

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут післядипломної освіти
Кафедра агрометеорології та агроекології

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: **Агрокліматична оцінка урожаїв картоплі різних агроекологічних категорій на території поліських областей України**

Виконав студент групи АЕ - 5 з/ф
Спеціальності 101 «Екологія»

Лебеденко Андрій Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник канд. геогр. наук, доцент
Вольвач Оксана Василівна

Консультант _____ - _____

Рецензент канд. геогр. наук, доцент
Волошина Олена Вікторівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут післядипломної освіти

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.

« 02 » березня 2022 року

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

студенту Лебеденку Андрію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Агрокліматична оцінка урожаїв картоплі різних
агроекологічних категорій на території поліських областей України

керівник роботи Вольвач Оксана Василівна, канд. геогр. наук, доцент,

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

затверджені наказом ОДЕКУ від « 23 » березня 2022 року № 31 – С

2. Строк подання студентом роботи 01 червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Ряди середньообласної урожайності картоплі по
Волинській, Житомирській та Чернігівській областям за період 1995-2021 рр.;
середньобагаторічні середньообласні дані про середньодекадну температуру, декадні
суми опадів, середньодекадний дефіцит вологості повітря, запаси продуктивної вологи
під картоплею та дати настання основних фаз розвитку картоплі по трьом областям
Полісся.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) проаналізувати динаміку урожайності картоплі по трьом поліським
областям за методом гармонійних вагів, надати ймовірнісну характеристику
урожайності, освоїти методологію визначення урожаїв різних агроекологічних
категорій за Тоомінгом, визначити суми фотосинтетичної радіації (ФАР) за
вегетаційний період картоплі, визначити основні агрометеорологічні показники
вегетаційного періоду картоплі, розрахувати еталонні урожаї картоплі, порівняти їх
з виробничими урожаями, визначити ступінь сприятливості клімату
Волинської, Житомирської та Чернігівської областей для вирощування картоплі.

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

Графік динаміки посівних площ під картоплею, графіки динаміки урожайності та

лінії тренду а також відхилень від лінії тренду для Волинської, Житомирської та Чернігівської областей. Криві ймовірності середньообласних урожаїв для трьох поліських областей. Графіки порівняння урожаїв за різних значень ККД посадок.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 02 березня 2022 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.	02.03.2022 р. – 06.03.2022 р.	80	4 (добре)
2.	Написання першого та другого розділів кваліфікаційної роботи.	07.03.2022 р. – 20.03.2022 р.	80	4 (добре)
3.	Аналіз динаміки урожайності за методом гармонійних зважувань. Ймовірнісний аналіз урожайності картоплі. Написання третього розділу.	12.05.2022 р. – 15.05.2022 р.	80	4 (добре)
	Рубіжна атестація	16.05.2022 р. - 20.05.2022 р.	80	4 (добре)
4.	Розрахунки врожаїв картоплі різних агроекологічних категорій на досліджуваній території. Аналіз та порівняння цих урожаїв.	21.05.2022 р. - 24.05.2022 р.	80	4 (добре)
5.	Написання четвертого розділу кваліфікаційної роботи бакалавра.	25.05.2022 р. - 28.05.2022 р.	80	4 (добре)
6.	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	29.05.2022 р. 01.06.2022 р.	80	4 (добре)
7.	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	01.06.2022 р.- 03.06.2022 р.	-	-
8.	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	80,0	-

Студент

_____ (підпис)

Лебеденко А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Вольвач О.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Лебеденко А.В. Агрокліматична оцінка урожаїв картоплі різних агроекологічних категорій на території поліських областей України

Актуальність обраної теми. Скорочення площ посадок картоплі в сільськогосподарських підприємствах та розміщення їх переважно у господарствах населення стало негативною тенденцією, яка спостерігається на всій території України, в тому числі і на Поліссі. Вирощування картоплі в цих господарствах характеризується низькою урожайністю. Тому можна сказати, що існує невідповідність виробничих врожаїв картоплі біологічним можливостям сортів і біокліматичному потенціалу території вирощування. Дослідження проведене для території трьох областей, які формують так званий картопляний пояс України – Волинської, Житомирської та Чернігівської.

Метою даної роботи є визначення за допомогою фізико-статистичної моделі Х. Тоомінга врожаїв картоплі різних агроекологічних категорій і вивчення їх з метою виявлення перспектив збільшення виробничих урожаїв.

Для досягнення мети були вирішені наступні *задачі*: оцінка динаміки урожайності за допомогою методу гармонійних вагів; оцінка сумарної ймовірності урожаїв; виявлення географічних особливостей розподілу ФАР та показників зволоження вегетаційного періоду; оцінка потенційних та дійсно можливих урожаїв; визначення ступеня сприятливості клімату Волинської, Житомирської та Чернігівської областей та ефективності його використання посадками картоплі.

Об'єкт дослідження: посадки картоплі в Волинській, Житомирській та Чернігівській областях. *Предмет дослідження:* урожаї культури різних агроекологічних категорій.

Методи дослідження: фізико-статистичне моделювання продукційного процесу сільськогосподарських культур, метод гармонійних вагів для дослідження динаміки урожайності картоплі, ймовірнісний метод Алексеєва.

В результаті виконаної роботи було визначено, що виробничі урожаї картоплі залишаються набагато меншими у порівнянні з біологічними можливостями даної культури. Оскільки значення ФАР на досліджуваній території практично не відрізняються, то величини ПУ відповідно по території також суттєво не змінюються. За рахунок достатньої вологозабезпеченості ДМУ картоплі на Поліссі також є досить сталими і не суттєво змінюються по території. Однак на тепер при вирощуванні картоплі у виробничих умовах ККД використання сонячної радіації для формування врожайності знаходиться на рівні 1,2-1,4%, що зовсім не відповідає потенційним можливостям культури.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаної літератури з 35 джерел. Загальний обсяг роботи становить 63 сторінки, рисунків 10, таблиць 7.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: картопля, вегетаційний період, фізико-статистична модель, агроекологічні категорії урожаю.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 КОРотКА ФІЗИКО – ГЕОГРАФІЧНА, ПРИРОДНО-ЕКОЛОГІЧНА ТА АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
1.1 Загальна характеристика лісової зони України.....	10
1.2 Фізико-географічні умови та природно-екологічний стан Волинської області.....	11
1.3 Фізико-географічні умови та природно-екологічний стан Житомирської області.....	14
1.4 Фізико-географічні умови та природно-екологічний стан Чернігівської області.....	16
2 АГРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КАРТОПЛІ	18
2.1 Вимоги картоплі до тепла.....	18
2.2 Вимоги картоплі до вологи.....	21
2.3 Вимоги картоплі до світла.....	22
2.4 Вимоги картоплі до ґрунтів і мінерального живлення.....	23
2.5 Сучасні сорти картоплі.....	25
3 АНАЛІЗ ДИНАМІКИ УРОЖАЙНОСТІ КАРТОПЛІ В ОБЛАСТЯХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ.....	27
3.1 Врожайність як агрокліматичний показник умов вирощування рослин.....	27
3.2 Аналіз динаміки урожайності картоплі по поліським областям.....	30
3.3 Ймовірнісна оцінка урожаїв картоплі.....	38
4 АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА ВРОЖАЇВ КАРТОПЛІ РІЗНИХ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ КАТЕГОРІЙ НА ТЕРИТОРІЇ ПОЛІССЯ.....	42
4.1 Методика оцінки урожаїв різних агроекологічних категорій.....	42
4.2 Методи оцінки радіаційно-світлових ресурсів територій.....	44
4.3 Агрокліматична оцінка потенційних і дійсно можливих урожаїв картоплі в поліських областях України.....	46
4.4 Порівняльна оцінка ступеня сприятливості клімату для вирощування картоплі.....	51
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	59

ВСТУП

Картопля в Україні має велике та різнобічне значення. Її використовують як харчову, технічну та кормову культуру. Тому картоплярство натеper є однією з найважливіших частин агропромислового комплексу України. Для населення картопля вже історично вважається «другим хлібом». У продовольчому балансі країни продукція картоплярства займає друге місце, картопля та продукти її переробки впродовж кількох століть складають основу харчового раціону населення нашої країни і забезпечують сировиною низку галузей переробної промисловості. Рівень розвитку картоплярства є визначальним у забезпеченні продовольчої безпеки та реалізації стратегічних курсів інтеграції України у світовий економічний простір [1].

Найбільша кількість продукції галузі картоплярства переробляється на харчові цілі. Цінність картоплі пояснюється наявністю в бульбах 76-78% води і від 13 до 36% сухих речовин, серед яких 12-15% становить крохмаль, 1-3% білок та близько 1% - мінеральні поєднання сполуки. Харчова цінність картопляного білка вища від білка інших сільськогосподарських культур, що пояснюється наявністю комплексу незамінних амінокислот, які організм людини синтезувати не здатний, тому отримує виключно з їжі.

Картопляний білок має виключну біологічну цінність не тільки завдяки оптимальному співвідношенню незмінних амінокислот, а й тому, що переважає горох та боби за вмістом метионіну, а зернові – за вмістом лізину. При щоденному споживання 150 г картоплі людина отримує 25-40% добової потреби у таких амінокислотах як лізин, лейцин, ізолейцин та триптофан [2, 3].

Картопляний крохмаль є основною складовою частиною картоплі, його вміст в залежності від групи стиглості коливається від 8 до 17%, а у сортів, призначених для виробництва крохмалю – від 15 до 25%. Хоча у сирому

вигляді людина майже не засвоює крохмаль, після теплової обробки його перетравність становить близько 90%. Картопляний крохмаль не тільки важливе джерело енергії, він є важливим профілактичним засобом проти захворювань товстої кишки, в тому числі і рака [3].

В бульбоплодах картоплі міститься калій, необхідний людському організму для процесів травлення та роботи серця. Також калій приймає участь у регуляції м'язової діяльності і впливає на стійкість нервових клітин до стресу. Залізо, що міститься у картоплі, приймає участь у формуванні стійкості організму до інфекцій.

Важливою складовою картоплі є вітамін С та наявність інших вітамінів. Калорійність картоплі лише вдвічі нижча від калорійності м'яса та яєць та в 2-4 рази перевищує калорійність моркви, капусти і помідорів [2].

Велике значення картоплі і як технічної культури. Вона слугує сировиною крохмале-патокової, декстринової промисловості, використовується для виробництва глюкози, спирту та ін. Картоплю широко використовують на кормові цілі. Особливо вона цінна для свиней і молочної худоби. Тваринам згодуюють бульби, бадилля та продукти промислової переробки. При врожаї бульб 15 т/га і бадилля 8 т/га загальний вихід кормових одиниць становить близько 5,5 тис. [4].

Як просапна культура картопля служить гарним попередником ярих культур (яра пшениця, кукурудза, буряк, ячмінь, просо та ін.). Ранні сорти її ефективні в зайнятому пару [5].

Протягом останніх десятиліть в розвитку галузі картоплярства в Україні виникла низка негативних тенденцій, спричинених ринковою трансформацією. Відбулася кардинальна зміна структури виробництва на користь дрібних виробників, а саме 98,7% валового збору картоплі припадає на приватні господарства населення (малі селянські, фермерські та садово-городні ділянки), і лише 1,3% – на підприємства суспільного сектору [1, 6, 7].

Також треба відмітити, що урожайність картоплі наразі в Україні в три-чотири рази нижча, ніж у розвинутих країнах Європи. Це можна

пояснити тим, що перехід виробництва картоплі в приватний сектор призвів до обмеження використання досягнень науково-технічного прогресу в картоплярстві, що стримує розвиток галузі [1]. Крім того товарність вітчизняної картоплі є досить низькою, тому що 25-30% валового збору залишається на насіння, а близько 20% - на кормові цілі. Свій негативний внесок також додає занепад системи вітчизняного насінництва; низький рівень розвитку картоплепереробної промисловості [1].

Після відкриття Америки картопля почала поступово завойовувати Європу. Її починають впроваджувати в Україні у XVIII столітті. На той час ще не усталилася навіть українська назва цього продукту, і для його означення використовували дослівний переклад із французької, а також називали картоплю на німецький чи англійський зразок "тартофлями" й "потетесами". Але вже у середині XIX століття в Україні, і зокрема на Поліссі, почався справжній картопляний бум, і на межі XIX-XX століть картопля поступово витіснила ріпу і навіть зернові. Найтипівішими для поліської кухні стравами є картопляники з вареної м'ятої картоплі і деруни з тертої сирої картоплі.

На теперішній час основні масиви картоплі розміщення на Поліссі - близько 60 % та в Лісостепу - до 30 % загальної площі, решта припадає на Степ. Середня врожайність картоплі в Україні у сприятливі роки становить 125-130 ц/га. Але виходячи з досвіду кращих господарств, можна сказати, що урожайність культури в основних районах вирощування може бути в 2-3 рази вищою. Природні умови України й застосування прогресивних технологій вирощування картоплі дають змогу довести її середню врожайність у найближчі роки на Поліссі до 250-300 ц/га [5].

Як вже відзначалося, скорочення площ посадки картоплі в сільськогосподарських підприємствах та концентрація їх, переважно, у господарствах населення стало негативною тенденцією, яка спостерігається на всій території України, в тому числі і на Поліссі. Вирощування картоплі в цих господарствах характеризується низькою урожайністю. Так, в Україні

середній рівень урожайності в 3,3 рази нижчий ніж у США, у 3,7 та 4 рази – ніж в Нідерландах та Бельгії. В цей же час, про невикористані резерви та потенційні можливості розвитку галузі картоплярства свідчить досвід роботи передових господарств України та інших країн світу [1, 6]. Тому становить інтерес дослідження врожаїв картоплі різних агроекологічних категорій на території українського Полісся.

Для цього в даній кваліфікаційній роботі бакалавра вирішуються такі задачі:

1. Оцінити динаміку урожайності картоплі на території трьох поліських областей за допомогою методу гармонійних вагів.
2. Оцінити сумарну ймовірність можливих врожаїв в окремі роки щодо середньобагаторічних значень.
3. Виявити географічні особливості розподілу ФАР і показників зволоження на території Волинської, Чернігівської та Житомирської областей.
4. Оцінити потенційно можливі і дійсно можливі врожаї картоплі за фізико-статистичною моделлю Х. Тоомінга.
5. Визначити ступінь сприятливості клімату трьох поліських областей та ефективності його використання посадками картоплі.

Для виконання поставлених завдань в роботі проекті використовувалися середньобагаторічні метеорологічні та фенологічні спостереження трьох областей Полісся (Волинської, Чернігівської та Житомирської) за період з 1986 по 2005 роки. Також використовувалися ряди середньообласної урожайності картоплі за період з 1995 по 2021 рр..

1 КОРОТКА ФІЗИКО – ГЕОГРАФІЧНА, ПРИРОДНО-ЕКОЛОГІЧНА ТА АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Загальна характеристика лісової зони України

Природні зони - це території з притаманними їм кліматом, ґрунтами, рослинністю і тваринним світом. Вони формуються внаслідок відмінностей у розподілі тепла і вологи у межах географічного поясу. В Україні – це лісова, лісостепова і степова зони. Звичайно, природні зони характерні лише для рівнинної частини країни, де чітко проявляється широтна зональність. У горах вони відсутні: там взаємодія природних компонентів відбувається згідно із закономірностями висотної поясності, тобто у смугах, що змінюють одна одну з висотою.

У межах природних зон часто існують значні відмінності у зволоженні території та надходженні тепла. Це спричиняє різноманітність ґрунтово-рослинного покриву, а тому природні зони можуть поділятися на підзони. В Україні такий поділ мають лісова та степова зони. У лісовій зоні розрізняють підзони широколистих лісів і мішаних лісів, у степовій – північно-, середньо- і південностепову.

Ліси розташовані на півночі та заході рівнинної частини України. Вони займають близько 24 % території країни. У їх межах розрізняють зони мішаних (17 % площі) і широколистих лісів (7 % площі). Мішані ліси у нас часто називають Українським Поліссям. Їх південну межу визначають за умовною лінією, що проходить поблизу міст Володимира-Волинського - Луцька - Житомира - Києва - Ніжина - Кролівця – Глухова (рис. 1.1).

На півдні ці зони поступово переходять у лісостепову зону. Українське Полісся є частиною великої Поліської низовини. Тому чітких природних меж

Українського Полісся не існує. На заході України мішані ліси змінюються у південному напрямку широколистяними, які поширюються до Передкарпатської височини і кордону з Молдовою [8].



Рисунок 1.1 – Районування природної лісової зони України [8]

1.2 Фізико-географічні умови та природно-екологічний стан Волинської області

Волинська область розміщена на північному заході України. На півночі вона межує з Брестською областю Республіки Білорусь, на сході – із Рівненською областю, на півдні – із Львівською, на заході – із Хелмським і Замостьським воєводствами Республіки Польща. Площа області складає 20,1 тис. кв. км. або 3,3% від загальної території України.

Фізико-географічне розміщення Волинської області доволі вигідне. Область належить до регіонів із відносно збереженими природнотериторіальними комплексами. Хоча простежують суттєві відмінності в їх освоєності у різних частинах області. Найбільше перетворені ландшафти південної лісостепової частини Волинської області [9, 10].

Волинь багата річками та озерами. Її річки належать до басейну Прип'яті і частково-Західного Бугу. Густота гідрографічної мережі тут у два рази більша, ніж в середньому по Україні. Основу її становлять Прип'ять, Стир, Стохід, Турія, Вижівка, притоки Західного Бугу та інші. В області налічується 137 річок та 225 озер. Найбільші і наймальовничіші озера – Світязь, Пулемецьке, Турське, Люцемір, Перемут, Оріхове, Волянське, Біле, Любязь [9].

Волинська область лежить у помірному кліматичному поясі і в зоні мішаних лісів та лісостепу, її крайнє північно-західне положення в межах України визначає Атлантико-континентальний перенос повітряних мас, який формує помірний, вологий клімат, з м'якою зимою, нестійкими морозами, нежарким літом, значними опадами, затяжними весною і осінню [11].

Для народногосподарського комплексу Волинської області сільськогосподарське виробництво є однією з провідних галузей. Позитивно впливають на розвиток сільськогосподарського виробництва рівнинність рельєфу, помірність клімату та різноманітність ґрунтового покриву області. Тому існує тенденція до приросту валової продукції сільського господарства Волинської області – у середньому 11,2 % за рік [10].

У сільському господарстві створюється понад 20 відсотків валового регіонального продукту області та майже 3 відсотки продукції сільського господарства країни. Із загальної площі Волинської області (2014,4 тис. га), сільськогосподарські угіддя займають - 1047,5 тис га, а рілля – 672,3 тис га. Аналіз структури земельного фонду свідчить, що на землі сільськогосподарського призначення припадає 54,7 %. Волинь має потужний агропромисловий комплекс, основу якого складають близько 1000 агропідприємств, із них – 700 фермерських господарств, а також близько 147 тисяч особистих селянських господарств [10].

Основна кількість сільськогосподарської продукції створюється особистими селянськими господарствами Волинської області (ОСГ). В основному це господарства сімейного типу, що виробляють, споживають та

реалізують сільськогосподарську продукцію власного виробництва. У 2020 році вони виробили 47 % валової продукції сільського господарства області. Станом на 1 січня 2021 року в області нараховується 146,6 тисяч особистих селянських господарств [10].

Основною екологічною проблемою у сільському господарстві Волинської області є деградація ґрунтів. У результаті господарської освоєності на Волині значно зменшилися площі лісів, а тому й розвинулась ерозія, якій сприяє розчленований рельєф місцевості, добре розвинута річкова мережа, наявність нестійких до ерозії лесових порід. Значна частина поживних речовин й органіки виноситься з продуктами ерозії, середньорічні втрати гумусу внаслідок площинного змиву в області складають 17,4–23,2 т/га [9, 10].

Оскільки без застосування мінеральних та органічних добрив, а також інших агрохімічних засобів, неможливо отримувати приріст урожайності, в останні роки намітилась позитивна динаміка внесення мінеральних добрив великими та середніми сільськогосподарськими підприємствами Волині. Також останнім часом в області збільшилися площі кислих ґрунтів, мало придатних для отримання високих урожаїв, тому особливе місце належить вапнуванню кислих ґрунтів, яке створює умови для збереження і накопичення гумусу [10].

В середньому по області на 1 га наявних площі багаторічних культур обсяг внесених поживних речовин склав 185,0 кг/га або 273,0 кг/га на оброблену площу, в середньому по Україні дані показники складають відповідно 66 та 140 кг/га [10].

Але внесення хімічних речовин спричиняє утворення певних агроекологічних проблем, якими у Волинській області є збільшення вмісту у підземних і ґрунтових водах пестицидів та нітратів, хоча їх концентрації ще не досягають гранично допустимих. Також збільшуються площі деградованих, малопродуктивних та техногенно-забруднених земель, які потребують консервації [9].

1.3 Фізико-географічні умови та природно-екологічний стан Житомирської області

Житомирська область розташована на півночі країни, переважно в межах Українського Полісся. На півночі межує з Гомельською областю Республіки Білорусь, на сході - з Київською областю, на півдні - з Вінницькою областю, на заході - з Хмельницькою і Рівненською областями України [12, 13].

Площа області 29,9 тис. км², що становить 4,9 % території України. Територія області знаходиться у двох природно-кліматичних зонах - Лісостепу (19 %) та Поліссі (81 %). Ґрунтові і агрокліматичні умови сприятливі для розвитку сільського і лісового господарств. Більша частина Житомирської області лежить у межах Придніпровської височини, північну і північно-східну частини займає Поліська низовина [13].

Гідрографічна сітка густа, територією області протікає 221 річка завдовжки понад 10 км кожна. Всі вони належать до басейну Дніпра. Найбільші притоки Дніпра - Тетерів з Гнилоп'яттю, Гуйвою та Іршею. Багато озер (найбільше - Кам'яне), збудовано 16 водосховищ (загальною площею понад 2,9 тис. га); найбільші: Іршанське, Малинське, Житомирське та Лісне [12].

Серед усього різноманіття ґрунтового покриву області найбільш родючі ґрунти зосереджені у південній частині: сірі лісові, темно сірі опідзолені ґрунти та чорноземи опідзолені – 119,3 тис. га, чорноземи типові – 205,6 тис. га, лучні та чорноземно лучні – 35,8 тис. га, дерново глейові – 21,5 тис. га [12].

Земельний фонд Житомирської області станом на 1 січня 2021 року становить 2982,7 тис. га, площа сільськогосподарських угідь Житомирщини становить 1 510, 1 тис. га або 50,6 % території [13].

Клімат Житомирської області помірно континентальний з вологим літом і м'якою зимою. Пересічна температура січня -5,7 °С, липня 18,9 °С.

Абсолютний мінімум -35, -40 °С, абсолютний максимум 35-40 °С. Період з температурою понад 10 °С становить 158 днів. Сума активних температур 2390-2520 °С. Опадів на півночі випадає 600 мм, на півдні - 570 мм на рік, найбільше їх випадає влітку. Висота снігового покриву 20-30 см.

З несприятливих кліматичних явищ спостерігаються бездошові періоди до 60 днів, можливі посухи і суховії, сильні дощі, 1-2 дні (рідше 4-6 днів) з градом. Значної шкоди завдають пізні весняні та ранні осінні заморозки. Взимку можливі низькі температури протягом 25 днів, ожеледь до 15 днів і більше [12].

Основний ареал поширення дефляційних процесів в Житомирській області - рівнинна територія зони Полісся із значними площами піщаних і супіщаних ґрунтів, сформованих на глибоких пісках. Площа таких земель сягає 114,5 тис. га, а загальний відсоток дефляційно небезпечних ґрунтів досить великий (40 %). Поширення ерозійних процесів стримується тільки завдяки щільній лісистості Поліської частини Житомирщини [13].

Основні забруднювачі земельних угідь Житомирщини – радіоактивні речовини, що випали в результаті аварії на ЧАЕС та наслідки інтенсивної хімізації сільськогосподарського виробництва (використання, нерідко недостатньо обґрунтоване, мінеральних добрив, хімічних засобів боротьби з хворобами, шкідниками, бур'янами).

Земель, забруднених радіонуклідами внаслідок Чорнобильської катастрофи, в Житомирській області 1417,7 тис. га – 47,53% від її загальної території. Основними радіонуклідами, що зумовлюють забруднення, є ^{137}Cs та ^{90}Sr [14].

За інформацією Головного управління Держгеокадастру у Житомирській області загальна площа земель, що потребують консервації становить 56 536,977 тис. га, в тому числі: деградованих земель – 6 651,01 га; малопродуктивних земель – 19 927,747 га; техногенно-забруднених, включаючи радіоактивно забруднені землі – 22 185, 8 га [13].

На сільськогосподарські угіддя щороку з мінеральними добривами надходить значна кількість міді, фтору, цинку, причому співвідношення норм добрив, які наразі вносять у ґрунт, здебільшого не є оптимальним. Незбалансованість внесення норм і видів добрив не дає змоги використати їх потенціал щодо підтримання родючості ґрунтів. Застосування високих норм мінеральних добрив погіршує якість продукції, ґрунтових вод, зумовлює забруднення ближніх річок і водойм [14].

1.4 Фізико-географічні умови та природно-екологічний стан Чернігівської області

Чернігівська область розташована на крайній півночі Лівобережної України. Загальна площа складає 31,9 тис. км², що становить 5,3 % території країни. Майже вся область входить до складу Придніпровської низовини, лише невелика частина на північному сході – до складу Середньої височини. Чернігівські землі лежать у лісовій смузі – це так зване Чернігівське Полісся, в якому інколи вирізняють ще Новгород-Сіверське Полісся [15].

Близько 4,5 % території Чернігівщини становлять торф'яники. Ґрунти в північній (поліській) частині чернігівських земель переважно дерново-підзолисті, а також сірі й світлосірі опідзолені та торф'яно-болотисті; у смузі лісостепу – чорноземи [15].

Область є однією з найбагатших за запасами водних ресурсів. Гідрографічна мережа належить до басейну Дніпра. Територією області протікають великі річки: Дніпро, Десна; середні: Сож, Сейм, Остер, а також 1560 малих річок .

Клімат області помірно-континентальний, з досить теплим літом та порівняно м'якою зимою та достатньою зволоженістю. Середня багаторічна температура найбільш теплого місяця (липня) 18,4-19,9°C, найбільш холодного (січня) від -6°C до -8°C. Безморозний період продовжується 155-

170 днів. В окремі роки бувають сильні морози. Тривалість періоду зі стійким сніговим покривом 95-105 днів.

Щодо поліської частини області, слід відмітити, зокрема, що клімат тут більш континентальний, якщо порівнювати з іншими районами Полісся України. Період вегетації (кількість днів з температурою понад 15°C) становить 105-110 днів. Переважають західні вітри, що приносять 550-600 мм опадів за рік. Найменше опадів буває зимою (січень – лютий), найбільше їх припадає на червень-серпень [16].

Земельний фонд Чернігівської області станом на 01 січня 2021 року становить 3190,3 тис. га, з яких 2060,4 тис. га (64,6%) зайнято сільськогосподарськими угіддями, у складі яких рілля складає 1455,9 тис. га [15]. Це свідчить про високе аграрне навантаження і розорювання ґрунтів території. Це призводить до їх деградації, а саме погіршення властивостей, родючості та якості земельних ресурсів.

Аналізуючи проблему реакції ґрунтового середовища в цілому по області, можна зробити висновок, що площа кислих ґрунтів орних земель зростає. Це відбувається тому, що вапнування кислих ґрунтів майже не проводиться, на орних землях вносяться аміачна селітра та інші фізіологічно кислі добрива [15]. Тож слід відмітити, що головною проблемою ґрунтів Чернігівщини є підвищена кислотність, причиною якої є незбалансоване внесення азотних добрив, які при перетворенні аміаку в нітрати підкислюють ґрунт [16]. У Чернігівській області загальна площа земель, що потребують консервації становить на 2020 р. 7,9 тис га, в тому числі: деградованих земель – 2,8 тис га; малопродуктивних земель – 5,1 тис га [15].

2 АГРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КАРТОПЛІ

Картопля належить до сімейства Пасльонові (*Solanaceae*) роду *Solanum*, який об'єднує десятки диких і культурних видів і серед них *Solanum tuberosum* - вид, що найширше розповсюджений у культурі.

За тривалістю технологічного (від садіння до відмирання картоплиння) періоду рослини сортів поділяються на п'ять груп стиглості: ранні (90-100 діб), середньоранні (101-115), середньостиглі (116-130), середньопізні 131-140 діб) і пізні (більше 140 діб) [17].

2.1 Вимоги картоплі до тепла

Картопля – культура помірних широт. Оскільки тривалість вегетаційного періоду картоплі дуже різноманітна і коливається від 60 до 170 діб, то культура добре пристосувалася до різних кліматичних умов. Хоча картопля досить чутлива до заморозків, її можна вирощувати в більш північних регіонах, ніж зернові культури [3].

Картопля відрізняється підвищеними вимогами до температурного режиму. Біологічним мінімумом картоплі вважається температура 8°C, тому вона погано реагує на температуру нижче 7- 8°C. Підвищені температури (вище 25 °C) також сильно пригноблюють рослини.

Дослідження [18], що проводилися в 2017 р. показали, що складні метеорологічні умови, що склалися того року в північному Степу України, а саме холодна весна із заморозками, різкі середньодобові коливання температури у критичний для розвитку рослин період – не забезпечили оптимально сприятливих умов для формування урожаю: рослини мали пригнічений вигляд, висота кущів не перевищувала 25 см, на пагонах утворювалася значна кількість дрібного листя з сильною розсіченістю. В цілому такі умови негативно вплинули на кінцеву урожайність культури.

Граничні показники температури, що мають значення для росту та розвитку картоплі, наводяться у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Граничні температурні показники, що мають значення для росту та розвитку картоплі [3]

Температурні межі, °С	Вплив на розвиток картоплі
< -3	Повна загибель бульб від морозів
-2...-1	Початок підмерзання бульб
-1	Пошкодження бадилля від морозу
2-4	Оптимальні температури для тривалого зберігання садивних бульб
4	Початок проростання бульб у ґрунті
>4	Можливе садіння пророщених бульб
<6	Аномалія проростків при більш тривалій дії та високій вологості ґрунту
8	Можливе садіння стимульованих до проростання бульб
>8	Бульби проростають
10	Нижня межа збирання без механічного пошкодження
10-20	Постійне зростання асиміляції CO ₂
17-20	Оптимум для утворення бульб
>20	Постійне зменшення асиміляції CO ₂ та росту бульб
>26	Бульби не утворюються
26-30	Дуже уповільнюється зростання бульб та можливі аномалії проростків
>30	Некрози від спеки
>40	Втрата здатності до розвитку
>45	Відмирання від спеки

Проростання бруньок бульб картоплі у ґрунті починається при температурі 4-5 °С, але йде за таких умов у край повільно. При температурі 10-12°С сходи картоплі з'являються на 23-й день. Підвищення температури ґрунту до 18-25 °С скорочує тривалість періоду від посадки до сходів до 12-13 днів. Подальше підвищення температури ґрунту затримує появу сходів. Яровизовані бульби можуть дати сходи на 6-8 день [19].

Ріст та розвиток картоплі пригнічується, якщо температура збільшується до 29-30°C. Бульби при цьому не утворюються або в'януть, їх м'якоть чорніє, що спричинено некрозами від спеки або при їх проростанні виникають ниткоподібні ростки [3].

Явище, коли за високих температур затримується ріст бульб, а рослини, що пізніше розвиваються з цих бульб дають хворі та дрібні бульби, що негативно впливає на урожай, називають екологічними виродженням. Як правило це відбувається при температурах порядку 25°C і вище. При середньодобовій температурі 24°C виродження бульб досягає 50% і більше [19].

З фізіологічної точки зору явище виродження пояснюється тим, що при температурі 27-30°C рослина посилює інтенсивність дихання, витрачаючи на цей процес нагромаджений листками крохмаль і не утворює бульб [20].

Стосовно бадилля можна сказати, що підвищення температури до 30°C викликає ослаблення, а в ранньостиглих сортів майже повне припинення його росту [19].

Думки різних авторів щодо оптимальних для зростання картоплі температур дещо відрізняються. Більшість авторів вважають оптимальною для росту і розвитку картоплі температуру 11-17°C, а температуру вище 20°C – такою, що затримує бульбоутворення [20]. За думкою авторів [3] оптимальна середньодобова температура для асиміляції картоплі близька до 20°C (вдень 25°C, вночі – 16°C). Для утворення і росту бульб оптимальна середньодобова температура ґрунту – 17°C (вдень 20°C, вночі 12-14°C).

Автори [19] вважають, що для бульбоутворення оптимальною є температура 16-18°C, причому для середньостиглих сортів цей оптимум більш високий (17-19°C), ніж для ранньостиглих (15-17°C). А найбільш сприятливою для росту пагонів, листків і цвітіння вони вважають температуру 20-21°C.

За даними [21] виявилося, що картопля може добре рости і розвиватися за температур 26-32°C, але за умови підвищення вологості ґрунту та повітря.

Картопля чутлива до незначних заморозків. Наприклад, бульби її гинуть вже при температурі -1- 2 °С, а бадилля чорніє й гине при - 2-3 °С. Заморозки такої сили згубно діють і на молоді рослини. Проте за умов достатнього нагромадження цукрів в суху погоду вони можуть витримувати короткочасне зниження температури до -4 °С. Пошкоджені заморозками молоді рослини мають добру здатність до регенерації. При достатньому забезпеченні елементами живлення і вологою вони порівняно швидко формують нову вегетативну систему [2, 3].

Сума температур вище 10°C за вегетаційний період, необхідна для повного розвитку рослин ранніх і середньоранніх сортів, в середньому дорівнює 1000 – 1400°C, для пізньостиглих - 1400 – 2000°C [3-5].

2.2 Вимоги картоплі до вологи

Потреби картоплі у волозі порівняно з іншими рослинами досить середні. Транспіраційний коефіцієнт картоплі становить 400-550 л/кг [3-5].

Найменше вологи картоплі потрібно під час проростання й появи сходів, коли молоді рослини використовують вологу з материнської бульби. Функцію регулятора з забезпечення вологою відіграють також молоді бульби. В умовах нестачі вологи в ґрунті рослина бере воду з бульб, а при повному зволоженні бульби наповнюються вологою і є додатковим резервом її для росту рослин.

З ростом рослин підвищується потреба картоплі у волозі, особливо у період бутонізація - кінець цвітіння. В окремі спекотні дні куц картоплі випаровує до 4 л води. Тому в районах недостатнього зволоження всі агрозаходи мають бути спрямовані на нагромадження запасів вологи в ґрунті. У таких умовах картопля добре реагує на полив [3].

Занадто прохолодна і волога погода уповільнює проростання і сходи, сприяє підвищенню сприйнятливості картоплі до збудників чорної ніжки та гнилей. Бульбоутворення збігається з початком цвітіння. У цей час тепла, суха погода позитивно впливає на число утворених бульб. Потім до кінця цвітіння необхідно достатнє постачання води. Тривалі температури вище 20°C в період росту і порушення вологозабезпеченості знижують врожайність і прискорюють фізіологічне старіння дочірніх бульб, викликають аномалії у проростків, чим погіршується придатність бульб до використання як насінневого матеріалу. Наприкінці зростання і розвитку картоплі потреба у воді знову знижується [3].

Згідно з дослідженнями [2], для культури картоплі необхідне оптимальне зволоження у всі фази росту та розвитку. У формуванні кінцевого урожаю бульб картоплі критичними за вологозабезпеченістю є міжфазні періоди бутонізація-цвітіння та цвітіння-збирання. Разом з цим, висока вологість ґрунту від садіння до фази сходів негативно впливає на формування як раннього, так і кінцевого урожаю бульб картоплі.

Потрібно, проте, враховувати, що надмірне зволоження ґрунту шкідливо впливає на картоплю. Якщо, наприклад, у період бульбоутворення йдуть часті дощі і вологість ґрунту перевищує 85 % НВ, спостерігається передчасне відмирання бадилля, припиняється ріст бульб, вони передчасно загнивають, врожайність їх знижується до 50 - 60 ц/га [3].

Якщо прийняти, що гідротермічний коефіцієнт (ГТК) є показником зволоження вегетаційного періоду, то за даними [21] оптимальними значеннями ГТК є 1,0-1,50, а переважання цих значень свідчить про те, що погодні умови були несприятливими для рослин.

2.3 Вимоги картоплі до світла

Рослини картоплі вимогливі до світла. У разі його нестачі спостерігається незначне пожовтіння картоплиння, видовження стебел

рослин, слабке або повністю відсутнє цвітіння і внаслідок цього - зменшення врожайності бульб. При значному зменшенні інтенсивності світла різко сповільнюється синтез органічної речовини. Компенсаційна точка відмічається при освітленні 1200-1600 лк. Коли це значення менше, то розпад органічної речовини рослин переважає над її створенням у процесі фотосинтезу і рослина не створює необхідних додаткових сполук, значно уповільнює або повністю припиняє ріст і розвиток [22].

Картопля – рослина короткого дня. У районах з довгим світловим днем рослини інтенсивніше цвітуть, у них краще розвиваються вегетативні органи [4, 5]. У багатьох сучасних підручниках [3-5] однозначно стверджується, що картопля – світлолюбна культура; при затіненні рослини слабо гілкуються, стебла витягуються і вилягають. Належний урожай у кількісно-якісному відношенні досягається за умов повноцінного освітлення, тобто коли рослини розвиваються за періодикою: від сходів до цвітіння - інтенсивно наростає картоплиння, від цвітіння до початку природного підсихання рослин – бульби. Накопичення урожаю бульб за цей проміжок часу становить 70-89%. Бульби, що вийшли на денну поверхню, зеленіють і у них накопичується соланін, вміст якого має не перебільшувати 20 мг на 100 г харчового продукту.

2.4 Вимоги картоплі до ґрунтів і мінерального живлення

Картопля – культура пухких, водо- та повітропроникних, родючих, вологоємних, високо окультурених ґрунтів (піщаних, супіщаних, легко- та середньосуглинистих). Чим нижче щільність ґрунту, у шарі бульбоутворення, тим краще забезпечується коріння киснем і тим вище врожайність [3].

Для вирощування картоплі менш придатні легкі, що швидко втрачають вологу, піщані ґрунти, перезволожені торфовища та важкі суглинки. Вона краще за інші культивовані рослини витримує підвищену кислотність ґрунту, але найбільш придатні для неї, все ж таки, слабокислі ґрунти.

На щільних ґрунтах сходи зберігаються гірше і, в окремих випадках, бульби навіть загниють. Тому, необхідно утримувати ґрунт у розпушеному стані протягом усього періоду вегетації. У пухких ґрунтах краще протікає газообмін між ґрунтовим та атмосферним повітрям [2].

Найбільш придатні для картоплі достатньо удобрені супіщані й суглинисті ґрунти, легкі чорноземи. Вона добре росте на окультурених некислих торфових ґрунтах і на заплавах річок, де складаються сприятливі умови зволоження, живлення й температурний режим. Вирощують картоплю і на легких піщаних ґрунтах, але лише при внесенні високих доз органічних добрив, які, крім прямого впливу на рослини, поліпшують фізичні властивості ґрунту.

Малопродатні для картоплі важкі глинисті ґрунти, особливо з близьким заляганням ґрунтових вод. На таких ґрунтах бульби формуються дрібні із зниженим вмістом крохмалю. Погано родить картопля і на солонцюватих ґрунтах, де спостерігається сильне пошкодження бульб паршею. Найкраще формується врожай картоплі за слабокислої реакції ґрунтового розчину (рН 4,5 - 6,5). При рН нижче 4,5 і вище 8 вона росте погано [6].

З урожаєм 100 ц бульб (плюс картоплиння) виноситься з ґрунту $N_{45-50}P_{20-25}K_{80-100}Ca_{25-35}Mg_{5-10}$. Максимальна потреба в цих елементах проявляється у фазах бутонізації і цвітіння, тобто коли приріст надземної маси протікає найбільш інтенсивно. При нестачі в ґрунті азоту і фосфору слабшає розвиток рослин (коріння і картоплиння) в цілому і особливо – цвітіння і дозрівання. При нестачі калію – прогресує фітофтороз і кільцева гниль, погіршується холодостійкість рослин; кальцію і магнію – гальмується транспорт біохімічно обмінних речовин; заліза – виникає хлороз, погіршується дихання тканин [2, 3].

Проведений фахівцями Інституту картоплярства експеримент [23] показав, що для раннього сорту Радомисль та середньостиглого сорту Мирослава на території Київського Полісся доцільно проводити обприскування бульб під час садіння та позакореневе обприскування

препаратом Фітосубтил. Це ефективно захищає бульби від кореневої гнилі в умовах закритого ґрунту.

2.5 Сучасні сорти картоплі

Натепер найкраще на Волині зарекомендувала себе картопля сорту Латона. Популярними є також Ред Скарлетт, Тирас, Моцарт, Альвара, Партнер, Каррера [24].

Альвара. Середньоранній, німецької селекції, універсального використання. Чутливий до парші, тому перед картоплею бажано сіяти сидерати. Період вегетації – 80–90 днів. Товарний урожай – 120–125 день після посадки. Цей сорт має високу врожайність і добрі харчові властивості: не розсипається під час варіння, з яскраво вираженим смаком.

Каррера. Дуже ранній сорт столового призначення. З нього можна отримувати два врожаї на рік. Швидко набирає масу і має товарний вигляд. Стійкий до хвороб, але примхливий до препаратів. Період вегетації – 80–90 днів. Товарний урожай – 65–70 день після посадки. М'якоть світла, кремова, після варіння не темніє.

Моцарт. Сорт голландської селекції. Високоврожайний, стійкий до парші, хороші смакові якості, висока лежкість. Має тривалий період спокою і пізніше дозрівання, тому перед посадкою бульби обов'язково прогривають.

Латона. Ранньостиглий сорт голландської селекції. Високоврожайний, непримхливий. Перевага: має дуже хороші смакові якості. Латона дає ранній врожай у посуху і в дощовий період. Росте практично протягом літа. Під час перевезення стійкий до ударів, витримує далеке багатоденне транспортування без ушкоджень. Чудово зберігається взимку.

Партнер. Нематодостійкий середньоранній український сорт столового призначення. Він має гарні смакові якості і найкраще підходить для приготування картоплі фрі. Його вегетаційний період – приблизно 107 днів. Рекомендована зона для вирощування – Полісся.

Тирас – сорт ранній, столового призначення. Урожайність 21 т/га на 40 - 45 день після сходів, 50 т/га в кінці вегетації. Вміст крохмалю: 14%, споживчі якості 8,0 балів. Стійкий до збудника раку, середньостійкий проти стеблової нематоди і парші звичайної, високостійкий проти іржавої плямистості бульб. Рекомендовані зони вирощування: Полісся, Лісостеп.

Зазначимо, що сьогодні в Україні працюють над виведенням дієтичних сортів картоплі. Це – рожеві або синьо-фіалкові бульби (наприклад, сорт Солоха з синьо-фіолетовими бульбами та Хортиця, що має червоні бульби). Вони мають підвищений вміст антиоксидантів, виводять з організму важкі метали. А для діабетиків рекомендовані сорти з низьким вмістом крохмалю, зокрема Водограй та Вигода [24].

Господарства Житомирської та Чернігівської областей, як правило, віддають перевагу традиційним сортам, що протягом тривалого часу добре себе зарекомендували. Це, наприклад, Беллароза, Слов'янка, Чернігівська 98, Адретта.

Адретта - сорт столового призначення німецької селекції, виведений ще у 1975 році. Середньоранній, від сходів до технічної стиглості проходить 75 днів. Стійкий до фітофторозу, раку, стеблових нематод. Врожайність становить 40-80 кг/м². Відрізняється відмінним смаком, невибагливий у вирощуванні, пристосовується до різних типів ґрунтів, добре переносить низькі температури.

Слов'янка – сорт, виведений в Україні. Це пізньостиглий столовий сорт, від посадки до збору врожаю проходить 125-140 днів. Урожайність відмінна - від 180 до 330 ц/га, крім того, у цього сорту майже не буває дрібних бульб. Сорт стійкий до основних захворювань пасльонових: раку, тютюнової мозаїки, нематод, але стійкість до фітофторозу середня.

3 АНАЛІЗ ДИНАМІКИ УРОЖАЙНОСТІ КАРТОПЛІ В ОБЛАСТЯХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

3.1 Врожайність як агрокліматичний показник умов вирощування рослин

Біологічні вимоги рослин задовольняються, в першу чергу, за рахунок природних ресурсів тієї місцевості, де їх вирощують. Рівень задоволення визначається урожайністю. За кращих умов – урожай вищий, за гірших – нижчий. У середині ХХ століття Волинська, Чернігівська, Житомирська області разом з Сумською, Хмельницькою, Рівненською, Львівською, Київською, Черкаською, Івано-Франківською, Тернопільською, Закарпатською, Чернівецькою і Вінницькою областями утворили так званий картопляний пояс України, тобто зону інтенсивного вирощування культури, яка активно реалізувалася до кінця ХХ століття [26].

Порівнюючи статистичну інформацію, отриману з сайтів обласних статуправлінь досліджуваних областей [27-29] за період 1995-2021 рр., можна сказати, що особливих змін у виробництві картоплі не відбулось, хоча за цей час відчутно змінився клімат, значно удосконалились технології вирощування картоплі і накінець змінився соціальний устрій села.

На рис. 3.1 надаються в динаміці площі посадок картоплі у Волинській, Житомирській та Чернігівській областях. Можна бачити, що протягом досліджуваного періоду у Волинській та Житомирській областях площі посадок картоплі були приблизно однакові (порядку 60-70 тис. га), за виключенням періоду 2017-2020 рр., коли в Житомирській області збільшення площ посадок проходило набагато інтенсивніше, ніж у Волинській. У цей період площі збільшилися з 80 до 103 тис. га. Однак, у 2021 р. в Житомирській областях площі посадок картоплі зменшилися на 5 тис. га, а у Волинській залишилися без змін.

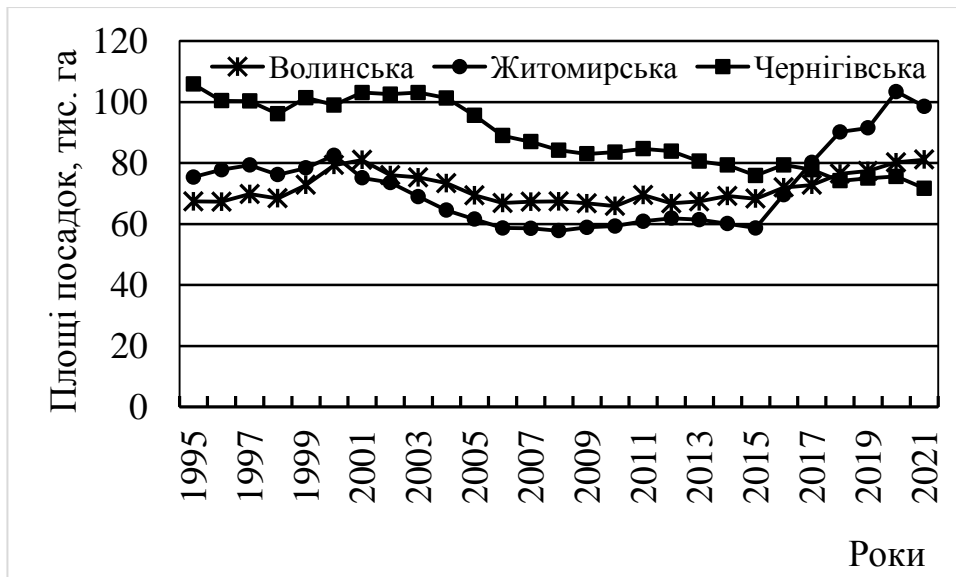


Рисунок 3.1 – Площі посадок картоплі в Поліських областях

Найбільші площі посадок картоплі були у Чернігівській області. Але протягом досліджуваних років вони постійно зменшувались. Так, у 1995 р. картоплею у Чернігівській області було засаджено 103 тис. га, а у 2021 р. – всього 72 тис. га (найменше значення серед трьох областей).

Багатьма дослідженнями підтверджується, що кращим інтегральним показником ступеня сприятливості ґрунтово-кліматичних умов тієї чи іншої території для вирощування культурних рослин є їх врожайність. Вперше П.І. Колосков запропонував використовувати врожайність польових культур як найважливіший агрокліматичний показник. Їм спільно з В.А. Смирною та А.Т. Никифоровою було виконано агрокліматичне районування території колишнього СРСР за врожайністю одинадцяти зернових культур. Для вирішення цієї задачі були використані дані держсортодільниць та агрометеорологічних станцій за 50-60-ті роки минулого сторіччя.

Географічні особливості в розподілі врожаїв польових культур були розглянуті в тісному взаємозв'язку із зональною мінливістю показників тепла (сумами середньодобових температур повітря вище 5, 10°C) і вологи (сумами опадів і коефіцієнтом зволоження). Було встановлено, що продуктивність

культурних рослин зменшується в напрямку з північного заходу на південь і південний схід по мірі зростання сухості клімату.

Визначаючи корисність та інформативність інтегрального показника ступеня сприяння клімату у вигляді врожайності, необхідно зазначити наступне. На абсолютну величину врожайності тієї чи іншої культури впливають не тільки кліматичні умови. Визначальним чинником є й культура землеробства, яка залежить, у свою чергу, від рівня селекційної роботи, енергозабезпеченості сільського господарства, вдосконалення агротехнічних прийомів (забезпеченості добривами, меліоративних заходів).

Тому для виявлення впливу погоди і клімату на врожайність останню виражають у відхиленнях від тренда, тобто від лінії усередненої в часі врожайності. В основу такої оцінки покладено ідею В.М. Обухова (1949) про можливість розкладання часового ряду врожайності будь-якої культури на дві складові: стаціонарну і випадкову. У такій постановці часовий ряд врожайності ($Y_t = 1, 2, \dots, N$) можна представити загальною статистичною моделлю такого вигляду:

$$Y_t = f(t) + u_t, \quad (3.1)$$

де $f(t)$ - стаціонарна складова; u_t - випадкова складова часового ряду.

Стаціонарна складова визначає загальну тенденцію зміни врожайності за аналізований період. Вона представляється плавною лінією в результаті згладжування ряду і називається трендом. Випадкова складова обумовлюється погодними умовами окремих років і представляється відхиленнями від лінії тренду.

Таке розкладання обумовлюється тим, що рівень культури землеробства істотно впливає на урожайність сільськогосподарських культур не тільки в поточному році, але і в подальші роки, тобто сільське господарство характеризується певною інерційністю, внаслідок чого різких коливань урожаїв двох суміжних років, пов'язаних із зміною культури

землеробства, як правило, не простежується. Тому лінія тренда достатньо точно характеризує середній рівень урожайності, обумовлений певною культурою землеробства, економічними і природними особливостями даного району.

Ясно, що в тих районах земної кулі, де природні ресурси краще, досягти бажаного рівня врожайності легше і зробити це вдається з меншими витратами, ніж в районах з менш сприятливими умовами.

3.2 Аналіз динаміки урожайності картоплі по поліським областям

В даній роботі для побудови лінії тренду ми використовували метод гармонійних зважувань (вагів), запропонований в агрометеорології А.М. Польовим [30]. Перевага цього методу полягає в тому, що за його застосування немає необхідності припущення щодо форми тренду.

Принцип методу гармонійних вагів 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. Крім того, визначається тенденція урожаю на наступний рік, тобто можна припустити, що за рівнем культури землеробства, що склався на досліджуваній території, у наступний рік буде збільшення або зменшення урожаю по відношенню до року попереднього.

Нами із застосуванням методу гармонійних вагів було проаналізовано часові ряди урожайності картоплі в трьох областях українського Полісся: Волинській, Житомирській та Чернігівській, побудована лінія тренду та розраховані відхилення урожайності від лінії тренду. Для аналізу використовувалися багаторічні середньообласні дані за період з 1995 по 2021 роки. Результати цієї роботи представлені на рис. 3.1-3.6. На рисунках плавна лінія характеризує тренд врожайності, а ламана лінія - щорічні

коливання врожайності за рахунок різних факторів, основу яких становить клімат.

Аналіз середньообласної урожайності картоплі у Волинській області (рис. 3.2) свідчить, що протягом 27 досліджуваних років урожайність в цій області коливалася у дуже широких межах. Наприклад, у 1995 та 1997 рр. було зібрано найменші для досліджуваної області урожаї – 93 та 115 ц/га відповідно. Найвищі величини урожаїв відмічалися у 1996 та 2012 рр. і склали 174 ц/га в обох роках.

Розглядаючи лінію фактичної урожайності можна бачити, що з 1998 по 2010 рр. урожайність у виробництві у Волинській області не перевищувала 150 ц/га, а також не була менше 130 ц/га. Протягом 2011-2017 рр. фактична урожайність дещо зросла і знаходилася на рівні 160 ц/га. Протягом останніх чотирьох років (2018-2021 рр.) спостерігається не дуже суттєве, але падіння урожайності, у ці роки вона була на рівні 150 ц/га.

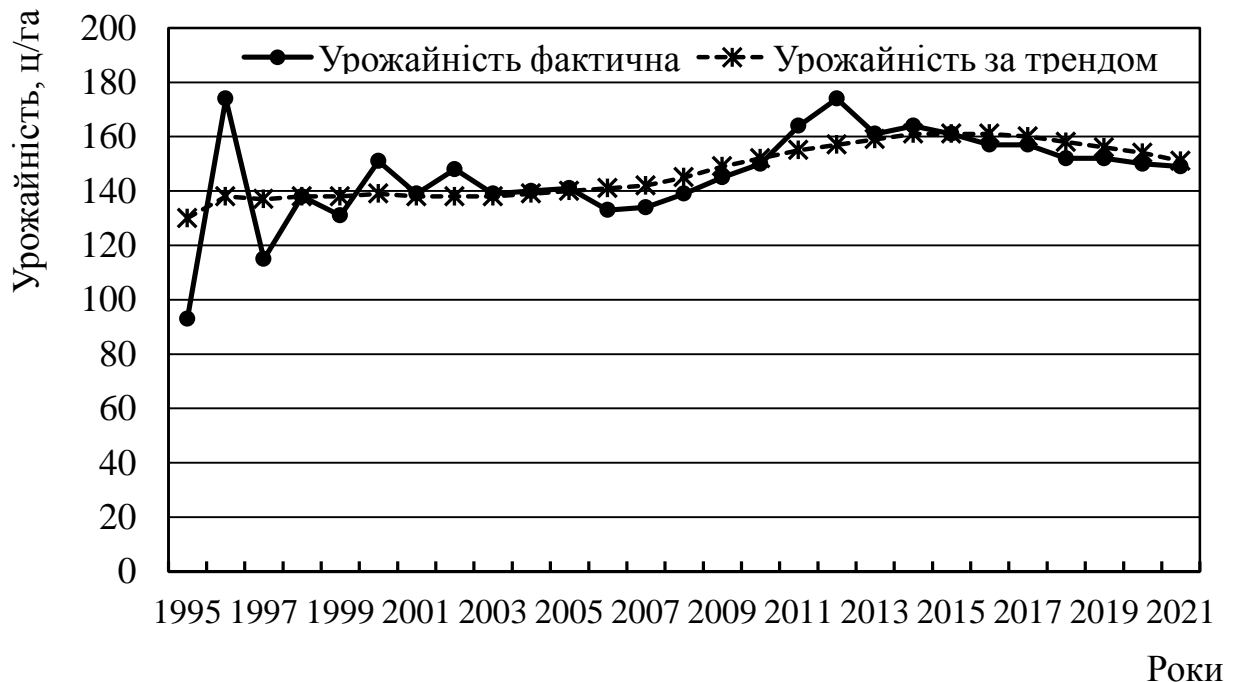


Рисунок 3.2 – Динаміка фактичної урожайності картоплі та лінія тренду в Волинській області

Протягом першої третини досліджуваного періоду (1996-2007 рр.) лінія тренду представляє собою пряму, тобто за рахунок культури землеробства, що склалася протягом цих років можна було збирати урожаї порядку 140 ц/га. Протягом 2008-2016 рр. спостерігається поступове збільшення трендової компоненти, що свідчить про стабільний та зростаючий рівень культури землеробства у Волинській області у ці роки. Так, у 2008 р. трендова компонента урожайності становила 145 ц/га, а у 2014-2016 рр. її значення збільшилося до 161 ц/га, тобто на 16 ц/га.

Але починаючи з 2017 р. трендова компонента урожайності у Волинській області почала зменшуватися і наприкінці досліджуваного періоду вона становила 151 ц/га, тобто за п'ять років (2017-2021 рр.) за рахунок погіршення культури землеробства втрати урожаю становили 10 ц/га.

Таким чином тенденція урожайності картоплі у Волинській області від'ємна і становить $-0,4$ ц/га при середній багаторічній урожайності 146 ц/га.

Для виявлення в чистому виді впливу погодних умов окремих років на формування врожаю картоплі, розглянемо відхилення фактичних урожаїв від лінії тренду (рис. 3.3). За 27 років у 14 випадках спостерігались від'ємні відхилення, які були досить великими і досягали у 1995 р. -37 ц/га, у 1997 р. -22 ц/га, у 2006-2007 рр. -8 ц/га. Це свідчить про дуже несприятливі погодні умови, що склалися протягом цих років.

У роки ж з додатними відхиленнями від лінії тренду збільшення врожаю отримувалося за рахунок сприятливих погодних умов. Найбільш сприятливим для вирощування картоплі в Волинській області був 1996 р., коли додатне відхилення від лінії тренду склало 36 ц/га. Як можна бачити з рисунка, також великі прирости урожаю за рахунок сприятливих погодних умов було отримано у 2012 р. -17 ц/га, у 2000 р. -12 ц/га та у 2002 р. -10 ц/га.

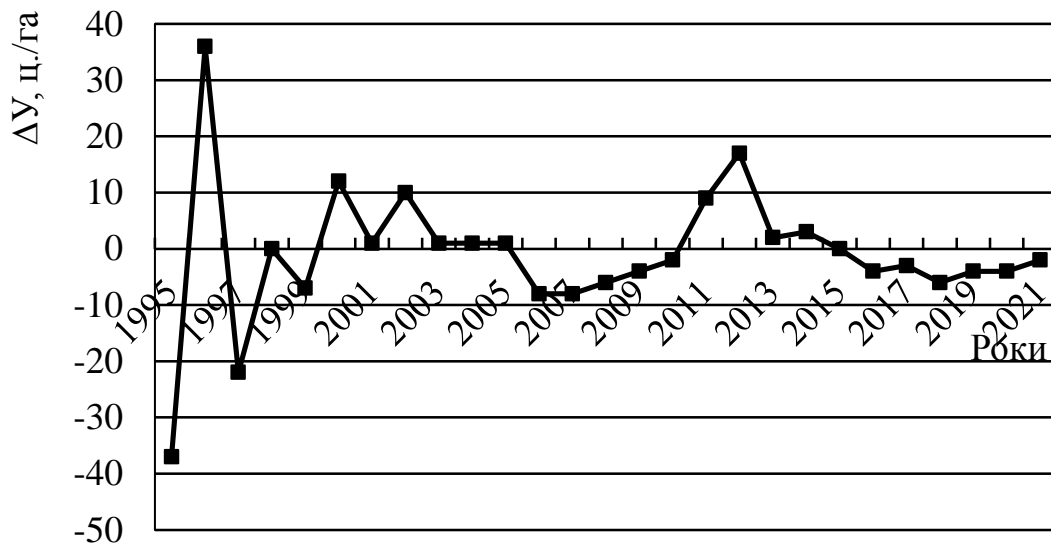


Рисунок 3.3 – Відхилення урожайності картоплі від лінії тренду в Волинській області

Аналіз середньообласної урожайності картоплі в Житомирській області (рис. 3.4) свідчить, що протягом 27 досліджуваних років урожайність також коливалася у дуже широких межах. Наприклад, у 2012-2014 рр. було зібрано найбільші для досліджуваної території урожаї - 217-218 ц/га, а найбільший за весь час урожай відмічається у 2011 р. і складає 219 ц/га.

Найменші урожаї були зібрані на початку досліджуваного періоду – у 1997-1999 рр. - і становили 90-100 ц/га. Також низькі урожаї спостерігались у 2001 та 2002 рр. і становили 106 та 112 ц/га відповідно.



Рисунок 3.4 – Динаміка фактичної урожайності картоплі та лінія тренду у Житомирській області

З початку досліджуваного періоду до 2014 р. спостерігається плавне параболічне зростання трендової компоненти, що свідчить про суттєве підвищення рівня культури землеробства за цей час. Так, у 1995 р. трендова компонента урожайності становила 98 ц/га, а наприкінці періоду зростання – у 2014 р. – 208 ц/га. Тобто, за двадцять років урожайність за трендом виросла на 110 ц/га.

Але протягом наступних років відбулося таке ж плавне зменшення трендової компоненти, вона зменшилась з 208 до 183 ц/га, тобто на 25 ц/га. Таким чином тенденція урожайності і в цьому випадку від’ємна і становить - 0,6 ц/га. Середня урожайність в Житомирській області найвища по досліджуваній території і становить 169 ц/га.

Для виявлення в чистому виді впливу погодних умов окремих років на формування врожаю картоплі в Житомирській області, розглянемо відхилення фактичних урожаїв від лінії тренду (рис. 3.5). За 27 років також у 14 випадках спостерігались від’ємні відхилення, які були досить великими і досягали у 1999 р. -22 ц/га, у 2001 р. -24 ц/га, у 2002 р. -

27 ц/га (це був найбільш несприятливий рік за весь період дослідження). Це свідчить про дуже несприятливі погодні умови, що склалися протягом цих років. У роки ж з додатними відхиленнями від лінії тренду збільшення врожаю відбувалося за рахунок сприятливих погодних умов. Найбільш сприятливим для вирощування картоплі в Житомирській області був 1996 р., коли додатне відхилення від лінії тренду склало 48 ц/га.

Динаміка середньообласної урожайності картоплі у Чернігівській області та лінія тренду представлені на рис. 3.6. Аналіз цього графіку також свідчить, що протягом 27 досліджуваних років урожайність в цій області також коливалася у дуже широких межах. Наприклад, у 2011р. було зібрано найбільший для досліджуваної території урожай - 207 ц/га, також високі урожаї відмічалися у 2012-2014 рр. і склали 194, 189 та 193 ц/га відповідно.

Найменший урожай був зібраний у 1999 р. - і становив 73 ц/га. Також порівняно низькі урожаї (119 ц/га) спостерігались у 1995 та 1997 рр., а також у 2002 р. - 112 ц/га.

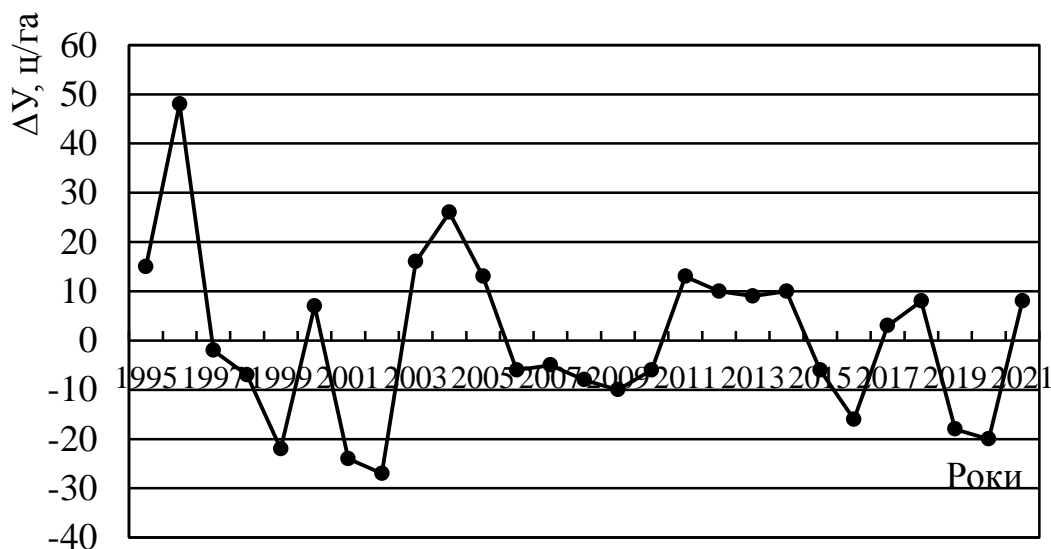


Рисунок 3.5 – Відхилення урожайності картоплі від лінії тренду в Житомирській області



Рисунок 3.6 – Динаміка урожайності картоплі та лінія тренду в Чернігівській області

Практично з початку досліджуваного періоду до 2013 р. спостерігається параболічне досить суттєве зростання трендової компоненти, що свідчить про покращення рівня культури землеробства у Чернігівській області. Так, у 1997-1998 рр. трендова компонента урожайності становила 119 ц/га, а наприкінці періоду зростання – у 2013 р. - урожайність за трендом зросла до 186 ц/га, що свідчить про покращення культури землеробства протягом цих двох десятиліть.

Однак, як і у попередніх випадках, протягом останніх років в Чернігівській області також спостерігається зменшення трендової компоненти. Так, з 2013 по 2021 р. урожайність за трендом зменшилася з 186 до 171 ц/га, тобто на 15 ц/га. Це свідчить про погіршення культури землеробства і в цій області при вирощуванні картоплі.

Середня за роки досліджень урожайність склала 159 ц/га. Тенденція урожайності, визначена за допомогою методу гармонійних вагів, від'ємна і становить 0,1 ц/га.

Для виявлення в чистому вигляді для території Чернігівській області погодних умов окремих років на формування врожаю картоплі, розглянемо відхилення фактичних урожаїв від лінії тренду (рис. 3.7).

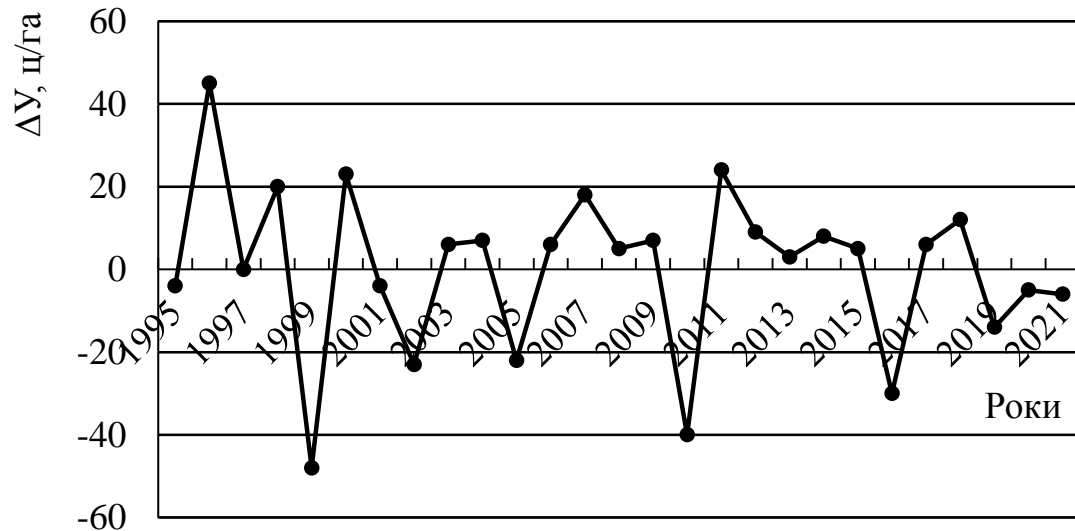


Рисунок 3.7 – Відхилення урожайності картоплі від лінії тренду в Чернігівській області

За 27 років лише у 10 випадках спостерігались від'ємні відхилення, які були досить значними і досягали у 2002 р. -23 ц/га, 2010 р. -40 ц/га, у 2016 р. -30 ц/га. Це свідчить про дуже несприятливі погодні умови, що склалися протягом цих років. Найбільш неврожайним за досліджений період виявився 1999 р., коли несприятливі погодні умови зумовили втрати урожаю до 48 ц/га.

У роки ж з додатними відхиленнями від лінії тренду збільшення врожаю спостерігалось за рахунок сприятливих погодних умов. Найбільш сприятливим для вирощування картоплі в Чернігівській області був 1996 р., коли додатне відхилення від лінії тренду склало 45 ц/га. Як можна бачити з рисунка, також суттєві прирости урожаю за рахунок сприятливих погодних умов були отримані у 1998, 2000 та 2011 рр., коли відхилення від тренду відповідно становили - 20, 23 та 24 ц/га.

Таким чином, можна зробити висновок, що залежність урожаю картоплі в поліських областях України від кліматичних умов є значною, а також, за останні 5-6 років відбулося погіршення рівня культури землеробства на досліджуваній території.

Це явище можна пояснити тим, що в Україні до 90-х років ХХ ст. картопля належала до категорії польових культур і вирощувалась в сільськогосподарських підприємствах у сівозмінах площею 50-100 га.

Після реорганізації колгоспів і радгоспів вона втратила статус польової культури і стала знову типово городньою з площами насаджень від декількох соток до 1 га. Наприклад, у великих фермерських та інших агроформуваннях Лісостепу західного площі під картоплею досягають 30-70 га., у малих значно менше.

Отже, на зміну високим наукоємним технологіям вирощування бульб впроваджуються маломеханізовані технології. За таких умов, зберегти високу урожайність важко [26].

3.3 Ймовірнісна оцінка урожаїв картоплі

В агрометеорології для виявлення просторово-часової мінливості гідрологічних і агрокліматичних показників широко використовується графо-аналітичний метод Алексєєва [31]. Виходячи з теоретичних і практичних міркувань він запропонував для побудови емпіричної кривої сумарної імовірності формулу:

$$P_{(x_m)} = \frac{m - 0,25}{n + 0,50} \cdot 100\% , \quad (3.2)$$

де $P_{(x_m)}$ - забезпеченість у відсотках, значення якої послідовно зростають, $m = 1, 2, \dots, n$ – порядковий номер членів статистичного ряду, розташованих в порядку зменшення, n – число років або спостережень в ряді.

Вказаний метод був застосований нами для визначення міжрічної мінливості урожаю картоплі для Житомирської, Волинської та Чернігівської областей. Використовувалися щорічні дані про урожайність за період з 1995 по 2021 роки. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.1.

За цими даними були побудовані криві сумарної ймовірності можливих урожаїв картоплі щодо середніх багаторічних значень (рисунок 3.8). При цьому ставилася задача виявити особливості в розподілі можливих урожаїв різної забезпеченості в порівнянні з середньою багаторічною величиною. Потім з кривої сумарної ймовірності знімалися значення урожаю картоплі різної забезпеченості з кроком 5, 10, 20, ... 90, 95%. Результати цієї роботи були представлені в табл. 3.2.

У Волинській області урожаї картоплі порядку 170 ц/га отримують з ймовірністю 5 % (тобто раз в двадцять років), в трьох роках з десяти отримують урожай 155 ц/га (ймовірність 30%), в шести роках з десяти отримують урожай 140 ц/га (ймовірність 60%), а щорічно тут забезпечені лише урожаї порядку 100 ц/га.

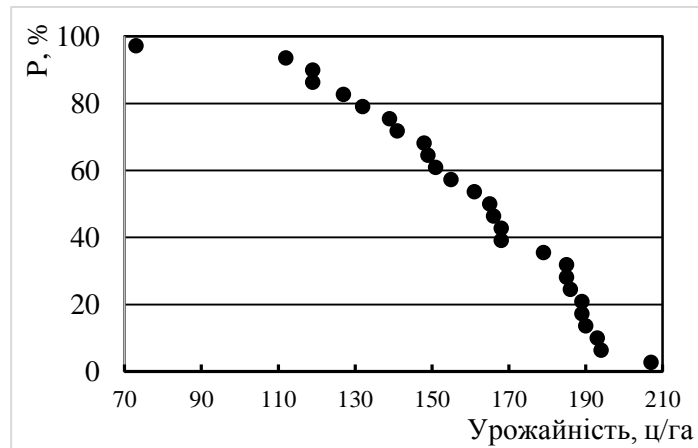
У Житомирській області урожаї картоплі порядку 220 ц/га отримують з ймовірністю 5 % (тобто раз в двадцять років), в трьох роках з десяти отримують урожай 190 ц/га (ймовірність 30%), в шести роках з десяти отримують урожай 160 ц/га (ймовірність 60%), а щорічно тут забезпечені лише урожаї порядку 95 ц/га.

Таблиця 3.2 – Розрахунок ймовірнісних характеристик виробничих урожаїв картоплі (ц/га) в поліських областях України

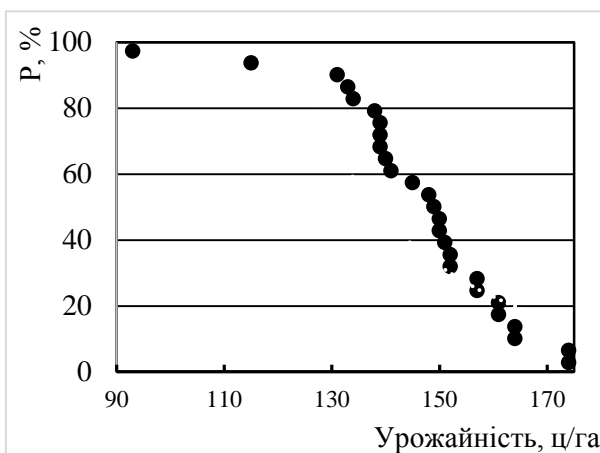
Рік	N	Волинська		Житомирська		Чернігівська		P _x %
		У _В , ц/га	У _В ранж.	У _В , ц/га	У _В ранж.	У _В , ц/га	У _В ранж.	
1995	1	93	174	113	219	119	207	3
1996	2	174	174	150	218	168	194	6
1997	3	115	164	100	218	119	193	10
1998	4	138	164	100	217	139	190	14
1999	5	131	161	91	208	73	189	17
2000	6	151	161	129	206	149	189	21
2001	7	139	157	106	201	127	186	25
2002	8	148	157	112	197	112	185	28
2003	9	139	152	165	191	148	185	32
2004	10	140	152	185	189	155	179	35
2005	11	141	151	180	187	132	168	39
2006	12	133	150	169	185	166	168	43
2007	13	134	150	178	183	185	166	46
2008	14	139	149	183	180	179	165	50
2009	15	145	148	187	178	185	161	54
2010	16	150	145	197	175	141	155	57
2011	17	164	141	219	169	207	151	61
2012	18	174	140	218	167	194	149	65
2013	19	161	139	217	165	189	148	68
2014	20	164	139	218	150	193	141	72
2015	21	161	139	201	129	189	139	75
2016	22	157	138	189	113	151	132	79
2017	23	157	134	206	112	186	127	83
2018	24	152	133	208	106	190	119	86
2019	25	152	131	175	100	161	119	90
2020	26	150	115	167	100	168	112	94
2021	27	149	93	191	91	165	73	97
Середнє		146		169		159		

Таблиця 3.2 - Забезпеченість можливих урожаїв картоплі (ц/га) по областях українського Полісся

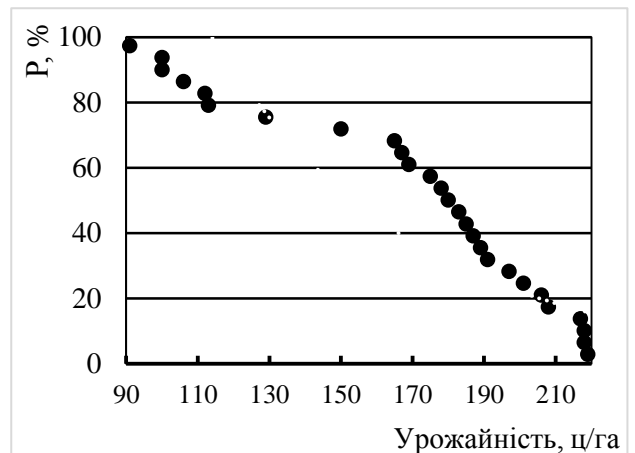
Область	\bar{y}	Забезпеченість, %										
		5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
Волинська	146	170	165	160	155	150	145	140	135	130	125	100
Житомирська	169	220	215	205	190	185	170	160	150	110	100	95
Чернігівська	159	05	195	190	180	170	160	150	140	130	110	105



а



б



в

Рисунок 3.8 – Ймовірнісні криві урожайності картоплі: а – Чернігівська область, б – Волинська область, в – Житомирська область

У Чернігівській області урожаї картоплі порядку 205 ц/га отримують з ймовірністю 5 % (тобто раз в двадцять років), в трьох роках з десяти отримують урожай 180 ц/га (ймовірність 30%), в шести роках з десяти отримують урожай 150 ц/га (ймовірність 60%), а щорічно тут забезпечені лише урожаї порядку 105 ц/га.

4 АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА ВРОЖАЇВ КАРТОПЛІ РІЗНИХ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ КАТЕГОРІЙ НА ТЕРИТОРІЇ ПОЛІССЯ

4.1 Методика оцінки урожаїв різних агроєкологічних категорій

А.О. Ничипорович в 50-і роки минулого століття сформулював основи теорії високої продуктивності посівів сільськогосподарських культур. Він запропонував рівняння зв'язку між фотосинтезом і накопиченням органічної речовини в динаміці формування не тільки біологічного $U_{\text{біол}}$ але і господарського $U_{\text{госп}}$ урожаю сільськогосподарських культур. Також він запропонував важливі поняття – коефіцієнт ефективності фотосинтезу $K_{\text{еф}}$ і коефіцієнт господарської ефективності $K_{\text{госп}}$.

На основі досліджень фотосинтетичної продуктивності сільськогосподарських культур та природних фітоценозів Х. Тоомінг (1977) сформулював концепцію максимальної продуктивності посівів.

Найбільш перспективним для агрокліматичної оцінки потенційної продуктивності сільськогосподарських культур є запропонований Х. Тоомінгом метод еталонних урожаїв [32], що є логічним виводом принципу максимальної продуктивності. Метод еталонних урожаїв розглядає і порівнює різні категорії урожайності: потенційну урожайність (ПУ), дійсно можливу урожайність (ДМУ) і урожай у виробництві (УВ).

Перша з них потенційна урожайність – це урожайність сорту в ідеальних метеорологічних умовах; вона визначається приходом ФАР та біологічними властивостями культур і сортів. ПУ господарсько-цінних органів (зерна, бульб картоплі й ін.) розраховується з урахуванням параметра, що характеризує частку господарсько-цінної частини урожаю:

$$ПУ = \frac{\eta_n \cdot \sum Q_\phi}{q} \cdot K_{\text{госп}}, \quad (4.1)$$

де ПУ – потенційний урожай посіву (кг/м²); η_n - коефіцієнт корисної дії посіву %; q – калорійність рослин (ккал/кг); $\sum Q_\phi$ - сума фотосинтетично активної радіації за вегетаційний період культури (мДж/м²).

Потенційна урожайність – це абстрактне поняття, тому що не цілком ясно, які метеорологічні умови є ідеальними для формування урожаю культури або сорту. ПУ можна представити як урожай, що формувався в оптимальних умовах водно-теплового режиму. При цьому потенційний ККД залежить від біологічних властивостей культури або сорту, від природної родючості ґрунту і рівня мінерального живлення. Коефіцієнт господарської ефективності урожаю $K_{\text{госп}}$, що виражає відношення кількості сухої фітомаси господарської частини урожаю до кількості загальної сухої фітомаси, залежить від сорту сільськогосподарських культур та від агрометеорологічних умов.

Дійсно можлива урожайність – це максимально можлива урожайність культури або сорту в існуючих метеорологічних умовах. ДМУ відрізняється від ПУ тим більше, чим більше метеорологічні фактори відрізняються від оптимальних. Для території з недостатнім зволоженням його розраховують за формулою:

$$ДМУ = ПУ \cdot \frac{E_\phi}{E_o}, \quad (4.2)$$

де E_ϕ – фактичне випарування (мм); E_o – випарованість (мм). Величина E_ϕ/E_o характеризує вологозабезпеченість конкретної культури.

Незважаючи на деяку абстрактність, поняття ПУ і ДМУ виявляються дуже корисними при вирішенні ряду задач сільськогосподарського виробництва. ПУ - це рівень урожаю, до якого варто прагнути, наближаючи потреби рослин до умов середовища шляхом агротехнічних заходів,

меліорації земель, районування культур і сортів відповідно до клімату і мікроклімату. Підвищити ж рівень ПУ можна шляхом селекції. ДМУ – це рівень урожаю, до якого варто прагнути при програмуванні урожаю.

4.2 Методи оцінки радіаційно-світлових ресурсів територій

Частина спектру сонячного світла, що безпосередньо приймає участь у процесі фотосинтезу рослин, називають фотосинтетично активною радіацією (ФАР). У межах фізіологічної радіації виділяють ФАР з довжиною хвилі 0,38–0,71 мкм. Фотосинтез, що протікає завдяки поглинанню ФАР, є головним фактором отримання урожаю, він формує приблизно 0,8–0,9 його величини.

Для отримання масових даних по $\sum Q$ і $\sum Q_\phi$ за теплий період с температурою повітря вище 10°C ми використовували метод розрахунку, який заснований на встановлених З.А. Міщенко для території України кількісних залежностях між традиційним показником термічних ресурсів у вигляді сум середньодобових температур повітря і сумою сумарної радіації $\sum Q$, сумою ФАР $\sum Q_\phi$ за цей же період і тривалістю сонячного сяння $\sum S_c$ [31].

Аналітичний вираз цих взаємозв'язків разом з відповідними статистичними параметрами, що характеризують їх точність, представлені в табл. 4.1. Коефіцієнти кореляції r між цими показниками клімату коливаються в межах 0,70 – 0,84, тобто вони достатньо великі. Середні квадратичні похибки коефіцієнтів кореляції σ_r і ймовірні помилки малі. Таким чином, по даним про $\sum T_c$ можна розраховувати відповідні значення $\sum Q$ і $\sum Q_\phi$.

Ми провели відповідні розрахунки по трьом областям Полісся. Результати цих розрахунків представлені в табл. 4.2. Проаналізувавши їх, можна зробити наступні висновки.

Теплий період на всій території Полісся починається на початку третьої декади квітня, а саме 22 квітня у Чернігівській та 23 квітня у Житомирській та Волинській областях. Закінчується теплий період на початку жовтня: у Чернігівській області 1 жовтня, В Житомирській – 2 жовтня, а у Волинській 6 жовтня. Таким чином теплий період на території дослідження триває 162 дні (Житомирська та Чернігівська області) та 166 днів (Волинська область).

Таблиця 4.1 – Статистичні параметри рівнянь зв'язку між показниками радіаційно-теплових ресурсів території України [31]

Рівняння	R	σ_r	σ_y	σ_x	S_y
$\sum S_c = 0,330 \sum T_c + 492$	0,79	0,03	201	422	± 147
$\sum Q = 0,583 \sum T_c + 1424$	0,70	0,05	349	422	± 250
$\sum Q_\phi = 0,292 \sum T_c + 712$	0,70	0,05	124	422	± 125

Таблиця 4.2 – Радіаційно-теплові ресурси теплого періоду по території Полісся

Область	Дв	До	$N_{\text{ТП}}$, дні	$\sum T_c > 10^\circ C$	$\sum Q$, МДж/м ²	$\sum Q_\phi$, МДж/м ²
Волинська	23.04	06.10	166	2615	2950	1475
Житомирська	23.04	02.10	162	2585	2930	1470
Чернігівська	22.04	01.10	162	2630	2960	1480

Суми температур за теплий період зростають від 2585°C в Житомирській області до 2615°C у Волинській та 2630°C у Чернігівській.

Таке незначне розходження у сумах температур за теплий період викликає досить несуттєві різниці і у значеннях сумарної сонячної радіації та ФАР. Наприклад, в Житомирській області ΣQ складають 2930 мДж/м², а ΣQ_{ϕ} - 1470. В Чернігівській області ці суми відповідно дорівнюють 2960 і 1480 мДж/м². У Волинській області ΣQ і ΣQ_{ϕ} відповідно дорівнюють 2950 і 1475 мДж/м².

4.3 Агрокліматична оцінка потенційних і дійсно можливих урожаїв картоплі в поліських областях України

В результаті проведеної роботи виявилось можливим дати кількісну оцінку потенційних (ПУ) і дійсно можливих (ДМУ) урожаїв картоплі в областях Полісся. Ці розрахунки проведені для рівнинних земель при різних значеннях ККД сонячної радіації (η): 1,0; 1,5; 2; 2,5% за формулами (4.1) і (4.2).

Ефективність використання сонячної радіації посівами будь-якої сільськогосподарської культури характеризується величиною ККД, який визначається відношенням кількості енергії, яка запасається у продуктах фотосинтезу чи створеній фітомасі урожаю, до кількості радіації, що була використана.

Калорійність чи теплостворююча здатність біомаси рослин – це кількість тепла, яка виділяється при згорянні 1 кг абсолютно сухої біомаси. У випадку картоплі, згідно з [33], при спалюванні 1 кг абсолютно сухої біомаси виділяється 4300 ккал тепла, тобто $q = 4300$ ккал/кг або 18,2 кДж/г.

Для отримання кількісної оцінки господарсько-ефективної частини урожаю картоплі в розрахункові формули введений відповідний коефіцієнт $K_{\text{Госп}}$, що характеризує основну частину врожаю в порівнянні із загальною біомасою.

Таблиця 4.3 – Розподіл потенційних (ПУ) та дійсно-можливих (ДМУ) урожаїв картоплі по областях Полісся

Область	$\sum Q_{фб}$, мДж/м ²	ПУ, ц/га при η , %				$\frac{E_{ф}}{E_0}$	ДМУ, ц/га при η , %			
		1,0	1,5	2,0	2,5		1,0	1,5	2,0	2,5
Волинська	977	135	203	270	338	0,87	117	177	235	294
Житомирська	939	130	195	260	325	0,95	124	185	247	309
Чернігівська	985	136	205	273	341	0,81	110	166	221	276

У середньостиглих сортів на 100 ц бульб приходить у середньому 100 ц картоплиння, тобто співвідношення бульб та картоплиння складає 1;1, або дві частини. При цьому КГОСП=0,5 (1:2), коли визначається маса сухої речовини, або КГОСП=2,5 (0,5:0,20) – маса бульб стандартної вологості. У 100 ц сирої біомаси бульб та картоплиння міститься у середньому 20 ц сухої органічної речовини та 80% води.

Так як потенційний урожай в значному ступені залежить від розподілу сумарної радіації і ФАР, а значення ФАР на досліджуваній території практично не відрізняються, то величини ПУ відповідно по території також суттєво не змінюються (табл. 4.3).

Наприклад, при ККД використання сонячної радіації 1 % у Волинській області, потенційний урожай картоплі дорівнює 135 ц/га. В Житомирській області ПУ дорівнює 130 ц/га, а в Чернігівській - 136 ц/га.

При ККД використання сонячної радіації 2,5 % потенційний урожай картоплі у Волинській області складає 338 ц/га, в Житомирській – 325 ц/га, в Чернігівській 341 ц/га. Таким чином, діапазон розходжень в значеннях потенційних урожаїв по областям Полісся при ККД, що дорівнює 1% та 2,5% складає для Волинської, Житомирської та Чернігівської областей відповідно 203, 195 137 ц/га.

В таблиці 4.4 представлені дані по вологозабезпеченості вегетаційного періоду картоплі. Оскільки до формули (4.2) для розрахунку ДМУ входить відносний показник зволоження або вологозабезпеченість рослин (E_{ϕ}/E_o), для областей, що розглядаються, визначені значення випарованості E_o , які характеризують оптимальне водоспоживання, а також сумарне випарування або фактичне водоспоживання (E_{ϕ}) за вегетаційний період культури.

Існують різні методи визначення випарованості (емпіричні і фізичні). Для розрахунків використовувався біофізичний метод, запропонований О.М. Алпатьєвим.

Таблиця 4.4 – Середні багаторічні показники ресурсів води і вологозабезпеченості вегетаційного періоду картоплі

Область	Посадка	В'янення бадилля	Σr , мм	Σt , °C	$E_{\phi}=\Delta W+\Sigma r$, мм	$E_o=0,65\Sigma d$, мм	$\frac{E_{\phi}}{E_o}$
Волинська	28.04	16.08	258	1860	306	350	0,87
Житомирська	01.05	10.08	262	1815	332	348	0,95
Чернігівська	01.05	14.08	233	1785	290	359	0,81

За основний елемент, що визначає величину випарованості, він вибрав дефіцит вологості повітря, оскільки він, як функція від температури і вологості повітря, є комплексним показником умов сумарного випарування. Другим компонентом в розрахунковому рівнянні є так званий біологічний коефіцієнт випарування (k_6). З врахуванням вказаних закономірностей розрахункова формула має вигляд:

$$E = k_6 \sum d, \quad (4.3)$$

де E_o - випаровуваність (мм); k_6 – біологічний коефіцієнт випарування, прийнятий за 0,65; $\sum d$ - сума дефіцитів вологості повітря, розрахована у мм.

Розрахунки фактичного водоспоживання виконувались за допомогою рівняння водного балансу:

$$E_\phi = \sum r + (W_H - W_K) \quad (4.4)$$

де $\sum r$ - кількість опадів, мм; W_H и W_K – запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на початок і кінець вегетації, мм.

Як видно з таблиці, садіння картоплі відбувається на Поліссі наприкінці квітня – початку травня. Так, у Волинській області картоплю сажають 28 квітня, а у Житомирській та Чернігівській – 1 травня. Фаза в'янення бадилля, після якої картоплю можна збирати, спостерігається наприкінці першої – середині другої декади серпня. Так, у Волинській області бадилля починає в'янути 16 серпня, а у Житомирській та Чернігівській областях – 10 серпня та 14 серпня відповідно.

Найменша кількість опадів протягом вегетаційного періоду картоплі випадає в Чернігівській області – 233 мм. Деяко більша кількість опадів відмічається на території Волинської області і становить 258 мм. У Житомирській області опадів випадає найбільша кількість – 262 мм.

Величина фактичного вологоспоживання (E_{Φ}) картоплі на території західного Полісся становить 306 мм, у центральному Поліссі 332 мм, а у східному – 290 мм. Вологопотреба посадок картоплі на досліджуваній території змінюється несуттєво і становить від 348-350 мм у Житомирській області та на Волині до 359 мм у східному Поліссі.

Встановлено, що величина показника вологозабезпеченості на території Житомирської області найбільша – 0,95, тобто саме у центральному Поліссі посадки картоплі забезпечені вологою найкраще. Волинській області значення цього показника дещо нижче – 0,87, а найменше значення вологозабезпеченості спостерігаються на території Чернігівської області, де E_{Φ}/E_0 дорівнює 0,81. В цілому можна сказати, що посадки картоплі на Поліссі не потерпають від нестачі води.

Таким чином, з врахуванням відносного показника випарування, ми змогли розрахувати значення дійсно можливих урожаїв картоплі по трьох областях Полісся. Результати надаються у таблиці 4.3. Встановлено, що ДМУ зменшується в залежності від умов зволоження території досліджень. При ККД використання ФАР, що дорівнює 1%, 2%, 2,5 % ДМУ картоплі складає в Житомирській області, де показник вологозабезпеченості найвищий, відповідно 124, 247 та 309 ц/га. У Волинській області ці значення дещо менше – 117, 235 та 294 ц/га відповідно. На території Чернігівської області, де показник вологозабезпеченості найменший, ДМУ виявляється найменшим менше і становить 110, 221 і 276 ц/га.

Результати розрахунків по Волинській області представлені у Матеріалах Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників, що відбулася в Уманському національному університеті садівництва [35].

4.4 Порівняльна оцінка ступеня сприятливості клімату для вирощування картоплі

Представляє інтерес порівняльна оцінка урожаїв картоплі різного виду – потенційного, дійсно-можливого і виробничого. З цією метою ми визначили такі характеристики: нестача урожаю, обумовлена тим, що агрометеорологічні умови неідеальні у вигляді різниці (ПУ – ДМУ); коефіцієнт сприятливості клімату (K_C) – чим він вище, тим краще кліматичні умови для вирощування урожаю у конкретному районі; нестача урожаю через неповне використання клімату і недостатньо високий рівень культури землеробства у вигляді різниці (ДМУ – УВ); коефіцієнт ефективності використання кліматичних ресурсів (K_E), що показує, яку долю складає урожай у виробництві від дійсно-можливого урожаю картоплі.

Вищевказані коефіцієнти розраховувались за наступними формулами:

$$K_C = \frac{ДМУ}{ПУ}, \quad (4.5)$$

$$K_E = \frac{УВ}{ДМУ}. \quad (4.6)$$

Результати розрахунків представлені у таблиці 4.5. Оскільки з даних, що надаються у таблиці 4.3 наочно видно, що виробничі посадки картоплі в Поліссі використовують сонячну радіацію з ККД більше одиниці, представляє інтерес порівняння урожаїв картоплі різних агроекологічних категорій на рівні використання ФАР більше цієї межі.

Академік А.О. Ничипорович вважав, що за значеннями ККД посіви поділяються на групи: ті, що звичайно спостерігаються – 0,5-1,5 %, добрі – 1,6-3,0 %, рекордні – 3,1- 5 %. У нашому випадку можна зробити висновок, що нестача урожаю картоплі із-за того, що погодні умови

не ідеальні (тобто різниця між ПУ та ДМУ), складає при η , що дорівнює 1,5, 2,0 і 2,5 % на території Чернігівської області 39, 52 та 65 ц/га, на території Волинської області 26, 35 та 44 ц/га, а на території Житомирської області 10, 13 і 16 ц/га. Тобто, можна сказати, що в Житомирській області потенційні та дійсно-можливі урожаї відрізняються найменше, тобто саме в цій області складаються найбільш сприятливі умови для вирощування картоплі. На території Чернігівської області, де ці різниці найбільші, погодні умови, що складаються, найбільше відрізняються від ідеальних.

Показники рівня культури землеробства (тобто різниця між ДМУ та УВ) також змінюються по території. Так для Волинської області вони складають при η , що дорівнює 1,5, 2,0 і 2,5 % відповідно 31, 89 і 148 ц/га. Це означає, що на цій території рівень культури землеробства найнижчий. Для Житомирської області ці значення дорівнюють відповідно 16, 78 і 140 ц/га. Для Чернігівської області ці значення є найменшими – 7, 62 та 117 ц/га. Це означає, що на цій території рівень культури землеробства найвищий і виробничі врожаї найбільш близькі до дійсно-можливих.

Коефіцієнт ефективності використання кліматичних ресурсів (K_E) змінюється по території дослідження досить суттєво і залежить від ККД використання ФАР. Найменші значення його спостерігаються у Волинській області і складають при η , що дорівнює 1,5, 2,0 і 2,5 % відповідно 0,82, 0,62 і 0,50 %. У Житомирській області рівень ефективності використання кліматичних ресурсів вище і K_E складає відповідно до значень ККД 0,91, 0,68 і 0,55 %. Найвищі значення K_E спостерігаються у Чернігівській області і складають при η , що дорівнює 1,5, 2,0 і 2,5 % відповідно 0,96, 0,72 і 0,58 %.

На рисунках 4.1 та 4.2 надаються результати співставлення виробничих, потенційних та дійсно-можливих урожаїв картоплі по досліджуваній території для різних значень ККД ФАР.

Можна бачити, що за умов ККД=1% виробничі урожаї картоплі у Поліссі перевищують потенційні та дійсно-можливі.

Таблиця 4.5 – Кількісна оцінка ступеня сприятливості клімату та ефективності його використання для отримання урожаїв картоплі у Поліссі

Область	УВ, ц/га	ПУ-ДМУ при η , %				ДМУ- УВ при η , %				К _Е при η , %				К _С
		1,0	1,5	2,0	2,5	1,0	1,5	2,0	2,5	1,0	1,5	2,0	2,5	
Волинська	146	18	26	35	44	-29	31	89	148	1,25	0,82	0,62	0,50	0,87
Житомирська	169	6	10	13	16	-45	16	78	140	1,36	0,91	0,68	0,55	0,95
Чернігівська	159	26	39	52	65	-49	7	62	117	1,45	0,96	0,72	0,58	0,81

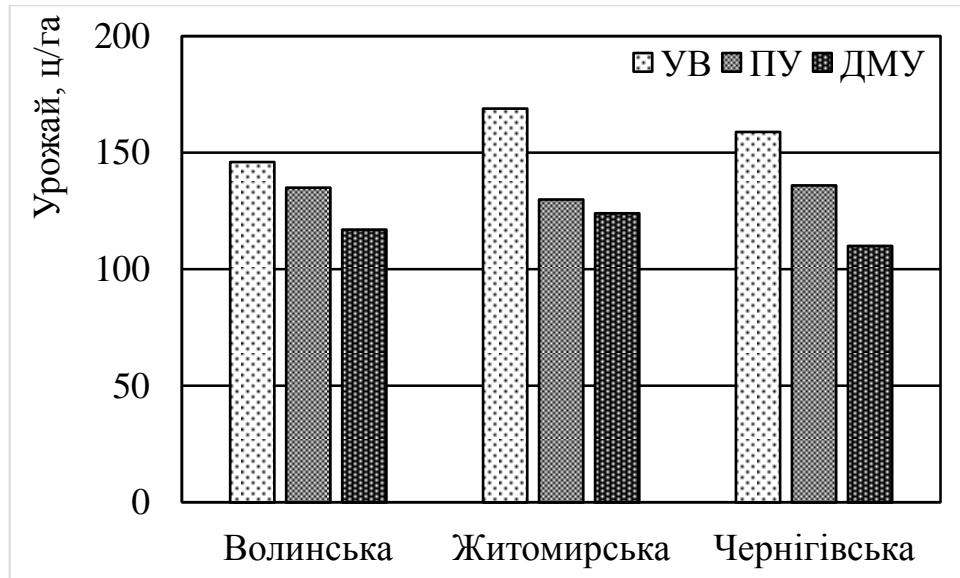


Рисунок 4.1 – Порівняння еталонних урожаїв картоплі по областях українського Полісся за умов, що ККД ФАР становить 1%

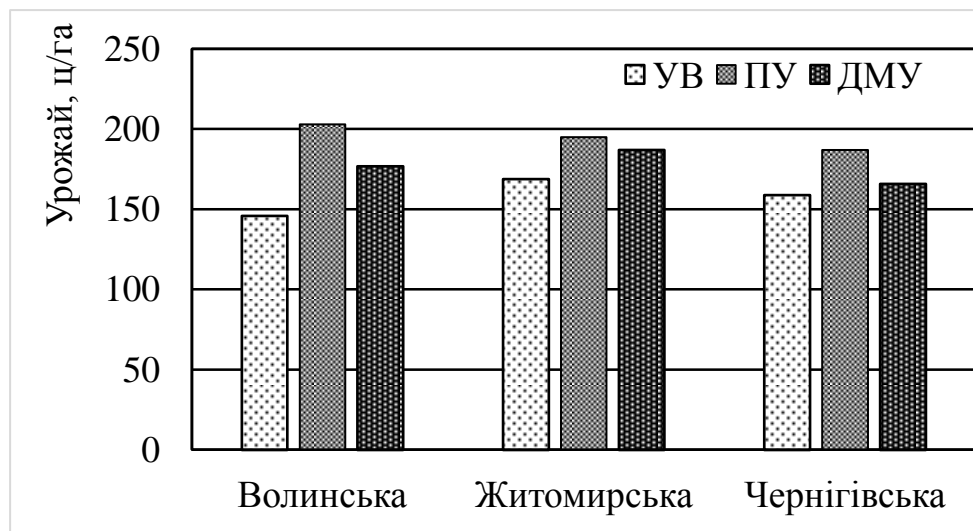


Рисунок 4.2 – Порівняння еталонних урожаїв картоплі по областях українського Полісся за умов, що ККД ФАР становить 1,5%

Також можна бачити, що саме в Житомирській області ПУ та ДМУ найбільш близькі за величинами, що ще раз свідчить про те, що умови вологозабезпеченості посадок картоплі у цій області найкращі. За умов $ККД=1,5\%$ виробничі урожаї картоплі у Поліссі менше за потенційні та дійсно-можливі. Тобто можна сказати, що $ККД$ використання ФАР у поліських областях посадками картоплі знаходиться у межах більше 1% та менше 1,5%.

Коефіцієнт сприятливості клімату для вирощування картоплі на території трьох областей Полісся пов'язаний із ресурсами зволоження вегетаційного періоду культури. Найменші значення K_C характерні для Чернігівської області, де спостерігаються найменший показник вологозабезпеченості.

На території Полісся посадки картоплі використовують ФАР з $ККД$ не вище 1,4%, тобто також можна сказати, що великий потенціал цієї цінної культури тут використовується далеко не повністю.

Отже, ще є величезний резерв для отримання більш високих урожаїв картоплі у відповідності з біокліматичним потенціалом території Полісся. Цілком можливо підвищення $ККД$ використання ФАР посівами за рахунок створення посівів з оптимальною структурою та високими показниками фотосинтетичної діяльності листя, внесення мінеральних добрив та гною, підтримки верхніх шарів ґрунту у пухкому стані протягом всієї вегетації, дотримання правил сівозміни та вдосконалення технології вирощування.

ВИСНОВКИ

1. За допомогою методу гармонійних зважувань були проаналізовані часові ряди урожайності картоплі на території трьох областей Полісся України: Волинської, Житомирської та Чернігівської за період з 1995 по 2021 роки.

В трьох досліджуваних областях спостерігається чітка закономірність – поступовий ріст трендової компоненти з початку досліджуваного періоду до 2013-2014 рр., що свідчить про підвищення та стабілізацію рівня культури землеробства у ці роки. Однак, протягом останніх років в усіх областях спостерігається зменшення трендової компоненти. Це свідчить про погіршення культури землеробства при вирощуванні картоплі, тому тенденція, визначена за методом гармонійних зважувань, по всій території є від’ємною.

У Волинській області тенденція складає -0,4 ц/га, в Житомирській – 0,6 ц/га, а в Чернігівській – 0,1 ц/га. Середній урожай картоплі за двадцять сім років у Волинській області становить 146 ц/га., в Житомирській – 169 ц/га, в Чернігівській - 159 ц/га. Незважаючи на підвищення культури землеробства, залежність урожаю від клімату на території досліджень залишається в усі роки значною, про що свідчить наявність додатних та від’ємних відхилень від лінії тренду.

2. Для визначення міжрічної мінливості урожаю картоплі для трьох областей Полісся був застосований метод Алексєєва.

У Волинській області урожаї картоплі порядку 170 ц/га отримують з ймовірністю 5 % (тобто раз в двадцять років), в трьох роках з десяти отримують урожай 155 ц/га (ймовірність 30%), а щорічно тут забезпечені лише урожаї порядку 100 ц/га.

У Житомирській області урожаї картоплі порядку 220 ц/га отримують з ймовірністю 5 %, в трьох роках з десяти отримують урожаєм 190 ц/га, а щорічно тут забезпечені лише урожаї порядку 95 ц/га.

У Чернігівській області урожаї картоплі порядку 205 ц/га отримують з ймовірністю 5 %, в трьох роках з десяти отримують урожаєм 180 ц/га, а щорічно тут забезпечені лише урожаї порядку 105 ц/га.

3. Використовуючи формули, запропоновані З.А. Міщенко, були розраховані суми сумарної та фотосинтетично-активної радіації на території трьох областей Полісся.

4. Була дана кількісна оцінка потенційних (ПУ) і дійсно можливих (ДМУ) урожаїв картоплі для трьох областей. При ККД використання сонячної радіації 1 % у Волинській області, потенційний урожай картоплі дорівнює 135 ц/га. В Житомирській області ПУ дорівнює 130 ц/га, а в Чернігівській - 136 ц/га.

5. Були розраховані показники вологозабезпеченості вегетаційного періоду картоплі (E_{ϕ}/E_0). З врахуванням показника вологозабезпеченості були розраховані значення ДМУ. Проаналізувавши дані про ДМУ картоплі, можна сказати, що за рахунок достатньої вологозабезпеченості дійсно можливі урожаї картоплі по території Полісся є досить сталими і не суттєво змінюються по території. Можна зробити висновок, що в даний час при вирощуванні картоплі у виробничих умовах ККД використання сонячної радіації для формування врожайності знаходиться на рівні 1,2-1,4%, що зовсім не відповідає потенційним можливостям культури.

Отже, у Поліссі є резерв для отримання більш високих урожаїв картоплі відповідно до біокліматичного потенціалу території. Цілком можливо підвищення ККД використання ФАР посівами за рахунок створення посівів з оптимальною структурою та високими показниками фотосинтетичної діяльності листя, внесення мінеральних добрив та гною, підтримки верхніх шарів ґрунту у пухкому стані протягом всієї вегетації, дотримання правил сівозміни та вдосконалення технології вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Онопрієнко І.М. Стан та перспективи розвитку регіонального картоплярства. Глобальні та національні проблеми економіки. 2016. Вип. 9. С. 497-500.
2. Картопля / [В.А. Вітенко, В.С. Куценко, М.Ю. Власенко та ін.]; за ред. В.А. Вітенка, В.С. Куценка, М.Ю. Власенка. Київ: Урожай, 1990. 256 с.
3. Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д. Картофель. Монографія. Минск: ЧУП "Орех", 2004. 465 с.
4. Рожков А.О., Огурцов Є.М. Рослинництво: навч. посібник. Харків: Тім Пабліш Груп, 2017. 363 с.
5. О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко Рослинництво: Підручник. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
6. Рудь В.П., Муравйова О.В., Сидора В.В. Проблеми розвитку ринку картоплі в Україні. Овочівництво і баштанництво. 2015. Вип. 61. С. 193-199.
7. Федуняк І.О. Інтенсифікація шляхів переробки картоплі в основних харчових напрямках. Агросвіт. 2014. № 7. С. 28-31.
8. Природні комплекси рівнин України. Освітній портал "Академія"
<http://academia.in.ua/?q=node/2843http://zno.academia.in.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=2442>
9. Мольчак Я.О., Мисковець І.Я., Мисковець О.І. Природно-екологічний стан Волині. Наукові записки СумДПУ імені А.С.Макаренка. Географічні науки. 2018. Вип. 9. С. 56-62. DOI: doi.org/10.5281/zenodo.1218330
10. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Волинській області за 2020 рік. Управління екології та природних ресурсів Волинської обласної державної адміністрації. Режим доступу <https://voladm.gov.ua/article/regionalna-dopovid-pro-stan-dovkilliya/>

11. 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.
12. Агрокліматичний довідник по Житомирській області (1986–2005 рр.) / за ред. Чемериса Л.А. та Мяснікової Л.М. Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. 121 с.
13. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Житомирській області за 2020 рік. Управління екології та природних ресурсів Житомирської обласної державної адміністрації. Режим доступу <https://eprdep.zht.gov.ua/Regionalna%20dopovidj%202021.pdf>
14. Куян В.Г., Євтушок І.М., Марцинівський М.В. Стан земельних ресурсів Житомирщини та шляхи оптимізації їх використання. Вісник ЖНАЕУ. Серія Рослинництво, плодоовочівництво та кормовиробництво. 2016. Вип. 1(53). Т.1. С. 140-152.
15. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Чернігівській області за 2020 рік. Управління екології та природних ресурсів Чернігівської обласної державної адміністрації. Режим доступу <http://eco.cg.gov.ua/index.php?id=15801&tp=1&pg>
16. Пархоменко О., Ашихміна А. Сучасний стан та шляхи покращення родючості ґрунтів Чернігівської області. Збірник наукових праць ЛОГОС. 2020. Р. 41-42. <https://doi.org/10.36074/11.12.2020.v5.13>
17. В. Влох, І. Дудар, О. Литвин. Формування урожайності бульб картоплі залежно від сортових особливостей. Вісник Львівського національного університету: агрономія. 2013. №17 (2). С. 8-11.
18. Соколовська І. М. Формування фотосинтетичного потенціалу картоплі в складних умовах вегетації 2017 року. Картоплярство. 2019. Вип. 44. С. 143-150.
19. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Шибанін В.С., Бабенко Д.В., Дробітько А.В., Федорчук М.І. Агрометеорологія. Навчальний посібник. Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв, 2019. 436 с.

20. Харченко Ю.В., Чигрин А.В., Бондус Р.О. Вивчення стійкості зразків картоплі до біотичних і абіотичних чинників в умовах Устимівської дослідної станції рослинництва. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2009. № 1. С. 34-42.
21. Бондарчук А.А. Виродження картоплі та прийоми боротьби з ним. Біла Церква: БДАУ, 2007. 104 с.
22. В.А. Колтунов, Т.В. Данілкова, Н.І. Войцешина, В.В. Бородай Ріст, розвиток і врожайність картоплі залежно від метеорологічних умов вирощування і строку садіння. Картоплярство. 2011. Вип. 40. С. 212-223.
23. Марценюк Я., Лященко С., Рустамова О., Захарчук Н. Вплив агротехнічних прийомів на ріст і розвиток рослин картоплі. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників. Умань. 18 травня 2022 р. Умань: ВПЦ «Візаві», 2022. С. 38-40.
24. Які сорти картоплі найкраще садити на Волинському Поліссі? Режим доступу <https://ogo.ua/articles/view/2015-09-19/67395.html>
25. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні 2022 р. Сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України. Режим доступу <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>
26. Строяновський В.С. Формування продуктивності картоплі різних груп стиглості залежно від способів садіння в Лісостепу Західному: дис. ... канд. сільськогосп. наук: 06.01.09 – рослинництво12.00.03. Кам'янець-Подільський, 2016. 214 с.
27. Сайт статистичного управління Волинської області. Режим доступу <http://www.lutsk.ukrstat.gov.ua/>
28. Сайт статистичного управління Житомирської області. Режим доступу <http://www.zt.ukrstat.gov.ua/>
29. Сайт статистичного управління Чернігівської області. Режим доступу <http://www.chernigivstat.gov.ua/>

30. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є. Практикум з сільськогосподарської метеорології. Одеса: ТЕС, 2001. 400 с.
31. Мищенко З.А. Агроклиматология: учебник. Киев: КНТ, 2009. 512 с.
32. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. 264 с.
33. Зінченко О.І. Програмування врожайності сільськогосподарських культур: підручник. Умань: УНУС, 2015. 310 с.
34. Харченко В.О. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур / за редакцією Ушкаренка В.О. Суми: Університетська книга, 2003. 295 с.
35. Вольвач О.В., Лебеденко А.В. Агроекологічна характеристика еталонних врожаїв картоплі на території Волинської області. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників. Умань. 18 травня 2022 р. Умань: ВПЦ «Візаві», 2022. С. 15-16.