

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської
підготовки
Кафедра агрометеорології та
агроекології

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **Вплив змін клімату на ріст, розвиток та формування**
урожаю вики ярої в Вінницькій області

Виконала студентка 2 курсу групи МАЕ-19 з/ф
Спеціальність 101 «Екологія»,
(шифр і назва)

Освітня програма «Агроекологія»
(назва)

Шаляпіна Яна Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник к.геогр.н., асистент
Колосовська Валерія Валеріївна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

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

Рецензент к.геогр.н., доцент
Волошина Олена Вікторівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Одеса 2020 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки
Кафедра агрометеорології та агроєкології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 101 «Екологія»
(шифр і назва)
Освітня програма Агроєкологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агрометеорології та агроєкології
Польовий А.М.
« 26 » жовтня 2020 року

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

Шаляпіній Яні Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вплив зміни клімату на ріст, розвиток та формування урожаю вики ярої в Вінницькій області
керівник роботи Колосовська Валерія Валеріївна, к.геогр.н., асистент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від «16» жовтня 2020 року № 194«С»
2. Строк подання студентом роботи 07 грудня 2020 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Метеорологічні дані за сценарієм RCP4.5 змін клімату за період 2021 – 2050 рр. 2. Дані середньообласної урожайності культури.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Ознайомитися з фізико-географічними та кліматичними особливостями Вінницької області; 2. Вивчити біологічні особливості вики ярої та її вимоги до умов навколишнього середовища; 3. Вивчити модель формування урожайності сільськогосподарських культур; 4. Підготувати вхідну інформацію для виконання розрахунків за моделлю та провести аналіз отриманих результатів; 5. Оцінити зміну агрокліматичних умов вирощування вики ярої у зв'язку зі змінами клімату.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. Динаміка урожайності вики ярої в Вінницькій області; 2. Крива ймовірності урожаїв вики ярої в Вінницькій області; 3. Динаміка приростів потенційної урожайності вики ярої в Вінницькій області; 4. Динаміка температурного режиму вегетаційного періоду вики ярої в Вінницькій області; 5. Динаміка

ФАР вегетаційного періоду вики ярої за перший сценарний період;
6. Динаміка середньодекадних приростів дійсно можливих урожаїв вики ярої
за сценарний період.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання та збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою магістерської кваліфікаційної роботи	26.10.2020 р. - 05.11.2020 р.	90	5(відмінно)
2	Складання фізико-географічного огляду області. Збір матеріалів спостережень та їх обробка. Оформлення текстової частини першого та другого розділів дипломного проекту	06.11.2020 р. - 15.11.2020 р.	90	5(відмінно)
3	Рубіжна атестація	16.11.2020 р. 21.11.2020 р.	90	5(відмінно)
4	Вивчення алгоритму моделі. Збір матеріалів спостережень та їх обробка. Оптимізація параметрів, щодо території досліджень та культури.	22.11.2020 р. - 25.11.2020 р.	90	5(відмінно)
5	Проведення розрахунків на ПЕОМ. Аналіз отриманих результатів.	26.11.2020 р. 29.12.2020 р.	90	5(відмінно)
6	Оформлення текстової частини третього, та четвертого розділів дипломного проекту	30.11.2020 р. 02.12.2020 р.	90	5(відмінно)
7	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складання протоколу і висновку керівника.	03.12.2020 р. 07.12.2020 р.	90	5(відмінно)
8	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.			
9	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

Студентка

(підпис)

Шаляпіна Я.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Колосовська В.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

Шаляпіній Яні Олександрівні на тему:

«Вплив змін клімату на ріст, розвиток та формування урожаю вики ярої в
Вінницькій області»

Актуальність обраної теми. Однією з перспективних, але недостатньо вивчених культур в біологічному і господарському відношенні є вика яра. Це одна з високопродуктивних, скоростиглих культур. Вика багата на білок і має різнобічне використання: зелений корм, зерно, трав'яне борошно, сіно та силос. Високі кормові якості забезпечуються не лише наявністю білків, а й вітамінами та мінеральними солями. Урожай зерна складає 25–35 ц/га. Вику широко вирощують в усіх зонах України.

Метою роботи є оцінка впливу змін клімату на умови формування урожайності вики ярої в Вінницькій області.

Об'єкт дослідження: посіви вики ярої в Вінницькій області.

В результаті виконаної роботи виявлено особливості в динаміці урожайності вики ярої на території Вінницької області за період 1990-2019 рр., визначено особливості розподілу можливих урожаїв різної забезпеченості, проведено аналіз впливу можливих змін клімату на агрокліматичні умови вирощування та урожайність вики ярої.

Магістерська робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури. Загальний обсяг складає 60 сторінок, 5 таблиць, 18 рисунків, 32 літературних джерела.

Ключові слова: вика яра, агрокліматичні умови, зміна клімату, базовий період, потенційний урожай, сценарій RCP 4.5.

SUMMARY

for master's qualification work

Chaliapina Yana Alexandrivna on the topic:

«The impact of climate change on the growth, development and crop formation of vicia in Vinnitsa region»

The relevance of the chosen topic. One of the promising, but insufficiently studied crops in biological and economic terms is vicia yara. This is one of the most productive, precocious crops. Vicia is rich in protein and has a variety of uses: green fodder, grain, grass meal, hay and silage. High feed qualities are provided not only by the presence of proteins, but also by vitamins and mineral salts. The grain yield is 25-35 centners per hectare. Vicia is widely grown in all areas of Ukraine.

The aim of the work is to assess the impact of climate change on the conditions of vicia in the Vinnitsa region.

Object of research: vicia yara crops in Vinnitsa region.

As a result of the work the peculiarities in the dynamics of vicia yield in Vinnitsa region for the period 1990-2019 were revealed, the peculiarities of distribution of possible yields of different security were determined, the influence of possible climate changes on agro-climatic growing conditions and vicia yield was analyzed.

The master's thesis consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references. The total volume is 60 pages, 5 tables, 18 figures, 32 references.

Key words: vicia, agro-climatic conditions, climate change, base period, potential yield, RCP scenario 4.5.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1.ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ВИКИ ЯРОЇ	10
1.1Біологічні особливості вики ярої	10
1.2Технологія вирощування вики ярої	11
1.3 Характеристика сучасних сортів вики ярої	12
1.4 Хвороби вики ярої та заходи боротьби з ними	13
2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНОГО РОЗТАШУВАННЯ ТА КЛІМАТИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	15
2.1 Фізико-географічні умови Вінницької області	15
2.2Агрокліматична характеристика Вінницької області	16
3 ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ВИКИ ЯРОЇ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	18
3.1 Прогнозування середньообласної урожайності вики ярої в Вінницькій області	18
3.2 Аналіз динаміки урожайності вики ярої в Вінницькій області	21
3.3 Ймовірнісна оцінка урожаїв вики ярої в Вінницькій області	25
4 ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ВИКИ ЯРОЇ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	28
4.1 Сучасний стан вивчення наслідків впливу змін клімату на сільське господарство	28
4.2 Опис базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М.Польового	29
4.3 Агроекологічна оцінка умов вирощування вики ярої в Вінницькій області	35
4.4 Агрокліматичні умови вирощування та продуктивність вики ярої за умов зміни клімату в Вінницькій області	38
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57

ВСТУП

Зміна клімату – одна з головних проблем всього світу. Згідно з прогнозами вчених протягом наступного століття температура підвищиться на 2-5 °С [28, 29, 32].

Серед першої двадцятки країн світу, які найбільше викидають парникових газів в атмосферу знаходиться й наша держава. Це є ознакою того, що Україна – однією з перших відчує всю небезпеку змін клімату [29].

Також, в сільському господарстві залишається проблема щодо збільшення виробництва рослинного білка. Найважливішим та найбільшим джерелом білка є зернобобові культури. Потенціал продуктивності вики складає близько 4,0-5,0 т/га зерна.

Ярова вика – найпоширеніша бобова однорічна культура в районах Лісостепу. Широка біологічна пластичність, високі кормові переваги кормової маси, сіна, зерна і соломи вики ярої забезпечують можливість різноманітного використання її в сільськогосподарських підприємствах [23].

Ярова вика – одна з найважливіших кормових рослин в районах достатнього зволоження. Вика дає дуже поживний і легко засвоюваний корм, який охоче поїдається всіма сільськогосподарськими тваринами. Сіно, зелена маса і особливо зерно вики дуже багаті білком. У насінні вики 28-35% білка і 1-2% жиру. Високими кормовими якостями володіє і викова солома: вона містить близько 7% білка і 2% жиру [22].

Вику ярову широко вирощують в усіх зонах України. Так, в Степовій зоні України, за дослідями науковців Одеського сільськогосподарського інституту врожайність зерна вики сорту Білоцерківська 623 складає 18 ц/га. В Лісостеповій зоні рівень урожайності значно вищий: сорт Євгена – рівень урожайності становить 27,9 ц/га, сорт Ярослава – урожайність зерна 30,8 ц/га. В середньому по Україні рівень урожайності вики ярої коливається в межах 18-26 ц/га [5, 18, 19, 22].

Однак, площі її посіву у зв'язку з низькою урожайністю зерна скорочуються, інтерес до цієї культури втрачається, недостатньо вивчаються елементи технології, процеси росту і розвитку культур. Вирішити ці проблеми можна шляхом вдосконалення елементів технології вирощування вики ярої, які б сприяли збільшенню її продуктивності [23].

У 2019 році, за даними Державної служби статистики, Вінницька область вже третій рік поспіль займає перше місце серед регіонів України за темпом, обсягом виробництва валової продукції сільського господарства. В області засіяно ярих зернових та зернобобових 477,1 тис.га [11-13].

Дослідженнями встановлено, що для підвищення продуктивності посівів велике значення має диференційне використання елементів технології вирощування вики ярої в залежності від погодних умов.

За сучасної технології вирощування посівів вики, можна збільшити урожай культури на 15-30 %. На думку Петриченка В.Ф., необхідно впроваджувати сорти нового покоління, які характеризуються стійкістю проти біотичних та абіотичних факторів, високою продуктивністю [23].

Для оцінки можливих змін клімату в нашому дослідженні ми використовували сценарій RCP 4.5 – це сценарій середнього рівня викидів та концентрацій всього набору парникових газів, хімічно активних газів та аерозолів [29].

Метою магістерського дослідження є вивчення впливу змін клімату на умови формування урожайності вики ярої в Вінницькій області. Для виконання роботи використовувались метеорологічні, фенологічні дані середньобагаторічних спостережень за викою ярою та дані за сценаріями змін клімату RCP 4.5 за період 2011-2050 рр [1, 10, 11, 29].

В магістерській роботі описано біологічні особливості вирощування ярової вики. Основний теоретичний матеріал по цьому питанню можна довідатися з [6, 14, 19]. Також описано особливості фізико-географічного розташування Вінницької області, яке докладно описано в [4, 12, 13].

Дослідження, яке проводилося в нашій роботі, ґрунтується на базовій моделі оцінки агрокліматичних ресурсів продуктивності сільськогосподарських культур А.М.Польового. Основний теоретичний матеріал дуже добре надано в [25, 26, 30].

1 ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ВИКИ ЯРОЇ

1.1 Біологічні особливості вики ярої

Вика яра (*Vicia sativa L.*) – однорічна бобова культура. Коренева система її добре розвинена, стрижневої системи, з великою кількістю бокових розгалужень [7, 18].

Ярова вика – однорічна бобова рослина з тонким, сильно розгалуженим і полеглим стеблом. За сприятливих умов стебло вики досягає висоти 1 м. Листя вики складні, пірчасті, що складаються з 5-8 пар листочків, закінчуються вони розгалуженими вусиками.

Суцвіття являє собою багатоквіткову китицю.

Квітки на коротких квітконіжках сидять по одному-два в пазухах листків. Забарвлення квіток частіше червоно-фіолетове. Запилюються квітки головним чином перехресно за допомогою комах.

Плід – багатосім'яний біб довгастої, прямої або дещо зігнутої форми, зовні бархатистий. Насіння – круглі, трохи сплюснуті, в більшості темного забарвлення, але зустрічаються і білі насіння.

До тепла вика невимоглива. Насіння її проростає при 2-3 °С тепла. Сходи добре переносять весняні заморозки до -3-4 °С.

У волозі потреба вики велика: транспіраційний коефіцієнт близько 700.

До ґрунтів вика не виявляє високих вимог: вона може вирощуватись навіть на осушених болотних ґрунтах. Погано вдається вика на сухих піщаних ґрунтах. За піщаностійкістю вона поступається люпину.

При правильній агротехніці обробки вики урожай зерна досягає 25-30 ц з гектара, а сіна 40-50 ц і більше.

1.2 Технологія вирощування вики ярої

Місце в сівозміні. При вирощуванні вики на сіно або зелений корм її висівають у польовій сівозміні в пару, а при вирощуванні на зерно - в яровому клину. Сама вика - хороший попередник для ряду польових культур, так як вона залишає після себе багато кореневих і пожнивних залишків і збагачує ґрунт азотом [6, 9, 16, 27].

Обробку ґрунту під посів вики починають з лущення, потім проводять глибоку зяблеву оранку.

Добриво. Вика добре реагує на внесення органічних, а також мінеральних добрив. Органічні добрива різко підвищують урожай вики і оказують позитивний вплив на врожайність наступних за викою культур. Мінеральні добрива особливо потрібні при обробці вики на зерно. З осені вносять фосфоритне борошно по 6-8 ц на гектар, а калійні добрива з розрахунку 45-60 кг окису калію на гектар. Великий ефект дає гранульований суперфосфат. Його вносять або в рядки - при сівбі, або врозкид - при переорюванні чи культивації зябу.

Вика погано росте на кислих ґрунтах. Вапнування таких ґрунтів підвищує її урожай. Вносити вапно потрібно з осені, при підйомі пара, спільно з органічним добривом [27].

Посів. Насіння вики проростає при низькій температурі, сходи її дуже стійкі до заморозків. Це дозволяє висівати вику в ранні терміни - одночасно з ранніми яровими зерновими культурами. Ранні посіви особливо доцільні при обробленні вики в зайнятих парах, так як вони дозволяють швидше звільнити поле до обробки ґрунту під озими. Спосіб посіву - суцільний, рядковими сівалками [3, 85].

Догляд за посівом. При правильному і своєчасному посіві вика розвивається дружно і сама заглушає бур'яни. У тих випадках, коли посіви засмічені швидко зростаючими бур'янами, необхідно проводити боронування

сходів на засмічених полях. Боронування корисно також в разі виникнення ґрунтової кірки [14].

Збір врожаю. До збирання врожаю вики на насіння приступають, коли більша частина бобів побуріють.

1.3 Характеристика сучасних сортів вики ярої

Сорти вики ярої. У Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні на 2006 р. внесено 21 сорт вики ярої. Близько половини всіх сортів вики ярої створено на Білоцерківській дослідно-селекційній станції: Білоцерківська 10, Білоцерківська 88, Білоцерківська 9, Білоцерківська 70, Білоцерківська 34, Білоцерківська 7, Білоцерківська 96, Гібридна 85, Ізида, Ярослава. Вказані сорти займають великі площі посіву в Україні і за її межами [8, 10, 17].

Свгена. Внесений до Реєстру сортів на 2008 рік і рекомендований для вирощування в усіх зонах України. Середньостиглий. Стійкий до посухи протягом вегетаційного періоду. Середньостійкий до перезволоження у другій половині вегетації. Насіння округле, світло-сіре, без малюнку. За даними екологічного сортовипробування в 2004-2007 рр. середній врожай зеленої маси виковихса становив 320 ц/га, сухої речовини виковихса 63,8 ц/га, сухої речовини вики в суміші 31,0 ц/га, насіння вики в одновидовому посіві 23,8 ц/га [10].

Ліла. Внесений до Державного реєстру сортів у 2010 році і рекомендований для вирощування в зонах Полісся і Лісостепу. Різновидність *atomaria*. Середньостиглий, тривалість періоду сходи-цвітіння 45-53 дні, сходи-дозрівання 85-90 днів. Стійкий до посухи протягом вегетації, та перезволоження у другій її половині. Насіння сіре, з блакитночорною орнаментациєю, у вигляді густої крапчастості. Забарвлення сім'ядолей сіре. Маса 1000 зерен - 51-64 г. Високопродуктивний при вирощуванні на кормову

продуктивність. За результатами випробування на Івано-Франківській ДЦЕСР в 2007 році одержано врожай зеленої маси вико-вівса - 675 ц/га, сухої речовини вико-вівса - 152,7 ц/ га, сухої речовини вики в суміші - 66,9 ц/га [10].

1.4 Хвороби вики ярої та заходи боротьби з ними

Несправжня борошниста роса більше поширюється в зонах достатнього зволоження, особливо в роки з прохолодним літом. Уражаються листя, менше стебла і інші надземні органи. На листі з верхнього боку з'являються жовті плями, а з нижньої - густий, пухнастий брудно-фіолетовий наліт [14, 19]. При інтенсивному розвитку захворювання листя буріють, засихають і опадають, а зерно в бобах недорозвивається.

Аскохитоз проявляється на листках, стеблах і бобах у вигляді невиразних, які зливаються плям з приплющеними чорними пікнідами, розташованими неправильними концентричними колами.

Збудник хвороби – недосконалий гриб *Ascochyta punctata Naumov*. Його пікніди розміром 180-130 мкм, пікноспори двоклітинного, безбарвні, циліндричні, з закругленими кінцями, розміром 18×4,5 мкм. При ураженні бобів грибниця збудника проникає в насіння. Зберігається гриб у насінні і рештках рослин.

Септоріоз вражає всі надземні органи рослин. На листках з'являються білуваті плями з темно-коричневою облямівкою. Згодом на них утворюються чорні точковідні пікніди чечевицеобразного форми. Хвороба не викликає загибелі рослин, але може бути причиною значного недобору врожаю зеленої маси і насіння.

Заходи боротьби: дотримання просторової ізоляції посівів вики ярої від інших бобових культур; збір насіння з менш уражених ділянок, ретельне їх просушування до 13-14% вологості, очищення та калібрування; насіння для

розплідника розмноження, супереліти та еліти повинні мати сортову чистоту 99,5% та бути без домішок склероціїв білої і сірої гнилей [6, 14, 18].

2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНОГО РОЗТАШУВАННЯ ТА КЛІМАТИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

2.1 Фізико-географічні умови Вінницької області

Географічне положення. Вінницька область знаходиться в лісостеповій зоні України. Річкою Південний Буг територія області ділиться на дві частини: лівобережну та правобережну. Поверхня Вінницької області являє собою підвищене плато, що знижується з північного заходу на південний схід. Більша частина території Вінницької області розташована в межах Українського кристалічного щита [4, 12, 13, 21].

Рельєф. Складна геологічна історія території вплинула на формування рельєфу. У геоморфологічному відношенні північна частина Вінницької області знаходиться в межах підобласті Західно-Придніпровської денудаційної височини, південна частина – Балтської алювіально-дельтової рівнини, а західна частина в межах Подільської структурно-денудаційної височини (Подільське плато)[12, 13, 21]. Подільське плато займає більшу частину області.

Подільське плато має найбільшу висоту у Шаргородському районі. Максимальна висота – 384 м над рівнем моря [12, 13]. Плато дуже порізане долинами численних невеликих річок та ярами.

Східна і північно-східна частини Подільського плато в межах області значно менше розчленовані долинами річок.

Низовин в межах області немає. Є окремі рівні ділянки території, що лежать нижче навколишньої місцевості. На північному заході області, між Південним Бугом і його притокою Згаром, лежить дуже заболочена Летичівська низина, її абсолютні висоти майже скрізь не перевищують 300 м.

В геоструктурному відношенні основна частина території області залягає в межах південно-західної окраїни Українського кристалічного масиву (щита), складеного архей-протерозойськими метаморфічними породами і тільки її південно-західна окраїна розташована на Волино-Подільській плиті, де породи кристалічного фундаменту перекриті відносно потужною товщею більш молодих, переважно осадових відкладів.

Грунтовий покрив. Серед зональних типів ґрунтів переважають сірі опідзолені ґрунти, темно-сірі та чорноземи опідзолені та типові малогумусні чорноземи, а також зустрічаються азональні дерново-підзолисті ґрунти. В ряді районів - Калинівському, Барському, Жмеринському, Немирівському, Тульчинському і деяких інших основний фон становлять ясно-сірі і сірі опідзолені ґрунти. Ґрунтово-кліматичні умови області досить сприятливі для розвитку сільського господарства, зокрема для вирощування озимої пшениці, ярих зернових культур і особливо цукрових буряків, а також овочівництва, садівництва [12, 21].

Сільське господарство. Вінниччина має один із найпотужніших серед регіонів України агропромисловий комплекс, який в останні роки демонструє високі темпи розвитку та вагомі результати господарювання.

У 2019 році, за даними Державної служби статистики, Вінницька область вже третій рік поспіль займає перше місце серед регіонів України за темпом, обсягом виробництва валової продукції сільського господарства. В області засіяно ярих зернових та зернобобових 477,1 тис.га [11].

2.2 Агрокліматична характеристика Вінницької області

Клімат Вінницької області помірно-континентальний: помірного та достатнього теплозабезпечення, достатнього зволоження, лише в Придністров'ї недостатнього зволоження [1, 12].

За своїм географічним розташуванням територія області знаходиться у сфері впливу насичених вологою атлантичних повітряних мас, та периферійної частини сибірського (азійського) антициклону, для якого характерні сухі холодні континентальні повітряні маси. На клімат впливають також повітряні маси з Арктики та Середземномор'я.

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

Стійкий перехід добової температури через 0°C є початком весни та відбувається найчастіше у другій декаді березня. Весна триває близько двох місяців. Характерними особливостями весни є інтенсивне підвищення денної температури, сходить стійкий сніговий покрив та відтає ґрунт.

Перехід середньодобової температури повітря через 5°C відбувається у першій декаді квітні, а через 10°C – в кінці третьої декади.

В цілому, клімат Вінниччини сприятливий для сільськогосподарського виробництва: тривале тепле та досить вологе літо, рання весна, суха осінь, зима з помірними морозами та значним сніговим покривом – все це позитивно впливає на ріст зернових, технічних та садових культур [1, 12].

3 ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ВИКИ ЯРОЇ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

3.1 Прогнозування середньообласної урожайності вики ярої в Вінницькій області

Для екстраполяції тенденції врожайності використовуємо щорічні дані середньообласної врожайності вики ярої в центнерах з гектара.

При проведенні розрахунків урожайності вики ярої на прогнозований рік необхідно було враховувати, що часовий безперервний інтервал, в якому розглядається середньообласна урожайність даної культури, повинен містити більше 18 років. Ми розглядаємо 30-річний період: 1990-2019 рр.

Метод прогнозу урожайності вики базується на розчленуванні величини врожаю на дві складові - випадкову і невипадкову. Тоді точність прогнозу врожаю з використанням динаміко-статистичного методу по одному тимчасовому ряду багато в чому залежить від правильності цього поділу. Для виявлення тимчасової динаміки врожаю вики ярої ми робимо перевірку об'єктивності вибору тренда [24, 25].

Отже, об'єктивність вибору лінії тренда перевіряється на основі гіпотези про випадковість відхилень від неї фактичних врожаїв. Ця перевірка здійснюється методом серій [25].

Для кожної лінії тренда виконано розрахунок параметрів $v(N)$ і $K_m(N)$. В табл.3.1 представлено результати розрахунків згладжених значень врожаю вики і оцінки випадковості відхилень урожаїв від тренда методом серій.

Таблиця 3.1 – Оцінка випадковості відхилень урожайності вики ярої від тренду в Вінницькій області

Роки спостережень	У, ц/га	У т, ц/га	ε	ε у спадному порядку	Серії
1	2	3	4	5	6
1990	22,5	22,57	-0,07	7,03	-
1991	17,9	22,42	-4,52	6,47	-
1992	25,4	22,71	2,69	4,15	+
1993	23,3	22,75	0,55	3,78	-
1994	11,1	22,53	-11,43	3,52	-
1995	26,3	22,78	3,52	2,98	+
1996	29,2	22,73	6,47	2,86	+
1997	26,6	22,45	4,15	2,69	+
1998	24,0	21,94	2,06	2,67	+
1999	19,0	21,35	-2,35	2,64	-
2000	19,0	20,89	-1,89	2,32	-
2001	16,0	20,5	-3,5	2,06	-
2002	20,0	20,17	-0,17	1,24	-
2003	22,0	19,85	0,15	1,2	-
2004	20,6	19,36	1,24	1,04	+
2005	20,0	18,79	1,2	0,55	+
2006	13,4	18,15	-5,1	0,15	-
2007	21,3	17,87	3,78	0,11	+
2008	20,5	17,52	2,98	-0,07	+

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
2009	17,4	17,29	0,11	-0,17	-
2010	11,0	17,1	-7,1	-1,89	-
2011	19,4	17,08	2,32	-2,35	+
2012	19,6	16,96	2,64	-2,82	+
2013	13,2	16,69	-3,49	-3,29	-
2014	13,3	16,59	-3,29	-3,49	-
2015	19,6	16,74	2,86	-3,5	+
2016	14,2	17,02	-2,82	-4,52	-
2017	20,5	17,83	2,67	-5,1	+
2018	19,9	18,86	1,04	-7,1	+
2019	27,9	20,87	7,03	-11,43	+
$\varepsilon_{med} = 0,8$					

З таблиці 3.2 бачимо, що в Вінницькій області протяжність найдовшої серії $k_{max}(N)$ дорівнює 5, а, отже, права частина нерівності [25] складає 7,9. Максимальне число серій ν становить 14, а права частина нерівності [25] дорівнює 8,2. Порівняння лівих і правих частин нерівності [25] показує, що нерівності [25] справедливі. Отже, об'єктивність обраних ліній тренда підтверджується.

Таблиця 3.2 – Розрахунок правильності вибору тренда урожайності вики ярої в Вінницькій області

Досліджувана територія	$K_{max}(n)$	$\nu(n)$	$3.3(\lg n + 1)$	$\frac{1}{2}(n + 1 - 1,96\sqrt{n - 1})$
Вінницька	5	14	7,91	8,2

3.2 Аналіз динаміки урожайності вики ярої в Вінницькій області

Проаналізуємо динаміку врожайності вики ярої в Вінницькій області. На території Лісостепу в Вінницькій області в середньому за період дослідження (1990 - 2019 рр.) урожай вики склав 21,2 ц/га. Спостерігались значні коливання врожаїв вики: у 1996 році був зібраний максимальний за цей період урожай – 29,2 ц/га, а в 1994 році – найменший за розрахунковий період урожай – 11,1 ц/га.

У період з 1999 по 2014 рр. спостерігалось зниження врожаїв. Початкові значення лінії тренда в цей період становлять 21,4 ц/га, а кінцеві її значення – 16,6 ц/га (рис. 3.1). Далі лінія тренда врожаю вики має поступове позитивне зростання. Так, ми бачимо, що починаючи з 2015 року, врожай по лінії тренда склав 16,7 ц/га, а вже в 2019 році збільшився до 20,87 ц/га.

Урожайність, ц/га

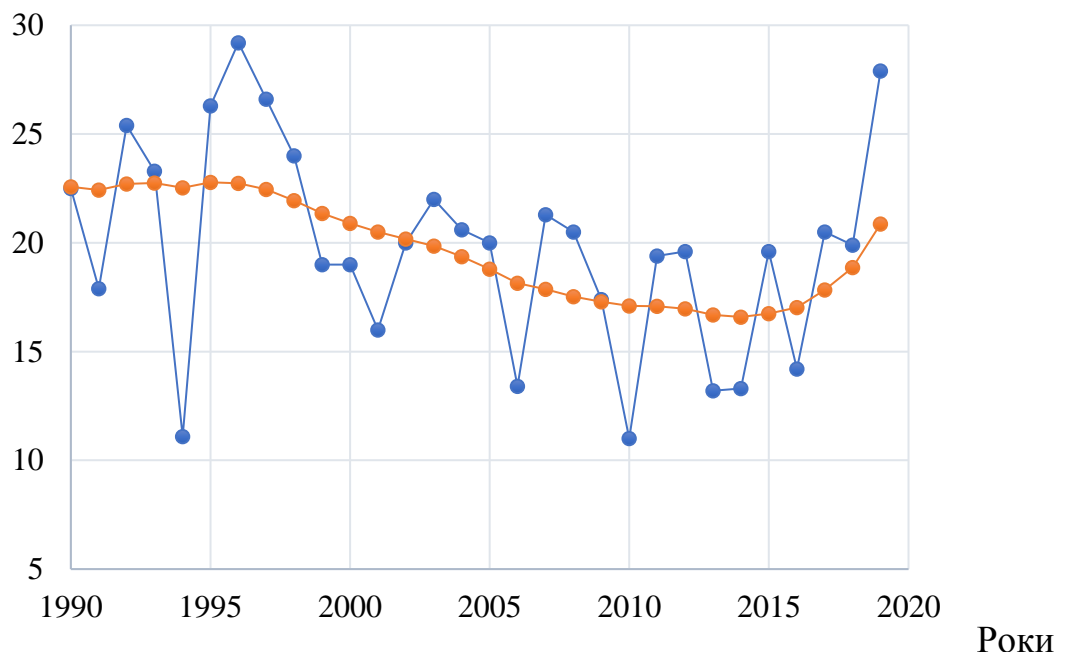
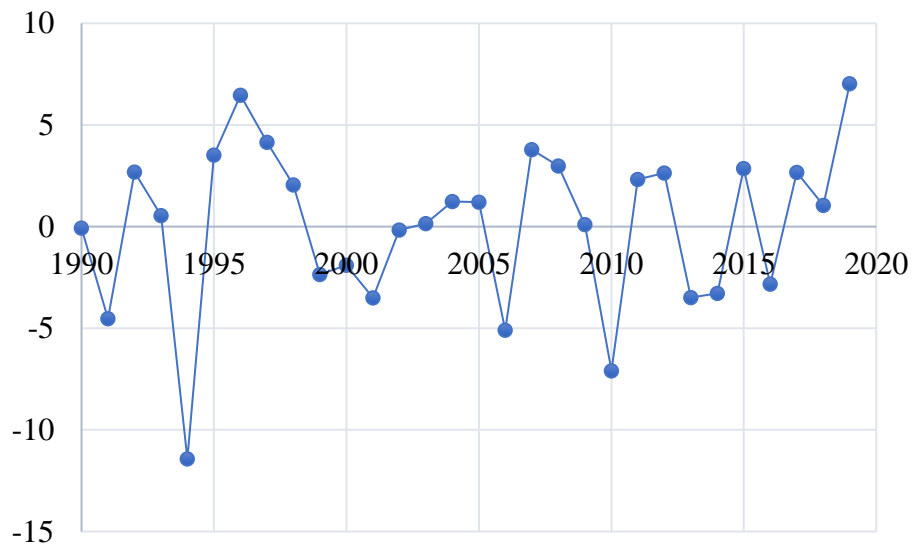


Рисунок 3.1 – Динаміка урожайності вики ярої та лінія тренду в Вінницькій області за 1990-2019 рр.

Відхилення врожаю від лінії тренда, які представлені на рис.3.2, характеризують вплив погодних умов на формування врожаю. З рисунку 3.2 бачимо, що в 2019 році спостерігалися максимальні позитивні відхилення урожаю від лінії тренда, а саме 7,03 ц/га, а в 1994 році були навпаки найбільші негативні відхилення -11,4 ц/га. В цілому, на всій території Вінницької області негативних відхиленнь урожаїв було значно менше ніж позитивних: негативних - в 12 роках, а позитивних – в 18 роках.

Урожайність, ц/га



Роки

Рисунок 3.2 – Відхилення урожайності виви ярої від лінії тренду в Вінницькій області за 1990-2019 рр.

Зміну рівнів часового ряду характеризують абсолютний приріст, темп зростання.

В таблиці 3.3 наведено чисельні значення абсолютного приросту та величину темпу зростання.

В Вінницької області максимальні значення абсолютного приросту тенденції урожайності вики ярої спостерігались в шостій п'ятирічці, тобто 2015-2019 рр. і, відповідно, становили 4,13 ц/га. Максимальні значення темпу зростання урожайності також спостерігаються в цей період і складають 124,7%.

Таблиця 3.3 –Динаміка абсолютного приросту та темпу зростання урожайності вики ярої в Вінницькій області

Роки спостережень						
Область	1990- 1994	1995- 1999	2000- 2004	2005- 2009	2010- 2014	2015- 2019
Вінницька	-2,4 90,1	-1,43 93,7	-1,53 92,7	-1,5 92,0	-0,51 97,0	4,13 124,7

*перший рядок – абсолютний приріст, ц/га; другий – темп зростання, %

Мінімальні значення абсолютного приросту тенденції урожайності вики спостерігались в першому-п'ятому п'ятиріччях -2,4 – (-0,51) ц/га. Значення темпу зростання тенденції урожайності в цей же період також були мінімальними та коливалися в межах 90,1 – 97,0 %.

В результаті дослідження даної області, можна відзначити, що приріст тенденції був досить високим в шостому п'ятиріччі 2015-2019 рр.. Період першого-п'ятого п'ятиріччя (1990 - 2014 рр.) характеризується негативним приростом тенденції урожайності даної культури. Особливості в динаміці врожайності вики за цей період пояснюється впливом несприятливих погодних умов, який і сповільнив тенденцію урожайності культури.

Також, дамо оцінку ступеня сприятливості клімату за допомогою коефіцієнта (K_C), який визначається за формулою [25]:

$$K_c = Y_B / Y_T \quad (3.1)$$

де Y_B - виробничий урожай зерна вики в конкретному році (ц/га), Y_T - урожай за трендом в тому ж році (ц/га).

В таблиці 3.4 наведені розрахунки, виконані нами стосовно Вінницької області. На території дослідження з 30 років спостережень (період 1990-2019 рр.) у 18 роках спостерігалися сприятливі кліматичні умови, тобто 60% від загальної кількості років.

Таблиця 3.4 - Розрахунок ступеня сприятливості клімату (K_c) для території Вінницької області за 1990-2019 рр.

Роки	Y, ц/га	Y _T , ц/га	K _c	Роки	Y, ц/га	Y _T , ц/га	K _c
1990	22,5	22,57	0,99	2005	20,0	18,79	1,06
1991	17,9	22,42	0,81	2006	13,4	18,15	0,72
1992	25,4	22,71	1,12	2007	21,3	17,87	1,19
1993	23,3	22,75	1,02	2008	20,5	17,52	1,17
1994	11,1	22,53	0,49	2009	17,4	17,29	1,01
1995	26,3	22,78	1,15	2010	11,0	17,1	0,64
1996	29,2	22,73	1,28	2011	19,4	17,08	1,14
1997	26,6	22,45	1,18	2012	19,6	16,96	1,16
1998	24,0	21,94	1,09	2013	13,2	16,69	0,79
1999	19,0	21,35	0,89	2014	13,3	16,59	0,80
2000	19,0	20,89	0,91	2015	19,6	16,74	1,17
2001	16,0	20,5	0,78	2016	14,2	17,02	0,83
2002	20,0	20,17	0,99	2017	20,5	17,83	1,15
2003	22,0	19,85	1,11	2018	19,9	18,86	1,06
2004	20,6	19,36	1,06	2019	27,9	20,87	1,34

Коефіцієнт сприятливості в ці роки коливався в межах 1,02 - 1,34. Несприятливих років було в 12 роках (40% від загальної кількості років) і коефіцієнт сприятливості коливався від 0,49 до 0,99.

3.3 Ймовірнісна оцінка урожаїв вики ярої в Вінницькій області

Для визначення мінливості урожаю вики нами було використано метод Г.Алексєєва. Він запропонував для побудови емпіричної кривої сумарної ймовірності формулу [2]:

$$P_{x\%} = \frac{m_i - 0.25}{n + 0.50} \cdot 100\% , \quad (3.2)$$

де $P_x\%$ - забезпеченість у відсотках; m_i - порядковий номер членів ранжируваного ряду, розташованих в порядку спадання; n – число років або спостережень в ряді.

Для проведення розрахунків вже маючи дані щорічного урожаю за досліджуваній період, необхідно було проранжувати величини урожаю (в порядку спадання), та, за формулою 3.2, розрахувати забезпеченість. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.5.

За отриманими даними побудовано криву сумарної ймовірності можливих урожаїв вики стосовно середньобагаторічних значень урожаїв (рис.3.3). Також, було визначено особливості розподілу можливих урожаїв різної забезпеченості в порівнянні з середньою багаторічною величиною. Крива забезпеченості дає можливість зняти значення урожаю вики різної забезпеченості.

Таблиця 3.5 - Результати ймовірнісних показників урожаїв вики в Вінницькій області

Роки	У, ц/га	Ус.п., ц/га (ранж.ряд)	Рх, %	Роки	У, ц/га	Ус.п., ц/га (ранж.ряд)	Рх, %
1990	22,5	29,2	2,5	2005	20,0	19,6	51,6
1991	17,9	27,9	5,7	2006	13,4	19,6	54,9
1992	25,4	26,6	9,0	2007	21,3	19,4	58,2
1993	23,3	26,3	12,3	2008	20,5	19,0	61,5
1994	11,1	25,4	15,6	2009	17,4	19,0	64,8
1995	26,3	24	18,9	2010	11,0	17,9	68,0
1996	29,2	23,3	22,1	2011	19,4	17,4	71,3
1997	26,6	22,5	25,4	2012	19,6	16,0	74,6
1998	24,0	22,0	28,7	2013	13,2	14,2	77,9
1999	19,0	21,3	32,0	2014	13,3	13,4	81,1
2000	19,0	20,6	35,2	2015	19,6	13,3	84,4
2001	16,0	20,5	38,5	2016	14,2	13,2	87,8
2002	20,0	20,5	41,8	2017	20,5	13,2	90,9
2003	22,0	20,0	45,1	2018	19,9	11,1	94,3
2004	20,6	19,9	48,4	2019	27,9	11,0	97,5

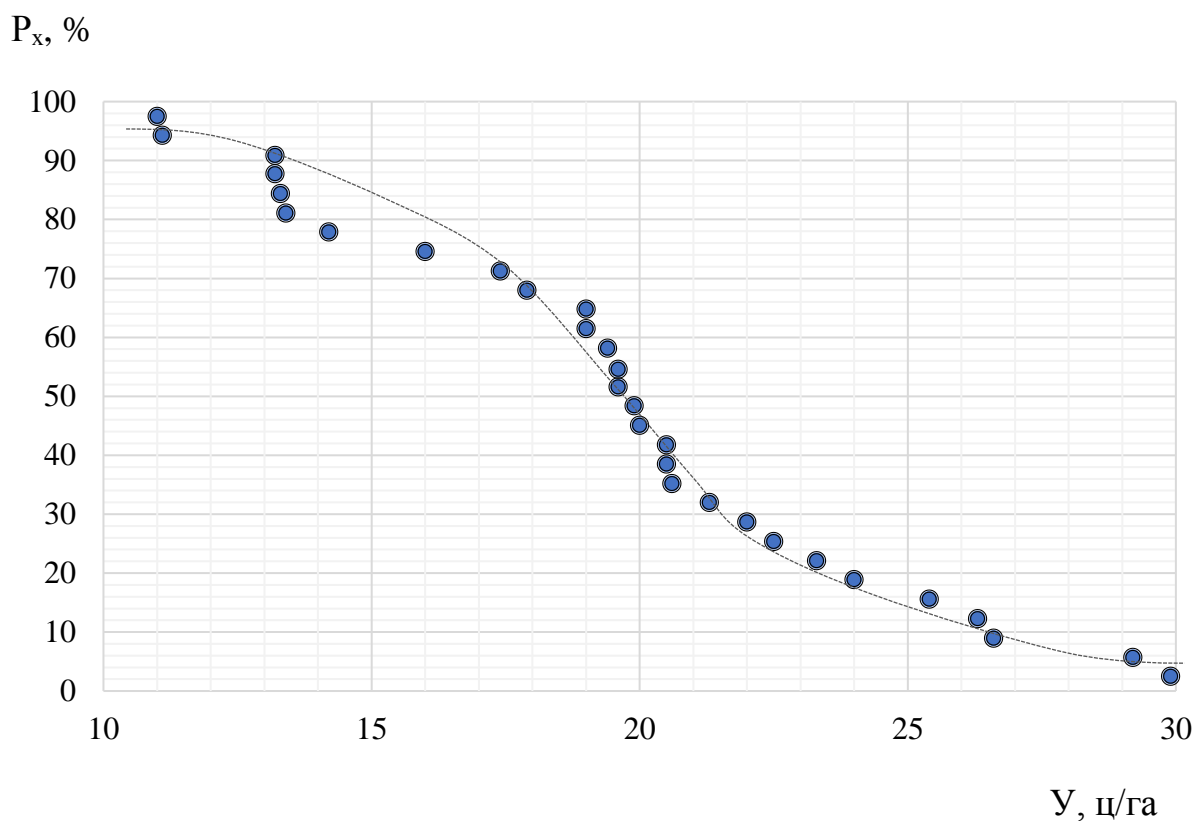


Рисунок 3.3 – Крива ймовірності врожаїв вики ярої в Вінницькій області

Як бачимо, в Вінницькій області урожаї вики величиною 26,4 ц/га можна отримати з ймовірністю 10 %, тобто раз в десять років. Урожаї вики величиною 28,3 ц/га отримують раз в 20 років (ймовірність 5%), 19,8 ц/га отримують з ймовірністю 50 % - 5 разів в десять років, 13,8 ц/га – отримують з ймовірністю 80%, 8 разів в десять років, і лише 11,0 ц/га можна отримати щорічно.

4 ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ВИКИ ЯРОЇ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

4.1 Сучасний стан вивчення наслідків впливу змін клімату на сільське господарство

В останні роки наша держава знаходиться серед першої двадцятки країн світу, які найбільше викидають парникових газів в атмосферу. Це призведе до того, що Україна однією з перших країн відчує всю небезпеку змін клімату [15, 28, 29].

За даними науковців, 2015-2019 рр. були найспекотнішими роками за всю історію спостережень. В Гренландії, в липні 2019 року розтанули 179 млрд. тон льодовиків. Масштабні пожежі, які відбулися в ряді країн, таких як Сибір, Канада, Аляска, знищують ліси і спричинюють додаткові викиди CO₂. Тож навіть повне виконання усіма країнами паризьких домовленостей не забезпечує вирішення кліматичних проблем [31, 32].

Наслідком глобального потепління для сільського господарства є суттєве скорочення виробництва аграрної продукції у зв'язку із зниженням урожайності сільськогосподарських культур [31, 32].

Вивченням даної проблеми займаються на світовому рівні. Так, на Африканському континенті, в 4 районах Демократичної Республіки Конго (ДРК) схильних до посухи, протягом трьох років (2009, 2010 і 2011 рр.) проводилася серія випробувань термінів посадки бобів. Метою цього дослідження було визначення оптимальної дати посіву і оцінка врожайності та вмісту мікроелементів в бобах [31].

В Єгипті вченими було проведено ряд досліджень стосовно впливу змін клімату на урожайність вики. Дослідження проводилися з метою оцінки впливу змін клімату на урожайність вики та вивчення можливих варіантів

подолання цих негативних дій. Система підтримки прийняття рішень (DSSAT) являє собою імітаційну модель, яка порівнює значення спостережень, отримані в результаті експерименту, з передбаченими моделлю. Таким чином, авторам [32] DSSAT вдалося змодельювати параметри врожаю вики в поточних умовах з різницею від 0,4 до 0,7% в порівнянні з фактичною врожайністю.

На території Південної Азії вчені розробили модель росту вики ARIMA. Модель базується на прогнозі врожаю культури, в якій автори зауважили, що короткострокові прогнози більш ефективні для моделей ARIMA [31, 32]. Аналогічні дослідження були проведені у Новій Зеландії. В моделі прогнозу урожайності були розраховані випаровуваність, вологозабезпеченість, тривалість періодів, підрахована кількість поливів, днів з посухою. Використовуючи дану модель, очікується отримання максимальної врожайності вики на даній території [31, 32].

У Латинській Америці проводяться дослідження, щодо вивчення реакції врожайності бобів на клімат, які свідчать про негативні наслідки зміни клімату. Вчені досліджували період з 1980 по 2005 рр. та сценарій змін клімату RCP 2.6 та 8,5 за період 2020 - 2045 рр. Оцінюючи врожайність бобів, застосовувалось модель CSM-CROPGRO-DRY BEAN. Це дослідження показало, що існує взаємодія між температурою та CO₂ для культури, що істотно змінює рівень урожайності для даної території.

4.2 Опис базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М.Польового

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

ефективність сільськогосподарського виробництва головним є визначення агрокліматичних ресурсів території, реалізоване шляхом їх агрокліматичного районування [26, 30].

Концепція моделювання. Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур заснована на концепції максимальної продуктивності рослин Х.Г. Тоомінга, результатах моделювання формування урожаю рослин А.М. Польового і методах оцінки мікрокліматичної мінливості елементів клімату у горбистому рельєфі Е.Н. Романової.

Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів має блокову структуру і містить шість блоків: блок вхідної інформації; блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму; блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин; блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням; блок агроекологічних категорій урожайності; блок узагальнюючих оцінюючих характеристик. Розглянемо основні з них [26, 30].

Блок вхідної інформації. Цей блок складається із даних стандартних метеорологічних і агрометеорологічних спостережень і містить у собі всі необхідні для виконання розрахунків характеристики.

Блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму. Для розрахунку інтенсивності сумарної сонячної радіації використовується формула С.І. Сивкова [26]:

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

де Q_o – сумарна сонячна радіація, що приходить на горизонтальну поверхню, кал/см²·доба; SS – середня за декаду кількість годин сонячного сяйва; j – номер розрахункової декади; A і B – проміжні характеристики, що визначаються в залежності від широти місцевості та схилення Сонця.

Блок агроекологічних категорій урожайності. Визначення величини різних агроекологічних категорій урожайності здійснюється з врахуванням внесених модифікацій, із залученням більш повної інформації і наповненням цих категорій новим змістом [26, 30].

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 [26, 30]

$$\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} = \alpha_{\Phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\text{фар}}^j \cdot k_{\text{eks}}^{Q^j} \cdot d\nu^j}{q}, \quad (4.2)$$

де $\frac{\Delta ПУ}{\Delta t}$ – приріст потенційної урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²; α_{Φ} – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.; η – КПД посівів, відн. од.; $Q_{\text{фар}}$ – середньодекадна за добу сума ФАР, кал/см² доба; $k_{\text{eks}}^{Q^j}$ – коефіцієнт для перерахування середньої за декаду сумарної сонячної радіації, відн. од.; q – калорійність.

Приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси являє собою приріст потенційної урожайності, який буде обмежений впливом волого-температурного режиму:

$$\frac{\Delta ММУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} \cdot FTW_2, \quad (4.3)$$

де $\frac{\Delta ММУ}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²; FTW_2 – узагальнена функція впливу волого-температурного режиму з корекцією на сполучення різних екстремальних умов, відн. од.

Формування дійсно можливої урожайності загальної біомаси обмежується рівнем природної родючості ґрунту [26]:

$$\frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ММУ^j}{\Delta t} B_{пл} F_{Gum}, \quad (4.4)$$

де $\frac{\Delta ДМУ}{\Delta t}$ – приріст дійсно можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²; $B_{пл}$ – бал ґрунтового бонітету, відн. од.

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

$$\frac{\Delta УВ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} k_{земл} FWM_{ef}^j, \quad (4.5)$$

де $\frac{\Delta УВ}{\Delta t}$ – приріст урожайності загальної біомаси у виробництві, г/м²; $k_{земл}$ – коефіцієнт, що характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності, відн. од.; FWM_{ef} – функція ефективності внесення органічних і мінеральних добрив в залежності від умов вологозабезпеченості декад вегетації, відн. од.

Різні агроекологічні категорії врожаю зерна при його стандартній 14 %-ій вологості визначаються за виразом [26, 30]

$$ПУ_{зерна} = ПУ \cdot K_{зосп}^{ПУ} 1,14 \cdot 0,1 \quad (4.6)$$

де $ПУ_{зерна}$ – потенційний урожай зерна, ц/га; $K_{зосп}^{ПУ}$ – частка зерна в загальній масі потенційного врожаю, відн. од., яка визначається в залежності від розмірів врожаю загальної біомаси.

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

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

Розглянемо п'ять узагальнених характеристик [26, 30]:

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

$$K_m = ММУ_{зерна} / ПУ_{зерна}, \quad (4.7)$$

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

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

$$K_2 = ДМУ_{зерна} / ММУ_{зерна}, \quad (4.8)$$

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

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

$$K_{акл} = УВ_{зерна} / ММУ_{зерна}, \quad (4.9)$$

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

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

$$K_{земл} = UB_{зерна} / ДМУ_{зерна}, \quad (4.10)$$

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

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

$$K_{аек.пот} = UB_{зерна} / ПУ_{зерна}, \quad (4.11)$$

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

Формули (4.1) – (4.11) дозволяють визначити основні агроєкологічні категорії урожайності сільськогосподарських культур для різних елементів рельєфу, що формуються під впливом ґрунтово-кліматичних умов і мікрокліматичних особливостей досліджуваних територій та виконати для цих територій оцінку агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур [26, 30].

4.3 Агроекологічна оцінка умов вирощування вики ярої в Вінницькій області

Агроекологічна оцінка умов вирощування вики ярої на території Вінницької області виконувалась за методом Медведєва В.В., який базується на таких критеріях характеристики умов [20]: оптимальні умови, допустимі та недопустимі умови.

Перший рівень характеризується оптимальними умовами, тобто можливо отримати найвищі екологічно чисті врожаї. Другий рівень характеризується задовільними умовами, це означає що є загроза зниження врожайності на 25-30%. Третій рівень відповідає незадовільним умовам, так як є загроза зниження врожайності до 50%.

В основу агроекологічної оцінки покладено принцип екологічного співвідношення параметрів довкілля, що характеризують потреби сільськогосподарських культур до їхнього вирощування [17, 20].

В Вінницькій області орні землі переважно представлено сірими й темно-сірими опідзоленими та чорноземами опідзоленими. Для виконання агроекологічної оцінки складена таблиця нормування параметрів агроекологічних умов вирощування вики ярої (табл.4.1).

В таблиці 4.2 представлено значення параметрів дерново-підзолистих ґрунтів та чорноземів опідзолених на ріллі.

Аналізуючи та порівнюючи дані, наведені в таблицях 4.1 та 4.2 бачимо, що ґрунти Вінницької області по більшості параметрів характеризуються допустимими умовами, а саме за агрофізичними, фізико-хімічними та метеорологічними показниками. Це сприяє отриманню доволі високих врожаїв вики ярої.

В цілому, агроекологічні показники ґрунтів притаманних Вінницькій області, відповідно до нормативів агроекологічних умов вирощування вики ярої, відповідають оптимальним та допустимим умовам.

Таблиця 4.1 – Нормування параметрів агроекологічних умов вирощування вики ярої

Параметри	Вика яра		
	оптимальні	допустимі	недопустимі
1.Потужність гумусового шару, см	>63	30-62	<29
2.Гранулометричний склад	2,3,4	1	5,6
3.Щільність ґрунту, г/см ³	1,05-1,35	0,95-1,04 1,36-1,45	<0,95 >1,45
4.Вміст гумусу, %	>3,4	2,0-3,3	<1,9
5.Вміст рухомого фосфору, мг/кг	124	123-70	<69
6.Вміст обмінного калію, мг/кг	180	110-179	<109
7.Вміст рухливих форм важких металів, мг/кг	<0,6	0,61-0,65	>0,66
8.Сума активних температур вище 10 °С	>1600	900-1599	<900
9.Температура повітря при появі сходів, °С	6-10	4-5	<4
10.Температура повітря при формуванні генеративних органів, °С	16-20	10-15	>20 <10
11.Запаси продуктивної вологи (мм) у шарі ґрунту 0-20 см при появі сходів	>30	10-30	<10
12.Запаси продуктивної вологи (мм) у шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	>120	60-120	<60
13.Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря вище 10 °С	0,8-1,1	0,65-0,79 1,1-1,6	<0,65 >0,6

Таблиця 4.2 – Оцінка агроєкологічних умов вирощування вики ярої на полі з дерново-підзолистими ґрунтами та чорноземом опідзоленим

Параметри	Кількісне значення параметра	Оцінка
1.Потужність гумусового шару, см	40-60	допустимі
2.Гранулометричний склад	2-4	оптимальні
3.Щільність ґрунту, г/см ³	1,1-1,4	оптимальні, допустимі
4.Вміст гумусу, %	1,7-3,0	допустимі, недопустимі
5.Вміст рухомого фосфору, мг/кг	62-120	допустимі, оптимальні
6.Вміст обмінного калію, мг/кг	81-142	недопустимі, допустимі
7.Вміст рухливих форм важких металів, мг/кг	0,63	допустимі
8.Сума активних температур вище 10 °С	1460	допустимі
9.Температура повітря при появі сходів, °С	6	оптимальні
10.Температура повітря при формуванні генеративних органів, °С	16,8-18,3	оптимальні
11.Запаси продуктивної вологи (мм) у шарі ґрунту 0-20 см при появі сходів	30	допустимі
12.Запаси продуктивної вологи (мм) у шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	114	допустимі
13.Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря вище 10 °С	1,5	допустимі

4.4 Агрокліматичні умови вирощування та продуктивність вики ярої за умов зміни клімату в Вінницькій області

Дослідження впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування та урожайність вики ярої стосовно території Вінницької області проводилися методом порівняння показників за базових умов, тобто період 1990-2010 рр., з сценарними варіантами. Нами досліджувалися такі сценарні періоди: 2011-2030 та 2031-2050 рр. За теоретичну основу для проведення розрахунків та порівняння результатів була взята модель агроекологічних врожаїв сільськогосподарських культур, розроблена А.М.Польовим [26, 30].

Динаміка надходження ФАР на протязі вегетаційного періоду вики ярої за базовий період (1990-2010 рр.) представлена на рис.4.1.

ФАР, кал/(см²·доба)

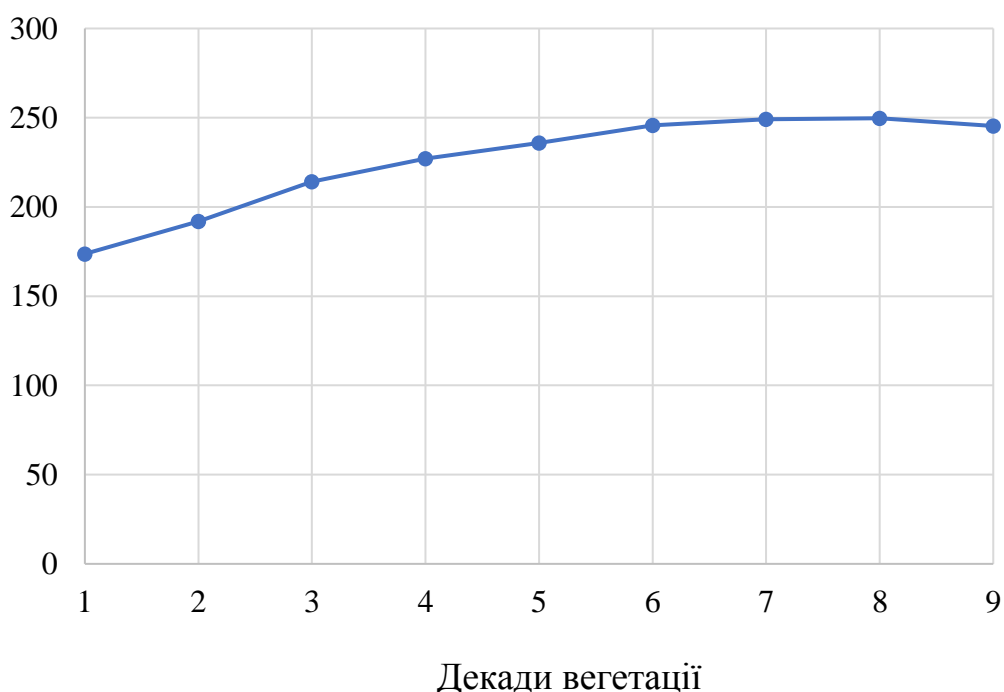


Рисунок 4.1 – Динаміка ФАР (кал/(см²·доба) вегетаційного періоду вики ярої за базовий період (1990-2010 рр.) в Вінницькій області

Як бачимо, на початку вегетаційного періоду вики надходження ФАР становить 173,6 кал/(см²·доба). Далі, бачимо, що прихід ФАР зростає досить повільно до 5-6 декади розвитку, її максимальна кількість становить 249,5 кал/(см²·доба). З сьомої-восьмої декади розвитку, коли вже відбувається формування бобів, надходження ФАР починає поступово зменшуватись і наприкінці вегетаційного періоду становить 245,3 кал/(см²·доба).

Потенційний урожай, г/м² дек

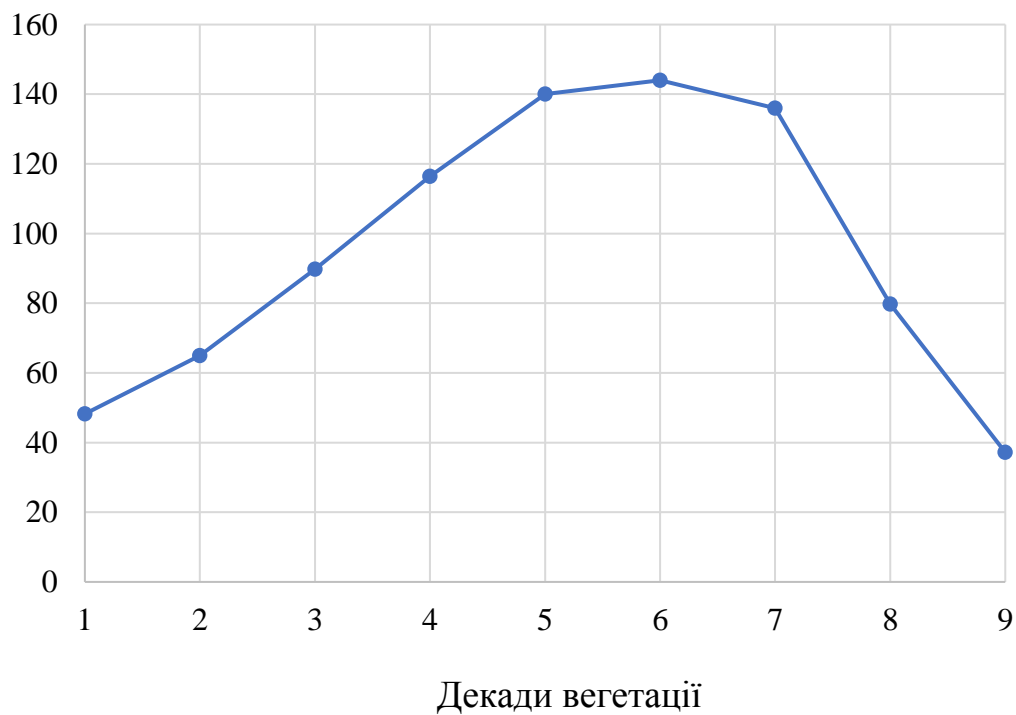


Рисунок 4.2 – Динаміка приростів потенційної урожайності вики ярої за базовий період (1990-2010 рр.) в Вінницькій області

Співставлення сум фотосинтетично-активної радіації з величиною потенційного урожаю вики ярої стосовно території Вінницької області показує, що відповідно надходженню ФАР змінюються і прирости потенційного урожаю (ПУ). Так з рисунку 4.2, на початку вегетації приріст сухої маси ПУ становить 48 г/м², найбільшого значення досягає в період

цвітіння 143 г/м² декаду (шоста декада вегетації), а потім починає поступово знижуватися до 37,0 г/м² декаду наприкінці вегетаційного періоду.

Температура, значення якої відповідає максимальній продуктивності культури, називається оптимальною (TOP) [26]. Ця температура має нижню (TOP1) та верхню (TOP2) межу. Оптимальна для фотосинтезу температура повітря змінюється впродовж всього періоду вегетації вихи ярої. Хід температурних показників вегетаційного періоду за базових умов представлений на рис.4.3.

Температура повітря, °С

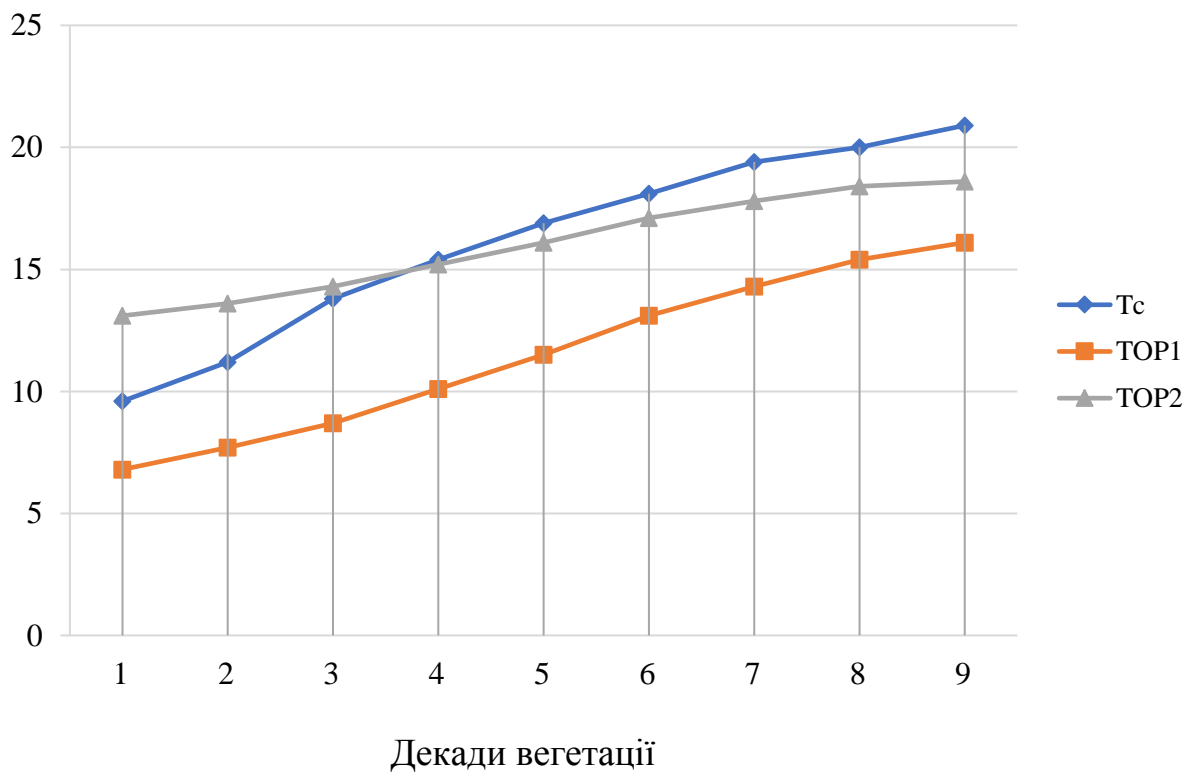


Рисунок 4.3 – Динаміка температурного режиму вегетаційного періоду вихи ярої за базовий період (1990-2010 рр.) в Вінницькій області

Як можна бачити, оптимальний діапазон температур для вихи ярої коливається у межах 6,8–20,9 °С. Нижня межа температурного оптимуму починається з 6,9 °С, поступово зростає, досягає максимуму 16,2°С у дев'яту

декаду. Верхня межа температурного оптимуму починається з 13,2°C, поступово зростає до 18,6°C в дев'яту декаду вегетації вики.

Температурна крива середніх за декаду температур повітря (T_c) починається з 9,6 °C, поступово підвищується і в дев'яту декаду (період досягання) досягає максимальних значень 20,9 °C. Середньодекадна температура повітря дещо перевищувала верхню оптимальну межу приблизно на 0,2-2,3 °C.

Також треба відзначити, що протягом всієї вегетації вики ярої на даній території середньодекадна температура була на 2,8-4,8°C вище за нижню оптимальну межу.

Хід показників зволоження вегетаційного періоду вики ярої представлено на рис.4.4.

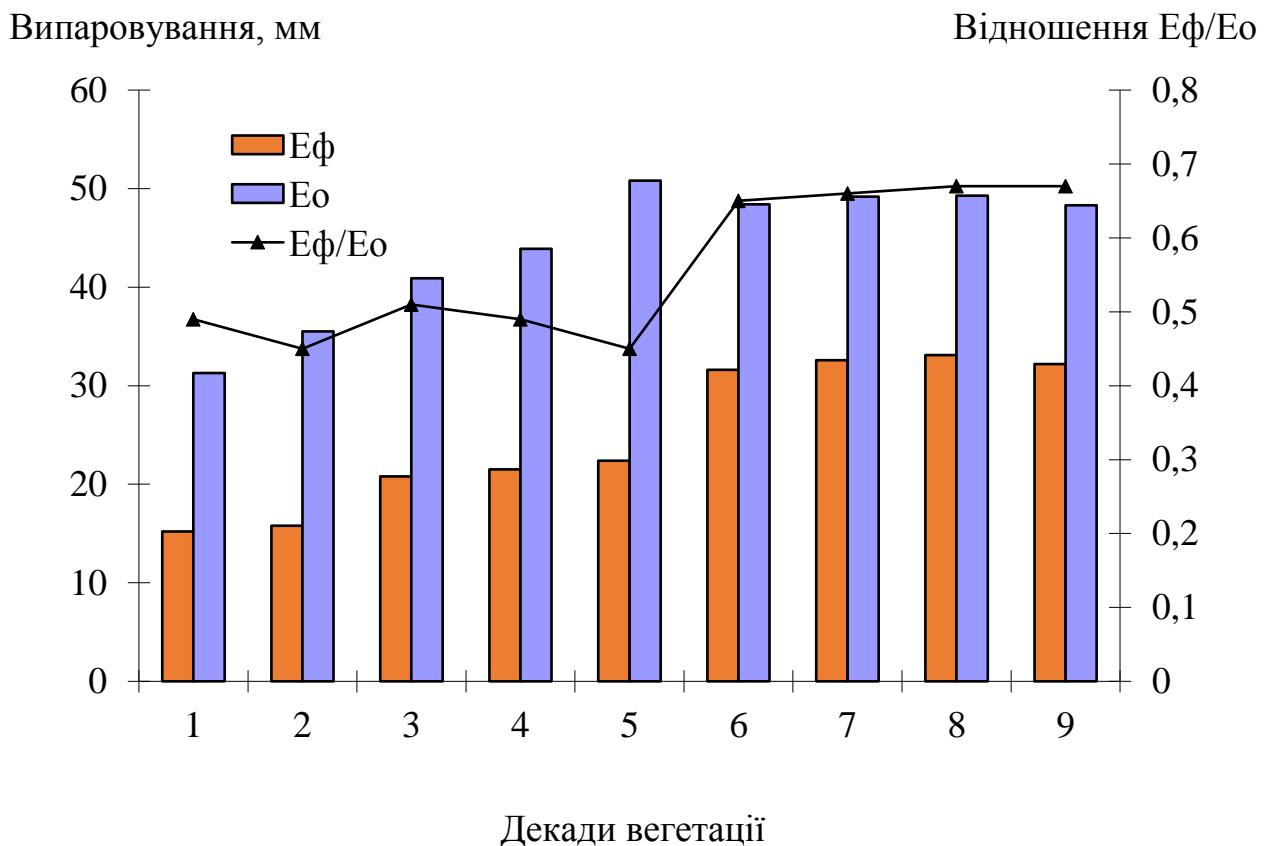


Рисунок 4.4 – Динаміка режиму зволоження вегетаційного періоду вики ярої за базовий період (1990-2010 рр.) в Вінницькій області

Сумарне випаровування (E_{ϕ}) посіву на початку вегетації культури складає 15,1 мм. Сумарне випаровування посіву зростає в міру наростання температури повітря та рослинної маси і в період 3 - 9 декади вегетації коливається у межах 20,7-32,1 мм.

Потреба рослин у воді (E_o) також зростає в період сходів-достигання і коливається у межах 36,1 - 48,2 мм.

Відношення E_{ϕ}/E_o , яке характеризує умови вологозабезпеченості посівів, впродовж вегетації становить по декадах 0,48-0,5 відн.од. і тільки наприкінці вегетації, в період достигання, збільшується до 0,64-0,66 відн.од.

Метеорологічно можлива урожайність будь-якої культури (ММУ) є інтегральною характеристикою агрометеорологічних умов вирощування [26. 30].

ММУ, г/м² декаду

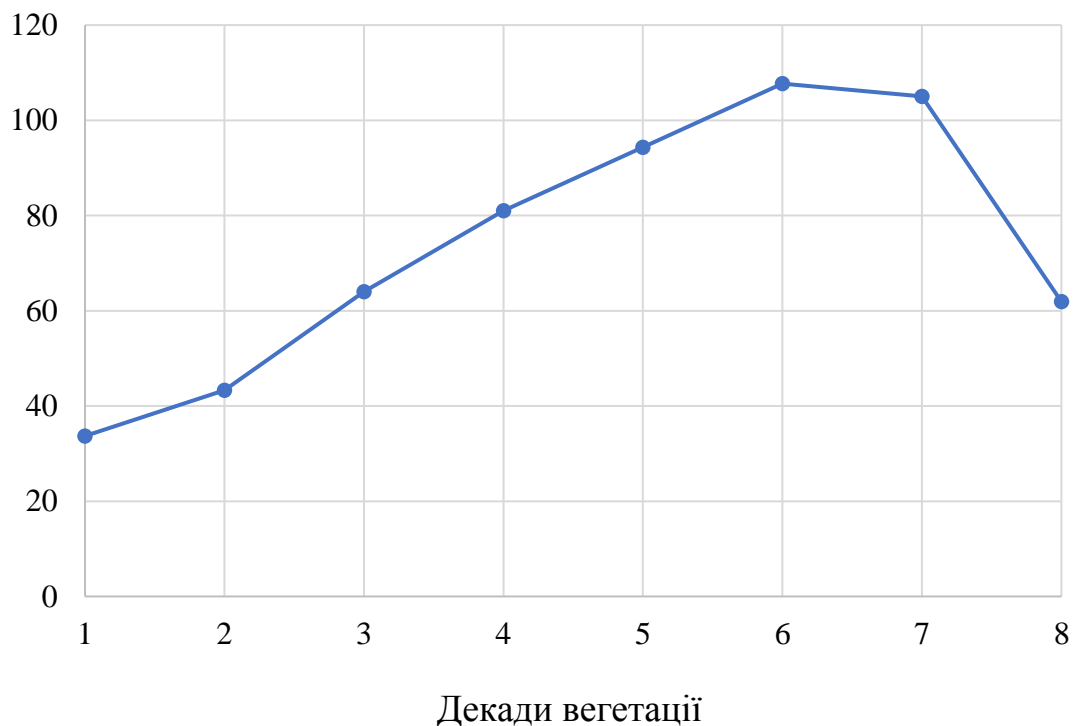


Рисунок 4.5 – Динаміка приростів метеорологічно можливої урожайності вики ярої за базовий період в Вінницькій області

З рис.4.5 видно, що на початку вегетації приріст ММУ складає 32 г/м^2 . Починаючи з другої декади вегетації прирости кожної декади збільшуються і досягають максимального значення 107 г/м^2 у шосту-сьому декади. Потім прирости поступово знижуються і в останні три декади вегетації ріст практично припиняється, ММУ знизився до 27 г/м^2 .

Аналіз приростів дійсно можливої врожайності посівів вики ярої (рис.4.6) показав, що в першу декаду вегетації приріст ДМУ не перевищує 23 г/м^2 , потім протягом вегетації вики він поступово зростає і його максимальне значення у шосту – сьому (цвітіння) декади вегетації становить 74 г/м^2 . Після сьомої декади приріст суттєво падає, а останні дві декади вегетації росту також практично не відбувається, складає лише 19 г/м^2 .

ДМУ, г/м^2 декаду

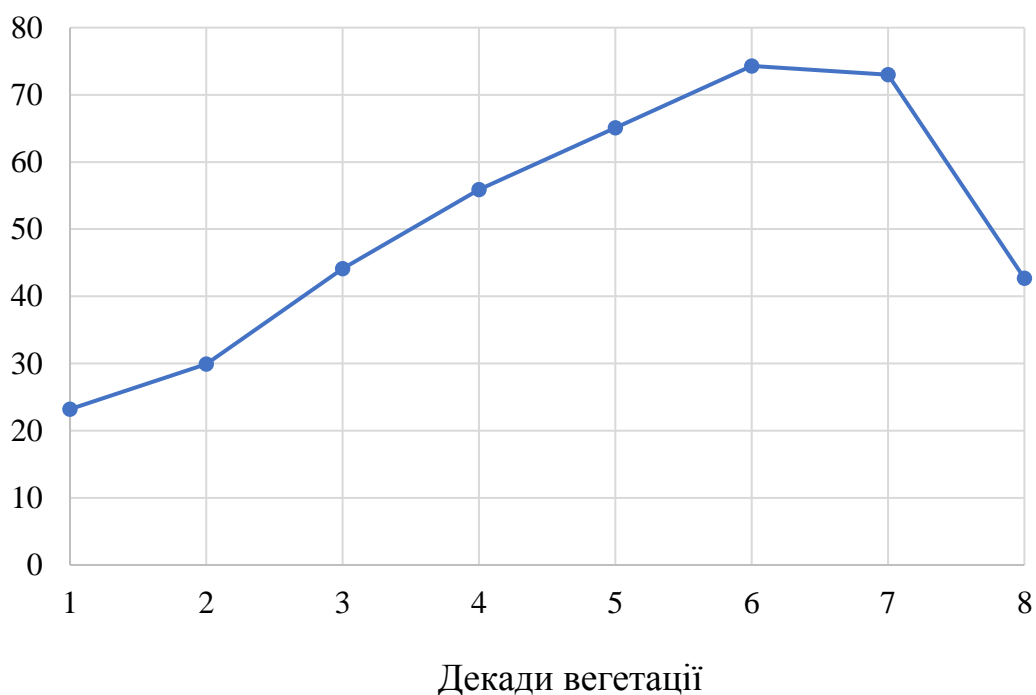


Рисунок 4.6 – Динаміка приростів дійсно можливої урожайності вики ярої за базовий період в Вінницькій області

На рис.4.7 представлена динаміка надходження ФАР за вегетаційний період вики ярої за перший сценарний період (2011-2030 рр.). Можна бачити, що динаміка декадного ходу ФАР протягом вегетаційного періоду культури за перший сценарний період повністю співпадає з базовим варіантом.

На початку вегетації вики ярої приріст сухої маси ПУ становить 39 г/м^2 , досягає найбільшого значення 143 г/м^2 у шосту декаду вегетації-фаза цвітіння вики ярої. З сьомої до дев'ятої декади поступово знижується з 136 до 23 г/м^2 , це пояснюється старінням рослин (рис.4.8).

ФАР, кал/(см²-добу)

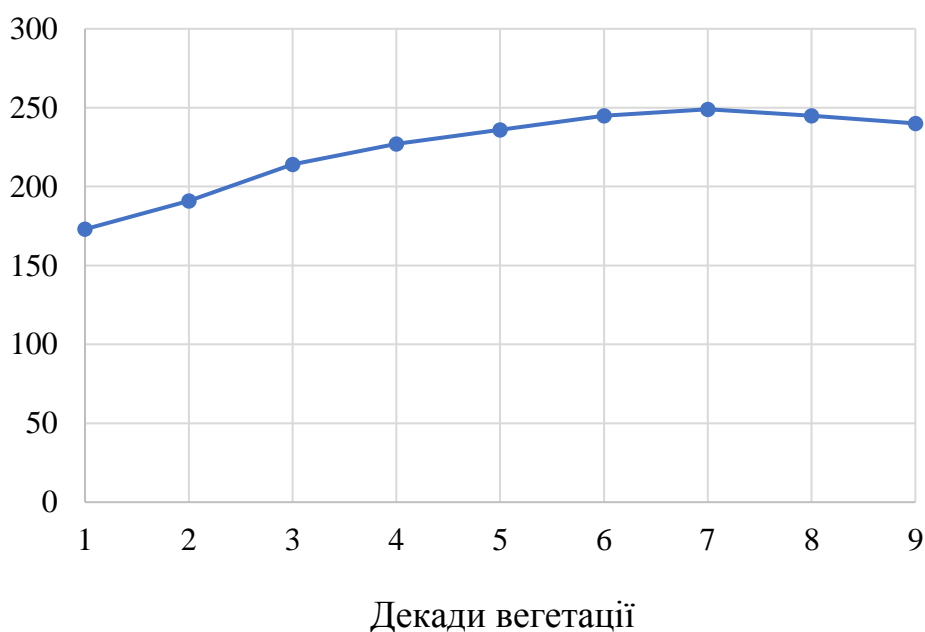


Рисунок 4.7– Динаміка ФАР вегетаційного періоду вики ярої за перший сценарний період (2011-2030 рр.) в Вінницькій області

ПУ, г/м²декаду

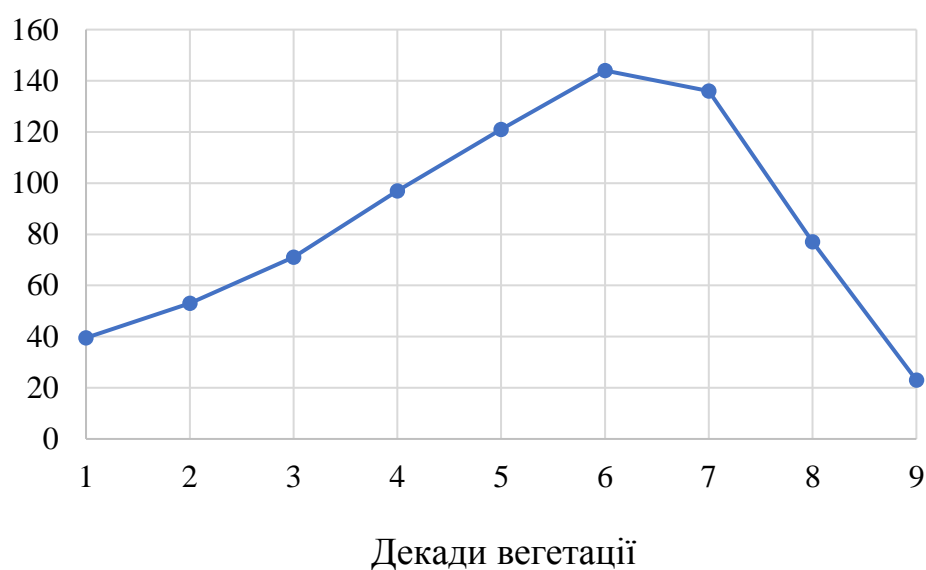


Рисунок 4.8 – Динаміка середньодекадних приростів урожаїв вики ярої за перший сценарний період (2011-2030 рр.) в Вінницькій області

Хід температурних показників вегетаційного періоду за умов першого сценарного періоду представлено на рис. 4.9.

Температура повітря, °С

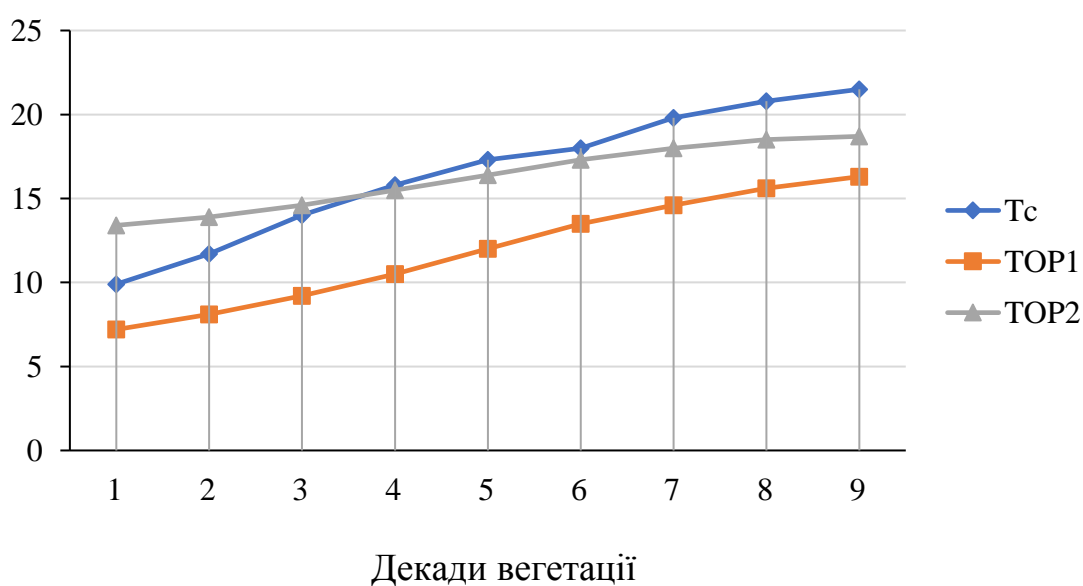


Рисунок 4.9 – Динаміка температурного режиму вегетаційного періоду вики ярої за перший сценарний період (2011-2030 рр.) в Вінницькій області

Як вже відзначалося, оптимальний діапазон температур для вики ярої коливається у межах 6,7-20,8 °С. Температурна крива середніх за декаду сценарних температур повітря (T_c) починається з 9,8 °С, поступово підвищуючись досягає найбільших значень 21,4 °С в дев'яту декаду вегетації. Можна бачити, що з четвертої по дев'яту декади вегетації включно середньодекадна сценарна температура повітря перевищує верхню оптимальну межу, яке становить 0,3-2,8 °С.

Хід показників зволоження розвитку вики ярої за умов зміни клімату представлено на рис.4.10. Сумарне випаровування посіву на початку вегетації складає 18 мм. Ця величина зростає в міру підвищення температури повітря та рослинної маси, протягом 2-8 декад вегетації і коливається від 20 до 34 мм. В останню декаду вегетації вики воно зменшується до 31 мм.

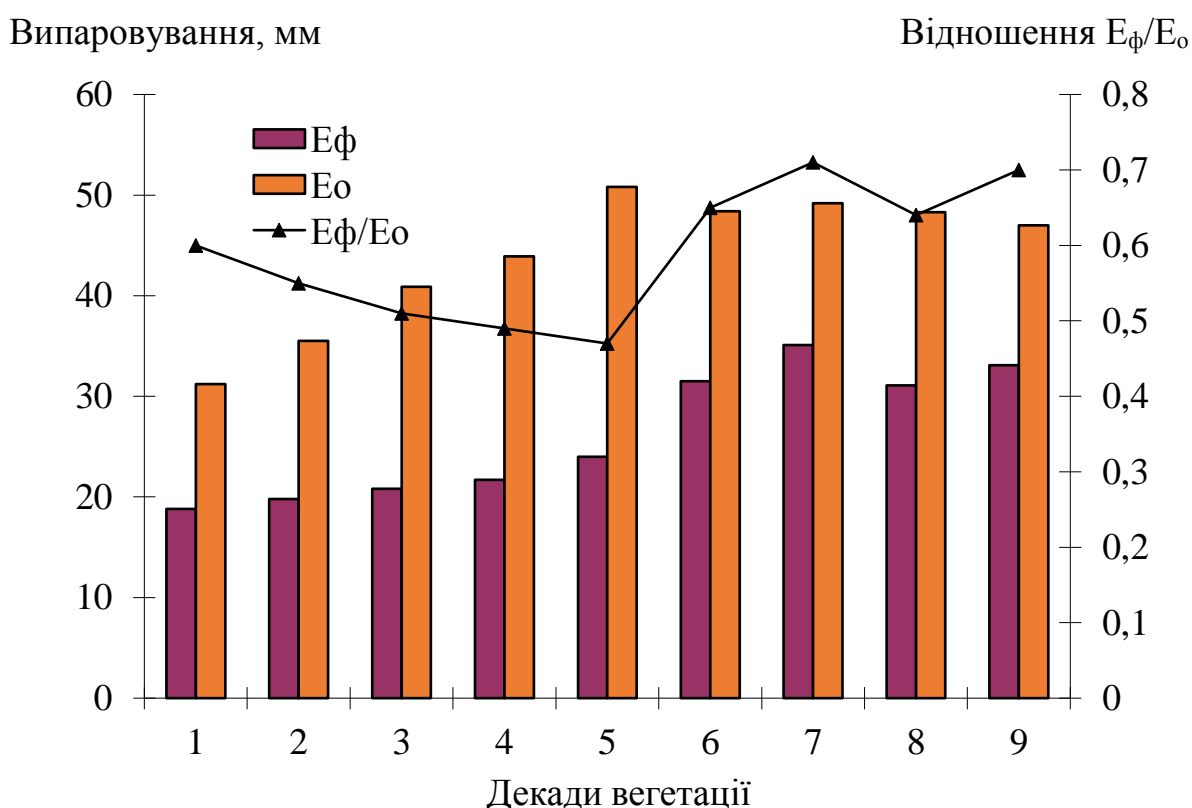


Рисунок 4.10 – Динаміка режиму зволоження вегетаційного періоду вики ярої за перший сценарний період (2011-2030 рр.) в Вінницькій області

Так само як і в базовий період потреба рослин у воді (E_0) суттєво збільшується від другої до 5 декади вегетації і коливається у межах від 31 до 52 мм, протягом останніх чотирьох декад потреба рослин у воді зменшується і наприкінці вегетації становить майже 46 мм.

Відношення E_f/E_0 , яке характеризує умови вологозабезпеченості посівів [26], впродовж вегетації становить по декадах 0,46-0,7 відн. од.

Отже, можна сказати, що за умов реалізації першого сценарного періоду показники теплозабезпеченості вегетаційного періоду вики ярої порівняно з базовими зміняться несуттєво, але очікуються зміни умов вологозабезпеченості по декадах вегетації, її значення збільшаться, що, ймовірно, й спричинить зростання як ММУ, так і ДМУ вики ярої.

З рис.4.11 бачимо, що це припущення підтверджується. Тож на початку вегетації приріст ММУ складає 41 г/м^2 . Починаючи з другої декади вегетації вики прирости кожної декади збільшуються і досягають максимального значення 107 г/м^2 у період цвітіння. Далі прирости поступово знижуються і в останні декади вегетації приріст ММУ практично припиняється - $16,3 \text{ г/м}^2$ декаду.

Аналогічна ситуація спостерігається і стосовно приростів ДМУ (рис.4.12). Аналізуючи сценарні прирости ДМУ вики ярої бачимо, що в першу декаду вегетації приріст ДМУ не перевищує 27 г/м^2 , в наступні декади вегетації ДМУ поступово зростає і його максимальне значення у період цвітіння становить 77 г/м^2 . Вже після шостої декади приріст суттєво падає. Останні три декади вегетації росту практично не відбувається.

ММУ, г/м²декаду

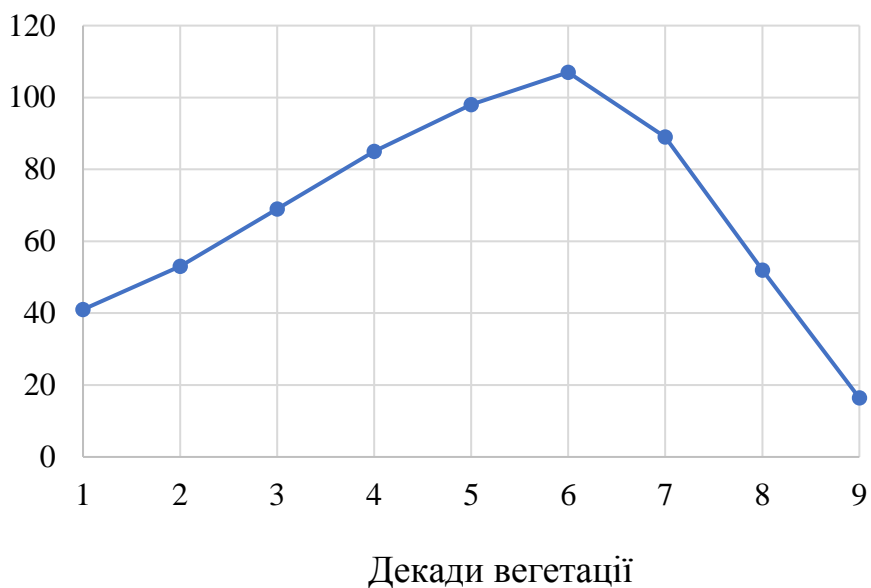


Рисунок 4.11 – Динаміка середньодекадних приростів метеорологічно можливих урожаїв вики ярої за перший сценарний період (2011-2030 рр.) в Вінницькій області

ДМУ, г/м²декаду

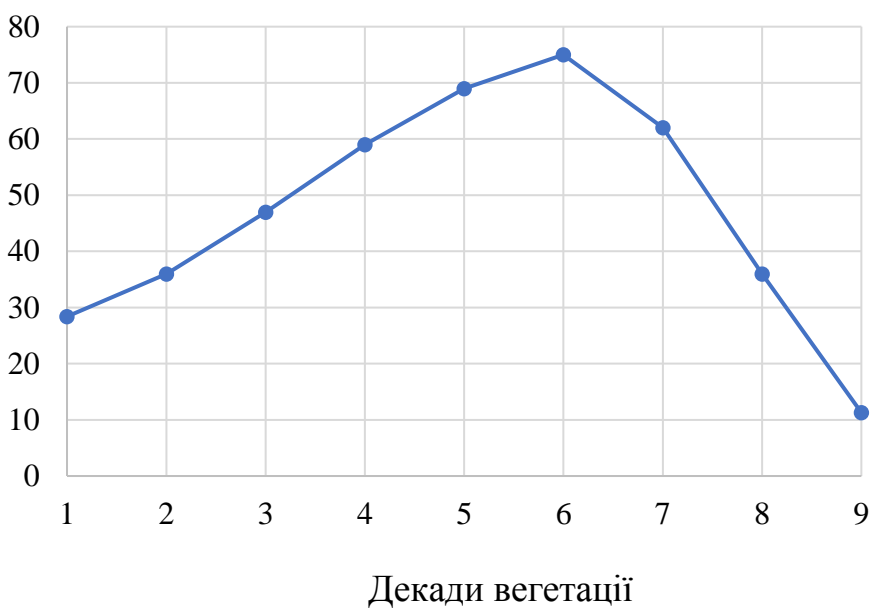


Рисунок 4.12 - Динаміка середньодекадних приростів дійсно можливих урожаїв вики ярої за перший сценарний період (2011-2030 рр.) в Вінницькій області

На рис.4.13 представлена динаміка надходження ФАР за вегетаційний період вики ярої за другий сценарний період (2031-2050 рр.). На початку вегетаційного періоду культури надходження ФАР становить 173,0 кал/(см²·доба). Потім прихід ФАР зростає повільно до 7-8 декади вегетації і в ці декади її максимальна кількість становить 251,1 кал/(см²·доба). З восьмої декади розвитку культури надходження ФАР починає поступово зменшуватись і становить в останню декаду вегетації 244,0 кал/(см²·доба).

ФАР, кал/(см²·добу)

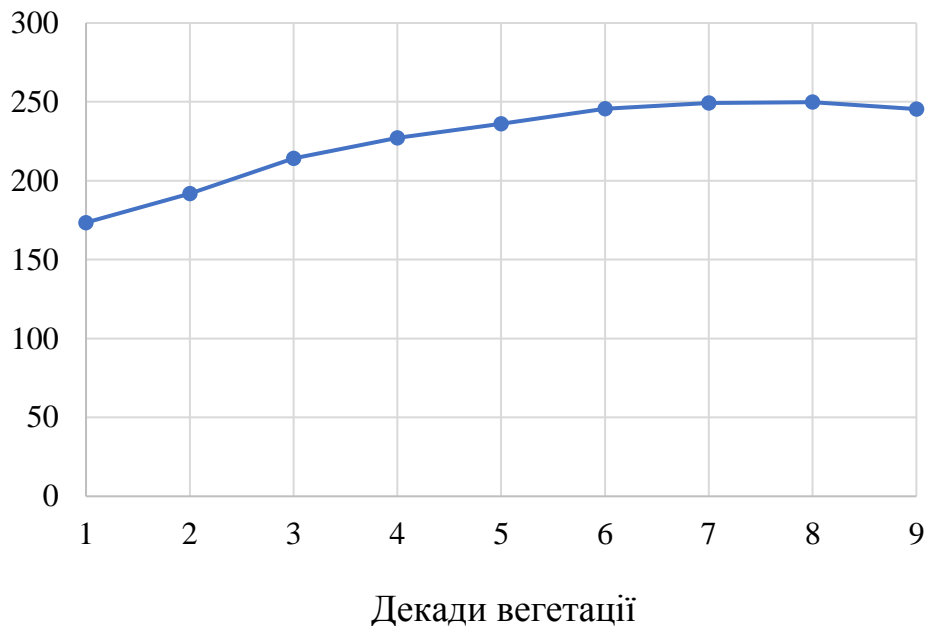


Рисунок 4.13 - Динаміка ФАР вегетаційного періоду вики ярої за другий сценарний період (2031-2050 рр.) в Вінницькій області

На початку вегетації вики ярої приріст сухої маси ПУ становить 38 г/м²декаду (рис.4.14), найбільшого значення досягає в період початку цвітіння 145 г/м², потім досить різко знижується, і наприкінці вегетації приріст взагалі припиняється, знижуючись до 3,6 г/м²декаду.

ПУ, г/м² декаду

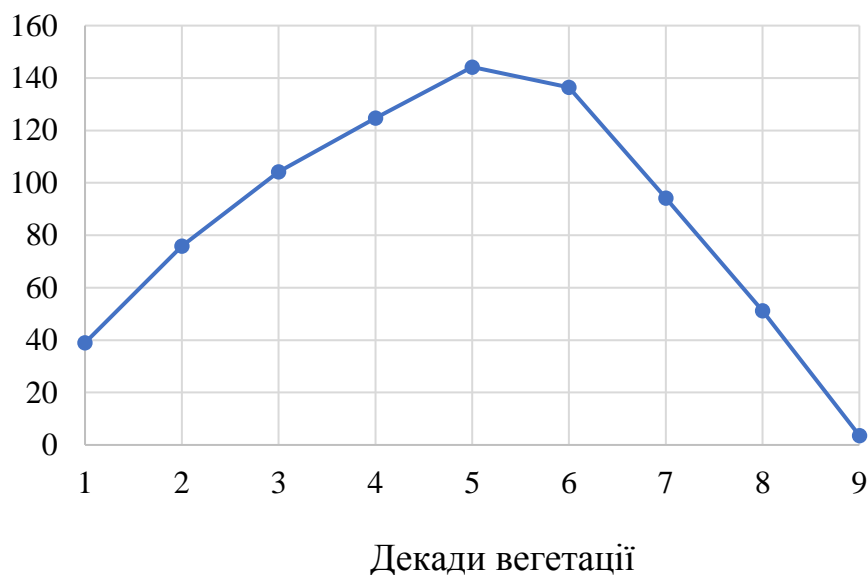


Рисунок 4.14 - Динаміка середньодекадних приростів урожаїв вики ярої за другий сценарний період (2031-2050 рр.) в Вінницькій області

Хід температурних показників вегетаційного періоду за умов другого сценарного періоду представлений на рис.4.15.

Температура повітря, °С

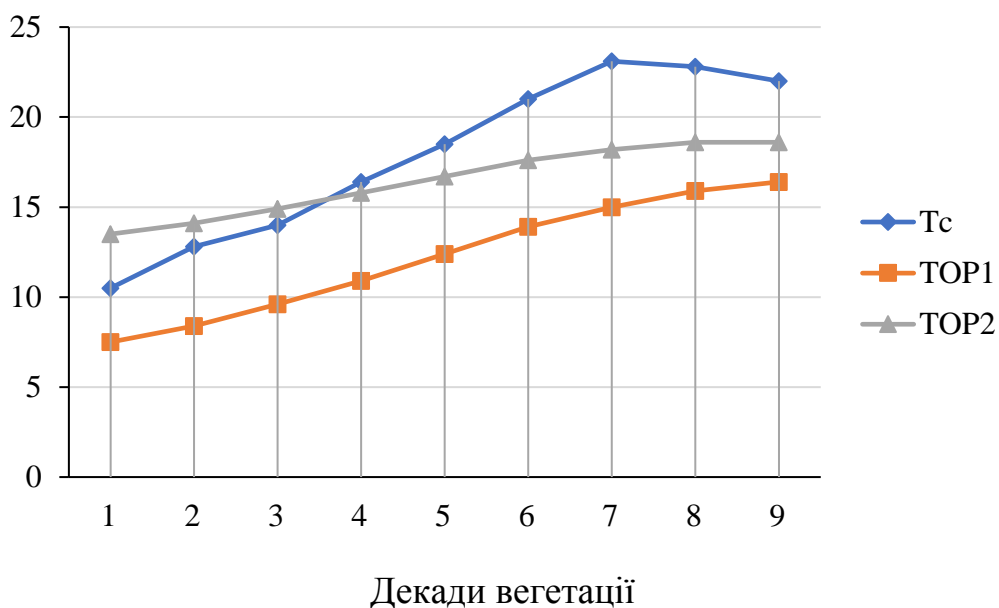


Рисунок 4.15 – Динаміка температурного режиму вегетаційного періоду вики ярої за другий сценарний період (2031-2050 рр.) в Вінницькій області

Температурна крива середніх за декаду сценарних температур повітря (T_c) починається з $10,4^{\circ}\text{C}$, поступово підвищуючись досягає максимальних значень $23,2^{\circ}\text{C}$ в сьому декаду вегетації вики. Потім, поступово знижуючись, досягає наприкінці вегетації значення $21,9^{\circ}\text{C}$. Можна бачити, що починаючи з четвертої декади і до кінця вегетації середньодекадна сценарна температура повітря перевищує верхню оптимальну межу, причому це перевищення є досить значним і в окремі декади становить більше 5°C . Таким чином, бачимо, що вегетація вики ярої у другий сценарний період буде проходити на фоні температур, що перевищують оптимальні. За таких умов доцільно зробити аналіз умов вологозабезпеченості.

Хід сценарних показників зволоження вики ярої за умов зміни клімату представлено на рис.4.16.

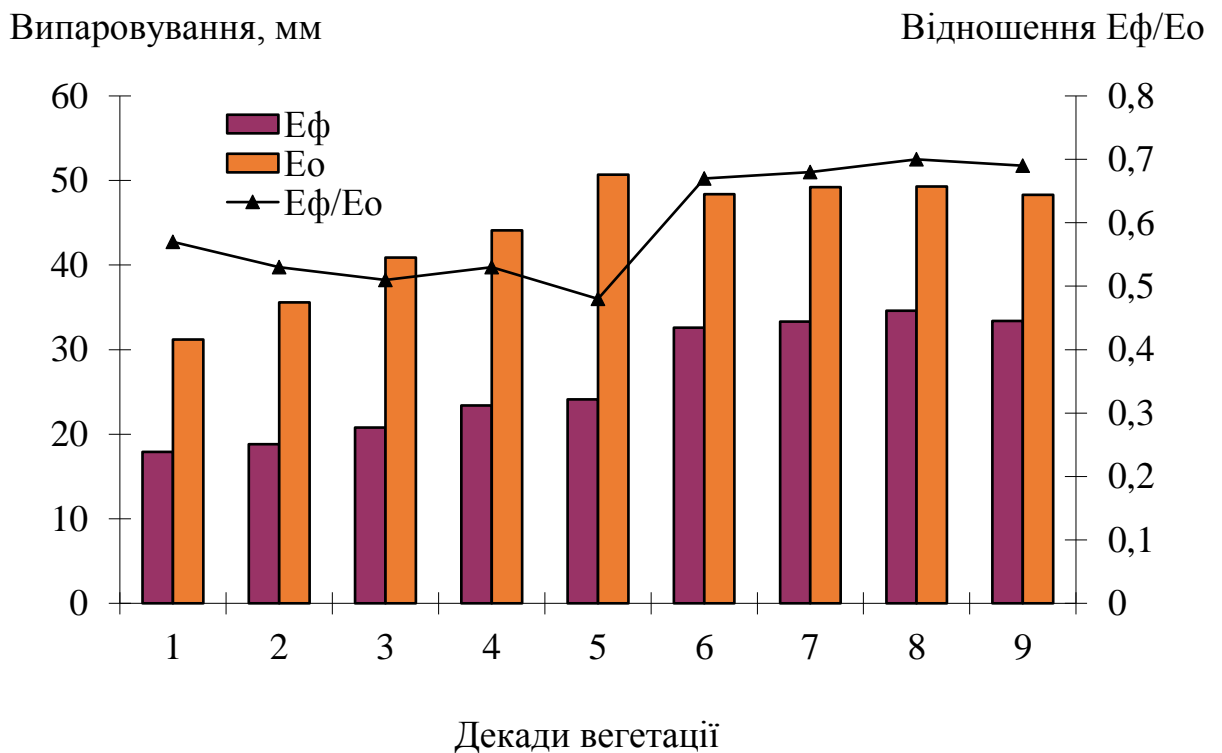


Рисунок 4.16 – Динаміка режиму зволоження вегетаційного періоду вики ярої за другий сценарний період (2031-2050 рр.) в Вінницькій області

Сумарне випаровування (E_{ϕ}) посіву на початку вегетації складає 17,8 мм. Сумарне випаровування посіву зростає в міру наростання температури повітря та рослинної маси практично з першої і до восьмої декади вегетації включно, коливається в межах 17,9 - 34,6 мм. В останню декаду вегетації знижується до 33,3 мм.

Як і у попередніх варіантах досліджень, потреба рослин у воді (E_o) суттєво збільшується протягом двох третин вегетаційного періоду. Найбільшого значення вона досягає в 5 декаду вегетації і становить відповідно 50,8 мм. Протягом останньої третини вегетації потреба рослин у воді зменшується до 48,2 мм.

Величини E_{ϕ}/E_o впродовж вегетації змінюються по декадах від 0,47-0,68 відн. од.

Таким чином, бачимо, що за умов реалізації другого сценарного періоду показники теплозабезпеченості вегетаційного періоду вики ярої порівняно з базовим та першим сценаріями зміняться досить несуттєво. Разом з тим, як і у перший сценарний період, очікуються дуже значні зміни умов вологозабезпеченості по декадах вегетації культури, що, також буде сприяти збільшенню ММУ та ДМУ вики ярої.

З рисунку 4.17 бачимо, що на початку вегетації приріст ММУ складає 31 г/м² декаду. Починаючи з другої декади вегетації прирости кожної декади збільшуються і досягають максимального значення 106 г/м² у шосту декаду (період цвітіння). Потім прирости різко знижуються і в останні дві декади вегетації культури приріст ММУ практично припиняється.

Така сама ситуація спостерігається і стосовно приростів ДМУ. Аналіз сценарних приростів ДМУ вики ярої (рис.4.18) показав, що в першу декаду вегетації приріст ДМУ не перевищує 29 г/м² декаду, потім протягом вегетації він поступово зростає і його максимальне значення у п'яту – шосту декади вегетації становить 67-75 г/м² декаду.

ММУ, г/м² декаду

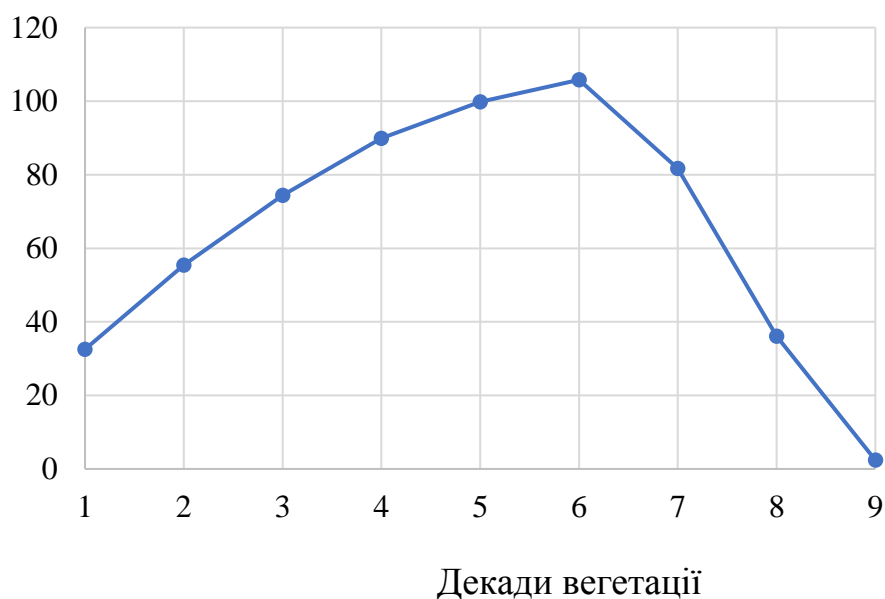


Рисунок 4.17 - Динаміка середньодекадних приростів метеорологічно можливих урожаїв вики ярої за другий сценарний період (2031-2050 рр.) в Вінницькій області

ДМУ, г/м² декаду

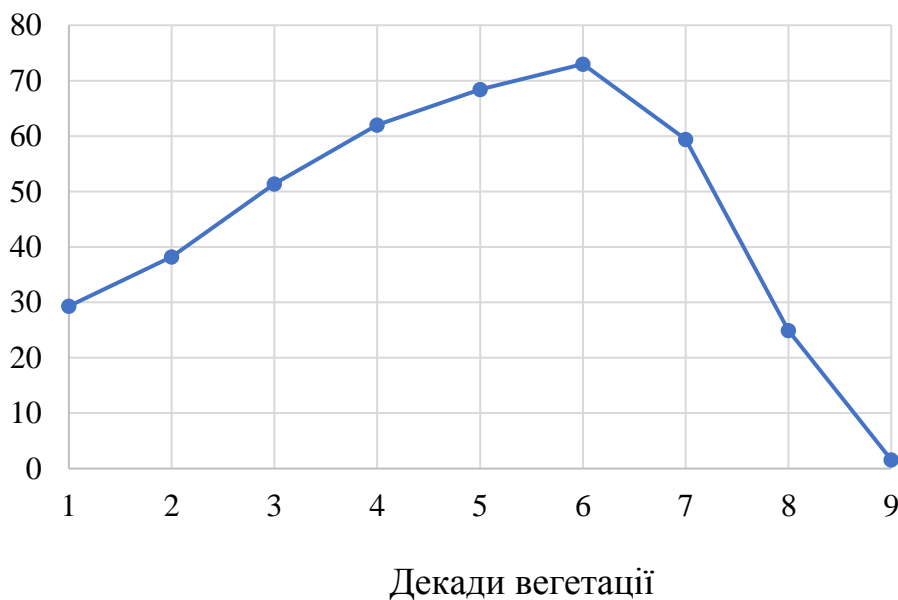


Рисунок 4.18 – Динаміка середньодекадних приростів дійсно можливих урожаїв вики ярої за другий сценарний період (2031-2050 рр.) в Вінницькій області

Після шостої декади приріст суттєво знижується, і вже в останні дві декади вегетації росту практично не відбувається, показники приростів досить незначні.

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської кваліфікаційної роботи була виконана оцінка впливу змін клімату на формування продуктивності вики ярої в Вінницькій області. Дослідження впливу змін клімату на умови вирощування та продуктивність вики ярої проводилися методом порівняння показників базового періоду (період 1990-2010 рр.) з сценарними варіантами: 2011-2030 та 2031-2050 рр.

1. За методом гармонійних ваг проведено аналіз середньообласної врожайності вики ярої за період 1990 – 2019 рр. в Вінницькій області, отриманих за даними обласного управління статистики України. Аналіз динаміки врожайності вики ярої по території Вінницької області протягом 1990-2019 рр. вказує на різний її характер. Особливості в динаміці урожайності вики, починаючи з 1990 року до 2014 рр., можна пояснити впливом несприятливих погодних умов, що й спричинило сповільнення тенденції урожайності вики на даній території. Суттєве зростання виробничої урожайності вики спостерігалось в період 2015-2019 рр. Середній урожай вики за досліджуваний період склав 21,2 ц/га. У 1996 році був зібраний максимальний за цей період урожай – 29,2 ц/га, а в 1994 році – найменший за розрахунковий період урожай – 11,1 ц/га.

2. Дано оцінку ступеня сприятливості клімату за допомогою коефіцієнта K_C : на території дослідження з 30 років спостережень у 18 роках спостерігалися сприятливі кліматичні умови, тобто 60% від загальної кількості років. Коефіцієнт сприятливості в ці роки коливався від 1,02 до 1,34. Несприятливих умови були в 12 роках (40% від загальної кількості років) і коефіцієнт сприятливості коливався від 0,49 до 0,99.

3. Визначено особливості розподілу можливих урожаїв різної забезпеченості в порівнянні з середньою багаторічною величиною. Отже,

найвищі врожаї вики ярої в Вінницькій області величиною 29,2 ц/га можна отримати лише раз в десять років. Щорічно можна отримати значно нижчі врожаї, величиною 11,0 ц/га.

4. За методом Медведєва В.В. проведено агроекологічну оцінку орної землі Вінницької області: агроекологічні показники ґрунтів досліджуваної території в відповідності з нормативами агроекологічних умов вирощування вики ярої в більшій мірі відповідають оптимальним та допустимим умовам.

5. Проведено дослідження за динамікою декадних приростів потенційного врожаю вики ярої за вегетаційний період в умовах змін клімату. Максимальні прирости потенційного урожаю, метеорологічно можливого та дійсно можливого урожаїв вики яра формує в фазу цвітіння - утворення бобів. Величини ПУ за сценарних варіантів практично не відрізнялися від базового. Прирости ММУ та ДМУ були більшими за першим сценарним варіантом (2011-2030 рр.) В фазу досягання прирости урожайності культури поступово знижуватимуться. Отже, за умов реалізації сценаріїв можливих змін клімату на території Вінницької області утворяться сприятливі умови для вирощування вики ярої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрокліматичний довідник по території України/за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенка. Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. 108 с.
2. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 362 с
3. Аралов В. І., Гуменна Н. І. «Вплив строків і норм висіву на насінневу продуктивність сортів ярої вики». Збірник наукових праць Центру наукового забезпечення АПВ, Вінниця, 2004. С. 52-56.
4. Атлас Вінницької області / за ред. О. Г. Топчієва. Одеса: ХОРС, 2002. С. 7–24, 56–57.
5. Бондаренко М.П. Особливості вирощування сумішок однорічних кормових культур. Сад, 2011. 16 с.
6. Вавилов П. П. Растениеводство: учебник / Вавилов П. П. М.: Агропромиздат, 1986. 124 с.
7. Влох В.Г. Рослинництво: підручник / В. Г. Влох, С. В. Дубковецький, Г. С. Кияк, Д. М. Онищук; За ред. В. Г. Влоха. К.: Вища школа, 2005. 382 с.
8. Воронцов В.Т., Колісник І.В., Жаркова О.С. Відпрацювання методичних питань з селекції вики ярої та виведення нових сортів. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. Т.3. К. 2001. С. 275 – 278.
9. Демидась Г. І., Ямкова В. В. Зміна продуктивності злаково-бобових сумішок на зелену масу залежно від густоти їх посівів / Демидась Г. І., Ямкова В. В. // Корми і кормовиробництво. Вінниця: 2011. Вип. 69. С. 152–156.
10. Державний реєстр сортів рослин, придатних до розповсюдження в Україні. Режим доступу: <http://sops.gov.ua>.
11. Державний реєстр статистичної звітності в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua>

12. Департамент агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області (2018 рік).

Режим доступу: <http://www.vin.gov.ua/images/doc/vin/departament-apk/doc/OperMonitor/Dopov/VinnDopov2019.pdf>

13. Департамент екології та природних ресурсів. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області (2016 рік).

Режим доступу: <http://www.vin.gov.ua/images/doc/vin/departament-apk/doc/PHOTO/Dop2016.pdf>

14. Зінченко О.І. Рослинництво: підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; За ред. О. І. Зінченка. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.

15. Кліматична угода: ключові моменти [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://zik.ua/news/2015/12/14/klimatychna_ugoda_klyuchovi_momenty_653978.

16. Колісник І. В. Перспективи спорідненої селекції ярої вики та бульбочкових бактерій. № 47. Київ. Аграрна наука, 2001. С. 76 – 77.

17. Колісник І. В., Барилко М. Г., Колісник А. В. Агроекологічні аспекти селекційного використання зразків ярої вики колекції ПДСГДС ім. Вавилова. Вісник Полтавської державної аграрної академії № 3, 2012, С. 55 – 59.

18. Кукреш Л. В. Вика яровая: биология и культигенез. Мн.: Наука і тэхніка, 1991. 222 с.

19. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ "Українські технології", 2006. 730 с.

20. Медведєв В.В. Агроэкологическая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур. К.: Изд-во «Аграрная наука», 1997. 162 с.

21. Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Грунтознавство: підручник. Чернівці: Книги - XXI, 2004. 400 с

22. Пелех Л. В. Роль бобових культур у підвищенні якості зелених кормів в умовах правобережного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. Вінниця: 2010. Вип. 66. С. 164–169.
23. Петриченко В.Ф. Актуальні проблеми кормовиробництва в Україні/Вісник аграрної науки. 2010. №10, с.18-21.
24. Полевой А. Н. Методическое пособие по разработке динамико-статистических методов прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур/А.Н.Полевой. М.:Гидрометеоиздата, 1981.с.36
25. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов: Гидрометеоиздат, 1988. 318 с.
26. Польовий А. М. Сільськогосподарська метеорологія: підручник. Одеса: ТЕС, 2012. 630 с.
27. Польовий В. М. Продуктивність вико-горохо-вівсяної сумішки при різних системах удобрення в сівозміні / Польовий В. М. // Корми і кормовиробництво. Вінниця: 2004. Вип. 53. С. 74–78.
28. Сайко В. Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. Вісн. аграр. науки. 2008. № 11. С. 5–10.
29. Степаненко С.М. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України /[С. М. Степаненко, А. М. Польовий, В. М. Хохлов та ін.]. Одеса: ТЕС, 2015. 518 с.
30. Флоря Л.В. Агрокліматична оцінка вирощування зернових культур в північно-західному Причорномор'ї. ...кандидата географічних наук 11.00.09. Одеса, 2015, с.235. Режим доступу: <http://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/disertacijna-robota-k.g.n.flori-l.v.pdf>
31. Heinemann, A.B., Ramirez-Villegas, J. Drought impact on rainfed common bean production areas in Brazil. *Agric. For. Meteorol.* 225. 2016, P.57–74.
32. Hetman, N.Y., Kvitko, H.P. Ahrobiolohichne obgruntuvannya resursooshchadnyh tekhnolohiy vyroshchuvannya fitotsenziv bahatorichnykh ta

odnorichnykh kormovykh kultur u pol'ovomu kormovyrobnytstvi. *Visnyk ahrarnoyi nauky*, 2013, P. 72–77 .