. Починаючи з 2 декади по 10 декаду (сходи - цвітіння качана) випаровування знаходиться в межах 38 - 27 мм. Максимальне випаровування спостерігається в 9 декаді (фаза цвітіння волоті) – 38 мм. Мінімальне значення спостерігається в період 1 декади (сівба) – 6 мм.

Найменше значення випаровуваності спостерігалось в період з 1 декади і становило 7 мм. Починаючи з 2 і до 10 декади, випаровуваність знаходилась в межах 38 – 43 мм. Виключенням є 6 і 9 декади, показник випаровуваності 6 декади зменшився до позначки 34 мм, а в 9 декаді

збільшився до 48 мм. Починаючи з 9 декади і до 11 декади спостерігалось поступове зменшення випаровуваності від 48 до 16 мм.

Відношення випаровування до випаровуваності (E/E_0) характеризує відносну вологозабезпеченість посівів.

Аналіз відношення (E/E_0) показує, що на початку вегетації 1 декада (сівба) спостерігається найбільше значення відносної вологозабезпеченості 0,86 відносних одиниць. Далі, в процесі вегетації вона поступово зменшується до 4 декади (формування 5 листка) – 0,77 відн. од. Починаючи з 4 декади і до 10 декади знаходиться в межах 0,77 – 0,79 відн.од. В період 11 декади (молочна стиглість) відносна вологозабезпеченість зростає до 0,81 відн. од.

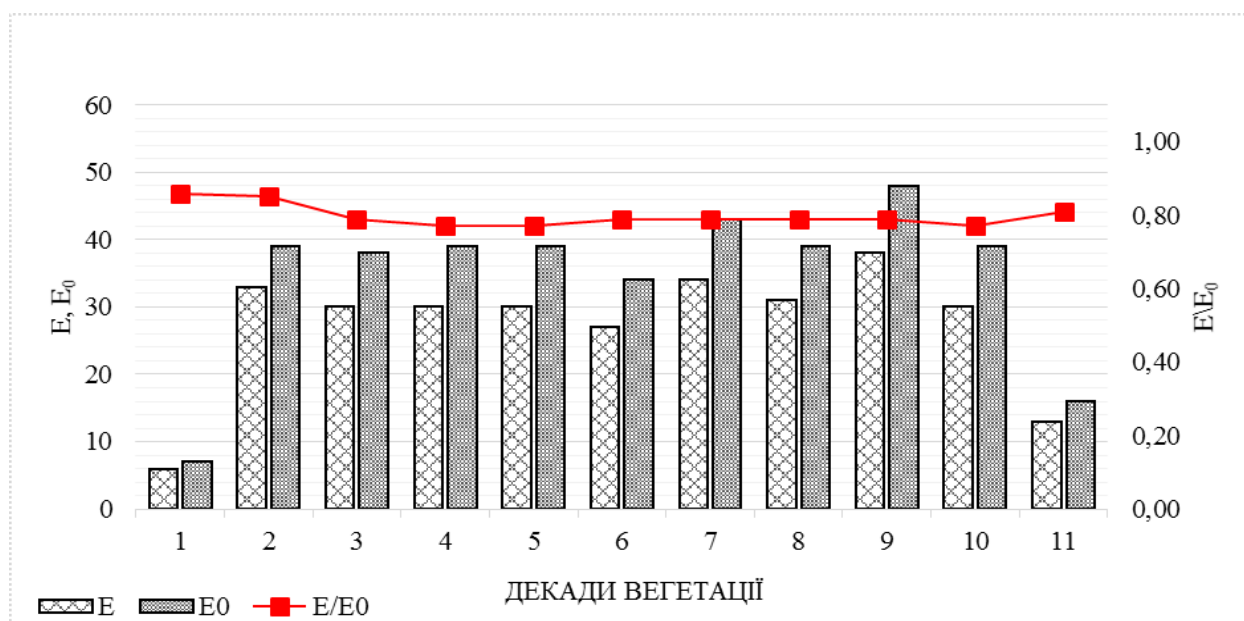


Рисунок 5.3 - Динаміка характеристик водного режиму посівів кукурудзи у пункті спостереження Тетерів:

E – випаровування; E_0 – випаровуваність; E/E_0 – відносна вологозабезпеченість

5.1.3 Динаміка характеристик термічного режиму та приростів ММУ кукурудзи у пункті спостереження Тетерів

Температурний режим в період вегетації (рис. 5.4) був близький до нижньої межі оптимальних температур для фотосинтезу. Тільки в міждекадний період 6 - 7 декади (5 листок - 9 листок) вона перетинає нижню межу оптимальних температур і становить 20 °С. В період від 7 до 9 декади (9 листок – викидання волоті) знаходиться в межах 20 – 20,4 °С. В період з 9 по 11 декаду температура була більшою верхньої межі температурного режиму (20,4 – 18,6 °С).

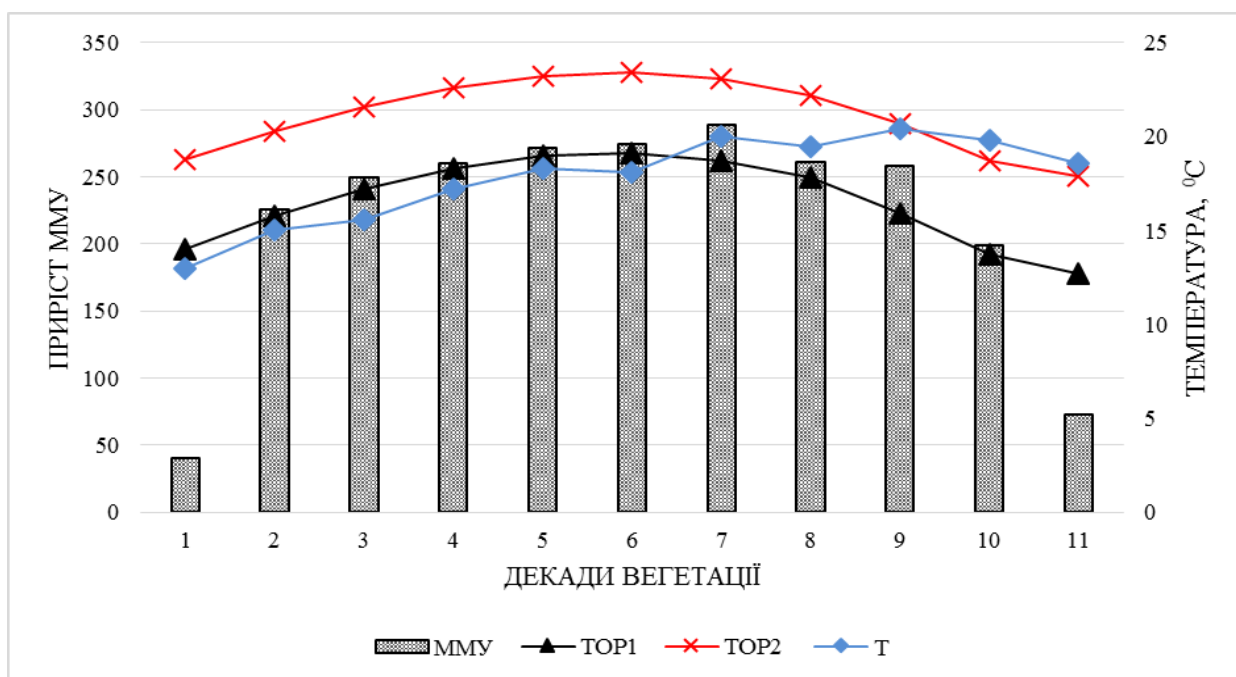


Рисунок 5.4 - Динаміка характеристик термічного режиму та приростів ММУ кукурудзи у пункті спостереження Тетерів:

ТОП1 і ТОП2 – нижня та верхня оптимальна межа температури для фотосинтезу;
T – температура

Протягом усього вегетаційного періоду спостерігалось поступове збільшення верхньої межі температурного режиму з 1 декади (сівба) до 6 декади (9 листок), а далі поступове зменшення до 11 декади (молочна

стиглість). Максимальне значення верхньої межі температурного режиму - 23,4 °С в 6 декаді (9 листок). Мінімальне значення верхньої межі - 18,6 °С в 11 декаді (молочна стиглість).

Протягом усього вегетаційного періоду спостерігалось поступове збільшення нижньої межі температурного режиму з 1 декади (сівба) – 14 °С до 6 декади (9 листок) – 19,1 °С, а далі поступове зменшення до 11 декади (молочна стиглість) – 12,7 °С.

Такий хід волого-температурного режиму визначає приріст ММУ кукурудзи. Як видно з Рисунок 4.8, в період 2 – 7 декади прирости ММУ складала 225,8 - 288,5 г/м² за декаду. Максимальне значення

ММУ досягається в період 7 декади, після чого поступово зменшується до 73 г/м² в 11 декаді. У фазу сівби прирости ММУ сягали мінімального значення 40,5 г/м².

5.1.4 Динаміка приростів ДМУ і УВ кукурудзи у пункті спостереження Тетерів

Прирости ДМУ лімітуються балом родючості ґрунту. За рахунок цього рівень приростів в ДМУ загальної та сухої маси буде значно нижчим в порівнянні з ММУ (рис. 5.5).

В період від 1 декади (сівба) і до 7 декади (формування 9 листка) спостерігається збільшення ДМУ від мінімального значення - 23 г/м² до максимального значення за весь вегетаційний період - 164 г/м². За період сходи – цвітіння волоті дійсно можливий врожай знаходився в межах 129 – 164 г/м². Протягом 8 (міжфазний період 9 - 15 листок) – 11 (молочна стиглість) декад ДМУ зменшувалось від 149 до 42 г/м².

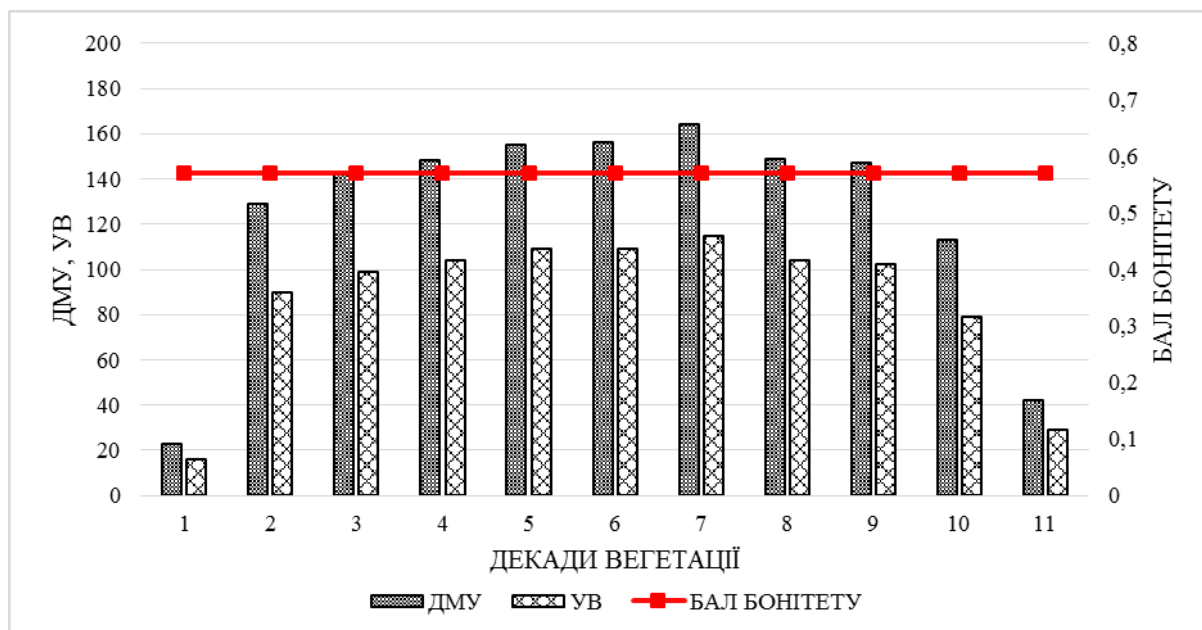


Рисунок 5.5 -Динаміка приростів ДМУ і УВ кукурудзи у пункті спостереження Тетерів

Урожай у виробництві в 1 декаді становив 16 г/м^2 , далі спостерігалось його збільшення до 115 г/м^2 в 7 декаді. В період з 8 по 11 декаду спостерігалось зменшення УВ від 104 г/м^2 до 29 г/м^2 . Мінімальне значення спостерігалось в 1 декаді (сівба) – 16 г/м^2 . Максимальне значення УВ протягом усього вегетаційного періоду було в 7 декаді (формування 9 листка) – 115 г/м^2 .

5.2 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приросту агроекологічних категорій урожайності у пункті спостереження Яготин

5.2.1 Динаміка декадних приростів ПУ кукурудзи та сум ФАР у пункті спостереження Яготин

При оптимальній забезпеченості рослин вологою, теплом та мінеральним ґрунтовим живленням максимальний приріст фітомаси

кукурудзи визначається оптимальною кількістю ФАР за період розвитку та коефіцієнтом її використання. Динаміка приростів потенційної урожайності кукурудзи та хід декадних сум ФАР за період сходи – повна стиглість.

Як видно з даних рис. 5.6 на фазу сходів рівень суми ФАР за декаду складає 455 Дж/см² дек. Від фази сходи до формування 15 листка сума ФАР за декаду постійно зростає від 465 до 513 Дж/см² дек. Збільшення суми ФАР після формування 15 листка не відбувається. Починаючи із 7 декади спостерігається поступове зменшення суми ФАР із фази формування 15 листка (513 Дж/см² дек) до фази молочної стиглості (437 Дж/см² дек).

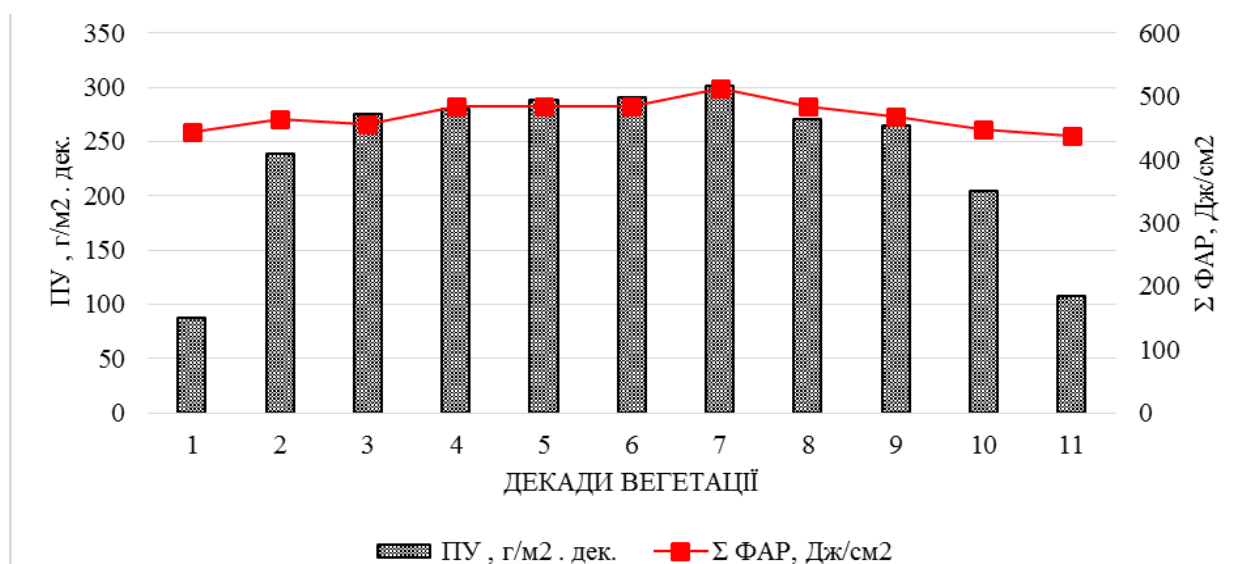


Рисунок 5.6 – Динаміка декадних приростів ПУ кукурудзи та сум ФАР у пункті спостереження Яготин

Приріст ПУ в період сходів складає 275 г/м²·дек. Після фази сходи – викидання волоті спостерігається постійне зростання приростів ПУ від 3 декади (275 г/м²·дек) до 7 декади (301 г/м²·дек). ПУ досягає свого максимуму (301 г/м²·дек) у фазу формування 15 листка . В подальшому з настанням фази викидання волоті та молочної стиглості спостерігається старіння рослин, що обумовлює зниження приростів ПУ на фоні достатньо

високих сум ФАР за декаду. У фазу молочної стиглості прирости ПУ зменшились до 108 г/м^2 дек. Рівень приростів ПУ лімітується фактором тепла та вологи. ПУ і ФАР визначають наступну агроекологічну категорію урожайності – ММУ.

5.2.2 Динаміка характеристик водного режиму посівів кукурудзи у пункті спостереження Яготин

В першій фазі вегетації сходи (1 декада) сумарне випаровування посівів кукурудзи (рис. 5.7) складає 12 мм. Починаючи з 2 декади по 9 декаду (сходи - цвітіння волоті) випаровування знаходиться в межах 32 - 30 мм. Максимальне випаровування спостерігається в 2 декаді (сівба) - 32 мм. Мінімальне значення спостерігається в період 1 декади (сівба) - 12 мм.

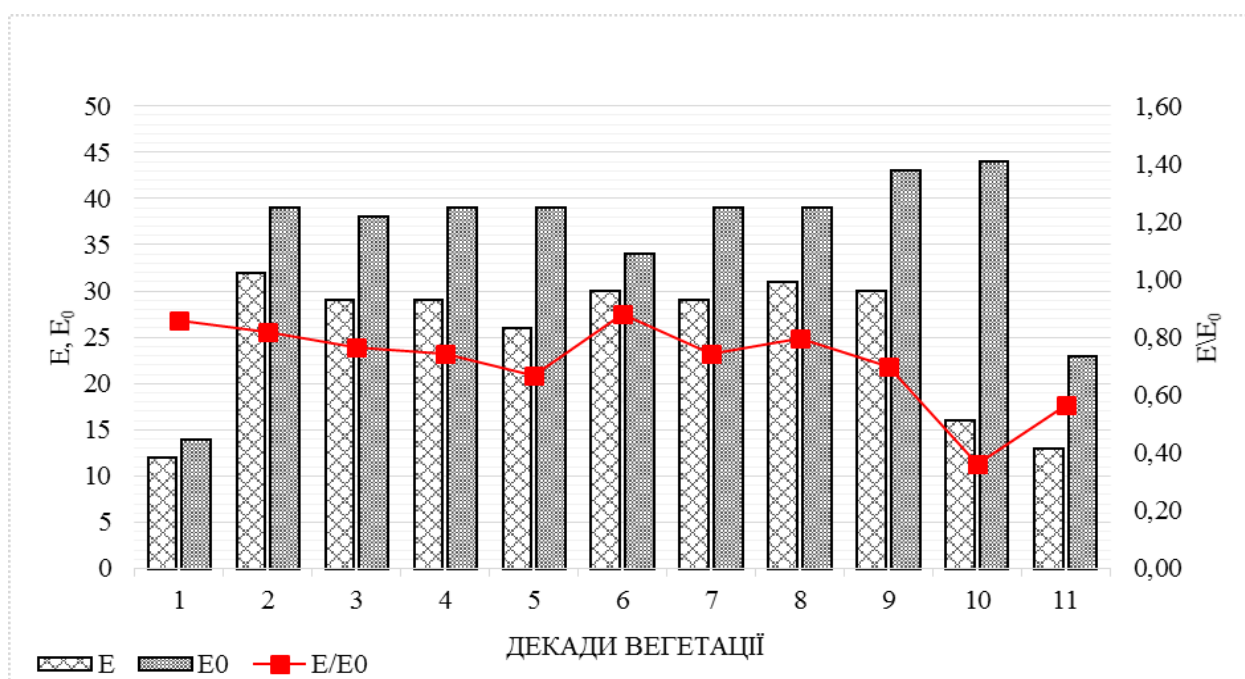


Рисунок 5.7 - Динаміка характеристик водного режиму посівів кукурудзи у пункті спостереження Яготин

В першій декаді спостерігалось мінімальне значення випаровуваності -

14 мм. В порівнянні з 1 декадою, межа випаровуваності різко збільшилась вже з 2 декади до 39 мм і в межах 2 - 8 декад знаходилась в межах 34 - 39 мм. В 9 і в 10 декаді, в порівнянні з 8, спостерігалось підняття значення випаровуваності від 43 до 44 мм. Починаючи із 10 і до 11 декади спостерігалось зменшення межі випаровуваності від 44 до 23 мм. Найбільша різниця між випаровуваністю і випаровуванням спостерігалась в період 10 декади - 44 і 16 мм відповідно.

Починаючи з 1 декади (сівба) – 0,86 відн. од. спостерігається поступове зменшення відносної вологозабезпеченості до 5 декади (в період між фазами формування 9 листка і формування 15 листка).

Аналіз відношення (E/E_0) показує, що найбільше значення відносної вологозабезпеченості спостерігається в 6 декаді (формування 9 листка) – 0,88 відн. од. Далі, в процесі вегетації вона поступово зменшується до 10 декади (цвітіння качана) – 0,36 відн. од. В період 11 декади (молочна стиглість) відносна вологозабезпеченість зростає до 0,57 відн. од.

5.2.3 Динаміка характеристик термічного режиму та приростів ММУ кукурудзи у пункті спостереження Яготин

Як видно з рис. 5.8 температурний режим в період вегетації був близький до нижньої межі оптимальних температур для фотосинтезу. Тільки в міжфазний період 7 - 9 декади (9 листок – цвітіння качана) вона перетинає нижню межу оптимальних температур і становить 20,3 °С. В період від 7 по 8 декади (9 листок – викидання волоті) знаходиться в межах оптимального температурного режиму 20 - 20,3 °С. В період з 9 по 11 декаду переходить верхню межу температурного режиму (20,9 - в 19,2 °С).

Максимальне значення верхньої межі температурного режиму - 23,4 °С в 6 декаді (9 листок). Мінімальне значення верхньої межі -

16, 5 °С в 11 декаді (молочна стиглість). Протягом усього вегетаційного періоду спростерігалось поступове збільшення верхньої межі температурного режиму з 1 декади (сівба) до 6 декади (9 листок), а далі поступове зменшення до 11 декади (молочна стиглість).

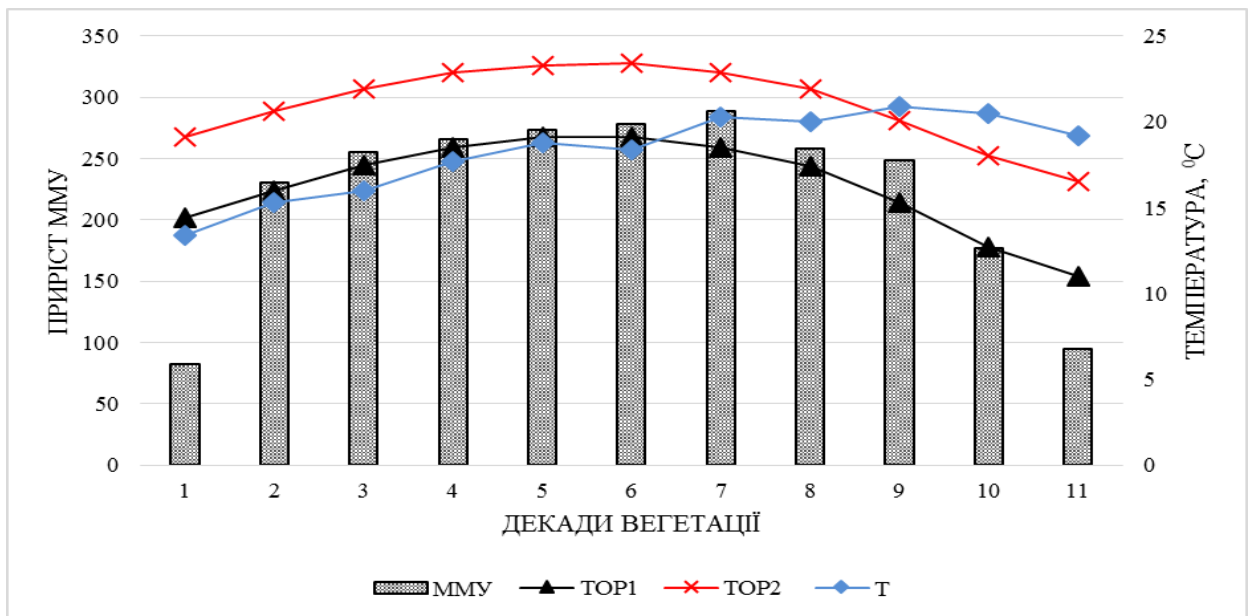


Рисунок 5.8 - Динаміка характеристик термічного режиму та приростів ММУ кукурудзи у пункті спостереження Яготин

Протягом усього вегетаційного періоду спростерігалось поступове збільшення нижньої межі температурного режиму з 1 декади (сівба) - 14,4 °С до 6 декади (9 листок) -19,1 °С, а далі поступове зменшення до 11 декади (молочна стиглість) - 11,7 °С.

Як видно з рис. 5.8, в період 2- 7 декади прирости ММУ склали 230,3 - 289,1 г/м² за декаду. Максимальне значення ММУ досягається в період 7 декади, після чого поступово зменшується до 94,9 г/м² в 11 декаді. У фазу сівби прирости ММУ сягали мінімального значення 82,6 г/м².

5.2.4 Динаміка приростів ДМУ і УВ кукурудзи у пункті спостереження Яготин

На протязі 1 декади (сівба) і до 7 декади (міжфазний період 9 - 15 листок) спостерігається збільшення ДМУ від 47 г/м^2 за декаду до 165 г/м^2 за декаду і досягає свого максимуму в 7 декаді (рис. 5.9). В період 8 - 11 декад спостерігається зменшення ДМУ до мінімального значення від 147 до 54 г/м^2 в 11 декаді (молочна стиглість).

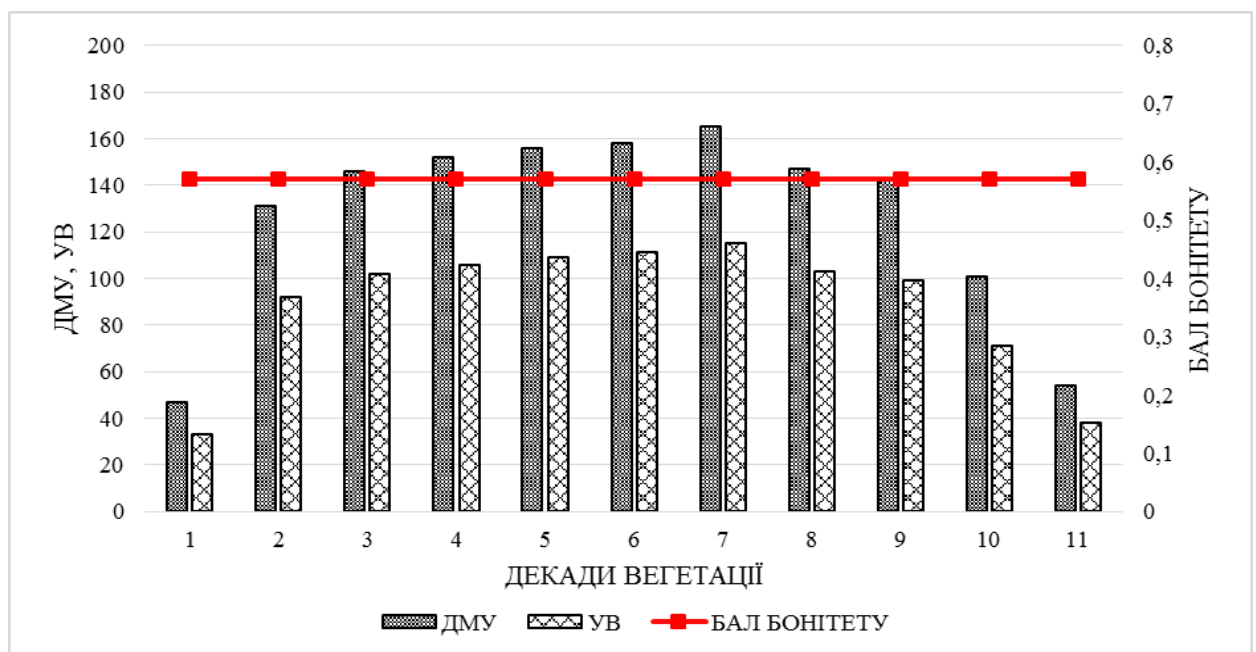


Рисунок 5.9 - Динаміка приростів ДМУ і УВ кукурудзи у пункті спостереження Яготин

Урожай у виробництві визначається загальним рівнем культури землеробства, який прийнятий в даному регіоні і дозами ефективності внесення мінеральних і органічних добрив. В період з 1 по 7 декаду спостерігається збільшення приростів УВ до свого максимуму від 33 до 115 г/м^2 в період 7 декади. На протязі 8 - 11 декади спостерігається зменшення УВ від 103 до 38 г/м^2 . Мінімальне значення за весь вегетаційний період спостерігалось в 1 декаді - 33 г/м^2 .

5.3 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приросту агроекологічних категорій урожайності у пункті спостереження Біла Церква

5.3.1 Динаміка декадних приростів ПУ кукурудзи та сум ФАР у пункті спостереження Біла Церква

Аналіз ходу декадних сум ФАР показує, що в першу декаду вегетації (рис. 5.10) сума ФАР становить 441 Дж / см² дек. Починаючи із другої декади (471 Дж / см² дек.) спостерігається поступове збільшення сум ФАР до 4 декади (498 Дж / см² дек.). У період із 4 декади по 7 декаду сума фар знаходиться в межах (498 – 493 Дж / см² дек.). З 7 і до 10 декади спостерігається плавний хід кривої сум ФАР до 438 Дж / см² дек , окрім 8 декади, в якій спостерігається зменшення ФАР в порівнянні із 9 декадою на 26 Дж / см² дек.

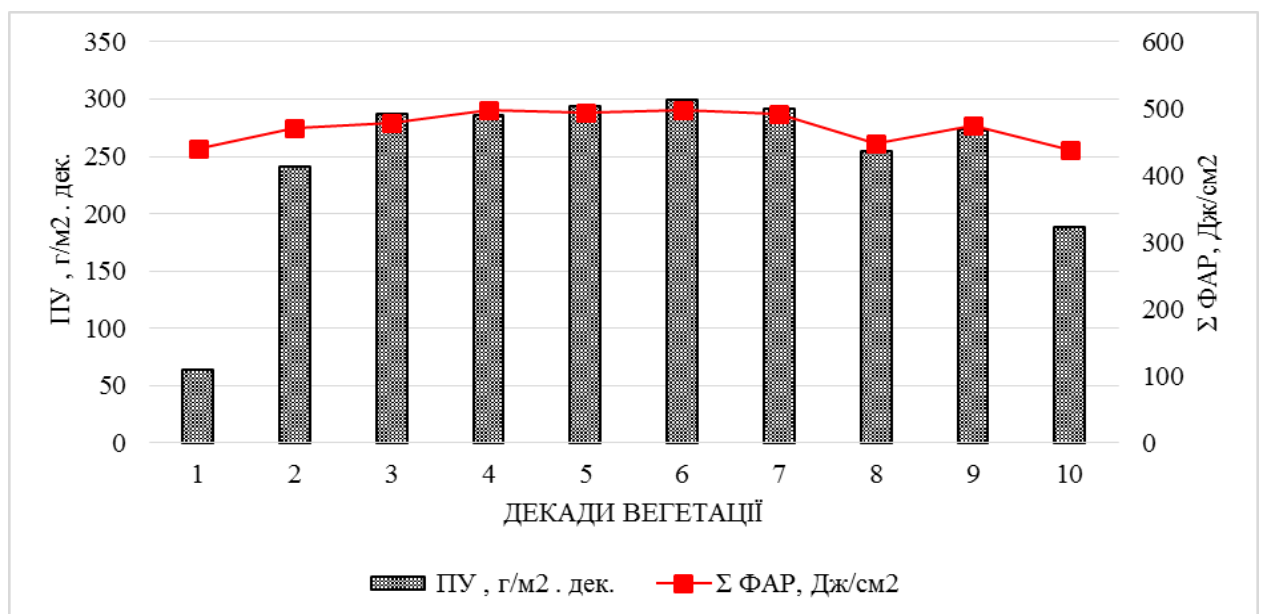


Рисунок 5.10 - Динаміка декадних приростів ПУ кукурудзи та сум ФАР у пункті спостереження Біла Церква

В фазу сходів (2 декада) спостерігається ПУ до 241 г/ м² дек.

Починаючи із фази сходів (2 декада) і до фази формування 15 листка (6 декада), спостерігається поступове збільшення ПУ з 241 до 299 г/ м² дек. окрім фази формування 9 листка (4 декада), в якій спостерігається зменшення потенційної урожайності в порівнянні з 3 декадою на 1 г/ м² дек. Зменшення ПУ спостерігається із фази формування 15 листка (7 декада) і до молочної стиглості (10 декада) з 291 до 188 г/ м² дек. . Під час викидання волоті (8 декада) 254 г/ м² дек. в порівнянні з фазою цвітіння волоті 259 г/ м² дек. (9 декада) спостерігається зменшення потенційної урожайності, що зумовлено залежністю ПУ від ФАР. Динаміка приростів потенційної урожайності кукурудзи та хід декадних сум ФАР за період сходи – повна стиглість наведені на рис. 5.10.

5.3.2 Динаміка характеристик водного режиму посівів кукурудзи у пункті спостереження Біла Церква

Сумарне випаровування посівів кукурудзи (рис. 5.11) починаючи із 2 і до 10 декади вегетації (фази розвитку сходи – молочна стиглість) складає 32 – 25 мм., випаровуваність знаходиться у межах 40 – 34 мм. Найбільше випаровування спостерігалось в 9 декаді (цвітіння качана) – 33 мм. Так само як випаровування, максимальне значення випаровуваності спостерігалось в 9 декаді і становило 48 мм. Мінімальне випаровування і випаровуваність знаходилось в 1 декаді вегетації (сівба) і становило відповідно 9 і 10 мм. Максимальна різниця між випаровуваністю і випаровуванням спостерігалась в період 9 декади - 15 мм.

Відносна вологозабезпеченість починаючи із 1 декади вегетації (сівба) і 10 (молочна стиглість) поступово зменшувалось від 0,90 до 0,65 відн. од., окрім 3 декади (сходи) – 0,76 відн. од. , де показник відносної вологозабезпеченості був меншим ніж в 4 декаді (формування 9 листка) –

0,74 відн. од.

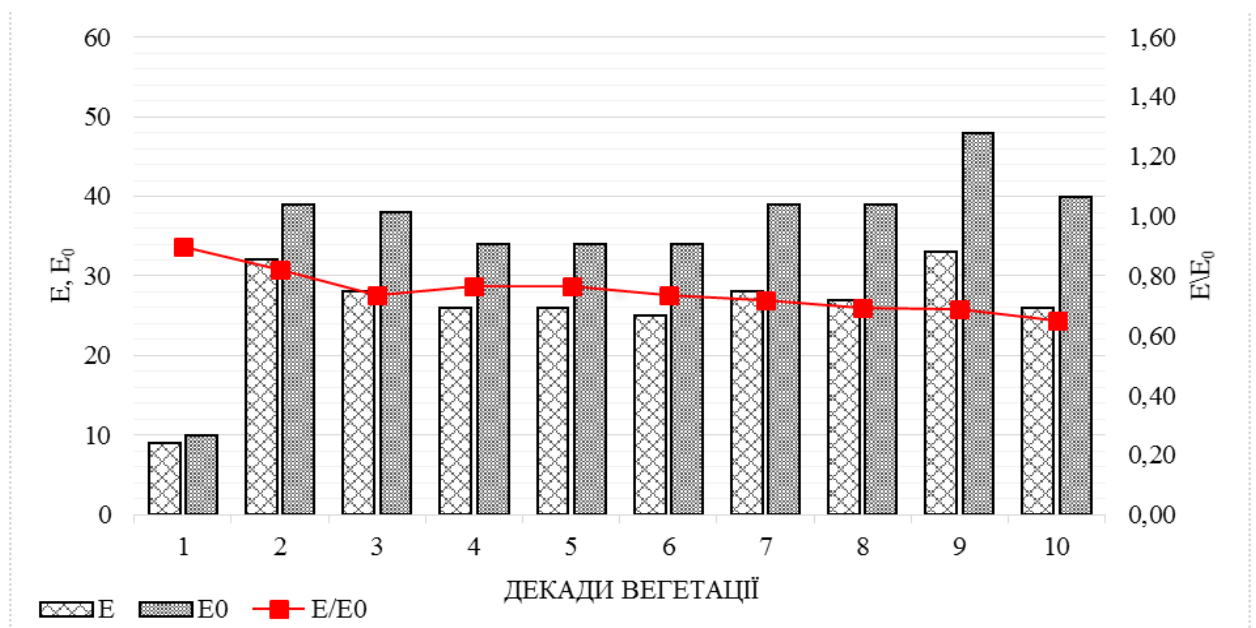


Рисунок 5.11 - Динаміка характеристик водного режиму посівів кукурудзи у пункті спостереження Біла Церква

5.3.3 Динаміка характеристик термічного режиму та приростів ММУ кукурудзи у пункті спостереження Біла Церква

Температурний режим в період вегетації був близький до нижньої межі оптимальних температур для фотосинтезу (рис. 5.12). В міжфазний період 7 декади (15 листок – цвітіння качана) температура повітря перетинає нижню межу оптимальних температур - 19,9 °С . В період від 7 по 9 декади (9 листок – викидання волоті) знаходиться в межах оптимального температурного режиму 19,9 – 20,3 °С. В період 10 декади переходить верхню межу температурного режиму в відмітці 20,0 °С.

Максимальне значення верхньої межі температурного режиму - 23,4 °С в 6 декаді (міжфазний період 9 - 15 листок). Мінімальне значення верхньої межі - 18, 8 °С в 10 декаді (молочна стиглість). Протягом усього вегетаційного періоду спостерігалось поступове збільшення верхньої межі

температурного режиму з 1 декади (сівба) до 6 декади (міжфазний період 9 - 15 листок), а далі поступове зменшення до 10 декади (молочна стиглість).

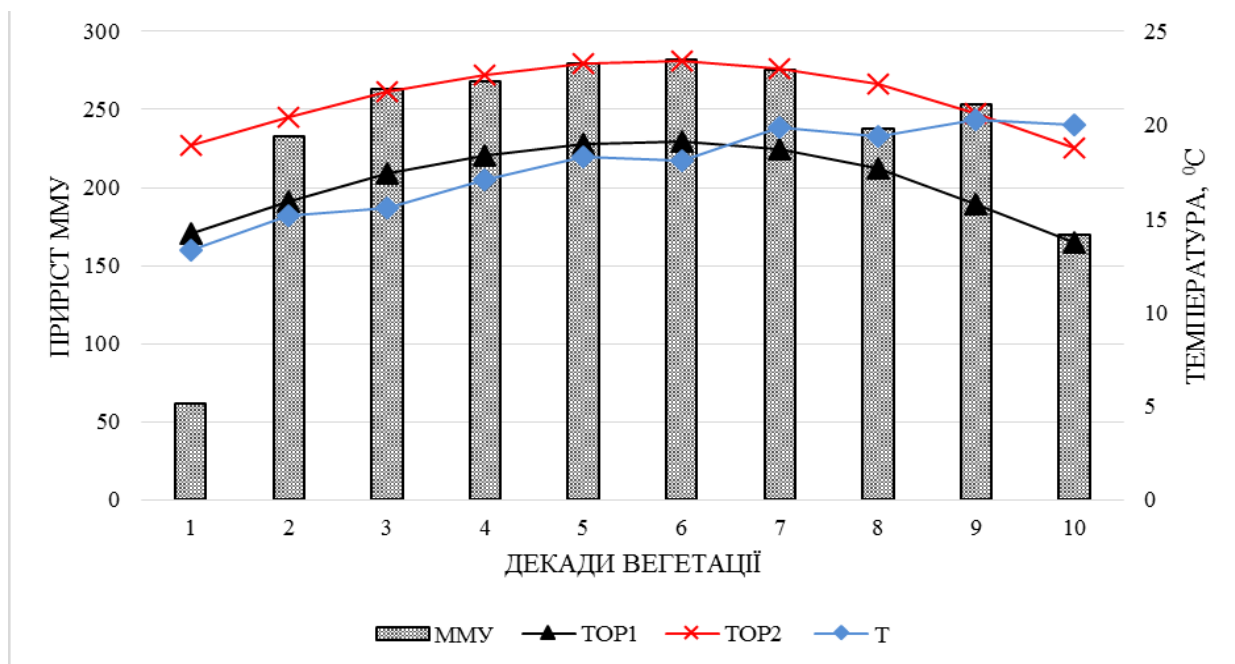


Рисунок 5.12 - Динаміка характеристик термічного режиму та приростів ММУ кукурудзи у пункті спостереження Біла Церква

На протязі усього вегетаційного періоду спостерігалось поступове збільшення нижньої межі температурного режиму з 1 декади – 14,2 °C до 6 декади – 19,1 °C, а далі поступове зменшення до 10 декади (молочна стиглість) – 13,7 °C.

В період 2 – 6 декади прирости ММУ склали 232,5 - 281,7 г/м² за декаду. Максимальне значення ММУ досягається в період 6 декади, після чого поступово зменшується до 237,6 г/м² в 8 декаді, далі зростає в 9 декаді - 252,9 г/м², 10 декада характеризується зменшенням ММУ до 170 г/м². У фазу сівби прирости ММУ сягали мінімального значення 61,6 г/м².

5.3.4 Динаміка приростів ДМУ і УВ кукурудзи у пункті спостереження Біла Церква

В період від 1 декади (сівба) і по 6 декаду міжфазний період (9 - 15 листок) спостерігається збільшення ДМУ від мінімального значення - 35 г/м² до максимального значення за весь вегетаційний період - 161 г/м². Протягом 7 (9 листок) - 10 (молочна стиглість) декад ДМУ зменшувалось від 157 до 97 г/м² (рис. 5.13).

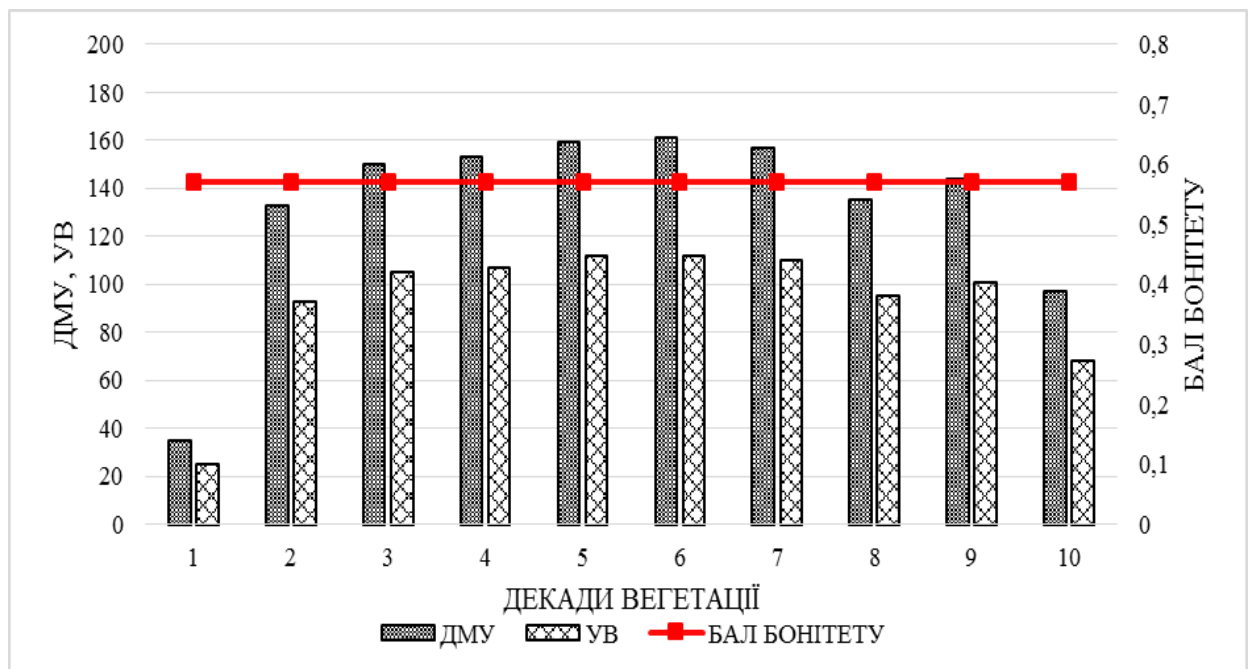


Рисунок 5.13 - Динаміка приростів ДМУ і УВ кукурудзи у пункті спостереження Біла Церква

Урожай у виробництві в 1 декаді становив 25 г/м², далі спостерігалось його збільшення до 112 г/м² в 6 декаді. В період з 7 по 10 декаду спостерігалось зменшення УВ від 110 г/м² до 68 г/м². Мінімальне значення УВ протягом усього вегетаційного періоду спостерігалось в 1 декаді (сівба) – 25 г/м². Максимальне значення УВ протягом усього вегетаційного періоду спостерігалось в 6 декаді – 112 г/м².

5.4 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приросту агроекологічних категорій урожайності у пункті спостереження Миронівка

5.4.1 Динаміка декадних приростів ПУ кукурудзи та сум ФАР у пункті спостереження Миронівка

Аналіз ходу декадних сум ФАР показує, що в першу декаду вегетації (рис. 5.14) сума ФАР становить 438 Дж / см² дек. Починаючи із другої декади (473 Дж / см² дек.) спостерігається поступове збільшення сум ФАР до 4 декади (499 Дж / см² дек.). У період із 4 декади по 7 декаду сума фар знаходиться в межах (498 – 493 Дж / см² дек.). З 7 і до 10 декади спостерігається плавний хід кривої сум ФАР до 438 Дж / см² дек, окрім 8 декади, в якій спостерігається зменшення ФАР в порівнянні із 9 декадою на 26 Дж / см² дек.

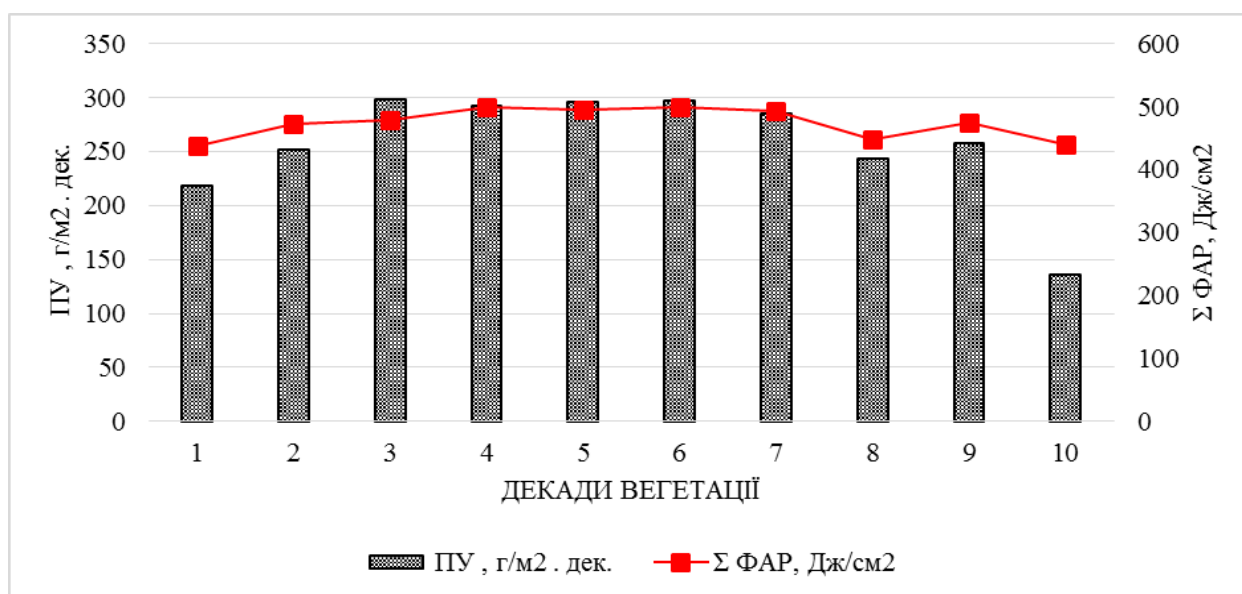


Рисунок 5.14 - Динаміка декадних приростів ПУ кукурудзи та сум ФАР у пункті спостереження Миронівка

В фазу сходів (2 декада) спостерігається ПУ до 252 г/ м² дек. Починаючи із фази сходів (2 декада) і до фази формування 15 листка

(6 декада), спостерігається поступове збільшення ПУ з 252 до 297 г/ м² дек. окрім фази формування 9 листка (4 декада), в якій спостерігається зменшення потенційної урожайності в порівнянні з 3 декадою на 5 г/ м² дек. Максимум приросту урожаю спостерігається під час фази формування 5 листка (3 декада). Зменшення ПУ спостерігається із фази формування 15 листка (7 декада) і до молочної стиглості (10 декада) із . Під час викидання волоті (8 декада) 244 г/ м² дек. в порівнянні з фазою цвітіння волоті 258 г/ м² дек. (9 декада) спостерігається зменшення потенційної урожайності, що зумовлено залежністю ПУ від ФАР. Динаміка приростів потенційної урожайності кукурудзи та хід декадних сум ФАР за період сходи – повна стиглість наведені на рис. 5.14.

5.4.2 Динаміка характеристик водного режиму посівів кукурудзи у пункті спостереження Миронівка

Випаровування починаючи з 1 декади (сівба) і до 10 декади (молочна стиглість) знаходилась в межах 35 – 22 мм (рис. 5.15). Випаровуваність в період з 1 декади по 10 знаходилась в межах 48 - 22 мм. Починаючи з 2 декади (сходи) і до 6 декади (міжвегетаційний період 9 листок - 15 листок) спостерігалось зменшення як випаровування з 29 до 22 мм , так і випаровуваності від 39 до 29 мм. Від 7 декади (15 листок) і до 9 декади (цвітіння качана) відбувалось збільшення як випаровування (від 30 до 35 мм), так і випаровуваності (від 39 до 48 мм). Максимум, як випаровуваності, так і випаровування спостерігався в 9 декаді (цвітіння качана).

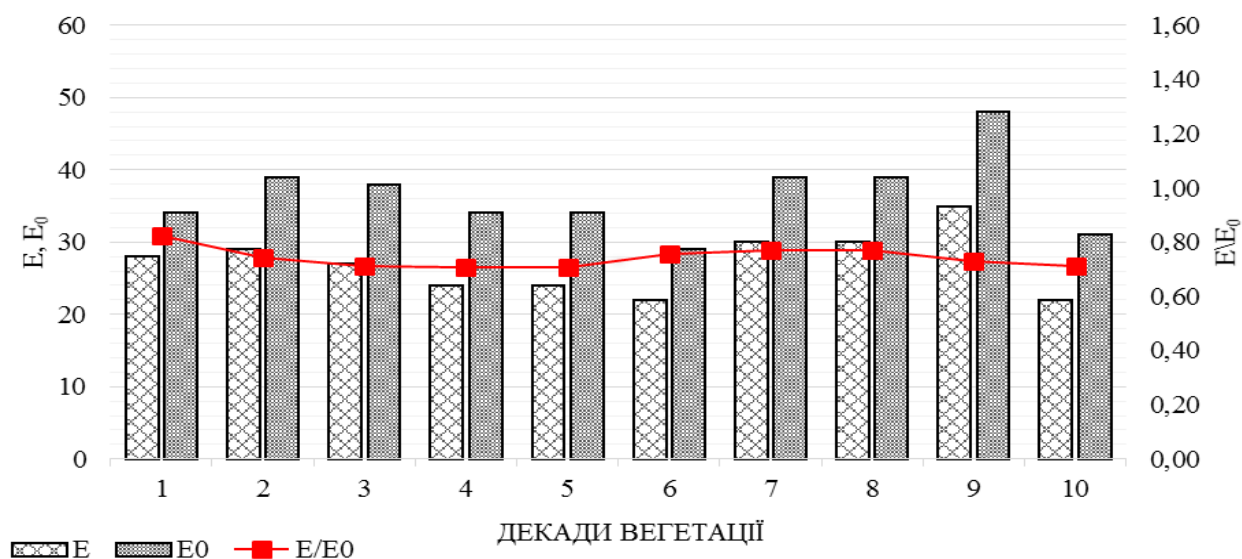


Рисунок 5.15 - Динаміка характеристик водного режиму посівів кукурудзи у пункті спостереження Миронівка

Відносна вологозабезпеченість знаходилась в межах 0,82 – 0,71 відн. од. Протягом усього вегетаційного періоду спостерігався плавний хід кривої без різких змін відносної вологозабезпеченості. Максимальне значення відносної вологозабезпеченості знаходиться в 1 декаді, мінімальне значення відповідно в 3, 4, 5, 10 декадах вегетації.

5.4.3 Динаміка характеристик термічного режиму та приростів ММУ кукурудзи у пункті спостереження Миронівка

Верхня межа оптимального температурного режиму має плавний хід кривої і знаходиться в межах 17,7 °С (10 декада - фаза молочної стиглості) - мінімальне значення і 23,4 °С (5 декада - міжфазний період 9 - 15 листок) - максимальне значення (рис. 5.16).

Нижня межа оптимального температурного режиму має плавний хід кривої і знаходиться в межах 12,4 °С (10 декада) - мінімальне значення і 19,1 °С (5 декада) - максимальне значення.

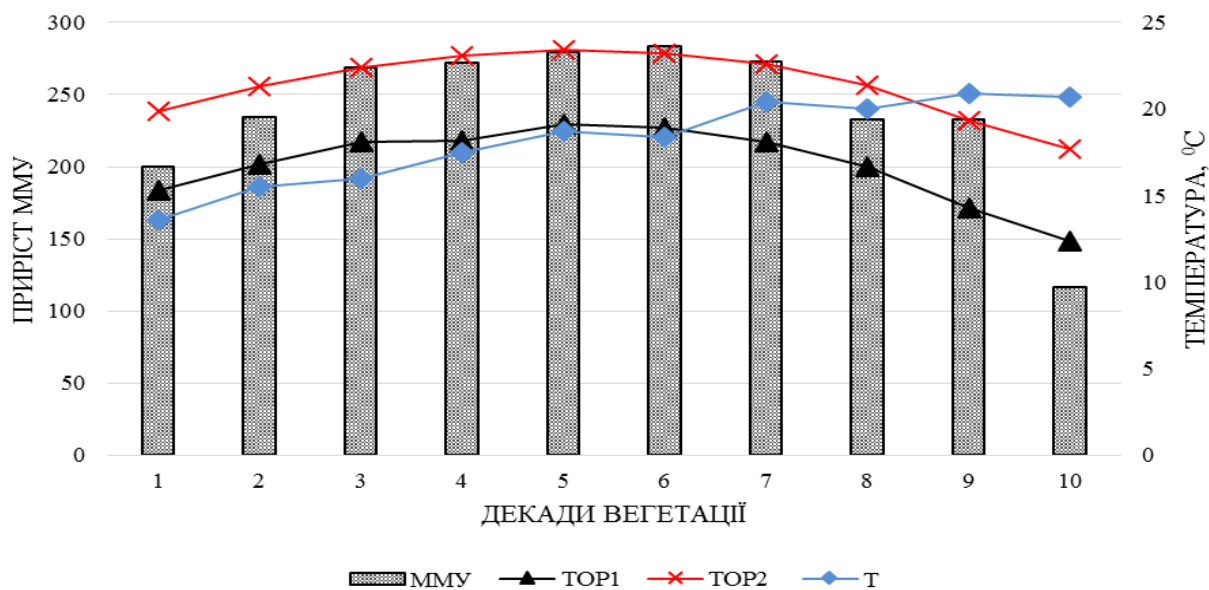


Рисунок 5. 16 - Динаміка характеристик термічного режиму та приростів ММУ

Середня температура за декаду зростає з 1 декади - 13,6 °С по 5 декаду 18,7 °С. В 6 декаді хід температури зменшується до 18,4 °С. В період 7 - 8 декад знаходиться в межах оптимального температурного режиму 20 - 20,4 °С, після чого досягає свого максимуму в 9 декаді (цвітіння качана) - 20,9 °С і виходить за верхню межу оптимальних температур до кінця вегетаційного періоду.

Приріст ММУ збільшується з 1 декади - 200,2 г/м² по 6 декаду 283,2 г/м² і становить максимум за весь вегетаційний період. Протягом 7 - 10 декад спостерігається спад ММУ з позначки 272,7 г/м² до 116,1 г/м² і становить мінімум усього вегетаційного періоду.

5.4.4 Динаміка приростів ДМУ і УВ кукурудзи у пункті спостереження Миронівка

На протязі 1 декади (сівба) і до 6 декади (5 листок) спостерігається збільшення ДМУ від 114 г/м² за декаду до 161 г/м² за декаду і досягає свого

максимуму в 6 декаді (рис. 5.17). В період 7 – 10 декад спостерігається зменшення ДМУ до мінімального значення від 155 до 66 г/м² в 10 декаді (молочна стиглість).

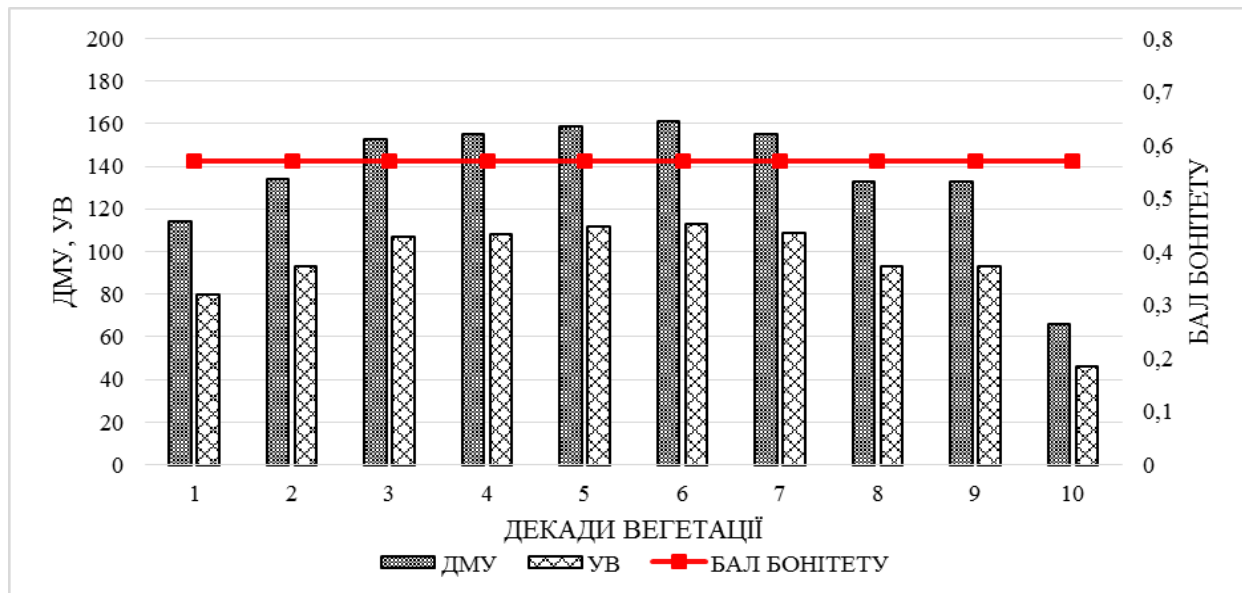


Рисунок 5.17 - Динаміка приростів ДМУ і УВ кукурудзи у пункті спостереження Миронівка

Урожай у виробництві визначається загальним рівнем культури землеробства, який прийнятий в даному регіоні і дозами ефективності внесення мінеральних і органічних добрив. В період з 1 по 6 декаду спостерігається збільшення приростів УВ до свого максимуму від 80 до 113 г/м² в період 6 декади. На протязі 7 - 10 декади спостерігається зменшення УВ від 109 до 46 г/м² до мінімального значення в 10 декаді за весь вегетаційний період.

6 ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ТЕРИТОРІЇ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ДЛЯ КУКУРУДЗИ

Найважливішим для сільського господарства є ґрунт і клімат, включаючи погоду і водні ресурси, як похідні від клімату. Світло, тепло, волога і їх співвідношення впливають на рослини не тільки безпосередньо, а й через обумовлені ними ґрунтоутворювального і мікробіологічні процеси.

На підставі виконаних розрахунків була зроблена оцінка узагальнених характеристик ґрунтово - кліматичних умов вирощування кукурудзи і його продуктивності.

Ґрунти Київської області - один з важливих видів природних ресурсів. В основному по території переважають чорноземи від типових малогумусних,, що відрізняються високою продуктивністю. Обов'язковим елементом земельного кадастру є бонітування ґрунтів.

6.1 Ґрунтові та агрокліматичні ресурси формування кукурудзи

На основі виконаних розрахунків була зроблена оцінка узагальнюючих характеристик ґрунтово - кліматичних умов формування кукурудзи та її продуктивності.

В табл. 6.1 представлені узагальнені показники ґрунтових та агрокліматичних ресурсів вирощування кукурудзи в Київській області: сума ФАР, тривалість вегетаційного періоду, сума опадів, сумарне випаровування, потреба рослин у воді, дефіцит вологи та ГТК.

Ґрунтові ресурси Київської області представлені дерново - підзолистими глеюватими піщаними, темно - сірими опідзоленими

супіщаними, чорноземом глибоким малогумусним легкосуглинковим та чорноземом типовим малогумусним середньосуглинковим. Розглянуті агрокліматичні райони мають середній та достатньо високий рівень родючості ґрунту. Бал родючості становить 0,57 відн. од. (табл. 6.1).

Сума ефективних температур за вегетаційний період на досліджуваній території Київської області коливається в межах від 1695 °С (райони Білоцерківський, Володарський, Сквирський, Ставищенський, Таращанський, Тетіївський) до 1885 °С (райони Білоцерківський, Володарський, Сквирський, Ставищенський, Таращанський, Тетіївський).

Сума ФАР за вегетаційний період коливається в межах від мінімуму - 4733 (пункт спостереження Біла Церква) до максимального значення - 5167 Дж/см² (пункт спостереження Яготин).

З табл. 6.1 видно, що тривалість вегетаційного періоду кукурудзи для районів, для яких репрезентативна інформація метеостанції Тетерів (райони Бородянський, Макарівський) - 98 діб, метеостанції Яготин (райони Згурівський, П. - Хмельницький, Яготинський) – 102 діб, метеостанції Біла Церква (райони Білоцерківський, Володарський, Сквирський, Ставищенський, Таращанський, Тетіївський) – 94 діб, метеостанції Миронівка (райони Богуславський, Кагарлицький, Миронівський, Рокитнянський) – 99 діб.

Зволоження території визначається кількістю опадів. Найбільш зволожена Північна територія Київської області (пункт спостереження Тетерів) де кількість опадів складає 338 мм. В пунктах спостереження Яготин, Біла Церква і Миронівка кількість опадів коливається в межах 237 - 268 мм.

Потреба рослин у волозі коливається в межах 355 (пункт спостереження Біла Церква) - 390 мм (пункт спостереження Яготин).

Мінімальне сумарне випаровування за вегетаційний період кукурудзи

в Київській області - 260 мм (пункт спостереження Біла Церква), максимальне - 302 мм (пункт спостереження Тетерів).

Найменше значення дефіциту вологи в пункті спостереження Тетерів - 79 мм, максимальне в пункті спостереження Яготин – 113 мм.

Екологічна класифікація кліматів ґрунтується головним чином на використанні двох найбільш важливих і добре вивчених факторів температури і кількості опадів. В якості основи районування обрані інтегральні показники температури і вологості для обчислення гідротермічного коефіцієнта Селянінова (ГТК), що обчислюється за формулою 1:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum P}{\sum T_{>0,1}} \quad (6.1)$$

де: P – сума опадів за вегетаційний період кукурудзи в Київській області; T – температура вище 10 °С за вегетаційний період кукурудзи в Київській області;

Зволоження території відповідно до ГТК характеризується в межах діапазону значень:

- > 1,6 - Надмірного зволоження;
- 1,6 ... 1,3 - Достатнього зволоження;
- 1,3 ... 1,0 - Недостатнього зволоження;
- 1,0 ... 0,7 - Помірно посушлива;
- 0,7 ... 0,4 - Суворо посушлива;
- <0,4 - Напівпустелі, пустелі [23];

Гідротермічний коефіцієнт по агрокліматичним районам Київської області коливається в межах 1,34 – 1,99 відн. од. Перезволоження зона в районах Бородянський та Макарівський. Райони для яких репрезентативна інформація пунктів спостереження Яготин, Біла Церква, Миронівка входять в межі значень 1,34 – 1,49 що характерні для зони достатнього зволоження.

Таблиця 6.1 - Узагальнені характеристики ґрунтових та агрокліматичних ресурсів вирощування кукурудзи в Київській області

№ пп	Загальні показники за весь період вегетації	Пункти спостережень			
		Тетерів	Яготин	Біла Церква	Миронівка
1	Бал бонітету, відн. од.	0,57	0,57	0,57	0,57
2	Сума ефективних температур вище 5 °С	1775	1885	1695	1792
3	Сума ФАР, Дж/см ² за вегетаційний період	5115	5167	4733	4737
4	Тривалість вегетаційного періоду, діб	98	102	94	99
5	Сума опадів, мм	338	257	237	268
6	Потреба рослин у волозі, мм	381	390	355	365
7	Сумарне випаровування, мм	302	277	260	271
8	Дефіцит вологи, мм	79	113	95	94
9	ГТК, відн.од	1,99	1,34	1,4	1,49

Максимальні прирости на рівні потенційної урожайності, метеорологічно можливого урожаю, дійсно можливого урожаю, урожаю у виробництві кукурудзи по районах Київської області представлені в табл. 6.2.

Максимальні прирости врожаю на рівні ПУ коливаються в межах від 298 г/м² за вегетаційний період (райони Богуславський, Кагарлицький, Миронівський, Рокитнянський) до 301 г/м² за вегетаційний період (райони Бородянський, Макарівський, Згурівський, П. - Хмельницький, Яготинський).

Максимальні прирости врожаю на рівні ММУ в пунктах спостереження Тетерів, Яготин, Біла Церква та Миронівка коливаються в межах 282 – 289 г/м².

В межах максимальних приростів урожаю на рівні ДМУ спостерігається в межах від 161 (пункти спостереження Миронівка і Біла Церква) до 165 г/м² (пункт спостереження Яготин).

УВ на рівні максимальних приростів врожаю коливаються в межах 112 г/м² - 115 г/м².

Важливим показником продуктивності фітоценозів являється коефіцієнт господарської ефективності врожаю $K_{\text{хоз}}$, який показує відношення кількості сухої фітомаси господарської частини урожаю кукурудзи в Київській області до маси загальної сухої маси.

Аналізуючи показник $K_{\text{хоз}}$, (табл. 6.2) видно, що по усім агрокліматичним районам та для усіх рівнів урожайності ця величина має однакове значення і складає для кукурудзи – 0,46 відн. од.

ПУ для всієї сухої біомаси коливається в межах від 2478 г/м² (пункт спост. Біла Церква) до 2612 г/м² (пункт спост. Яготин). ММУ кукурудзи в Київській області коливається від 2322 г/м² (Біла Церква) до 2454 г/м² (Яготин). Кількість дійсно можливого урожаю для всієї сухої біомаси становить від 1399 г/м² (Яготин) до 1323 г/м² (Біла Церква). УВ максимальне 979 г/м² (Яготин), мінімальне значення 927 г/м² (Біла Церква).

Таблиця 6.2 - Узагальнені характеристики фотосинтетичної продуктивності кукурудзи в Київській області

№ пп	Загальні показники за весь період вегетації	Пункти спостережень			
		Тетерів	Яготин	Біла Церква	Миронівка
1	Максимальні прирости врожаю на рівні, ПУ г/м ²	301	301	299	298
2	Максимальні прирости врожаю на рівні, ММУ г/м ²	289	289	282	283
3	Максимальні прирости врожаю на рівні, ДМУ г/м ²	164	165	161	161
4	Максимальні прирости врожаю на рівні, УВ г/м ²	115	115	112	113
5	K _{хоз} для ПУ, відн.од	0,46	0,46	0,46	0,46
6	K _{хоз} для ММУ, відн.од	0,46	0,46	0,46	0,46
7	K _{хоз} для ДМУ, відн.од	0,46	0,46	0,46	0,46
8	K _{хоз} для УВ, відн.од	0,46	0,46	0,46	0,46
9	ПУ всієї сухої біомаси, г/м ²	2522	2612	2478	2578
10	ММУ всієї сухої біомаси, г/м ²	2401	2454	2322	2392
11	ДМУ всієї сухої біомаси, г/м ²	1369	1399	1323	1363
12	УВ всієї сухої біомаси, г/м ²	958	979	927	954

6.2 Агроекологічні категорії урожайності

Характер розподілу потенційного врожаю (ПУ) зерна кукурудзи по території київської області неоднорідний (Таблиця 6.3), урожай коливається в межах від 113 ц / га (пункт спост. Біла Церква) до 115 ц / га (пункт спост. Яготин). На сході Київської області потенційний урожай кукурудзи більший ніж в західних районах. В межах районів Богуславський, Кагарлицький, Миронівський, Рокитнянський, Згурівський, П. - Хмельницький, Яготинський коливається в межах 118 - 119 ц / га. На заході в Бородянському, Макарівському, Білоцерківському, Володарському, Сквирському, Ставищенському, Таращанському, Тетіївському районах Київської області потенційна урожайність коливається в межах 113 - 115 ц / га.

Метеорологічно можливий урожай зерна кукурудзи за вегетаційний період в північних районах Київської області (пункт спостереження Тетерів) становить 110 ц / га. В південих (пункт спостереження Миронівка) - 109 ц / га. В західних районах ММУ зерна кукурудзи становить 106 ц / га. В східній частині Київської області метеорологічно можливий урожай зерна кукурудзи за вегетаційний період становить 112 ц / га.

Розподілення ДМУ зерна кукурудзи по території Київської області представлено в табл. 6.3. Найбільші значення ДМУ характерні для районів Згурівський, П. - Хмельницький, Яготинський – 64 ц/га. На порядок менші значення ДМУ (62 ц/га) спостерігаються у пунктах спостереження Тетерів і Миронівка. Найнижчі показники ДМУ кукурудзи характерні для західних районів, які становлять 60 ц/га.

Урожай у виробництві кукурудзи на території Київської області знаходиться в межах від 42 ц/га (пункт спостереження Біла Церква) до 45 ц/га (пункт спостереження Яготин). У пунктах спостереження Тетерів та Миронівка 45 ц/га.

Таблиця 6.3 - Узагальнені характеристики агрокліматичних умов формування та продуктивності кукурудзи в Київській області

№ пп	Загальні показники за весь період вегетації	Пункти спостережень			
		Тетерів	Яготин	Біла Церква	Миронівка
1	ПУ зерна, ц/га	115	119	113	118
2	ММУ зерна, ц/га	110	112	106	109
3	ДМУ зерна, ц/га	62	64	60	62
4	УВ зерна, ц/га	44	45	42	44
5	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов, відн.од.	0,952	0,940	0,937	0,928
6	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн.од.	0,399	0,399	0,399	0,399
7	Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн.од.	0,415	0,400	0,422	0,406
8	Оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів, відн.од.	0,700	0,700	0,700	0,700

6.3 Комплексна оцінка агрокліматичних ресурсів Київської області

Ступінь сприятливості кліматичних умов (СКУ) для кукурудзи по території Київської області розподілена рівномірно. З таблиці. 6.3 видно, що найбільші значення (0,952 відн.од.) спостерігаються у північних районах (Бородянський, Макарівський). Ступінь сприятливості кліматичних умов знижується у східних (Згурівський, П. - Хмельницький, Яготинський), південних (Богуславський, Кагарлицький, Миронівський, Рокитнянський) і коливається в межах 0,940 – 0,937 відн. од. Найнижчі значення СКУ (0,928 відн.од.) характерні для західних районів області (Білоцерківський, Володарський, Сквирський, Ставищенський, Таращанський, Тетіївський).

Описуючи оцінку рівня використання агрокліматичних ресурсів (C_0) для кукурудзи за вегетаційний період, з табл. 6.3 видно, що рівень в усіх районах Київської області становить 0,399 відн.од.

З таблиці 6.3 видно, що найвищий рівень реалізації агроекологічного потенціалу для кукурудзи 0,422 – 0,415 відн. од. у північних та західних районах області (Бородянський, Макарівський, Білоцерківський, Володарський, Сквирський, Ставищенський, Таращанський, Тетіївський). У деяких південних районах (Богуславський, Кагарлицький, Миронівський, Рокитнянський) цей показник дещо нижчий і складає 0,406 відн. од. У східних районах (Згурівський, П. - Хмельницький, Яготинський) Київської області 0,400 відн. од.

Описуючи рівень господарського використання ресурсів для кукурудзи за вегетаційний період в Київській області, з табл. 6.3 видно, що рівень в усіх районах це показник становить 0,700 відн.од.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Досліджено фізико - географічні особливості Київській області.
2. Вивчені біологічні особливості кукурудзи та її вимоги до умов навколишнього середовища.
3. Вивчена технологія вирощування кукурудзи.
4. Встановлено вплив агрометеорологічних умов на темпи розвитку кукурудзи в Київській області. Встановлено кількісні показники температурного режиму та режиму зволоження, що визначають тривалість міжфазних періодів: сівба - сходи, сходи - 5 - лист, 5 лист - 9 лист, 9 лист - 15 лист, 15 лист - викидання волоті, викидання волоті - цвітіння волоті, цвітіння волоті - цвітіння качана, цвітіння качана - молочна стиглість. Так, для умов Київської області в період сівба - сходи середня за період температура повітря $13,6 - 16^{\circ}\text{C}$ і запаси вологи в орному шарі 44 - 54 мм обумовлюють формування сходів ярого ячменю протягом 13 - 15 днів.
5. Для ґрунтово - кліматичних умов Київської області адаптована і модифікована модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування врожаю сільськогосподарських культур відповідно до умов вегетаційного періоду кукурудзи :
 - визначені параметри моделі і функції впливу агрокліматичних умов на продуктивність кукурудзи;
 - визначено вплив агрокліматичних умов на динаміку формування приростів різних рівнів агроекологічної врожайності.
6. Оцінено щодакна динаміка показників приростів агроекологічних категорій врожайності під впливом радіаційного, теплового та водного режимів для чотирьох пунктів спостереження. Так, для пункту спостереження Миронівка максимальні прирости потенційного врожаю (398 г / м^2), метеорологічні можливого врожаю (283 г / м^2), дійсно можливого врожаю (161 г / м^2) і врожаю у виробництві (113 г / м^2) спостерігаються при сумах ФАР 438 - 499 Дж / см^2 .

Встановлено відмінності в оптимальних значеннях сум ФАР, температури повітря і характеристик зволоження для різних агрокліматичних зон.

7. Виконано оцінку агроекологічних категорій врожайності всієї сухої маси і врожаю зерна кукурудзи. Так, в Київській області потенційний урожай сухої маси кукурудзи коливається в межах від 2478 г / м² до 2612 г / м²; метеорологічних можливий урожай від 2322 до 2454 г / м²; дійсно можливий урожай від 1323 до 1399 г / м²; урожай у виробництві від 927 до 979 г / м². Урожай зерна ярого ячменю становить: потенційний від 113 до 119 ц / га; метеорологічних можливий урожай від 106 до 112 ц / га; дійсно можливий від 60 до 64 ц / га; у виробництві від 42 до 45 ц / га.

8. Для кукурудзи дана комплексна оцінка агрокліматичних ресурсів Київської області в розрізі агрокліматичних зон. Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов коливається в межах 0,928 – 0,952 відн.од. Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів становить 0,399 відн.од в усіх районах. Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу коливається від 0,400 до 0,422 відн.од. Оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів в усіх районах становить 0,700 відн.од

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель / За ред. В.П. Патики, О.Г. Тараріко. К.: Фітосоціоцентр, 2002. 296 с.
2. Агроекологія. / Навч. посібник / О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак та ін. К.: Вища освіта, 2006. 671 с.
3. Агроэкологическая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур / Под ред. В.В. Медведева. К.: «Аграрная наука», 1997. 160 с.
4. Вериго С.А., Разумова Л.А. Почвенная влага и ее значение в сельскохозяйственном производстве. Л.: Гидрометеиздат. 1963. 288 с.
5. Дзюбецький Б. В. Селекція кукурудзи / Б. В.Дзюбецький, В. Ю.Черчель, С. П. Антонюк // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. К.: Логос, Т 4. 2001. С. 571-589 .
6. Зінченко О.І. Рослинництво:Підручник./О.І.Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
7. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 150 с.
8. Козубенко Л. В. Селекция кукурузы на раннеспелость / Л.В.Козубенко, И. А. Гурьева. Харьков, 2000. 239 с.
9. Козубенко Л. В. Селекція гібридів кукурудзи різних груп стиглості в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва / (Л.В. Козубенко, М.М. Чупіков,) / Селекція і насінництво. Харків, 2007. №94. С. 3-10.
10. Маннеля А.И. Динамика урожайности сельскохозяйственных культур. М., «Статистика», 1972. 59 с.
11. Орлянский Н. А. Селекция кукурузы на адаптивность и загущение посевов / Н. А. Орлянский, Н.А. Орлянская, Д. Г. Зубко //Кукуруза и сорго. М.: 2005. № 5. С. 2-4.
12. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование

продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 319 с.

13. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 175 с.

14. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. Одеса: «ТЕС», 2012. 612 с.

15. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є. Практикум з сільськогосподарської метеорології. Одеса, 2003. С. 32-45.

16. Польовий А.М., Бондар О.В. Агрокліматичні умови формування еталонних врожаїв кукурудзи в Київській області // XLIV Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы развития науки в начале третьего тысячелетия в странах Европы и Азии» . 29 - 32 с.

17. Польовий А.М., Костюкевич Т.К., Бондар О.В. «Агrometeorологічні умови формування врожайності кукурудзи в Київській області» // ВЕСТНИК Гидрометцентра Черного и Азовского морей № 1 (21) Одесса-2018. 211-218 с.

18. Сотченко В. С. Селекция кукурузы на устойчивость к вредным организмам и засухе / (В.С. Сотченко, В.Г. Иващенко) // Вестник защиты растений. Киев, 2009. № 2. С. 22-31.

19. Тооминг Х. Г. Солнечная радиация и формирование урожая. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 200 с.

20. Уланова Е.С. Применение математической статистики в агrometeorологии для нахождения уравнений связи. М., Гидрометеиздат, 1964. 78 с.

21. Чирков Ю.И. Агrometeorологические условия и продуктивность кукурузы. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 56 с.

22. Екологічний паспорт Київської області 2015р. URL:<http://old.menr.gov.ua/protection/protection1/kyivska> (дата звернення 17.04.2018)

23. Доманцевич Я. С., Картушинский А. В. Программное обеспечение для анализа климатических условий природных зон URL: http://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/visnyky/agrobiologiya/grabovskiy_1_2014.pdf (дата звернення 15.04.2018) .