

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Центр перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів
Кафедра агрометеорології та агроекології

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Агроекологічні умови формування продуктивності
кукурудзи на території Житомирського Полісся

Виконав студент групи АЕ - 5т (і) з/ф
Спеціальності 101 «Екологія»

Азізов Рахбер Тапдиг огли

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник к.геогр.н., асистент

Костюкєвич Тетяна Костянтинівна

Консультант -

Рецензент к.геогр.н., доцент

Ільїна Валентина Григорівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Центр перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів

Кафедра агрометеорології та агроекології

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101 «Екологія»

(шифр і назва)

Освітня програма «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

агрометеорології та агроекології

Польовий А.М.

« 22 » квітня 2021 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студенту Азізову Рахберу Тапдигу огли

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Агроекологічні умови формування продуктивності кукурудзи на території Житомирського Полісся

керівник роботи Костюкєвич Тетяна Костянтинівна, к.геогр. наук,

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

затверджені наказом ОДЕКУ від « 19 » березня 2021 року № 32 - С

2. Строк подання студентом роботи 01 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи 1.Агрокліматичні дані по Житомирській області за 1991-2018 рр. 2. Програма моделі формування агроекологічного рівня потенційної урожайності сільськогосподарських культур; 3. Дані державної статистичної служби України

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Описати народногосподарське значення та сучасний стан виробництва кукурудзи; 2. Описати агробіологічні особливості кукурудзи та її сучасні сорти; 3. Вивчити фізико-географічні умови території дослідження; 4. Описати модель формування агроекологічного рівня потенційної урожайності; 5. Дати характеристику агрометеорологічних умов вирощування культури; 6. Оцінити динаміку приростів агроекологічних категорій врожайності кукурудзи; 7.Оцінити динаміку фактичної врожайності зерна кукурудзи в Житомирській області.

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

1. Графік динаміки виробництва кукурудзи в Житомирській області; 2. Графіки умов вологозабезпеченості кукурудзи на території дослідження; 3. Графіки динаміки приростів агроекологічних категорій врожайності кукурудзи; 4. Графіки динаміки та відхилень врожайності зерна кукурудзи в Житомирській області впродовж вегетаційного періоду.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 22 квітня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Отримання завдання та збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою кваліфікаційної роботи бакалавра.	22.04.2021 р. - 28.04.2021 р.	74	4 (добре)
2.	Проведення чисельних розрахунків на ПОЕМ. Оформлення текстової частини першого та другого розділів кваліфікаційної роботи бакалавра	29.04.2021 р. - 10.05.2021 р.	74	4 (добре)
	Рубіжна атестація	11.05.2021 р. - 15.05.2021 р.	74	4 (добре)
3.	Побудова табличного та графічного матеріалу. Аналіз отриманих розрахунків.	17.05.2021 р. 20.05.2021 р.	74	4 (добре)
4	Оформлення текстової частини третього розділу кваліфікаційної роботи бакалавра.	21.05.2021 р. 26.05.2021 р.	74	4 (добре)
5.	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.	27.05.2021 р. - 01.06.2021 р.	74	4 (добре)
	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	01.06.2021 р.- 03.06.2021 р.	-	-
	Підготовка паперової версії кваліфікаційної роботи бакалавра і презентаційного матеріалу захисту	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	74,0	-

Студент _____
(підпис)

Азізов Р. Т. огли
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Костюкєвич Т. К
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Азізов Р. Т. огли Агроекологічні умови формування продуктивності кукурудзи на території Житомирського Полісся

Актуальність обраної теми зумовлена тим, що для отримання сталих і високих урожаїв кукурудзи необхідне детальне вивчення умов формування агроекологічних категорій врожайності цієї цінної сільськогосподарської культури на досліджуваній території з метою раціонального використання цих умов і найбільш оптимального розміщення посівів.

Сьогодні кукурудза ще й основне джерело сировини для заводів з виробництва біогазу в Європі. Це обумовлено її високою врожайністю і відсутністю проблем у вирощуванні. Однак, для забезпечення необхідною кількістю біомаси, її виробництво має досягти високих показників ефективності. За розмірами посівної площі вона посідає друге місце в Україні після озимої пшениці та ранніх ярих культур.

Метою даного дослідження є оцінка умов формування агроекологічних категорій врожайності кукурудзи на території Житомирського Полісся на прикладі Житомирської області.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- оцінити сучасні умови вирощування кукурудзи на території дослідження;
- розрахувати динаміку та відхилення від лінії тренду фактичної врожайності кукурудзи;
- розрахувати динаміку приростів агроекологічних категорій врожайності кукурудзи.

Об'єкт дослідження - агрокліматичні умови формування агроекологічних категорій врожайності кукурудзи.

Предмет дослідження - оцінка агроекологічних умов формування продуктивності кукурудзи в Житомирській області.

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

Вперше дана кількісна оцінка умов формування агроекологічних категорій врожайності кукурудзи в Житомирській області.

Отримані результати можуть бути використані при виконанні комплексної оцінки агрокліматичних ресурсів стосовно вирощування культури та оптимізації розміщення її посівних площ в Житомирській області.

Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків та переліку посилань. Повний обсяг роботи становить 59 сторінок, 7 рисунків, 5 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 32 найменування.

Публікації. За темою кваліфікаційної роботи бакалавра автором представлено 1 наукова публікація.

Ключові слова: кукурудза, модель продуктивності, агроекологічні категорії врожайності, динаміка врожайності, врожай зерна.

ЗМІСТ		
ВСТУП		5
1	ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ ..	7
1.1	Фізико-географічна характеристика території	7
1.2	Кліматичні та агрокліматичні умови	9
2	АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КУКУРУДЗИ	12
2.1	Кратка характеристика життєвого циклу кукурудзи	12
2.2	Агробіологічні особливості розвитку кукурудзи	14
2.3	Вплив попередників та добрив на формування врожаю	18
2.4	Найбільш поширені хвороби та шкідники кукурудзи	22
2.5	Сучасні сорти та гібриди кукурудзи	25
3	ОЦІНКА МІНЛИВОСТІ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ НА ТЕРИТОРІЇ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ	28
3.1	Динаміка виробництва кукурудзи на території дослідження ...	28
3.2	Просторово-часова оцінка мінливості врожайності кукурудзи	31
4	АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА УМОВ ФОРМУВАННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ КАТЕГОРІЙ ВРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ НА ТЕРИТОРІЇ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ	37
4.1	Концепція моделювання агроекологічних категорій врожайності сільськогосподарських культур	37
4.2	Оцінка агрометеорологічних умов вирощування кукурудзи на території дослідження	40
4.3	Динаміка приростів агроекологічних категорій врожайності кукурудзи	44
4.4	Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів території стосовно вирощування кукурудзи	50
ВИСНОВКИ		54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....		56

ВСТУП

Надійне забезпечення населення країни продовольством має стратегічне значення в умовах глобальної світової фінансової та економічної кризи. У вирішенні проблеми продовольчої безпеки особлива роль належить зерну кукурудзи як найважливішому та соціально значиму продукту. Велике значення кукурудзи в виробництві кормів. У якості високоенергетичного корму зерно кукурудзи придатне для годування всіх видів тварин і птахів.

Сьогодні кукурудза ще й основне джерело сировини для заводів з виробництва біогазу в Європі. Це обумовлено її високою врожайністю і відсутністю проблем у вирощуванні. Однак, для забезпечення необхідною кількістю біомаси, її виробництво має досягти високих показників ефективності. За розмірами посівної площі вона посідає друге місце в Україні після озимої пшениці та ранніх ярих культур і відіграє значну роль у зерновому балансі країни [7, 8].

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

Обґрунтування вибору теми дослідження зумовлено тим, що для отримання сталих і високих урожаїв будь-якої сільськогосподарської культури, зокрема, кукурудзи, необхідне детальне вивчення умов формування агроекологічних категорій врожайності цієї цінної сільськогосподарської культури на досліджуваній території з метою раціонального використання цих умов і найбільш оптимального розміщення посівів.

Мета і завдання дослідження. Метою даного дослідження є оцінка умов формування агроекологічних категорій врожайності кукурудзи на території Житомирського Полісся. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- оцінити сучасні умови вирощування кукурудзи на території дослідження;
- розрахувати динаміку та відхилення від лінії тренду фактичної врожайності кукурудзи;
- розрахувати динаміку приростів агроекологічних категорій врожайності кукурудзи.

Об'єкт дослідження - агрокліматичні умови формування агроекологічних категорій врожайності кукурудзи.

Предмет дослідження - оцінка агроекологічних категорій врожайності кукурудзи в Житомирській області.

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

Публікації. За результатами дослідження автором представлено 1 наукова публікація.

Обсяг і структура. Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків та переліку посилань. Повний обсяг роботи становить 59 сторінок, 7 рисунків, 5 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 32 найменування.

1 ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

1.1 Фізико-географічна характеристика території

Житомирське Полісся. Це область зони змішаних лісів, яка займає більшу частину Житомирської та східну частину Рівненської адміністративних областей (рис. 1.1). Західний кордон Житомирського Полісся проходить поблизу населених пунктів Клесів, Соснове, Корець, Шепетівка, а східна - поблизу Народичей, Малина, Радомишля, Корніна. Ці кордони пов'язані з виходами на денну поверхню порід Українського докембрійського щита, який, головним чином, зумовив виділення Житомирського Полісся. Особливості його природного середовища виявляються в більш високому гіпсометричному положенні (180-200 м), будову і глибині розчленування рельєфу, гідрологічних і гідрогеологічних властивості, меншою заболоченістю і зменшенням лісового покриття в порівнянні з іншими поліськими областями, своєрідністю корисних копалин, пов'язаних з кристалічним щитом [14].

Помітний вплив на сучасні ландшафти мають палеогеографічні умови території в антропогену. Західна, більш висока частина Житомирського Полісся вкривається льодовиком, і морени тут немає. На схід від лінії, що проходить поблизу населених пунктів Словечно, Старі Велідники, Лугини, Кривотин, Житомир, Івниця знаходиться моренна частина області, де зустрічаються льодовикові форми рельєфу (моренні пагорби, ками, ози), переважають супіщані дерново-середньопідзолисті ґрунту і сосново-дубові ліси.

Річки Житомирського Полісся відрізняються від інших поліських річок більш швидкою течією, а на окремих ділянках - перекатами і порогами, вищим підйомом води під час повені.



Рисунок 1.1 – Карта Полісся України.

З усіх поліських областей Житомирське Полісся найменш заболочене. Загальна площа боліт становить лише 2,9% території. Великі болотні масиви поширені тільки на північному заході і півночі області [4].

Ландшафтна структура Житомирського Полісся досить строката і складається з таких ландшафтних місцевостей як рівнинно-зандрові на кристалічній основі з переважанням дерново-слабопідзолисті ґрунтів під лісами борового і суборового типів. Місцями зустрічаються піщані вали та горби еолового походження, а в пониженнях - невеликі болота і заболочені землі. Найбільше ці місцевості поширені на північному заході в районі Рокитного, Городниці, Ємільчине; - рівнинно-зандрові і долинно-зандрові заболочені місцевості з дерново-слабопідзолистими глинистими і болотними ґрунтами на докембрійських кристалічних, крейдяних і палеогенових осадових породах під лісами борового типу поширені в районі Олевська, Перги, р. Болотниця. Тут зустрічаються верхові і перехідні болота площею понад 1000 га, з потужністю торф'яного шару до 4-5 м. Найбільші з боліт - Озерянське і Гвіздь.

У пониженнях і долинах розвинені осоково-гіпновіе болота, в цих районах проведені меліоративні роботи; - моренно-зандрові і моренно-

горбисті з дерново-слабопідзолистими і дерновосереднеподзолістими ґрунтами ландшафтні місцевості поширені в східній частині Житомирського Полісся де переважають дерново-слабопідзолисті щебенюваті ґрунти які мають широке поширення в межиріччях з високим заляганням докембрійських порід [13].

1.2 Кліматичні та агрокліматичні умови

Клімат Житомирського Полісся за своїми особливостями займає проміжне положення між більш вологим і теплим кліматом Волинського Полісся і більш континентальним кліматом східних областей. Розподіл середньої температури повітря за рік для Житомирського Полісся наближається до меридіонального. Ця характеристика зменшується із заходу на схід. Найтеплішим місяцем на досліджуваній території є липень, а найтеплішою декадою - перша декада серпня. Територіальний розподіл середньої місячної температури повітря за липень і першу декаду серпня характеризується збільшенням із заходу на схід [4].

Максимальна температура повітря визначається головним чином синоптичними процесами. У теплий період року на цій території створюються умови для формування високої (25 °C і вище) температури повітря. Висока температура встановлюється при надходженні сухого континентального повітря помірних або тропічних широт з Нижнього Поволжя і Середньої Азії. Висока температура характеризується середнім числом днів і середньої тривалості з температурою повітря 25 °C і вище.

Розподіл числа днів зверхньо температурою має в цілому для Житомирського Полісся широтний характер, тобто спостерігається збільшення цієї характеристики з півночі на південь. Середня тривалість високої температури повітря за рік для території збільшується з північного заходу на південний схід. Характерною особливістю зимового сезону на даній території є часті відлиги. День з відлигою - це коли на тлі стійкої

негативної температури повітря спостерігається максимальна температура повітря вище 0°C . На даній території переважають адвективні відлиги, які спостерігаються під час переміщення південно-західних і південних циклонів. Хід числа днів з відлигою по Житомирському Поліссі в цілому спрямований на їх зменшення з заходу на схід. Таке ж розподіл характерний і для середньої і найбільшої тривалості відлиг в днях за рік.

Мінімальні температури повітря обумовлені переміщенням холодних арктичних повітряних мас, які мають незначну вологість і велику прозорість і під час руху відчують подальше радіаційне охолодження. У зимовий сезон на даній території створюються умови для формування низької температури повітря -10°C і нижче.

Низька температура обумовлена вторгненням континентального арктичного повітря, який поширюється в антициклонах з північного сходу і півночі або в тилу пірнаючих циклонів з північного заходу. Тривалість періоду з низькою температурою повітря -10°C і нижче зростає із заходу на схід. Розподіл середнього числа днів з низькою температурою повітря -25°C і нижче для території в цілому наближається до широтному, тобто ця характеристика термічного режиму збільшується з півдня на північ [13, 14].

Для досліджуваної території характерні радіаційні та адвентивні заморозки. Перші з них утворюються при відповідній низькою добової температури повітря внаслідок інтенсивного радіаційного охолодження підстильної поверхні і прилеглого повітря і мають локальний характер, що спостерігаються в нічні та ранкові години. Адвентивні заморозки виникають під час вторгнення холодних повітряних мас з температурою повітря 0°C і нижче. Вони охоплюють велику площу і можуть спостерігатися в будь-який час доби. На розподіл інтенсивності заморозків, крім загальних закономірностей і синоптичних процесів, значно впливає характер підстильної поверхні. На найбільшій частині даної території початок холодного періоду припадає на 30 листопада. Велика частина території починає отримувати весняне тепло після 10 березня. Сума негативних

температур повітря визначає суворість зими. Для території Житомирського Полісся вона становить - 430 °С (коливання від - 438 °С до - 418 °С) [1].

Тривалість теплого періоду змінюється із заходу на схід і становить в середньому 253 дні (від 254 до 256 днів). У Житомирському Поліссі середня сума позитивних температур росте з північного заходу на південний схід.

Вегетаційний період - це частина року між датами переходу температури повітря через 5 °С навесні та восени. Середня багаторічна дата початку цього періоду припадає на 4 квітня (від 04.04 до 06.04). Середня багаторічна дата закінчення вегетаційного періоду змінюється із заходу на схід і припадає в середньому на 29 жовтня (від 27.10 до 30.10). Середня багаторічна тривалість цього періоду зменшується в меридіональному напрямку із заходу на схід і дорівнює 206 днів (від 204 до 209 днів). Територіальний розподіл суми ефективних температур за період вегетації має широтний характер, тобто спостерігається її зростання з півночі на південь. В середньому зазначена сума для території становить 820 °С [1, 14].

В результаті просторовий розподіл середньої кількості опадів за рік характеризується складним їх зростанням - значення зменшується з північного заходу на північний схід. Аналогічна картина спостерігається для середньої багаторічної кількості опадів за теплий і холодний період року і за період активної вегетації. Житомирське Полісся - це райони з достатнім зволоженням, тут часто бувають аномально вологі роки. Територія Полісся відноситься до зливу небезпечних районів. На більшій частині території максимальна добова кількість опадів не перевищує 150 мм. При аналізі розподілу цієї характеристики на даній території не виявлено будь-якої закономірності. Кількість опадів за період вегетації становить 425 мм. В цілому частота випадання опадів пропорційна розподілу кількості опадів.

2 АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КУКУРУДЗИ

2.1 Кратка характеристика життєвого циклу кукурудзи

Спостереження за розвитком і ростом кукурудзи, за термінами проходження основних фенологічних фаз мали і зараз мають велике наукове і виробниче значення. Вони допомагають оцінювати сорти за скоростиглістю, дозволяють скласти календар проведення різних сільськогосподарських робіт, дають можливість правильно підійти до питання підбору і районування найважливіших сільськогосподарських культур і сортів рослин.

Життєвий цикл кукурудзи, як і інших однорічних рослин, характеризується рядом послідовно йдуть змін розвитку і зростання. Ці зміни визначаються складною взаємозв'язком стадійних, вікових та органоутворювальних процесів. При фенологічних спостереженнях необхідно відзначати такі фази розвитку кукурудзи [12].

Набухання насіння: за достатнього зволоження ґрунту і відповідній температурі воно починається відразу ж після посіву і легко виявляється при огляді насіння через 24 години.

Проростання насіння: дату проростання насіння можна фіксувати при виявленні зародкового корінця у 70% переглянутих зернівок. У наступні дні відзначається подовження корінця і поява паростка.

Сходи визначаються, (коли у перших паростків, що з'явилися над поверхнею ґрунту, починає розгортатися 1 -й лист.

Фаза 3-го листка: зазначається момент розгортання 3-го листка. Ця фенофаза має певне значення для таких злаків, як (пшениця, ячмінь, у яких зародок має три листа: появи 3-го листка означає перехід рослини за рахунок фотосинтезу всіх розгорнулися зародкових листків. У кукурудзи, у якій в зародковій нирці формується п'ять зародкових листків, правильніше

відзначати фазу п'яти листя - як завершення процесу розгортання зародкових листків.

Кущіння: початком кущіння можна вважати появу перших бічних пагонів (пасинків) з пазух нижніх листків.

Вихід в трубку, або початок стеблування, визначається по появі першого (нижнього) стеблового вузла над поверхнею ґрунту.

Фази 7, 9, 11-го листя відзначаються в момент початку розгортання кожного з цих листів.

Викидання волоті визначається по появі верхівки волоті з розтруба верхнього листа.

Цвітіння волоті відзначається з початку висипання пилку з пиляків, що з'явилися зовні колосків.

Цвітіння качана визначається по появі з-під обгортки качанів ниткоподібних стовпчиків, несучих (роздвоєні рильця).

Молочна стиглість визначається станом зернівок. Для визначення стиглості зернівки обгортку качана, ще зберігає зелене забарвлення, розрізають уздовж, листя її злегка розгортають, потім із середньої частини качана відділяють по 20 зернин з 3-4 рослин і розчавлюють. Якщо при цьому з'являється «молочко», фаза молочної стиглості вважається початковою.

Воскова стиглість вважається настала тоді, коли обгортка качана втрачає зелений колір, жовтіє і підсихає. Зернівки вже сформувалися і в середній частині качана набувають (воскову консистенцію, легко ріжуться ножем; при розрізанні зернівки уздовж «молочка» не виявляється. Нижні і частина середніх листя до цього часу підсихаю.

Повна стиглість визначається станом верхнього качана. Зернівка твердне. Рослини у більшості сортів повністю засихають. При повній стиглості зерно стає твердим, набирає характерної для нього форми і забарвлення. У найбільш скоростиглих гібридів залежно від рівня літніх температур повна стиглість настає за 50–55 діб [12].

2.2 Агробіологічні особливості розвитку кукурудзи

Можливість використання кукурудзи в якості найважливішого об'єкту землеробської культури в різних ґрунтово-кліматичних умовах, свідчить про її високу лабільності, про здатність успішно адаптуватися до значних коливань і різними сполученнями життєвих факторів. Разом з тим умови, необхідні для зростання і розвитку кукурудзи, не можуть бути нескінченно варіабельними. Параметри цих умов визначаються перш всього екологічними особливостями рослин, що склалися в ході тривалої еволюції виду під впливом природних факторів і свідомої діяльності багатьох поколінь землеробів.

Ці особливості визначаються насамперед реакцією рослини на вплив таких чинників, як вода, температура ґрунту і повітря, кислотність ґрунту і забезпеченість її необхідними запасами доступних рослині елементів мінерального живлення, світла, взаємодії між рослинами кукурудзи та іншими рослинами в посіві.

Кукурудза може нормально розвиватися й накопичувати значні кількості органічної речовини при оптимальному поєднанні всіх зазначених факторів. Саме цим і визначається необхідність максимально точного вивчення та визначення таких оптимальних поєднань екологічних факторів і їх фізіолого-біохімічного дії та рослини кукурудзи [11].

На підставі вже отриманого дуже великого і ще далеко не повністю недалекого експериментального матеріалу, можна зробити деякі загальні висновки щодо основних екологічних характеристик рослин кукурудзи.

Кукурудза не належить до ксерофільних або посухостійких культур. За вегетаційний період вона споживає величезну кількість води. При оптимальному водопостачанні добре розвинене рослина кукурудзи може випарувати за день близько 4 л води. Великий теоретичний і практичний інтерес представляє питання про мінімальну кількість ґрунтової вологи, при якому ще можливе поглинання води рослиною і її зростання. Рослини

кукурудзи перестають рости, якщо процентний вміст вологи в ґрунті нижче 9,5 %. Зміст вологи, при якому спостерігалось в'янення рослини, було рівним 6,7%. Отже, при наявності в ґрунті 3% доступної вологи зростання кукурудзи припиняється, причому особливо помітно знижується швидкість росту листя. Поглинання води кукурудзою відбувається швидше з ґрунту, що знаходиться в безпосередній близькості від рослини в зв'язку з тим, що ці ділянки ґрунту швидше висихують, більш далекі ділянки висихують повільніше. На добре проникному і дренажному ґрунті кукурудза може використовувати воду, що знаходиться на глибині 150 см і більше [22].

Ефективність опадів, як основного джерела вологи в ґрунті, залежить від того, в який період року вони випали, адже саме цим визначається, чи отримали рослини необхідну кількість води в найбільш відповідальні періоди їх життя. Дуже різко знижується урожай кукурудзи при відсутності опадів в червні і на початку липня, коли кукурудза починає інтенсивно рости.

Температура має глибокий вплив на всі сторони життя рослин кукурудзи. Це вплив починає позначатися вже з моменту проростання насіння. Відповідно до більшості спостережень, проведених головним чином в південних районах, для проростання насіння кукурудзи температура ґрунту повинна бути близько (+ 10 °C) - (+ 12 °C), можливо проростання насіння й при більш низькій температурі, від + 6 °C.

В умовах тривалої дії низької температури паростки пізно пробиваються на поверхню ґрунту, легко уражаються грибковими захворюваннями, бувають, як правило, ослаблені і гинуть або, в кращому випадку, погано ростуть та розвиваються. З огляду на несприятливу дію низької температури на схожість зерна і на їх стійкість до грибних захворювань.

При глибокому закладенні зерна і при посіві в непрогрітий ґрунт негативний вплив зниженої температури ґрунту посилюється. Тому необхідно дуже уважно ставитися і вибору глибини загортання насіння в різних кліматичних районах, на різних ґрунтах, враховувати конкретні умови

року і перш всього рівень забезпеченості вологою, з якою тісно пов'язана аерація ґрунту.

Кукурудза найбільш інтенсивно і довго росте при температурі 18-22 °С в умовах довгого дня і при оптимальному водопостачанні та харчуванні. При середньодобовій температурі нижче 15 °С і вище 25 °С, а також при короткому дні або при нестачі харчування і води ростові процеси значно пригнічуються. При високій температурі урожай вегетативної маси знижується значно - урожай зерна знижується набагато менше. Мабуть, цим можна пояснити те, що в північних районах обробітку кукурудзи в її врожаї відносно більше зеленої маси, а в південних районах більшу частину врожаю становить зерно. Оптимальна температура ґрунту для росту коренів кукурудзи становить 24 °С, для росту надземних органів на ранніх етапах до 20 °С, на більш пізніх - близько 28 °С. Квітки найкраще формуються при температурі ґрунту 28-32 °С. Якщо в період вегетації температура ґрунту не досягає 16 °С, середньостиглі і пізньостиглі сорти кукурудзи навіть не зацвітають [22].

Навіть серед рослин, що засвоюють велику кількість світлової енергії, кукурудзі належить одне з перших місць. Цьому сприяє потужний розвиток асиміляційного листового апарату, який нерідко перевищує площу посіву в 3-5 рази, а в умовах поливного землеробства навіть більше. Загальновизнано, що листя - це важливі органи рослин, за допомогою яких вони вловлюють енергію сонця, засвоюють вуглекислий газ і здійснюють вуглецеве харчування, а також процес транспірації.

Розвиток листя відбувається відповідно до стану зовнішнього середовища, з її продуктивними можливостями. Існує оптимальне співвідношення між розвитком листової поверхні рослин, світловим режимом і продуктивністю рослин в посівах. Численні спостереження над кукурудзою і багатьма іншими рослинами дозволяють зробити висновок про те, що при сприятливих умовах водопостачання та ґрунтового харчування оптимальною є площа листя 40-50 тис. м²/га. В цих умовах найбільш

сприятливий світловий режим і найбільш висока продуктивність рослин. При подальшому збільшенні листкової поверхні або загущенні посівів (а ці показники, як правило, взаємопов'язані) значно погіршується світловий режим, особливо в середніх і нижніх листя - це знижує їх продуктивність, а в кінцевому рахунку і урожай всього господарства [23].

Значення світла як найважливішого екологічного чинника не обмежується тільки його участю в фотосинтезі й тим самим у створенні врожаю рослин. Від світлового режиму залежить процес розвитку кукурудзи, що має істотне значення для селекційної практики та створення сортів, найбільш адаптованих до конкретних умов середовища.

Повітря, що оточує посіви кукурудзи, може робити істотний вплив на багато сторін її життя. Завдяки руху повітря значно полегшується процес запилення кукурудзи. При сильному русі повітря (вітрі) спостерігається вилягання посівів кукурудзи, не можуть проходити процеси запилення і ін.

В зв'язку з досить високим вмістом в атмосфері водяної пари створюються належні умови регулювання процесів витрачання води і поглинання води корінням. Нормальна діяльність кореневої системи, зокрема поглинання нею води, залежить від доступу повітря до коріння і забезпечення їх необхідною кількістю кисню. Більш високий урожай сільськогосподарських культур виходить при оптимальному водному режимі, який передбачає безперебійний доступ кисню до коренів оброблюваних рослин. Кукурудза не є в цьому відношенні винятком, навпаки, досвід показує, що найкращими ґрунтами для кукурудзи є ґрунти з гарною повітропроникністю, що не запливають, з низьким рівнем ґрунтових вод.

З усього вищесказаного випливає, що кукурудза є теплолюбною, чутливою до вологи рослиною, інтенсивно використовує енергію світла при нормальному забезпеченні коренів киснем. Облік всіх зазначених особливостей кукурудзи в практиці землеробства допомагає правильно і до кінця використовувати величезні можливості цієї рослини.

2.3 Вплив попередників та добрив на формування врожаю

Кращими попередниками для кукурудзи в сівоzmінах є озимі хліба, після яких ґрунт залишається родючим і незасміченим, зернові, бобові, картопля, баштанні та ранні зернові культури.

Кукурудза як просапна і цінна кормова культура одночасно вирішує декілька завдань: покращує склад попередників зернових культур, при високій агротехніці явно підвищує культуру землеробства, на відміну від інших просапних культур не призводить до істотного погіршення балансу органічних речовин в ґрунті.

Сівоzmіни - важлива ланка технологій обробітку зернових культур, що впливає на елементи структури, а в підсумку на врожайність. При розміщенні посівів кукурудзи по сприятливим попередникам істотно поліпшується фітосанітарний стан посівів і знижується потреба в застосуванні засобів захисту рослин [6].

При обробленні кукурудзи підвищується родючість ґрунту: з пожнивними і кореневими залишками після себе на гектар площі близько 14 тонн органічних речовин, при мінералізації яких в ґрунті накопичується до 52,5 кг азоту, 12,8 - фосфору і 79,1 – калію [11].

При вирощуванні за інтенсивною технологією після кукурудзи залишається добре очищене від бур'янів поле, поліпшується фізичний стан ґрунту, що сприяє накопиченню вологи.

У південних районах України по ярим зерновим культурам урожай зерна кукурудзи нижче, ніж по озимим. Небажано розміщення кукурудзи після багаторічних трав тривалого користування, так як через велику поширення дротяники посіви бувають зрідженими. У зоні недостатнього зволоження не слід розміщувати кукурудзу на зерно після культур, що висушують ґрунт: соняшнику, цукрового буряка, сорго, проса. Кукурудза витримує монокультуру, але при вирощуванні на зерно врожайність її знижується через три-чотири роки [22].

Серед факторів життя рослин (світло, тепло, вода, повітря, елементи мінерального живлення), що обмежують вирощування дійсно можливої врожайності, лімітуючим є низький рівень ефективної родючості ґрунту, в зв'язку з чим потрібне додаткове внесення поживних елементів.

Мінеральне харчування - один із потужних факторів середовища, який надає всебічне вплив на життя рослин, їх продуктивність і найважливіші властивості.

Для нормального росту і розвитку кукурудзи, як і всіх рослин, необхідні кисень, водень, вуглець, які рослини отримують з води і вуглекислого газу. Крім того, необхідні азот, фосфор, сірка, калій, кальцій, магній (макроелементи); залізо, марганець, бор, мідь, цинк, молібден, кобальт (мікроелементи).

Кукурудза дуже чуйна на добрива, що містять азот, калій, фосфор і кальцій. Ступінь чуйності змінюється в залежності від типу ґрунту, кліматичних умов, рівня агротехніки та інших факторів. Споживання кукурудзою елементів мінерального живлення відбувається нерівномірно протягом вегетаційного періоду. Встановлено позитивну кореляцію між накопиченням органічної речовини і споживанням елементів мінерального живлення рослинами кукурудзи [22].

Для формування 1 т зерна їй потрібно в середньому 25 кг азоту, 12 кг фосфору і 25 кг калію. У всіх зонах обробітку кукурудза, перш за все, добре реагує на внесення азотних добрив, особливо на дерново-підзолистих ґрунтах, вилужених і опідзолених чорноземах. На чорноземах звичайних і південних добре відгукується на додаткове застосування фосфорних добрив. Підвищена потреба кукурудзи в калії проявляється на супіщаних, торф'яних ґрунтах. При цьому виявлено, що вміст азоту, калію і кальцію в міру дозрівання рослин поступово зменшується, в той час як вміст магнію збільшується; вміст фосфору змінюється відносно мало, трохи зростаючи до середини вегетаційного періоду.

Встановлено [12], що накопичення азоту і фосфору в рослинах кукурудзи триває до фази повної стиглості включно, в той час як накопичення калію припиняється трохи раніше - в фазі молочно-воскової стиглості; після цієї фази вміст калію навіть дещо зменшується. Накопичення найважливіших макроелементів відбувається неоднаково в різних органах кукурудзи.

Калій зосереджується у великих кількостях в стеблах, а потім в листі і зерні; коли настає період формування зерна, спостерігається зменшення калію в листках і стеблах. Кальцію найбільше міститься в листі, а в зерні небагато. Магнію багато в зерні. В ході вегетації кукурудзи співвідношення між азотом, фосфором і калієм в надземних частинах істотно змінюється, що, як правильно вказує К. П. Афендулов [2], необхідно мати на увазі при розробці системи добрив кукурудзи.

Морозостійкість кукурудзи підвищується під впливом цинку, молібдену, міді. Слабкіше впливають на її морозостійкість марганець і бор. Передпосівна обробка насіння кукурудзи солями алюмінію виявилася ефективним засобом підвищення її холодостійкості [3]. При низькій температурі ґрунту спостерігається кореляція між затримкою появи сходів, проходженням фаз розвитку рослин і зниженням надходження з ґрунту фосфору і азоту, а також їх подальшим метаболізмом в коренях рослин. При 10-12 °С у кукурудзи сильно сповільнюється перехід фосфору й азоту запасних речовин насіння в легкозасвоювані форми, з цим пов'язано уповільнене використання цих елементів проростками кукурудзи.

Не менш істотні зміни в рослинах кукурудзи під впливом високих температур відбуваються і в азотному обміні. Встановлено, що при обігріві кукурудзи (42 °С) в листі активується протеоліз. В зв'язку з чим збільшується зміст, небілкових форм азоту. Продукти протеолізу в умовах високої вологості швидко перетікають з листя в коріння і включаються в процес синтезу білка. При дії високої температури змінюється співвідношення між вільною і зв'язаною водою в бік збільшення останньої. після зняття дії

підвищеної температури співвідношення між вільною і зв'язаною водою складається на користь вільної води [12].

Поглинання елементів мінерального живлення рослин в сильному ступені залежить від умов аерації та тісно пов'язане з фотосинтетичною діяльністю листя кукурудзи. В цьому випадку фотосинтез є постачальником енергії, необхідної для поглинання, пересування і засвоєння елементів мінерального живлення, а також першим джерелом органічних речовин, необхідних для включення елементів мінерального живлення в обмін речовин [15].

Азотні добрива як при кореновому, так і при некореновим харчуванні позитивно впливають на вміст білка в зерні, але при цьому знижується кількість незамінних амінокислот (в зерні кукурудзи зростає відносна кількість зеїну і тим самим погіршується якість білка). Поряд зі збільшенням білку знижується вміст олії. Спільне застосування фосфорних і азотних добрив сприяє збільшенню вмісту олії. Аналогічна закономірність спостерігається при спільному застосуванні азотних і калійних добрив з тією лише різницею, що вміст олії в цьому випадку ще більше зростає.

Збільшує накопичення жиру в рослині вапнування дерново-підзолистих ґрунтів. Комбінування органічного і мінерального добрив і вапнування позитивно діє на накопичення білку та олії.

Важливу роль відіграє калій при селекції кукурудзи на наявність декілька початків замість одного [3]. У кукурудзи багатопочатковість виникає при наявності великих площ харчування для кожної рослини, хорошою забезпеченістю вологою під час всього періоду вегетації і переважанню калію в живильній суміші на головних етапах життя рослин. При дотриманні цих умов властивість багатопочатковості може посилюватися з покоління в покоління.

2.4 Найбільш поширені хвороби та шкідники кукурудзи

Кукурудза менше, ніж інші польові культури, уражається хворобами і пошкоджується шкідниками. Проте відомо більше 20 шкідників і 30 збудників хвороб кукурудзи. В останні роки широко поширилися вірусні хвороби, які можуть викликати серйозні втрати врожаю.

Найбільшу екологічну шкоду біотичні чинники завдають проростаючому насінню і сходам кукурудзи. При використанні насіннєвого матеріалу поганої якості, посіві кукурудзи в холодний ґрунт при низькій температурі.

Найбільшої шкоди посівам кукурудзи завдають шведська муха, дротяники, а також птиці (фазани, голуби, ворони). Чималої шкоди рослинам завдає стебловий метелик, який в останні роки все більше поширюється і на більш північні регіони. Велику небезпеку для вирощування кукурудзи в Європі становить поширення кукурудзяного жука діабротика, який вперше був виявлений в 1992 році в Югославії і з тих пір поширюється на півдні і південному сході Європи [5].

Шведська муха (*Oscinella frit* L.). З розширенням зони вирощування кукурудзи на північ шведська муха стала одним з найшкідливіших комах. Кладка яєць першого покоління мухи відбувається в фазі одного-двох справжніх листків у кукурудзи. Личинки впроваджуються в головний втечу і, харчуючись, викликають пошкодження і скручування листя, депресію зростання, а, нерідко, і відмирання всієї рослини. При пошкодженні личинками шведської мухи рослини кукурудзи залишаються низькорослими і сильно кущаться.

Небезпека ураження цими шкідниками особливо висока при тривалих періодах прохолодної погоди, що ведуть до уповільнення росту рослин кукурудзи. Пошкоджені шведської мухою рослини особливо сприйнятливі до ураження пухирчастою сажкою. Всі агротехнічні заходи, які сприяють швидкому розвитку і росту молодих рослин кукурудзи, в тому числі і вибір

гібридів з швидким зростанням на ранніх стадіях, є профілактичними заходами в боротьбі з цим шкідником [11].

Дротяники особливо шкодять посівам кукурудзи в перші роки після переорювання сінокосів і пасовищ. Але вони можуть сильно шкодити і в інших місцях вирощування кукурудзи. Дротяники пошкоджують насіння або їх проростки ще до сходів. Нерідко вони пошкоджують стебла під землею, що веде до відмирання рослин. В якості профілактики проти цих шкідників можуть служити будь-які заходи, що сприяють швидкому росту рослин кукурудзи на початку вегетації.

Кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis* Hb.). Більш високі температури при великій відносній вологості влітку і під час яйцекладки сприяють розмноженню цього шкідника. В останні роки вони все далі поширюються на північ. Метелик з червня по серпень відкладає яйця на нижню поверхню листя кукурудзи. Гусениці швидко проникають в стебла, пошкоджуючи їх і качани. Крім прямої шкоди вони викликають ще і ломку стебел, підвищену ураженість рослин стебловими гнилями (фузаріозами) і плесною. Так як гусениці зимують в стерні кукурудзи, в якості профілактики необхідно ретельно подрібнювати залишки рослин після збирання з одночасною глибокою закладенням плугом при зяблевої оранці. Це до сих пір є найефективнішим способом боротьби з цим шкідником.

Кукурудзяний жук діабротика або Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) є карантинним об'єктом. У 1992 році його вперше виявили в Югославії. Завдяки свої хорошим літальним здібностям цей жук швидко поширився на Угорщину і Хорватію (1995 р.), Боснію-Герцеговину (1997 р.), Болгарію, Словенію та Італію (1996 р.), Словаччину (2000 р.) і в Україну (2001 р.). На різних транспортних засобах він долає великі відстані і вже проник в Чехію, Австрію, Швейцарію, Францію, Бельгію, Голландію і Великобританію. Винищити цього шкідника можна тільки при ранньому виявленні перших осередків [5].

Основну шкоду викликають личинки. Вони обгризають коріння, в результаті чого порушується поглинання поживних речовин і водопостачання. Крім цього підвищується небезпека вилягання.

Хімічна боротьба можлива шляхом обробки насіння. Хороші результати в боротьбі з кукурудзяним жуком дало вирощування трансгенних форм кукурудзи в США, наприклад, гібрида Mon 863, який володіє геном, що кодує білок ендотоксину *Bacillus thuringiensis* з ґрунтової бактерії [5].

Кореневі та стеблові гнилі, в основному з роду фузаріум, вже на перших стадіях розвитку рослин вражають коріння і нижню частину стебел. При цьому припиняється транспорт води, листя і стебла жовтіють, качани звисають, рослини вилягають. Ранньостиглі гібриди, як правило, уражаються сильніше, а гібриди ремонтантної типу - слабше. Збудники утворюють небезпечні мікотоксини - цеаралінони і тріхотецени, які при споживанні інфікованих зерен викликають у людини і тварин важкі захворювання [11].

До захворювань більш пізнього періоду вегетації кукурудзи відносяться *пухирчаста* і *курна головня*. Зараження пухирчастої сажкою супроводжується значними змінами ауксинового обміну. Зараження курною головешкою проявляється до періоду цвітіння і дозрівання. Весь початок перетворюється в чорну суху масу спор, розвитку головешки сприяє висока (28-30 °C) температура повітря.

Кукурудза уражається багатьма вірусами, з яких в останні роки особливо шкідливі віруси *мозаїки цукрового очерету* і *карликової мозаїки* кукурудзи. Обидва віруси переносяться попелицями та механічно. При ранньому зараженні висота рослин кукурудзи знижується на 25%, маса рослин і качанів - на 38%. Первинна інфекція кукурудзи виходить від інфікованих зерен або від перезимуваних засмічених злакових рослин.

Таким чином, проблема патологічних явищ дуже серйозна для кукурудзи. Боротьба з ними включає інкрустацію насіння, посів в оптимальні терміни, дотримання агротехнічних рекомендацій, особливо створення умов

для швидкого ювенільного розвитку рослин, а головне, цілеспрямовану селекційну роботу.

2.5 Сучасні сорти та гібриди кукурудзи

Значним резервом підвищення врожайності кукурудзи є впровадження нових більш продуктивних гібридів, науково-обґрунтованих, оптимальних за рівнем інтенсифікації технологій вирощування. Для максимальної реалізації можливостей кукурудзи поряд необхідна ефективна селекційна робота по скороченню довжини вегетаційного періоду і зниження вимог цієї культури до тепла, підвищення вмісту протеїну і поліпшенню амінокислотного складу білків в зерні та вегетативної маси.

При цьому підвищення екологічної стійкості - найважливіша умова реалізації зростаючої потенційної продуктивності рослин. Це пов'язане з тенденцією збільшення розриву між рекордної і середньої врожайністю сортів і гібридів (звичайне співвідношення 4:1), високою залежністю величини і якості врожаю від погодних умов, зростаючими витратами на кожну додаткову одиницю врожаю [22].

Селекційно-насінницькі фірми ряду держав в даний час постачають на світовий ринок великий асортимент цінних гібридів кукурудзи, створених на основі гетерозисного ефекту. Гібриди на відміну від сортів більш урожайні, вирівняні, стійкі до несприятливих явищ.

Більшість фермерів при виборі кукурудзи враховують два основні чинники-посухостійкість і врожайність, але необхідно так само не забувати і про стійкості до хвороб, заморозків та інших факторів

В Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні [24] станом на 20 квітня 2021 року внесено понад 420 сортів. Вони відповідають вимогам обробітку за інтенсивними технологіями, мають цінне за якістю зерно, відносяться до різних груп стиглості: європейської селекції – Муасон, Марсель, ГТК, Фотон, Канзас, ЛГ 30254, Амарос, Ротанго, Фортаго;

вітчизняної селекції – Дніпровський 257, РАМ 8143, Капітал МВ, ДН Хортиця, Лелека, ДМС Прайм, Любава та інші. Розглянемо більш детально деякі з них.

Фортаго (Fortago) - гібрид європейської селекції (Франція), належить до середньоранньої групи стиглості. Посівний матеріал кукурудзи має високий потенціал врожайності зерна та силосу. Тип зерна - зубовидний. Гібрид кукурудзи відрізняється високою посухостійкістю і витривалістю до холодів. Характеризується високою врожайністю і стабільністю, має швидке зростання на початку вегетації. Розміщення листя - еректоїдне, що підвищує ефективність фотосинтезу. Вміст білка в зерні - 9,2-9,8%, крохмалю - 73,8-74,3%. Має стійкість до таких хвороб як: пухирчаста сажка; коренева та стеблова гниль. Рекомендовано для вирощування в зонах Степу, Полісся і Лісостепу України. Гібрид придатний для посіву в оптимально ранні строки (при температурі ґрунту +9 ... + 12 °С на глибині загортання насіння). Придатний для вирощування за технологіями No-till і Mini-till. Середній показник врожайності становить 125,1 ц/га [30].

Муасон - сучасний гібрид, оригінатор Євраліс Семенс (Франція). Гібрид має генетичну схильність до формування двох качанів, що забезпечує стабільну високу врожайність. Потреба в сумі температур - від 6 °С, період вегетації 113-120 днів. Маса 1000 зерен - 280-340 г. Гібрид має високий потенціал врожайності до 155 ц/га. Добре розкриває потенціал на родючих ґрунтах і високому агрофоні. Висота рослини - 250-270 см. У посушливі роки виділяється стресостійкістю, посухостійкістю, у вологі - швидкою вологовіддачею, що дозволяє рано зібрати урожай. Гібрид має високу толерантність по відношенню до кукурудзяного метелика, гелмінтоспоріозу, пухирчастої сажки та стеблової гнилі [31].

Загальною популярністю користуються і прості сорти української селекції: ДБ Хотин і Солонянський 298. Вони мають відмінні показники по рентабельності, хорошу вологовіддача і доступну ціну [29].

ДБ Хотин. Цей гібрид відноситься до простих, середньоранніх і модифікованих сортів. Він систематично показує високу врожайність і хорошу рентабельність. Сорт занесений до реєстру гібридів в 2015 році. Серед переваг кукурудзи ДБ Хотин варто виділити такі моменти: хороша вологовіддача; мета вирощування - зерно; рослина стійка до вилягання; підходить для Степової, Лісостепової зони і Полісся, добре переносить посуху; сприятлива реакція на застосування інтенсивних технологій.

Солонянський 298 - це середньостиглий універсальний сорт. Він визнаний за стандартом в офіційному сортовипробуванні нашої держави, і занесений до реєстру в 2006 році. Серед переваг кукурудзи Солонянський 298 варто виділити такі моменти: стійкий до захворювань, основних шкідників, посухи і холоду; підходить для вирощування в Степу, Лісостепу і на Поліссі; стійкий до вилягання і ламкості; застосування - на зерно і силос.

Дніпровський 257. Високоврожайний гібрид кукурудзи від виробника НААН України. Простий модифікований гібрид з міцними рослинами і потужною кореневою системою. Підходить для вирощування на зерно і силос. Характеризується відмінною стійкістю до поширених захворювань кукурудзи. Прекрасно переносить посуху і загущення посівів. Демонструє швидкі темпи початкового росту. Добре реагує на внесення мінеральних добрив. Підходить для вирощування на всій території України [26].

Лелека - це простий міжлінійний гібрид кукурудзи української селекції. Основними характеристиками цього гібрида є прекрасні показники врожайності і високий рівень вологовіддачі. Лелека прекрасно адаптується до зовнішніх чинників при вирощуванні і демонструє відмінну стабільність. Гібрид зернового і силосного напрямку. Відноситься до середньоранньої групи стиглості. Рослини мають висоту 250-280 см. Вміст білка - 9,8-10,2%, крохмалю - 74,6%. Потенціал врожайності - 13-14 т/га, має червоний початок, який кріпиться на висоті 90-95 см. Довжина - 25-26 см. Має гарні показники стійкості до поширених захворювань та толерантність до посухи [26].

3 ОЦІНКА МІНЛИВОСТІ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ НА ТЕРИТОРІЇ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

3.1 Динаміка виробництва кукурудзи на території дослідження

Збільшення виробництва продуктів харчування безпосередньо залежить від підвищення валових зборів продовольчого і фуражного зерна. У рішенні зернової проблеми важлива роль відводиться кукурудзі як найбільш продуктивній зернофуражній культурі.

Урожайність кукурудзи залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішими є тепло, світло, волога і мінеральне живлення. В останнє десятиліття зміни клімату особливо відчутні. Вони викликають зміну агрокліматичних умов вирощування кукурудзи, які, в свою чергу, впливають на зміну темпу розвитку культури, показників формування її продуктивності, а це в значній мірі відбивається на рівні врожайності [7-9, 19].

Сьогодні кукурудза є основним джерелом сировини для заводів з виробництва біогазу в Європі. Це обумовлено її високою врожайністю і відсутністю проблем у вирощуванні. Однак, для забезпечення необхідною кількістю біомаси, її виробництво має досягти високих показників ефективності [32]. В останні роки намітилася тенденція збільшення площ, відведених під обробіток кукурудзи.

Динаміка виробництва кукурудзи в Житомирській області представлено на рис 3.1. В 2020 році врожайність кукурудзи на зерно в Житомирській області становила 63,1 ц/га, що на 25% менш ніж у попередньому сезоні. Такий різкий стрибок пов'язано, перш за все, з дуже несприятливими агрометеорологічними умовами 2020 року [27]. В середньому в останні роки врожайність кукурудзи становить близько 80-90 ц/га [10, 25].

В цілому врожайність зерна кукурудзи в області вище ніж по Україні (табл. 3.1). Найбільші врожай станом на 2020 рік отримано в Волинській (92,5 ц/га), Хмельницькій (90,4 ц/га), Херсонській (89,4 ц/га) та Львівській (88,0 ц/га) областях. Наднизькі врожаї отримано в Дніпропетровській (24,1 ц/га), Одеській (62,7 ц/га) та Кіровоградській (27,6 ц/га) областях [25].

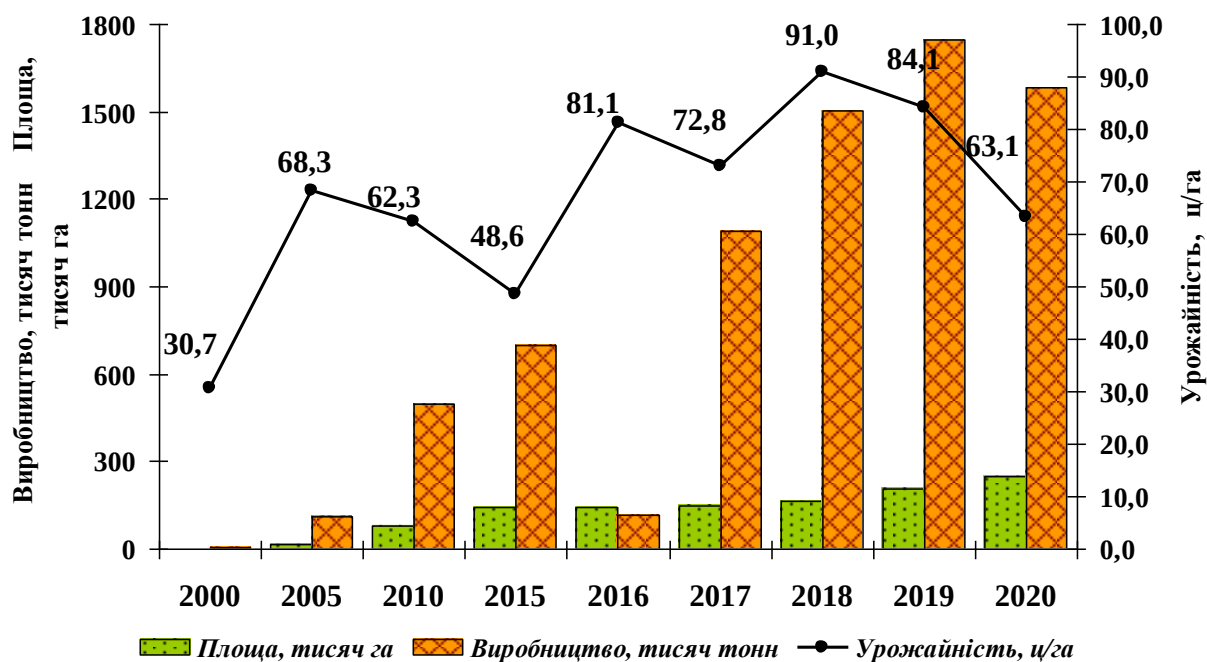


Рисунок 3.1 - Динаміка виробництва кукурудзи в Житомирській області, побудовано за даними Державної статистичної служби України [25].

Станом на 2020 рік лідерами за обсягом посівних площ, що було зайнято під кукурудзою по областях є: Чернігівська – 38,0 % , Сумська – 34,5%, Черкаська - 34,0%, Закарпатська - 26,5%, Вінницька – 25,0%, Кіровоградська – 22,4 % від рілля в області. В Житомирській області під посівами кукурудзи на зерно в 2020 році було зайнято 250,9 тис га (21 % від загальної площі рілля по області), що на 21 % більше ніж у 2019 році (207,6 тис га) [25].

За останні роки площі зайняті під кукурудзою як в Житомирській області (рис. 3.1). так й Україні в цілому збільшуються дуже швидко

(табл. 3.1). Наочно бачимо, що різкі зміни у динаміці площ почали відбуватися на початку 2000-х рр.. Поступово відбувалося збільшення площ під кукурудзою на зерно: якщо в 2000 році було засіяно 2,1 тисяч га, то в 2010 році – 80,2 тисяч га. В Україні площа під посівами кукурудзи на зерно за останні 20 років збільшилась в 4,2 рази (табл. 3.1). Настільки високий приріст посівних площ, пов'язано зі змінами клімату в Україні що відбувають досить швидко - там де раніше кукурудзу майже не вирощували (південні та західні райони) зараз вона дає високі врожаї, а також високим попитом на зерно кукурудзи як в країні та й на міжнародному ринку.

Таблиця 3.1 – Динаміка виробництва кукурудзи на зерно в Україні на Житомирській області

Показник	Роки						
	2000	2005	2010	2015	2018	2019	2020
Урожайність, ц/га							
Україна	30,1	43,2	45,1	57,1	78,8	71,9	56,2
Житомирська область	30,7	68,3	62,3	48,6	91	84,1	63,1
Площа, тисяч га							
Україна	1278,8	1659,6	2647,6	4083,3	4564,2	4984,9	5392,7
Житомирська область	2,1	16,3	80,2	144,2	165,5	207,6	250,9
Обсяг виробництва, тисяч тонн							
Україна	1364	7167	11953	23328	35801	35840	30307
Житомирська область	6,3	111,3	499,1	701,1	1504,7	1746,4	1583,4

Розглянемо, як змінювалась динаміка обсягів виробництва кукурудзи на зерно в Житомирській області в останні 20 років (табл. 3.1). Наочно бачимо, що починаючи з середини 2000-х рр. також поступово відбувається збільшення обсягів виробництва зерна: якщо в 2000 році було отримано 6,3 тисяч тонн, то в 2019 та 2020 роках – 1746,4 та 1583,4 тисяч тонн. Настільки високий приріст було досягнуто як за рахунок зростання посівних

площ (більш ніж в 100 разів), так й за рахунок зростання урожайності культури (на 174 %).

Сьогодні поширення кукурудзи не зупинити - економічна сторона залишається занадто сильною, навіть з такими низькими цінами, як сьогодні.

Збільшення обсягів вирощування кукурудзи змінило український пояс сільськогосподарського виробництва. Кукурудзяний пояс перемістився на північ і захід, поступово витісняючи пшеницю, овес і ячмінь. На сьогодні немає жодної культури, яка змогла б витіснити кукурудзу [19]. Вирощування кукурудзи дає підприємцям можливість отримати більший прибуток через високу врожайність і розширення ринків. За рахунок цього вони стають багатшими і мають можливість купувати нове обладнання й ще більше розвивати виробництво кукурудзи.

3.2 Просторово-часова оцінка мінливості врожайності кукурудзи

Дослідження з проблеми аналізу динаміки врожайності сільськогосподарських культур і її прогнозування є дуже актуальними як в практичному відношенні, так і в теоретичному. Виробничий вихід таких досліджень конкретний аналіз і прогнозування врожайності різних сільськогосподарських культур в кожному з природних і економічних районів країни.

Урожайність в кожному конкретному році формується під впливом цілого комплексу факторів. Однак при вирішенні практичних питань часто виникає необхідність роздільної оцінки ступеня впливу на врожайність, як рівня культури землеробства, так і умов погоди. В основу такої оцінки покладено ідею В.М. Обухова [16] про можливість розкладання тимчасового ряду врожайності будь якої культури на дві складові: стаціонарну і випадкову.

Таке розкладання обумовлюється тим, що рівень культури землеробства істотно впливає на врожайність сільськогосподарських культур

не тільки в поточному році, але і в подальші роки, тобто сільське господарство характеризується певною інерційністю, внаслідок різких коливань врожайів двох суміжних років, пов'язаних із зміною культури землеробства, як правило, не простежується. Тому лінія тренду достатньо точно характеризує середній рівень урожайності, обумовлений певною культурою землеробства, економічними і природними особливостями даного району.

В методах прогнозу по даному часовому ряду робиться припущення щодо виду тренду. Форма тренду і його параметри визначаються в результаті найкращої (за будь-яким з статистичних критеріїв) функції з числа тих, що є. В порівнянні з цими методами метод гармонійних ваг (зважувань), запропонований в агрометеорології А.М. Польовим [18] має ту перевагу, що тут відсутня необхідність в таких припущеннях.

Принцип методу гармонійних ваг полягає у тому, що значення часового ряду зважують так, щоб більш пізні спостереження мали більшу вагу, тобто вплив більш пізніх спостережень повинен сильніше відбиватися на тенденції врожайності, ніж вплив більш ранніх.

Для оцінки об'єктивності обраної лінії тренда потрібна перевірка на випадковість і стаціонарність ряду відхилення від тренду. Для перевірки основної гіпотези (зміна випадкової величини не пов'язане зі зміною часу) скористаємося критерієм серій, заснованим на медіані вибірки [21]. Вибірка визнається випадковою, якщо виконуються наступні нерівності (для 5%-го рівня значущості):

$$\left. \begin{aligned} K_m(n) &< [3,3(\lg n + 1)] \\ v(n) &> \left[\frac{1}{2}(n + 1 - 1,96\sqrt{n-1}) \right] \end{aligned} \right\}. \quad (3.1)$$

Щоб одержати ліві частини нерівностей (3.1) з відхилень від тренда $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$, створюємо для кожного з даних економічних районів варіаційний

ряд, $\varepsilon^{(1)}, \varepsilon^{(2)}, \dots, \varepsilon^{(n)}$, де $\varepsilon^{(1)}$ - найменше зі всіх відхилень, а ε_{med} - медіана цього варіаційного ряду. Далі одержуємо послідовність плюсів і мінусів за таким правилом. На i -му місці ($i = 1, 2, \dots, n$) ставиться знак плюс, якщо i -е спостереження в початковому ряді перевершує медіану, і знак мінус, якщо воно менше за медіану. Якщо i -е спостереження рівне медіані, воно знижується. Потім підраховуємо протяжність найдовшої серії $K_m(n)$ і загальне число серій $v(n)$ для кожного економічного району.

Нами був виконаний аналіз динаміки врожайності кукурудзи за період з 2000 по 2020 роки за даними Державної служби статистики України [25] для території Житомирського Полісся на прикладі Житомирської області. За допомогою методу гармонійних ваг нами була визначена тенденція врожайності, досліджувалися ряди врожайності. Також були визначені відхилення розрахункових значень тренду від фактичних, проведена оцінка правильності вибору виду тренда та перевірка гіпотеза про те, що випадкова компонента являє собою стаціонарний випадковий процес (табл. 3.2). Результати цієї роботи представлені на рис. 3.2 та рис. 3.3.

На рисунку плавна лінія характеризує тренд врожайності, а ламана лінія - щорічні коливання врожайності за рахунок різних факторів, основу яких становить клімат. Як видно з рис. 3.2, на протязі всього досліджуваного періоду спостерігається прямолінійне збільшення значення компоненти тренда, що свідчить про суттєве підвищення рівня культури землеробства за цей період.

Розглянемо більш детально - так, на початку періоду дослідження врожайність кукурудзи за трендом становить 34,8 ц/га, на протязі всього періоду досліджень спостерігається поступове зростання значення компоненти тренда - до 78,3 ц/га.

Таблиця 3.2 - Оцінка випадковості відхилень врожайності від тренда та оцінка правильності вибору тренда

Оцінка випадковості відхилень врожайності від тренда							
Рік	ε	$\varepsilon \downarrow$	Серії	Рік	ε	$\varepsilon \downarrow$	Серії
2000	-4,1	13,6	+	2011	4,3	-0,4	-
2001	1,3	12,9	-	2012	2	-2,8	-
2002	-3,2	9,24	+	2013	6,5	-3,2	-
2003	-14,5	6,5	+	2014	-0,4	-3,8	+
2004	-9,7	6,5	+	2015	-24,6	-4,1	+
2005	12,9	6,1	-	2016	6,5	-9,7	-
2006	9,24	5,2	-	2017	-2,8	-11,5	+
2007	6,1	5	-	2018	13,6	-14,5	-
2008	-11,5	4,3	+	2019	5,2	-15,2	-
2009	5	2	-	2020	-15,2	-24,6	+
2010	-3,8	1,3	+	-	-	-	-
$\varepsilon_{med} = 0,97$							
Оцінка правильності вибору тренда							
Область	$k_{max}(n)$	$v(n)$	$3.3(\lg n + 1)$	$\frac{1}{2}(n+1-1.96)\overline{n-1}$			
Житомирська	3	13	7,8	6,6			

В середньому за роки дослідження врожайність зерна кукурудзи становила 62,3 ц/га. На початку періоду в 2000 році врожайність складала 30,7 ц/га. Стрімке збільшення врожайності відбулося в 2005 році – 68,3 ц/га проти 42,1 ц/га в 2004 році та в 2018 році – 91,0 ц/га проти 72,8 ц/га в 2017 році. Протягом зазначеного періоду спостерігалися значні коливання фактичної врожайності культури на території дослідження – найбільший такий стрибок відбувся в 2015 році - 48,6 ц/га, хоч в попередньому році

врожайність становила 72,3 ц/га, а вже наступного становила 81,1 ц/га - це пов'язано з несприятливими погодними умовами. Незначні коливання зі знаком «мінус» відбулися в 2008 році – 50,7 ц/га, 2003 році – 33,2 ц/га.

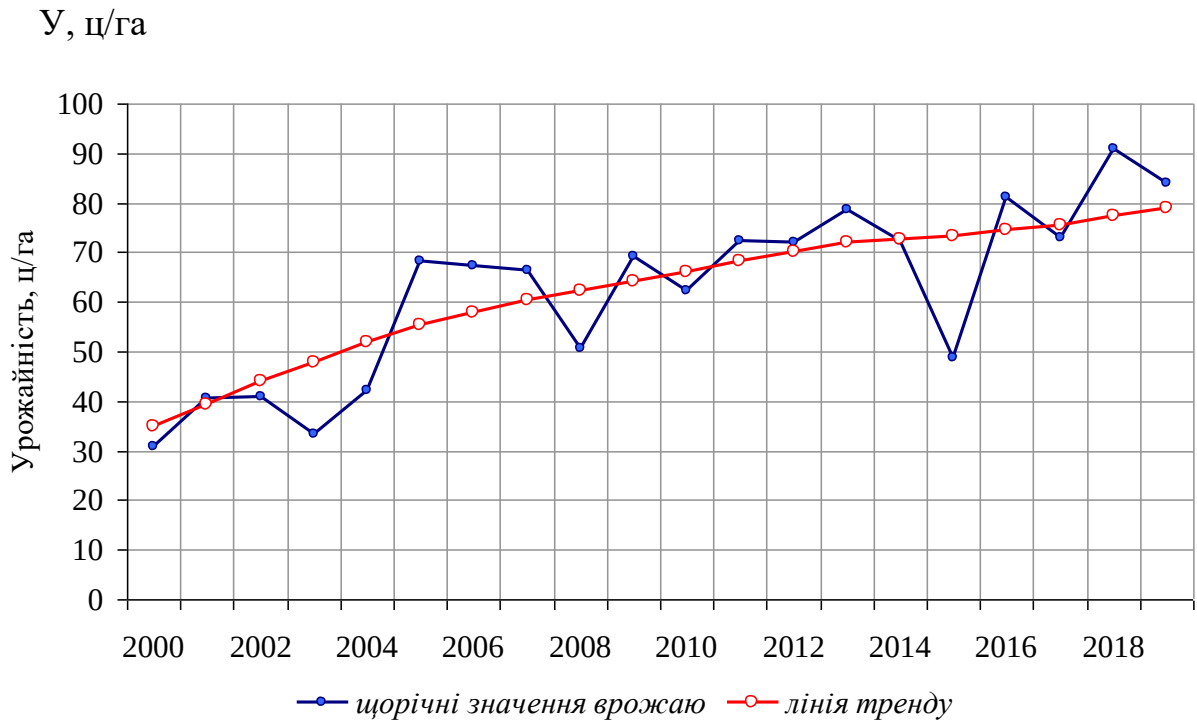


Рисунок 3.2 – Динаміка врожайності кукурудзи та лінія тренду в Житомирській області

Для виявлення в чистому виді впливу погодних умов окремих років на формування врожаю зерна кукурудзи в Житомирській області, розглянемо відхилення фактичних урожаїв від лінії тренду (рис. 3.3). За 21 рік у 1 випадку спостерігалось від'ємні відхилення, яке було досить суттєвими – -24,6 ц/га в 2015 році. Трохи менші від'ємні відхилення спостерігались в 2003, 2008 та 2020 роках – -14,5, -11,5 та -15,2 ц/га, останні від'ємні відхилення від'ємні відхилення були незначними. Це свідчить про несприятливі та про дуже несприятливі погодні умови, що склалися протягом цих років. Урожай 2020 року вважається самим низьким за остання п'ять років [27].

У роки ж зі сприятливими погодними умовами, а таких виявилось 13, вдавалося отримати збільшення врожаю за їх рахунок і відхилення від лінії тренду мали додатні значення. Найбільш сприятливим для вирощування кукурудзи був 2018 рік, коли додатне відхилення від лінії тренду становило 13,6 ц/га. З рисунка 3.3 наочно бачимо, що трохи меншими додатні відхилення були в 2005 та 2006 роках – 12,9 та 9,4 ц/га відповідно. Також значні прирости врожаю за рахунок сприятливих погодних умов було отримано у 2007, 2013 та 2016 роках – 6,4 та 6,5 ц/га відповідно.

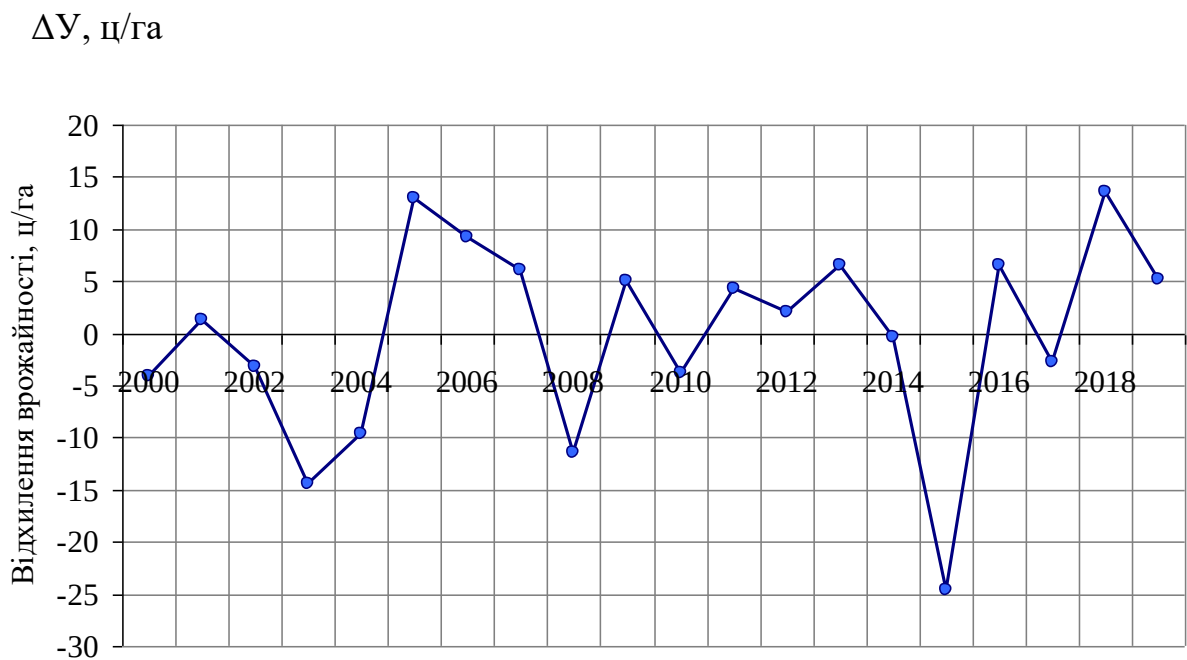


Рисунок 3.3 – Відхилення врожайності зерна кукурудзи від лінії тренду в Житомирській області

В роботі було виконано аналіз динаміки врожайності кукурудзи в Житомирській області в період за 2000-2020 рр., розрахована лінія тренда методом гармонійних ваг і проведена оцінка правильності вибору виду тренду. В результаті детального дослідження видно, що в останні роки спостерігається значний приріст врожайності зерна кукурудзи, що свідчить про значні зміни у виробництві.

4 АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА УМОВ ФОРМУВАННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ КАТЕГОРІЙ ВРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ НА ТЕРИТОРІЇ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

4.1 Концепція моделювання агроєкологічних категорій врожайності сільськогосподарських культур

Модель формування агроєкологічного рівня потенційної врожайності сільськогосподарської культури заснована на концепції максимальної продуктивності рослин Х.Г. Тоомінга та результатах математичного моделювання формування урожаю рослин А.М. Польового [17, 20].

Під агроєкологічним рівнем потенційної врожайності розуміється величина урожаю, обумовлена приходом енергії фотосинтетично-активної радіації (ФАР) при оптимальному волого – температурному режимі, біологічними особливостями сільськогосподарської культури та родючістю ґрунту, на якому вона вирощується.

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

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

Розглянемо більш докладно ці блоки.

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 дві групи:

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

Друга група – інформація про бал ґрунтового бонітету, вміст гумусу в ґрунті.

Блок агроекологічної категорії урожайності – потенційної урожайності. 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, а також родючості ґрунту:

$$\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} = \alpha_{\Phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\text{фар}}^j \cdot d\nu^j}{q} V_{\text{пл}} FW_{\text{Гум}} 10, \quad (4.1)$$

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

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

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

$Q_{\text{фар}}$ – середньодекадна за добу сума ФАР, кал/(см²·д);

$V_{\text{пл}}$ – бал ґрунтового бонітету (бал родючості ґрунту), відн. од;

q – калорійність сільськогосподарської культури, ккал/г;

10 – розмірний коефіцієнт.

Рівень потенційного урожаю господарсько - корисної частки урожаю (зерна, коренеплодів, бульбоплодів) при його стандартній вологості визначається за виразом:

$$ПУ_{\text{зосн}} = ПУ \cdot K_{\text{зосн.}}^{ПУ} \cdot 0,1 V_{\text{госп}}, \quad (4.2)$$

де $ПУ_{\text{госп.}}$ – потенційний урожай господарсько-корисної частки урожаю при його стандартній вологості, ц/га;

$K_{\text{госп.}}^{ПУ}$ – частка господарсько-корисної частини урожаю в загальній масі потенційного урожаю, відн. од.;

$V_{\text{госп.}}$ – стандартна вологість господарсько-корисної частки урожаю (зерна, коренеплодів, бульбоплодів), відн. од.

Підвищення рівня ПУ забезпечується головним чином шляхом селекції нових сортів, які будуть мати більш високий рівень урожайності за рахунок ефективного використання сонячної радіації.

Важливим показником продуктивності посівів сільськогосподарських культур є коефіцієнт господарської ефективності врожаю $K_{\text{хоз.}}$, що виражає відношення кількості сухої фітомаси господарської частини врожаю (зерно, бульби, качани, плоди тощо) до маси загальної сухої фітомаси. Коефіцієнт господарської ефективності залежить від сорту сільськогосподарських культур та агрометеорологічних умов.

З урахуванням цього показника обчислюються різні агроекологічні категорії врожаю зерна при його стандартної вологості:

$$ПУ_{\text{зерна}} = ПУ \cdot K_{\text{госп.}} \cdot 1.14 \cdot 0.1, \quad (4.3)$$

$$ММУ_{\text{зерна}} = ММУ \cdot K_{\text{госп.}} \cdot 1.14 \cdot 0.1, \quad (4.4)$$

$$ДМУ_{\text{зерна}} = ДМУ \cdot K_{\text{госп.}} \cdot 1.14 \cdot 0.1, \quad (4.5)$$

$$УВР_{\text{зерна}} = УВР \cdot K_{\text{госп.}} \cdot 1.14 \cdot 0.1, \quad (4.6)$$

де $ПУ_{\text{зерна}}$, $ММУ_{\text{зерна}}$, $ДМУ_{\text{зерна}}$, $УВР_{\text{зерна}}$ - агроекологічні категорії врожаю зерна, ц/га.

Як вже вказувалося $K_{зосн}$, залежить від сорту сільськогосподарських культур та від агрометеорологічних умов.

Мінеральні елементи при дрібному і диференційованому застосуванні підвищують $K_{зосн}$ і якість врожаю. Спільне внесення азоту і фосфору, посилене фосфорне живлення, а також бор і марганець сприяють підвищенню $K_{зосн}$, тоді як посилене азотне живлення і мідь знижують $K_{зосн}$ окремих культур.

Розрахунки виконуються за допомогою спеціалізованих програм для ПЕОМ, які знаходяться в фонді алгоритмів і програм кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів.

4.2 Оцінка агрометеорологічних умов вирощування кукурудзи на території дослідження

Життєвий цикл кукурудзи, як і інших однорічних рослин, характеризується рядом послідовно йдуть змін розвитку і зростання. Ці зміни визначаються складною взаємозв'язком стадійних, вікових та органоутворювальних процесів. Тривалість життєвого циклу кукурудзи в залежності від умов її зростання і сортових особливостей варіює дуже сильно. Сорти кукурудзи північного походження - найбільш скоростиглі – можуть завершити свій життєвий цикл - від сходів до дозрівання насіння протягом 55-65 днів, вегетаційний період середньостиглих сортів триває 110-115 днів, пізньостиглих сортів - від 160 до 200 днів [11, 22].

У кукурудзи розрізняють наступні найбільш значущі фази формування рослини: сходи, п'ятий лист, сьомий-восьмий лист (період інтенсивного росту), викидання волоті, цвітіння волоті і качана, молочна, воскова та повна стиглість. Наступ та тривалість кожної з них залежить від комплексу агрометеорологічних умов.

Для оцінки агрометеорологічних умов вирощування кукурудзи на території Житомирського Полісся на прикладі Житомирської області були використані дані спостережень на мережі гідрометеорологічних станцій Управління з гідрометеорології Державної служби із надзвичайних ситуацій України [28], дані з державних сортодослідних ділянок за період з 1999 по 2018 роки.

В середньому кукурудзу в Житомирській області сіють у першій декаді травня (9 травня). Сходи в середньому з'являються через 16 днів (24 травня). Однак, в залежності від складних метеорологічних умов, тривалість періоду, а також дати появи сходів можуть істотно змінюватися [10].

Забезпеченість теплом міжфазного періоду характеризується сумою активних температур. При підрахунку суми ефективних температур за біологічний мінімум прийнято 10 °С. В середньому сума активних температур за період сівба - сходи становить 232 °С, сума ефективних - 72 °С. Середня температура повітря за період - 14,6 °С.

Опади характеризуються великою мінливістю за роками, в середньому за період сівба - сходи це значення становить 47 мм. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на дату сівби становлять 175 мм, що становить 84% від найменшої вологості ґрунту (табл. 4.1).

Викидання волоті спостерігається наприкінці червня (21 червня). Тривалість періоду сходи - викидання волоті в середньому становить 58 днів. Сума активних температур за цей період становить 1057 °С, сума ефективних - 477 °С. Середня температура повітря за період - 18,2 °С, сума опадів – 146 мм. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту становлять 171 мм, що становить 82% від найменшої вологості ґрунту (табл. 4.1).

Критичним періодом в вегетації кукурудзи вважається 10 днів до цвітіння, цвітіння і 20 днів після цвітіння. Цей період найбільш значимий для формування врожаю зерна.

Таблиця 4.1 - Агрометеорологічні умови вирощування кукурудзи в Житомирській області

N	T	T*	t	R	W ₀₋₁₀₀	
					мм	% від НВ
Сівба - сходи						
16	232	72	14,6	47	175	84
Сходи – викидання волоті						
58	1057	477	18,2	146	171	82
Викидання волоті – молочна стиглість						
26	521	261	20,0	67	158	76
Молочна стиглість – воскова стиглість						
13	231	101	17,8	23	104	50
Сівба - воскова стиглість						
113	2041	911	18,1	288	152	73
Примітка: N – число днів у розрахунковому періоді; t – середня температура повітря, °C; T – сума активних температур, °C T* – сума ефективних температур, °C; R – сума опадів, мм, W ₀₋₁₀₀ – запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 100 см в мм та в % від найменшої вологоємності						

Умови зовнішнього середовища під час цвітіння сильно впливають на формування качана. За дефіциту вологи, недостатньому харчуванні, сильної засміченості бур'янами розвиток качана відстає від розвитку волоті. Висока температура і низька вологість повітря знижують життєздатність пилку і також справляють негативний вплив на запилення і озерненості качанів.

При температурі повітря вдень вище + 30 °C і відносній вологості менше 30% порушуються нормальні процеси цвітіння і запилення: підсихають нитки качана, в результаті пилкові зерна, які потрапляють на них не мають можливість прорости і гинуть, в наслідок чого жіночі квітки запліднюються не всі.

Дата молочної стиглості у кукурудзи спостерігається в середині серпня (17 серпня). Тривалість періоду викидання волоті – молочна стиглість в середньому становить 26 дні. Сума активних температур за цей період становить 521 °С, сума ефективних - 261 °С. Середня температура повітря за період - 20,0 °С, сума опадів – 67 мм. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту становлять 158 мм, що становить 76% від найменшої вологостійкості (табл. 4.1).

В середньому дата воскової стиглості припадає на кінець серпня (30 серпня). Тривалість періоду молочна – воскова стиглість в середньому становить 13 днів. Сума активних температур за цей період становить 231 °С, сума ефективних - 101 °С. Середня температура повітря за період - 17,8 °С, сума опадів – 23 мм. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту становлять 104 мм, що становить 50% від найменшої вологостійкості (табл. 4.1).

В цілому за період вегетації кукурудзи в районі станції Житомир середня температура повітря становить 18,1 °С, сума активних температур становить 2041 °С, сума ефективних - 911 °С. Тривалість періоду – 113 днів, сума опадів – 288 мм. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту в середньому за період становлять 152 мм, що становить 73% від найменшої вологостійкості (табл. 4.1).

Збирають кукурудзу вже пізно восени – наприкінці жовтня, що дозволяє полегшити обмолот та скоротити витрати на сушку. Рівень дозрівання і санітарну якість качанів контролюються під час огляду полів. Це дозволяє правильно визначити час збору врожаю, виявити пріоритетні поля для збору і допомагає намітити подальші роботи.

Враховуючи значну мінливість врожайності кукурудзи в Житомирській області для реалізації закладеної (селекційної) врожайності рослин необхідно створення оптимальних умов для росту та врахування відповідних особливостей та потреб посівів.

4.3 Динаміка приростів агроекологічних категорій врожайності кукурудзи

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

За допомогою моделі, яка була розроблена на основі базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового [18], нами була виконана оцінка агрокліматичних умов формування агроекологічних категорій врожайності кукурудзи для території Житомирського Полісся на прикладі Житомирської області.

В якості вихідної інформації використовувалися середні обласні дані спостережень на мережі гідрометеорологічних станцій Управління гідрометеорології Державної служби по надзвичайних ситуаціях України.

При оптимальному забезпеченні рослин вологою, теплом і мінеральним ґрунтовим живленням максимальний приріст фітомаси посівів вівса визначається приходом ФАР за період і коефіцієнтом її використання. Розглянемо динаміку приростів потенційної врожайності (Δ ПУ) кукурудзи та хід декадних сум фотосинтетично активної радіації (ФАР) за період вегетації в Житомирській області (рис. 4.1).

На початку вегетації сума ФАР становить $13,3 \text{ кДж/см}^2 \cdot \text{дек}$. Поступово збільшуючись, максимальне значення ФАР спостерігається в 3-тій декаді червня та 2-ій декаді липня та становить $16,5$ та $16,2 \text{ кДж/см}^2 \cdot \text{дек}$ відповідно. З третьої декади липня спостерігається поступове зменшення надходження ФАР і наприкінці вегетації значення суми ФАР становить $6,6 \text{ кДж/см}^2 \cdot \text{дек}$.

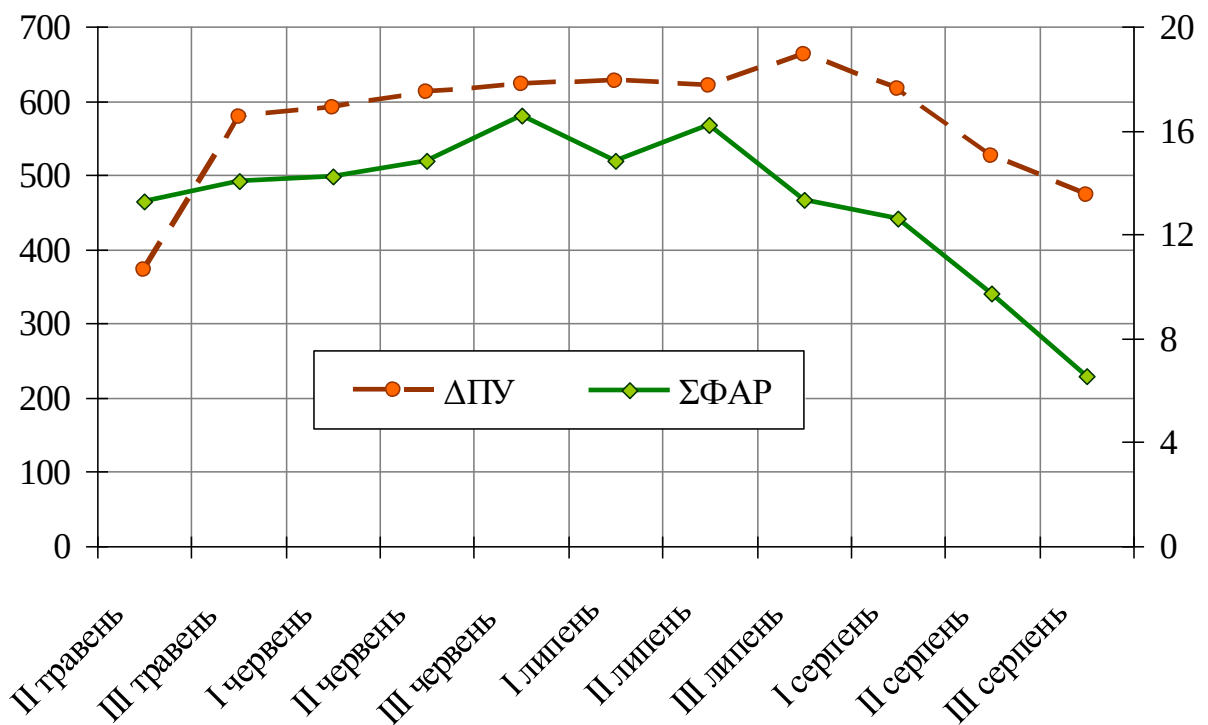
$\Delta\text{ПУ}$, г/м²·дек $\Sigma\text{ФАР}$, кДж/см²·дек

Рисунок 4.1 - Динаміка декадних сум ФАР ($\Sigma\text{ФАР}$) та приростів потенційного врожаю ($\Delta\text{ПУ}$) кукурудзи в Житомирській області

Приріст потенційного врожаю ($\Delta\text{ПУ}$), як бачимо з рис. 4.1, починається з відмітки 372 г/м²·дек. Максимальне значення спостерігається в 3-тій декаді липня, що відповідає початку фази викидання волоті та становить 662 г/м²·дек. Далі спостерігається поступове зниження приростів і в кінці вегетації значення приростів потенційного врожаю ($\Delta\text{ПУ}$) становить 474 г/м²·дек.

Рівень потенційного врожаю лімітується фактором тепла і вологи. Ці два фактори визначають рівень наступної агроєкологічної категорії врожайності – метеорологічно-можливий урожай (ММУ). Розглянемо динаміку показників температурного режиму посівів кукурудзи протягом вегетації (рис. 4.2).

Як видно з рис. 4.2 нижня межа оптимальної температури повітря T_{opt1} починається із значення 13,5°C. Потім плавно підіймається до значення

18,4 °C у 2-ій декаді липня - це значення є максимальним для всього періоду вегетації. З наступної декади спостерігається поступове зменшення температури і в кінці вегетації значення T_{opt1} становить 16,3 °C.

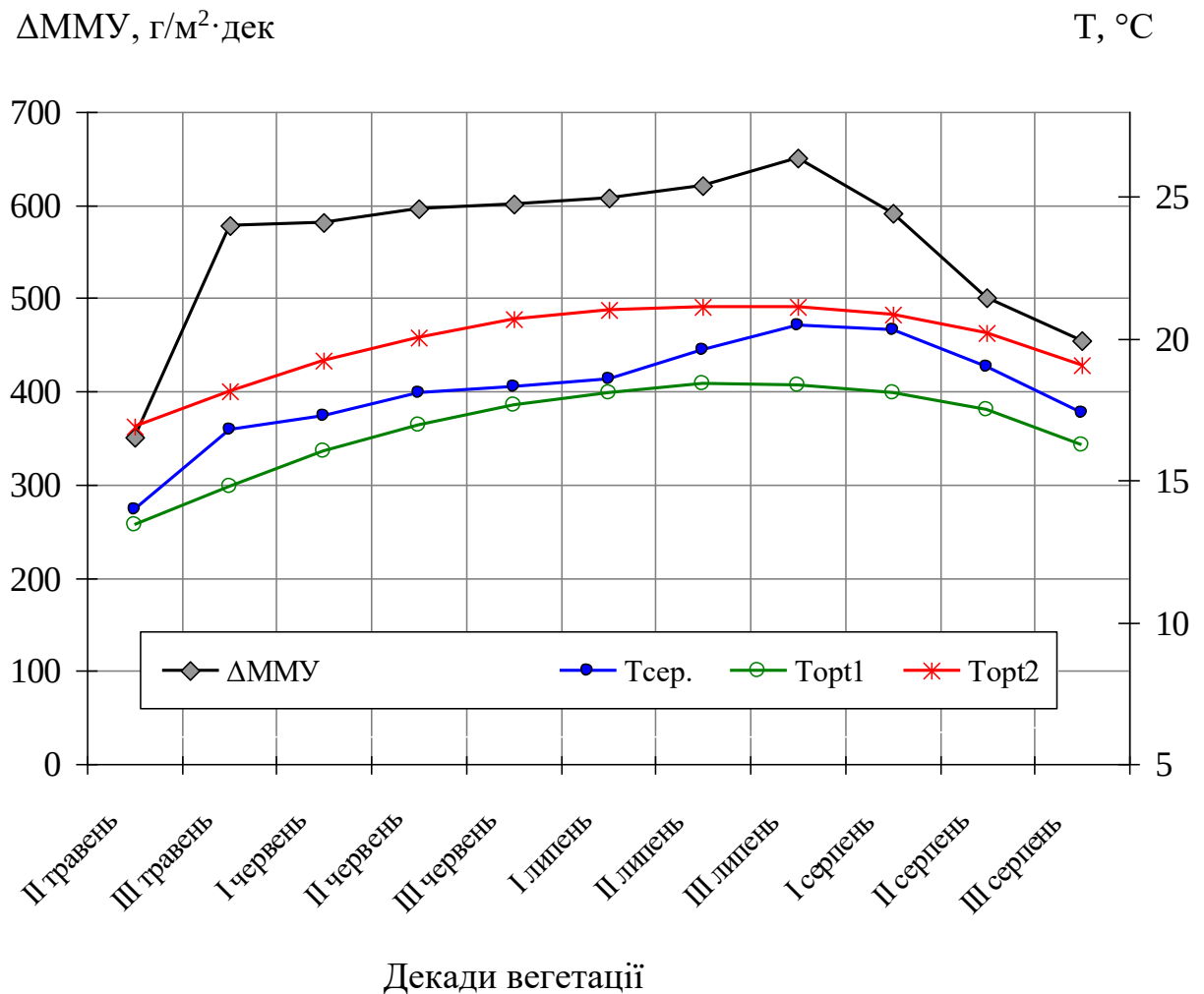


Рисунок 4.2 - Декадний хід приростів метеорологічно-можливого врожаю ($\Delta\text{ММУ}$) та характеристик температурного режиму кукурудзи в Житомирській області

Верхня межа оптимальної температури повітря T_{opt2} , починається зі значення 16,9 °C, поступово підіймається, досягає максимуму в 2-3-ій декадах липня – 21,1 °C, потім йде поступове зниження і в кінці вегетації значення T_{opt2} становить 19,1°C. В першу декаду вегетації середня за декаду

температура повітря становить $14,0^{\circ}\text{C}$, далі плавно підіймається не виходячи за межі кривої T_{opt_2} наприкінці вегетації та становить $17,4^{\circ}\text{C}$ (табл. 4.2).

Хід кривої приростів метеорологічно-можливого врожаю ($\Delta\text{ММУ}$) починається з $351 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$, зростаючи до 3-ої декади липня – $650 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$ - це максимальне значення. Далі відзначається поступовий спад приростів метеорологічно-можливого врожаю зерна кукурудзи, наприкінці вегетації значення становить $454 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$ (табл. 4.2).

Умови зволоження посів кукурудзи в Житомирській області представлено на рис. 4.3 та табл.4.2.

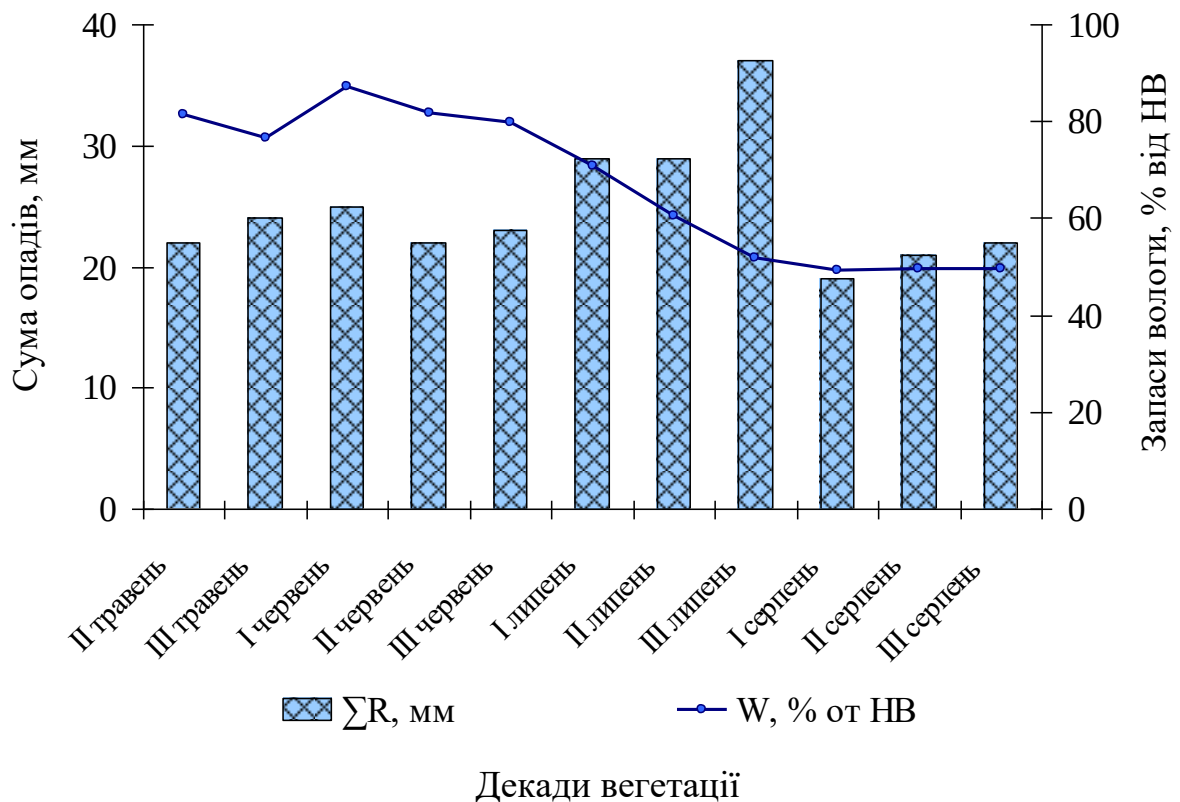


Рисунок 4.3 - Умови зволоження посів кукурудзи в Житомирській області (W, % - запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту в % від найменшої вологості ґрунту; R – сума опадів, мм)

Таблиця 4.2 - Волого-температурні показники умов формування приростів різних категорій врожайності зерна кукурудзи в Житомирській області

Декади вегетації	Температура повітря			Е _ф , мм	Е _о , мм	Е _ф /Е _о	Урожайність, г/м ²		
	середня	ТОР1	ТОР2				ММУ	ДМУ	УВР
1	14	13,5	16,9	29	35	0,82	351	309	216
2	16,8	14,8	18,1	34	43	0,79	578	508	355
3	17,3	16,1	19,2	31	42	0,75	581	511	357
4	18,1	17,0	20,1	35	50	0,70	597	525	367
5	18,3	17,7	20,7	32	48	0,67	601	529	370
6	18,6	18,1	21,0	38	60	0,64	608	535	374
7	19,6	18,4	21,1	35	56	0,62	621	545	382
8	20,5	18,4	21,1	38	65	0,58	650	572	380
9	20,3	18,1	20,9	31	61	0,51	592	522	324
10	19	17,5	20,2	28	61	0,46	501	441	274
11	17,4	16,3	19,1	21	47	0,45	454	399	248

Як бачимо з рис. 4.3, під час вегетації запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на початок вегетації становили 169 мм, що відповідає 81 % від найменшої вологості ґрунту. Значення запасів продуктивної вологи метровому шарі ґрунту поступово знижувались під час вегетації та становили наприкінці вегетації 103 мм, що відповідає 50 % від найменшої вологості ґрунту. Такі умови свідчать про недостатнє зволоження ґрунту на протязі всього періоду вегетації.

Декадний хід характеристик водного режиму посівів кукурудзи в Житомирській області представлено на рис. 4.4 та в табл. 4.2. Так, випарність (Е_о, мм) на початку періоду вегетації становить 35 мм, і на кінець періоду становить 47 мм. Максимальні значення випарності спостерігаються наприкінці вегетації – 61 мм.

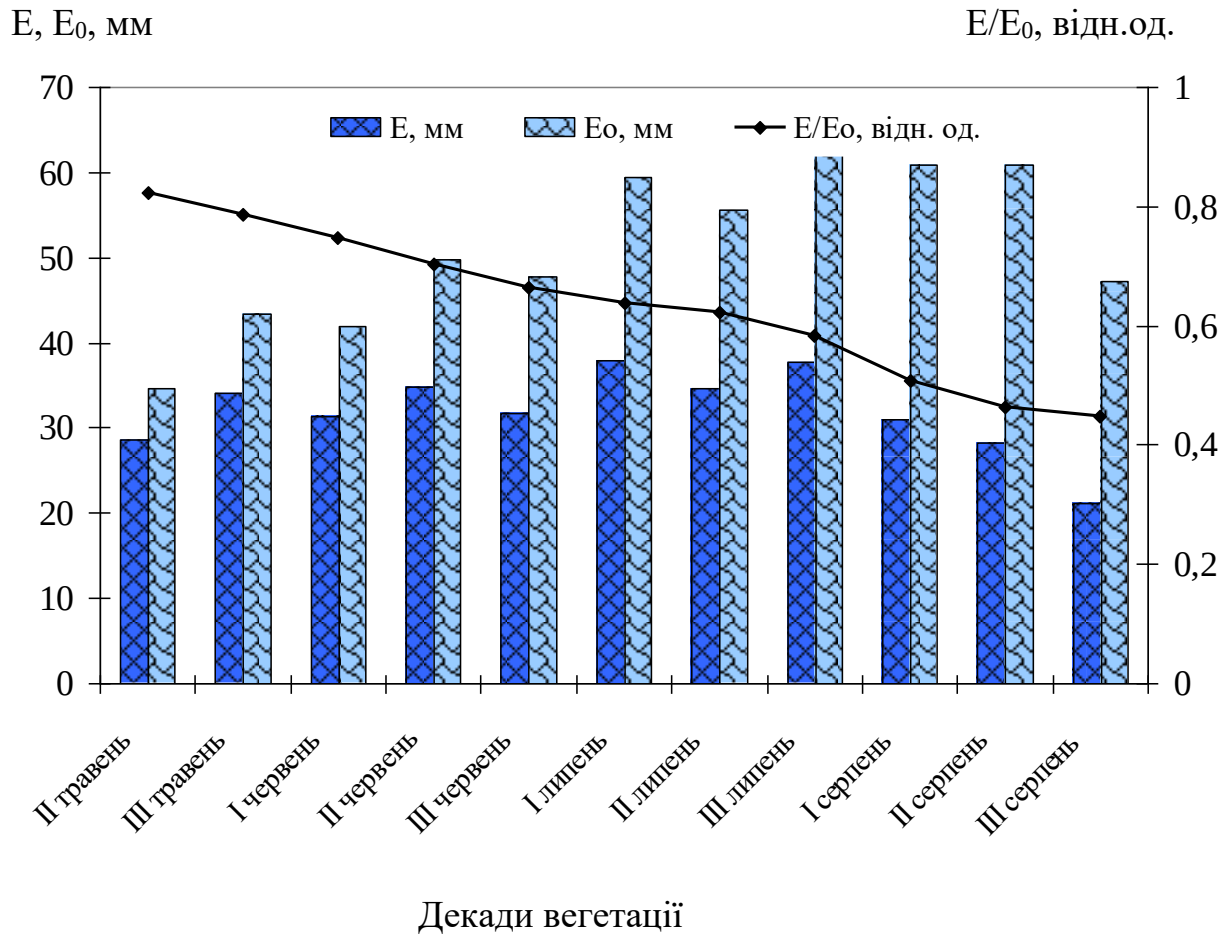


Рисунок 4.4 - Декадний хід характеристик водного режиму посівів кукурудзи в Житомирській області

Відношення сумарного випаровування (E , мм) за декаду до випарності (E_0 , мм) характеризує вологозабезпеченість посівів. Розглянемо це співвідношення – на початку вегетації вологозабезпеченість посів становить 0,82 відн. од.. Поступово зменшуючись, в кінці періоду становить 0,45 відн. од..

Хід динаміки приростів дійсно-можливого врожаю зерна кукурудзи ($\Delta\text{ДМУ}$) (рис. 4.5) починається з відмітки 309 г/м²·дек, потім значення поступово зростають до відмітки в 572 г/м²·дек в 8-ій декаді. Далі йде поступове зниження приростів і в кінці періоду вегетації значення становить 399 г/м²·дек.

$\Delta\text{ДМУ}$, $\Delta\text{УВР}$, $\text{г/м}^2\cdot\text{дек}$

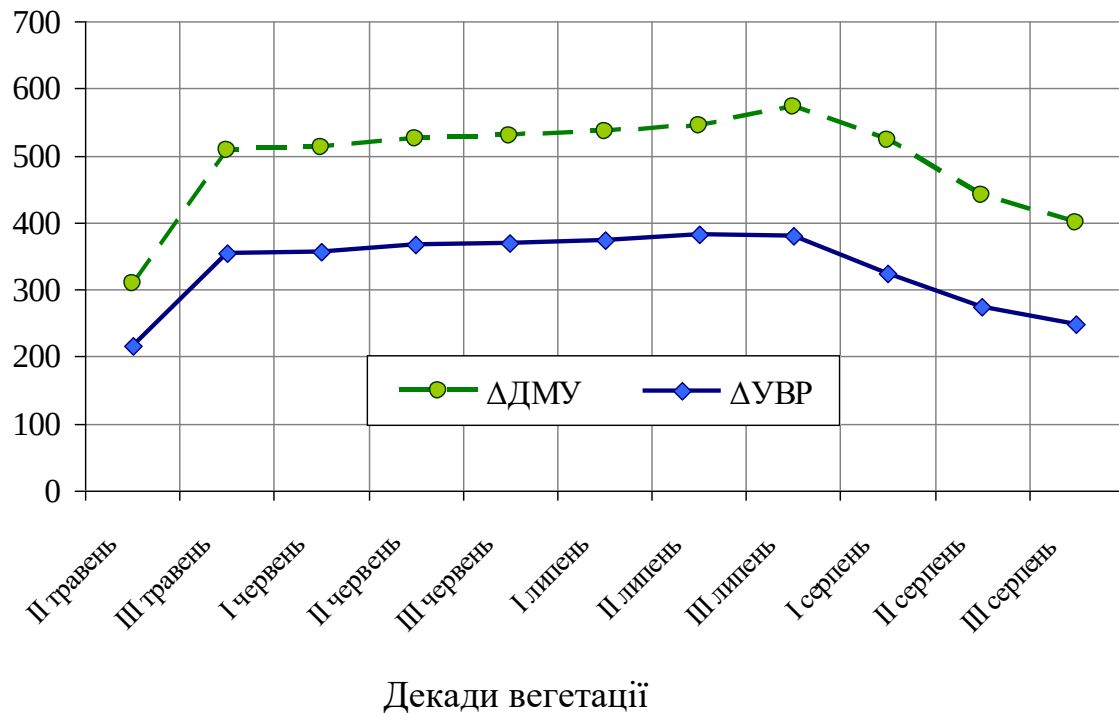


Рисунок 4.5 – Динаміка приростів дійсно-можливого врожаю ($\Delta\text{ДМУ}$) та врожаю у виробництві зерна кукурудзи в Житомирській області

Динаміка приростів в виробництві ($\Delta\text{УВР}$) починається з $216 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$. (рис. 4.5), далі значення зростають до 7-ої декади та становить $382 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$, потім поступово зменшуються до відмітки в $282 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$. Хід кривої приблизно схожий з ходом кривої $\Delta\text{ДМУ}$.

4.4 Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів території стосовно вирощування кукурудзи

Клімат є одним із провідних факторів формування ґрунтового покриву території і визначальним чинником формування врожаю сільськогосподарських культур. Агрокліматичні ресурси території пріоритетно визначаються температурним режимом повітря й ґрунту в поєднанні з кількістю атмосферних опадів і запасами вологи в ґрунті.

Незважаючи на відносну ідентичність клімату на території Полісся, співвідношення тепла й вологи в різних зонах значно відрізняється.

В цьому аспекті видається обґрунтованим розгляд значень агроекологічних категорій продуктивності, що відображають комплексний вплив агрометеорологічних умов на продукційний процес, причому ресурси продуктивності оцінюються по відношенню до конкретної культури.

У зв'язку з тим, що найбільш адекватне вираження агрокліматичних ресурсів може бути реалізовано в агроекологічних категоріях врожайності, нами була проведена оцінка продуктивності території Житомирської області стосовно культури кукурудзи. В результаті розрахунків була отримана щодакна і осереднення за вегетаційний період інформація про агрокліматичні умов формування чотирьох розглянутих агроекологічних категорій врожайності, а саме:

1) Потенційна врожайність (ПУ) – врожайність, яка може бути отриманий в оптимальних ґрунтово-метеорологічних умовах і яка лімітується надходженням ФАР, тривалістю вегетаційного періоду і біологічними особливостями культури.

2) Метеорологічно-можлива врожайність (ММУ) – врожайність, яка може бути отримана в оптимальних ґрунтових і реальних метеорологічних умовах.

3) Дійсно можлива врожайність (ДМУ) – максимальна урожайність, яка може бути отримана на конкретному полі в реальних метеорологічних і ґрунтових умовах.

4) Врожайність у виробництві (УВР) – фактична врожайність, яка одержується в господарствах за існуючого рівня агротехніки.

Природні ресурси зараз використовуються недостатньо через малу вивченість клімату в цілому і регіонального клімату з погляду використання його в сільськогосподарському виробництві. В числі багатьох компонентів, що утворюють єдину природу, 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, але і через обумовлені ними ґрунтоутворювальні і мікробіологічні процеси.

На підставі виконаних розрахунків була зроблена оцінка агрокліматичних умов вирощування і продуктивності кукурудзи в Житомирській області та її продуктивності (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 - Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування і продуктивності кукурудзи в Житомирській області

№	Загальні показники за період вегетації	Житомирська область
1	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов, відн.од. (СВУ)	0,97
2	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн. од.(Со)	0,60
3	Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од. (Cd)	0,56
4	Оцінка рівня господарського використання метеорологічних і ґрунтових умов, відн. од.(Са)	0,68
5	ПУ зерна, ц/га	144
6	ММУ зерна, ц/га	140
7	ДМУ зерна, ц/га	123
8	УВР зерна, ц/га	84

Ступінь сприятливості метеорологічних умов вирощування кукурудзи не зерно характеризує співвідношення ММУ і ПУ. Вплив на величину врожаю ґрунтових умов відображує відношення ДМУ і ММУ.

Ступінь сприятливості кліматичних умов (СВУ) щодо вирощування кукурудзи на зерно в Житомирській області наведено в табл. 4.3. Як бачимо, це значення становить 0,97 відн.од.

Співвідношення УВР і ММУ дає можливість оцінити ефективність використання агрокліматичних ресурсів (C_0). Рівень ефективності використання агрокліматичних ресурсів рослинами кукурудзи досягає 0,60 відн. од.

Відношення УВР до ПУ характеризує рівень реалізації агроекологічного потенціалу (C_d) та становить 0,56 відн.од.

Співвідношення УВР і ДМУ в реальних умовах можна розглядати як показник умов використання агротехніки. Оцінка культури землеробства (C_a) культури кукурудзи становить 0,68 відн. од. (табл. 4.3).

Як бачимо з табл. 4.3, значення потенційного врожаю зерна кукурудзи становить 144 ц/га. Метеорологічно-можливий урожай зерна кукурудзи становить 140 ц/га. Дійсно-можливий врожай зерна кукурудзи становить 123 ц/га. Урожай зерна кукурудзи у виробництві становить 84 ц/га.

ВИСНОВКИ

У процесі роботи були вивчені агроекологічні особливості кукурудзи, її відношення до умов навколишнього середовища. Дана коротка характеристика сучасних сортів кукурудзи, що вирощуються в Україні, та зроблено огляд шкідників та хвороб, котрі найчастіше уражують посіви кукурудзи. На основі даних Державної статистичної служби України дана оцінка сучасного стану вирощування кукурудзи на зерно в Україні та Житомирській області. Також нами була виконана оцінка агрокліматичних умов формування агроекологічних категорій врожайності кукурудзи в умовах Житомирської області.

В результаті виконання роботи можна зробити наступні висновки.

1. При оптимальному забезпеченні рослин кукурудзи в умовах Житомирського Полісся теплом і мінеральним ґрунтовим живленням максимальний приріст фітомаси посівів визначається приходом фотосинтетичної активної радіації (ФАР) за період і коефіцієнтом її використання. На початку вегетації сума ФАР становить $13,3 \text{ кДж/см}^2 \cdot \text{дек.}$ Максимальне значення ФАР спостерігається в 3-тій декаді червня та 2-ій декаді липня та становить $16,5$ та $16,2 \text{ кДж/см}^2 \cdot \text{дек.}$ відповідно. З третьої декади липня спостерігається поступове зменшення надходження ФАР і наприкінці вегетації значення суми ФАР становить $6,6 \text{ кДж/см}^2 \cdot \text{дек.}$

2. Максимальне значення ($\Delta \text{ПУ}$) спостерігається в 3-тій декаді липня, що відповідає початку фази викидання волоті та становить $662 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ Далі спостерігається поступове зниження приростів і в кінці вегетації значення приростів потенційного врожаю ($\Delta \text{ПУ}$) становить $474 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$

3. Максимальне значення приростів метеорологічно-можливого врожаю ($\Delta \text{ММУ}$) спостерігається в третій декаді липня та становить $650 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ Далі відзначається поступовий спад приростів метеорологічно-можливого врожаю, кінці вегетації значення становить $454 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$

4. Випарність (E_0 , мм) на початку періоду вегетації становить 35 мм, і на кінець періоду досягає максимального значення в 47 мм. Відношення сумарного випаровування за декаду до випарності (E/E_0 , відн.од.) характеризує вологозабезпеченість посівів – на початку вегетації вологозабезпеченість посів кукурудзи становить 0,82 відн. од.. Поступово зменшуючись, досягає мінімальних значень в кінці періоду та становить 0,50 відн. од..

5. Максимальне значення приростів дійсно-можливого врожаю ($\Delta\text{ДМУ}$) спостерігається в восьмій декаді та становить 572 г/м²·дек. Максимальне значення приростів в виробництві ($\Delta\text{УВР}$) також спостерігається в восьмій декаді – 382 г/м²·дек.

6. Аналіз рядів середньо обласної урожайності кукурудзи в Житомирській області за період з 2000 по 2020 роки проводився за методом гармонійних ваг. Протягом періоду досліджень відбувалося суттєве зростання виробничої урожайності. Середня врожайність зерна по області в останні роки досягає 80 ц/га. Найбільший врожай зібрано у 2018 та 2019 роках – 91,0 та 84,1 ц/га відповідно, найменший в останні роки було зібрано в 2015 році – 48,6 ц/га. Аналіз трендової компоненти урожайності свідчить про покращення рівня культури землеробства в Житомирській області.

Таким чином, вважаючи, що ступінь відповідності сучасних кліматичних умов Житомирської області відповідає біологічним особливостям кукурудзи та агротехніки її обробітку визначає продуктивність цієї цінної культури, а найбільш висока врожайність культури досягається за умов максимально більш повного використання рослиною кліматичних ресурсів території вирощування, можна зробити висновок, що отримувати високі та стали врожаї кукурудзи можливо за умов дотримання відповідних агротехнічних заходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаменко Т.І., Кульбіда М.І., Прокопенко А.Л. Агрокліматичний довідник по території України. За ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіди, А. Л. Прокопенко. Житомир: «Полісся», 2019. 82 с.
2. Афендулов, К.П. Минеральное питание и удобрение кукурузы. Киев: «Урожай», 1966. 259 с.
3. Генкель П.А., Кушніренко С.В. Холодостойкость растений и термические способы ее повышения. М. : Наука. 1966. 223 с.
4. Данилюк А.Г. Традиційна архітектура регіонів України: Полісся: монографія. Львів: Світ, 2000. 680с.
5. Захист кукурудзи від хвороб і шкідників. Кириченко В.В. , Петренкова В.П. и др. Українська академія аграрних наук. Інститут рослинництва ім. Юр'єва В.Я. УААН. Центр генетичних ресурсів України. Посібник українського хлібороба. Науково-практичний збірник. 2008. 123 с.
6. Кононенко, Л.А. Влияние севооборота на активность фотосинтетического аппарата кукурузы. *Кукуруза и сорго*. 2007. № 2. С. 2-5.
7. Костюкевич Т. К. Оцінка агрокліматичних умов вирощування кукурудзи як енергетичної культури в умовах зміни клімату на території Житомирського Полісся. Стійкий розвиток сільських територій у контексті реалізації державної екологічної політики та енергозбереження : колективна монографія ; за заг. ред. Т. О. Чайки. Полтава: Видавництво ПП «Астроя», 2021. С. 134-142.
8. Костюкевич Т. К. Перспективы выращивания кукурузы в Украине в условиях изменения климата. Перспективы развития агропромышленного комплекса: региональные и межгосударственные аспекты: материалы международной научно-практической

- конференции (Новосибирск, 14-15 ноября 2018 г.). Новосибирск, 2018. С. 261-264.
9. Костюкевич Т. К., Адаменко Т. І. Вплив змін клімату на продукційний процес кукурудзи. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України : колективна монографія ; за ред. С. М. Степаненко, А. М. Польового. Одеса : Видавництво «ТЕС», 2015. С. 369-380.
 10. Костюкевич Т.К., Азізов Р.Т. Агрометеорологічні умови вирощування кукурудзи на території Житомирського Полісся: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Рубіновські читання». Уманський НУС: Редакційно-видавничий відділ, 2021. С. 11-12.
 11. Кукуруза. Выращивание, уборка, хранение и использование / под. ред. Шпаар Дитер. Из-во: Зерно, 2012. 464 с.
 12. Куперман Ф.М., Марьяхина И .Я., Байсугурова А. Кукуруза. М.: Изд-во МГУ, 1959.
 13. Маринич О.М. Фізична географія України. Київ: Знання, 2003. 480с.
 14. Мелиорация Полесья : монография. Под ред. Ю. А. Можайского, А. Н. Рокочинского, А. А. Волчека, О. П. Мешика. Украина-Беларусь-Польша-Россия, 2017. Т.1. 908 с.
 15. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 5 – 36
 16. Обухов В.М. Урожайность и метеорологические факторы. Москва: Госпланиздат, 1949. 318 с.
 17. Полевой А.Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур. *Метеорологія, кліматологія та гідрологія*. Одесса, 2004. Вип. 48. С. 195-205.
 18. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 318 с.

19. Польовий А.М., Костюкєвич Т.К., Толмачова А.В., Барсукова О.А. Вплив кліматичних змін на формування продуктивності кукурудзи в Західному Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2021. № 1(109). С. 115-124.
20. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 264с.
21. Уланова Е.С, Сиротенко О.Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 198 с.
22. Частная физиология полевых культур / под ред. Е.И. Кошкина. М.: КолосС, 2005. 344 с.
23. Чирков, Ю. И. Агроклиматические условия и продуктивность кукурузы. Л: Гидрометеиздат, 1969. 250 с.
24. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні станом на 20 квітня 2021 року. Український інститут експертизи сортів рослин. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin> (дата звернення 9.05.2021 р.).
25. Державна служба статистики України. Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (дата звернення: 11.05.2021 р.).
26. Семена кукурузы украинской селекции. URL: <https://agroexp.com.ua/semena-kukuruzyi-ukrainskoy-selektiv> (дата звернення: 30.11.2020 р.).
27. Урожай кукурузы: 2020. Самый низкий за 5 лет. URL: <https://www.epravda.com.ua/rus/news/2020/11/23/668279/> (дата звернення: 17.05.2021 р.).
28. Управління гідрометеорології Державної служби по надзвичайних ситуаціях України. URL: https://meteo.gov.ua/ua/33345/hmc/hmc_main/ (дата звернення: (16.05.2022 р.).

29. Урожайные гибриды кукурузы в Украине. URL: <https://expertseeds.com.ua/articles/urozhajnye-gibridy-kukuruzy-v-ukraine/> (дата звернення: 30.11.2020 р.).
30. URL: <https://bizontech.ua/ru/shop/seeds/corn/fortago-sy#country-of-production;ukraina-1/disinfectant;fors-zea> (дата звернення 11.04.2021 р.).
31. URL: <https://souzagro.com.ua/cemena-kukuruzi> (дата звернення 11.05.2021 р.).
32. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/6440/1/II_mnpk_Poltava_2019_68.pdf ((дата звернення 11.05.2021 р.).