

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра агрометеорології та агроєкології

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ AGROCLIMATIC CONDITIONS OF GROWING POTATOES IN THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE IN THE ZHYTOMYR OBLAST

Виконав: студент 2 курсу денної форми навчання
спеціальності 103 «Науки про Землю»
Освітньо-професійна програма Агрометеорологія

Стоянов Денис Миколайович

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник к. геогр. н., доц. Кирнасівська Н.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент к. геогр. н., доц. Галіч Є.А.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
агрометеорології та агроєкології
№ від . . 2024 р.

Завідувачка кафедри
Оксана ВОЛЬВАЧ
(підпис) (прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № 3
протокол № від . . 2024 р.

Оцінка / /
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

Віктор СИТОВ
(підпис) (прізвище, ім'я)

Одеса 2024

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу

Стоянова Дениса Миколайовича

на тему: «Агрокліматичні умови вирощування картоплі в умовах зміни клімату в Житомирській області»

Картоплярство займає важливе місце в сільському господарстві країни. Для України картопля є одним з основних продуктів харчування. Це найважливіша продовольча, кормова і технічна культура. Однак в останні роки спостерігається значне зниження обсягів виробництва картоплі. У 2023 році посівні площі під картоплею в усіх категоріях господарств зменшилися на 0,8 % – до 1308,9 тис. га.

Продуктивність картоплі істотно обумовлена не тільки біологічними особливостями сорту і ґрунтово-кліматичними умовами, а й агротехнічними прийомами, такими як терміни, глибина, густота і способи посадки, мінеральні добрива. В умовах помірно континентального клімату України вивчення впливу агрокліматичних факторів на врожайність картоплі є актуальним.

Сьогодні картопля - один з найважливіших джерел живлення людини і годування тварин. Вона займає п'яте місце в світі серед джерел енергії в харчуванні людини після пшениці, кукурудзи, рису і ячменю. Основна цінність картоплі, заради чого вона і обробляється - це бульба.

Кваліфікаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури. Загальний обсяг складає 53 сторінки, містить 12 рисунків, 3 таблиці, список використаної літератури складається з 32 найменувань.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: картопля; фотосинтез, температура, вологозабезпеченість, урожайність.

ANNOTATION

for the qualification work

Stoyanov Denis Nikolaevich

on the topic: "Agroclimatic conditions of growing potatoes in the conditions of climate change in the Zhytomyr oblast"

Potato growing occupies an important place in the country's agriculture. For Ukraine, potatoes are one of the main food products. This is the most important food, fodder and industrial crop. However, in recent years there has been a significant decrease in potato production. In 2023, the area sown under potatoes in all categories of farms decreased by 0.8% - to 1308.9 thousand hectares.

Potato productivity is significantly determined not only by the biological characteristics of the variety and soil and climatic conditions, but also by agrotechnical techniques, such as timing, depth, density and methods of planting, mineral fertilizers. In the conditions of the moderately continental climate of Ukraine, the study of the influence of agroclimatic factors on potato yield is relevant.

Today, potatoes are one of the most important sources of human nutrition and animal feed. They rank fifth in the world among energy sources in human nutrition after wheat, corn, rice and barley. The main value of potatoes, for which they are cultivated, is the tuber.

The qualification work consists of an introduction, four chapters, conclusions, and a list of used literature. The total volume is 53 pages, contains 12 figures, 3 tables, and the list of used literature consists of 32 items.

KEYWORDS: potatoes; photosynthesis, temperature, moisture availability, yield.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ І АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	7
1.1 Характеристика географічних умов Житомирської області.....	7
1.2 Агрокліматична характеристика Житомирської області	9
1.3 Ґрунти Житомирської області.....	12
РОЗДІЛ 2 БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КАРТОПЛІ.....	14
2.1 Ботанічна характеристика картоплі	14
2.2 Відношення картоплі до тепла.....	19
2.3 Відношення картоплі до вологи.....	19
2.4 Відношення картоплі до світла.....	19
2.5 Відношення картоплі до ґрунтів	20
2.6 Характеристика шкідників та хвороб картоплі	24
2.7 Аналіз сортів картоплі.....	26
РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ПРОДУЦІЙНИЙ ПРОЦЕС КАРТОПЛІ В ЗВ'ЯЗКУ ЗІ ЗМІНОЮ КЛІМАТУ.....	28
3.1 Сучасний стан моделювання продуктивності картоплі	28
3.2 Оцінка впливу агрокліматичних умов на продуктивність картоплі в зв'язку зі зміною клімату	38
3.3 Комплексні оцінки агрокліматичних ресурсів.....	45
4 ПРОСТОРОВО-ТИМЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ ПРОДУЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ КАРТОПЛІ.....	43
4.1 Оцінка мінливості врожайності сільськогосподарських культур.....	43
4.2 Динаміка врожайності картоплі.....	45
ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	50

ВСТУП

Актуальність теми. Картопля є однією з найважливіших сільськогосподарських культур. Завдяки вмісту в бульбах крохмалю, білка високої якості та вітамінів він є виключно важливим продуктом харчування людини. Його по праву називають другим хлібом. У бульбах картоплі міститься велика кількість крохмалю, вітаміну В1, В2, В6, РР, К, тому він вважається важливим продуктом харчування для людини.

Незважаючи на велике народногосподарське значення картоплі, вивченню фізіології цієї культури приділено набагато менше впливу, ніж фізіології зернових культур та цукрових буряків. На думку ряду фахівців, картопля стає рентабельною культурою лише при отриманні врожаю понад 200 ц/га.

Фотосинтез картоплі має високу потенційну інтенсивністю (близько 100 мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2/\text{год}$), яка може бути реалізована за оптимальних зовнішніх умов. Проте реальна інтенсивність фотосинтезу картоплі в польових умовах зазвичай не перевищує 10-20 мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2/\text{год}$.

Без попереднього вивчення нових сортів картоплі їх не можна рекомендувати виробництву. У селекційній роботі новий сорт оцінюється, передусім, з погляду виробничої цінності.

Вивченню анатомо-морфологічних особливостей та фізіологічних процесів, як правило, приділяється другорядне значення. Отримання наукових даних, що пояснюють взаємозв'язок між сортовими ознаками та рівнем фізіологічних процесів, важливо у селекційній роботі та рекомендації нових сортів до виробництва.

Мета дослідження. Оцінити вплив агрокліматичних умов на продукційний процес картоплі в умовах зміни клімату в Житомирській області.

Задачі дослідження:

- охарактеризувати фізико-географічне районування та агрокліматичні умови Житомирської області;
- дати характеристику біологічним особливостям картоплі та її вимогам до факторів навколишнього середовища, вимогам до ґрунтів, охарактеризувати шкідники та хвороби, дати характеристику сучасним сортам картоплі;
- проаналізувати вплив агрокліматичних умов на продукційний процес картоплі в Житомирській області в умовах зміни клімату;
- проаналізувати динаміку врожайності картоплі та дати оцінку правильності вибору тренду урожайності картоплі в Житомирській області.

Об'єкт дослідження. Посадки картоплі в Житомирській області.

Предмет дослідження. Продукційний процес картоплі в умовах зміни клімату в Житомирській області.

Методи дослідження. Була надана оцінка впливу зміни клімату на продукційний процес картоплі. Для дослідження використовувались середньо багаторічні дані агрокліматичних показників та дані за кліматичним сценарієм RCP4.5 та «модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового».

Наукова новизна отриманих результатів:

- проаналізовано шляхом порівняння середньо багаторічних показників з сценарними даними вплив агрокліматичних ресурсів стосовно до продуктивності картоплі в Житомирській області в умовах зміни клімату.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ І АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Характеристика географічних умов Житомирській області

Житомирська область є південно-західною частиною великої зони змішаних лісів, що тягнеться місцями до 60° північної широти. За стародавніми і сучасними річковими долинами ландшафти області проникали в лісостепову зону. Порівняно слабо південний кордон Житомирської області проявляється в Придніпровській частині.

Адміністративним центром Житомирської області є місто Житомир. Загальна кількість населення області складає 1215,5 тис. осіб. Загальна площа області складає 29,91 тис. км² (рис. 1.1):

Житомирська область поділяється на 4 райони.

1. Бердичівський район. В склад району входить 10 громад. Площа району складає 3,26 тис. км². Населення – 169,3 тис. осіб.

2. Житомирський район. В склад району входить 29 громад. Площа району складає 10,11 тис. км². Населення – 611,2 тис. осіб.

3. Коростенський район. В склад району входить 12 громад. Площа району складає 10,98 тис. км². Населення – 254,7 тис. осіб.

4. Новоград-Волинський район. В склад району входить 13 громад. Площа району складає 5,56 тис. км². Населення – 180,3 тис. осіб.

Характерними рисами природних умов Житомирської області є низинний рельєф, високий рівень ґрунтових вод, позитивний баланс вологи, значне поширення соснових лісів з домішкою широколистяних порід. Для Житомирської області характерна велика мозаїчність природних комплексів, що значно ускладнює господарське використання території [1,2].



Рисунок 1.1 – Адміністративна карта Житомирської області.

Головна причина своєрідності і мозаїчності природи Житомирської області полягає в його походженні і розвитку протягом антропогенного (четвертинного) періоду. На схід від Житомирської області на тих же широтах панують лісостепові ландшафти, що розвиваються в інших фізико-географічних умовах.

Західна частина Житомирської області розташована в північній частині Галицько-Волинської западини і на Поліському масиві, середня частина на північному заході Українського кристалічного щита і на його схилах, східна

Нові райони / повіти:

1. **БЕРДИЧІВСЬКИЙ** – 10 громад
(центр м. Бердичів – 74,9 тис. осіб)
населення – 169,3 тис. осіб,
площа – 3,26 тис. км²
2. **ЖИТОМИРСЬКИЙ** – 29 громад
(центр м. Житомир – 263,2 тис. осіб)
населення – 611,2 тис. осіб,
площа – 10,11 тис. км²
3. **КОРОСТЕНСЬКИЙ** – 12 громади
(центр м. Коростень – 63,4 тис. осіб)
населення – 254,7 тис. осіб,
площа – 10,98 тис. км²
4. **НОВОГРАД-ВОЛИНСЬКИЙ** – 13 громад
(центр м. Новоград-Волинський – 56,2 тис. осіб)
населення – 180,3 тис. осіб,
площа – 5,56 тис. км²

частина - в Дніпровсько-Донецькій западині. У межах кожної геоструктурної області ландшафти Житомирської області мають свої особливості [3, 4].

У сучасному рельєфі Житомирської області найбільш характерними є річкові долини, зандрові, моренно-зандрові і моренні рівнини. В окремих районах розвинений моренно-горбистий, рельєф корінних (докембрійських) порід, карстові і ерозійні освіти.

1.2 Агрокліматична характеристика в Житомирській області

Клімат Житомирської області помірно-континентальний.

Житомирська область ділиться на дві зони: Полісся (Північна частина області) і Лісостепова зона (Південна частина області) (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Природно-кліматичні зони Житомирської області.

При проведенні сільськогосподарських робіт потрібно враховувати, що землі області за механічним складом легкі, затримують погано вологу, що призводить до зниження рівня ґрунтових вод та до висушування ґрунтів.

Кількість опадів за рік в середньому випадає від 570 до 650 мм (рис. 1.3). Затяжні дощі часто спостерігаються в червні і липні.



Рисунок 1.3 – Кількість опадів в Житомирській області.

В Житомирській області весна затяжна Літо тепле, дощове. В деякі роки значної шкоди сільському господарству приносить град.

Перехід від літа до осені поступовий. Перша половина осені тепла, друга - похмура.

Зима в Житомирській області в західній половині Житомирської області м'яка, а в східній - більш сувора. Танення снігу відбувається під час відлиг і часто до повного зникнення з періодичною повторюваністю і це може призвести до утворення крижаної кірки, негативно позначається на озимих посівах. Іноді взимку опади випадають у вигляді дощу [5].

Тривала весна, вологе і тепле літо, невеликі коливання температури, достатня кількість опадів, відсутність суховіїв, м'яка, сніжна зима - все це створює сприятливі умови для сільського господарства. Окремі негативні агрометеорологічні явища (перезволоження в окремі роки, заморозки, град та ін.) Необхідно враховувати при веденні сільського господарства.

Кліматичні умови Житомирської області та її рельєф обумовлюють значну обводненість території. Воно має густу річкову мережу.

Будова поверхні області, кліматичні, гідрологічні та гідрогеологічні умови викликали значне заболочування і обводнення території. В головні водні артерії – Дніпро і Прип'ять з навколишніх пагорбів стікає велика кількість води через густу мережу малих річок (рис. 1.4).



басейн Дніпра

→ мішане живлення з переважанням снігового

Рисунок 1.4 – Річкова мережа в Житомирській області.

Водний режим Житомирської області характеризується тривалою весняною повінню. Весняний максимум спостерігається в кінці березня, або на початку квітня.

В Житомирській області зустрічаються долинні, карстові і льодовикові озера. В Житомирській області є значна кількість дрібних озер і ставків, які можуть бути значно ширше використані для розвитку ставкового рибного господарства [3].

Житомирська область багата підземними водами. Кількість водоносних горизонтів, їх глибина залягання і режим знаходяться в тісному зв'язку з геологічною будовою, рельєфом і кліматом. Кожна геоструктурна область характеризується своїми гідрогеологічними умовами. Підземні води частково живлять річки, а також сприяють заболочуванню Житомирської області.

Утворення боліт в Житомирській області і обумовлено всім комплексом фізико-географічних умов і в першу чергу характером рельєфу, кліматичними

умовами, гідрографічними і гідрологічними особливостями, близьким заляганням до поверхні ґрунтових вод.

1.3 Ґрунти Житомирської області

Ґрунти Житомирської області сформовані більшістю на бескарбонатних відкладах. Зональними типами ґрунтів є дерново-підзолисті і чорноземи (рис. 1.5). Також тут зустрічаються сірі лісові, лучні та торфово-болотні ґрунти. Характерною особливістю ґрунтів Житомирської області є велика строкатість і мозаїчність, яка полягає в тому, що окремі різниці ґрунтів не займають суцільних великих площ, а часто змінюються іншими.



Рисунок 1.5 – Ґрунти в Житомирській області.

Найбільш поширені дерново-слабопідзолисті ґрунти та дерново-середньопідзолисті ґрунти. Значні площі дерново-слабопідзолистих ґрунтів зайняті під лісами.

Родючими ґрунтами Житомирської області є дерново-середньопідзолисті ґрунти та чорноземи. Сірі лісові ґрунти зустрічаються в Житомирській області окремими масивами в місцях поширення лесовидних суглинків. Найбільші масиви відомі в районі Житомира. Для підвищення якості цих ґрунтів

рекомендується вносити органічні (гній, торфокомпост) і мінеральні (в основному - калійні і фосфорні) добрива [3, 4].

Значний вплив на природну рослинність Житомирської області справила діяльність людини. Ліси в межах Українського Полісся займають зараз близько 30% його території, орні землі - понад 30%, сінокоси-12%, вигони і пасовища - 6%, болота - близько 4% території.

В Житомирській області різноманітний тваринний світ та птахів. В озерах та річках Житомирської області є більше 30 видів риб і серед них мають промислове значення: короп, лящ, сом, карась, щука, окунь, судак і ін. Серед шкідників польових культур поширені: дротянка, люпиновий довгоносик, конопляна блоха, тля [3, 4].

З короткої характеристики окремих компонентів природи Житомирської області видно його неоднорідність і значну різноманітність природних умов.

2 БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КАРТОПЛІ

2.1 Ботанічна характеристика картоплі

Картопля - вид багаторічних бульбоносних трав'янистих рослин з роду Пасльон (*Solanum*) сімейства Пасльонові (*Solanaceae*). У природних умовах зустрічається близько 10 різновидів виду картопля.

Картопля – багаторічна трав'яниста рослина з річним циклом завершення утворення всіх морфологічних структур та органів.

Багаторічність картоплі реалізується через здатність до утворення органів, що тимчасово відпочивають - бульб. Еволюційно бульби виникли як органи поновлення вегетації після завершення зимового спокою. Реалізація даної біологічної функції бульб можлива завдяки їх двокомпонентності: бульба одночасно є вмістищем запасних поживних речовин і органом, на якому зосереджені вегетативні бруньки, що дають початок новим пагонам. При цьому бруньки, що розростаються, формуючи пагони, використовують запасні поживні речовини бульби.

Картоплі властиві три природні способи розмноження: за допомогою ботанічного насіння та вегетативно, за допомогою бульб та за допомогою відкиднів.

Ботанічне насіння проростає зародковим корінцем, що формує стрижневу кореневу систему. Проростання зародкової бруньки та розвиток пагону завершуються виносом на поверхню ґрунту сім'ядолі. Сходи сіянців представлені стрижневим коренем, підсім'ядольним коліном, сім'ядольним листям і вегетативною брунькою між цими листочками [6, 7].

Формування надземної частини рослини (листя, міжвузля стебла) відбувається за рахунок життєдіяльності верхівкової вегетативної бруньки до

перетворення її на генеративну. У міру зростання рослини з бічних вегетативних бруньок, що утворюються в пазухах нижніх справжніх і особливо сім'ядольних листків, починають рости бічні пагони – столони, верхівки яких «вбурюються» в ґрунт і там утворюють бульби.

Ботанічним насінням картопля розмножується в умовах її природного росту, а також у селекційній практиці.

При розмноженні картоплі бульбами нові рослини формуються з вегетативних бруньок, що утворюються в вічках бульби.

Підземна частина осьового пагону складається з 7-10 вузлів та міжвузлів. Зазвичай три найнижчі міжвузля гранично вкорочені і розміщуються практично в одній площині, формуючи донну частину пагону, що спирається на материнську бульбу. Довжина міжвузлів, розташованих вище, особливо шостого, сьомого, залежить від товщі ґрунту над материнською бульбою. При дрібному його заляганні ці міжвузля укорочені, при глибокому витягнуті. Загальна кількість міжвузлів підземної частини стебла, навіть за значних відмінностях глибини розміщення у ґрунті насінневих бульб, мало змінюється.

Кожен із вузлів підземної частини стебла несе низовий покриваючий лускатий листочок, у пазусі якого закладаються вегетативні бруньки, що згодом формують столони [6, 7].

Верхівка столону розростається у бульбу. Число основних столонів відповідає числу вузлів на підземній частині стебла. У деяких сортів картоплі в пазусі лускатого листочка може утворитися ще один або навіть два столони. Крім того, столони здатні розгалужуватися. Таким чином зростає кількість утворень, здатних до формування бульб. Проте бульби зазвичай утворює приблизно половина нормально розвинених столонів. Інша половина столонів, залишаючись у резерві, може виконувати й інші, крім бульбоутворюючих, функції. Наприклад, при пошкодженні, особливо загибелі надземної частини головного пагону (це може статися в результаті заморозку) один або кілька столонів цього пагону змінюють характер розвитку, набуваючи властивостей

лідера. Вийшовши на поверхню ґрунту, вони заміщають загиблий осьовий пагін.

Над лускатим листочком із брунькою або столоном у пазусі підковоподібно розміщуються пристолонні корені. Кількість їх у кожного вузла становить 2-6. Взяті разом пристолонні коріння всіх вузлів підземної частини стебла створюють кореневу систему мичкуватого типу. Поряд з пристолонним корінням, що утворюється у вузлах підземної частини осьового пагону, у вузлах самих столонів утворюються столонні корені. Зазвичай по два (до чотирьох) у кожного вузла.

Надземна частина стебла, залежно від виду та сорту, складена 6-18 вузлами. Переважають сорти із 14–18 вузлами. Листя нижніх вузлів прості; листя, розташовані вище по стеблі, розсічені, складні. У пазусі верхнього листа формується квітконос, що несе суцвіття, що вінчає верхню частину стебла. Вегетативні бруньки, розташовані в пазухах нижніх, іноді навіть середніх листків формують надземні пагони, або пагони заміщення, моноподіального типу, кількість вузлів на яких зазвичай відповідає числу вузлів осьового пагону за вирахуванням кількості вузлів, розташованих нижче за цей вузл. Якщо ці пагони добре розвинені, вони можуть утворювати квітки і розгалужуватися у верхній частині так само, як осьовий пагін.

Стебло картоплі – трав'янисте, на поперечному розрізі, як правило, ребристе, три-, рідко чотиригранне [8].

Число стебел куща залежить від кількості вічок, що проросли на материнському клубні, що, у свою чергу, пов'язано з особливостями сортів, режимом зберігання, крупністю бульб. Зазвичай кущ картоплі буває сформований трьома-п'ятьма стеблами.

Забарвлення стебла – чисто-зелене або антоціанове різного ступеня виразності.

Ширина - вузькі (0,5-1,0 мм), середньої ширини (1,1-2,0 мм), широкі (2,1-3,5 мм).

Розгалуження в нижній частині осьового пагону – відсутнє, слабке, помірне, сильне.

Розгалуження у верхній частині пагону – симподіальне розгалуження відсутнє, обмежується першим ярусом, утворює два і більше ярусів симподіального розгалуження.

Лист картоплі - складний, уривчасто-непарноперисторозсічений. Складається з черешка, що переходить у стрижень.

Із загальних ознак листа зазначають такі:

1. Довжина – короткий (9–15 см), середньої довжини (16–21 см), довгий (22–40 см).
2. Кріплення (становище) по відношенню до стебла – під гострим кутом, під прямим кутом.
3. Кількість бічних часток (пар) – мало (4–5), багато (6–8).
4. Жилкування – різке, слабке.
5. Опущення – сильне, слабке.
6. Забарвлення – світло-зелене, темно-зелене.
7. Антоціанове забарвлення – відсутнє, є.
8. Блиск листя – матовий, глянсовий.
9. Довжина черешка – короткий, середньої довжини, довгий.

За формою суцвіття бувають компактними (зімкнутими), коли квітки сидять на коротких квітконіжках, або розлогими, коли квітки сидять на довгих квітконіжках.

Квітконіжки, як правило, пігментовані, рідко зелені, без антоціанового забарвлення. Кількість суцвіть на кожному стеблі залежить від здатності сорту до розгалуження картопля утворює мало ярусів суцвіть (1–2), багато (3–5), іноді до 6. Розкриттю квітки передує утворення бутонів. За формою їх ділять на округлі, овальні та подовжені [7, 8].

Форма бутона залежить від форми і довжини пильовиків.

Квітка картоплі п'ятірчастого типу.

Вона складається з чашечки з п'ятьма чашолистками, віночка з п'ятьма зрослими частками, п'яти тичинок з короткими нитками та довгими пильовиками, маточка, що складається із зав'язі, стовпчика і приймочки. Віночок може бути маленьким (радіус 13-16 мм), середньої величини (радіус 16,1-18 мм) та великим (радіус понад 18 мм). Забарвлення віночка визначає характер пігменту.

Пильовики тичинок розрізняють за забарвленням, формою та величиною.

Забарвлення пильовиків може бути помаранчевим, жовтим, жовто-зеленим; форма - конічна, циліндрична, неправильна. Світло-жовтий або зелені відтінки у забарвленні пильовиків свідчать про стерильність пилку. Пилок зібраний у пиляльних камерах, яких у кожного пильовика два.

Стовпчик маточки за формою може бути прямим і вигнутим. Вершина стовпчика переходить у рильце. Рильця різняться формою (гольчасте, карнизоподібне та дво- або трилопатеве) і по фарбуванню (світло-зелені, зелені, чорно-зелені).

Зав'язь маточки також характеризується різною формою і забарвленням. Форма зав'язі буває широко- або вузькоовальною із закругленою вершиною, грушоподібною з відтягнутою вершиною та проміжною. У більшості сортів зав'язь не забарвлена, у сортів з пофарбованими бульбами і зав'язь буває забарвленою.

Плід картоплі – багатонасінна двогніздна ягода кулястої, овальної форми. Розмір ягід визначають за їх довжиною: 13-18 мм - дрібні, 19-25 мм - середнього розміру, 26-35 мм - великі. На початку формування плодів забарвлення їх зазвичай зелене [6, 7].

При дозріванні плоди набувають кремового, червонувато-фіолетового або синьо-фіолетового кольору різних відтінків та інтенсивності.

2.2 Відношення картоплі до тепла

Картопля погано реагує на температуру ґрунту нижче 7-8 °С, і водночас сильно пригнічується при температурі ґрунту вище 25 °С. При температурі – 1,0-1,5 °С бадилля картоплі чорніє і гине. Особливо нестійкі до знижених температур молоді рослини. Бульби картоплі зазвичай не виносять температуру -1-2 °С, що пов'язані з високим вмістом у них води (до 75 % і більше). Бульби, які пройшли період спокою і висаджені в ґрунт, починають проростати при температурі 3-5 °С. Коріння зазвичай утворюється за нормальної температури 7 °С. Оптимальна температура проростання становить 18–20 °С [9, 10]. Сума ефективних температур для розвитку рослин становить: для ранньостиглих сортів – 1000–1400 °С, а пізньостиглих – 1400–1600 °С.

2.3 Відношення картоплі до вологи

Картопля – рослина вимоглива до вологи та потреба у ній змінюється за фазами росту. Критичним періодом є фаза бутонізації та цвітіння.

Найбільш сприятливі умови для росту картоплі та утворення бульб створюються при вологості ґрунту 70–80 % НПВ та близько 60 % – у період накопичення крохмалю. Транспіраційний коефіцієнт картоплі 400-550, хоча в залежності від умов проростання змінюється не більше 170-660 [11].

2.4 Відношення картоплі до світла

Картопля є світлолюбною культурою і світло в комплексі з іншими факторами і зовнішнього середовища істотно впливає на розвиток рослин.

При недостатній освітленості стебла витягуються, бадилля жовтіє, утворюється мало бульб. З цієї причини не можна розміщувати картоплю на садовій ділянці в затіненні міжряддях плодових дерев.

Для розвитку бадилля картоплі та її генеративних органів найбільш сприятливі довгі дні, а для утворення бульб, навпаки, короткі. Однак велика кількість вуглеводів утворюється тільки в рослинах з добре розвиненим листовим апаратом. Тому для отримання максимального врожаю необхідно спочатку наявність довгих днів, що сприяють їх росту бадилля, а потім більш коротких, сприятливих для формування бульб. У період інтенсивного розвитку наземної маси — у травні — липні тут більш довгі дні, а в серпні — вересні вони скорочуються [11, 12].

2.5 Відношення картоплі до ґрунтів

Картопля чуйна на добриво ґрунту. Додаток врожаю при спільному внесенні органічних та мінеральних добрив досягає 50%.

Органічні добрива. Органічні добрива підвищують крохмалистість бульб та їхнього розміру.

У всіх регіонах картопівництва органічні добрива зазвичай вносять під картоплю навесні. картоплі в оптимальні агротехнічні терміни необхідно максимально використовувати осінній час для внесення добрив, особливо у південних районах, де через нестачу вологи, гній, внесений навесні, дуже повільно розкладається та ефективність його знижується [13-15].

Частина органічних добрив можна вносити під попередню культуру - озимі хліба I групи.

При вирощуванні ранньої картоплі органічні добрива вносять лише восени під зяблеву обробку, щоб мати можливість провести посадку пророщених бульб у ранні терміни.

Гній. Ефективність застосування гною під картоплю відрізняється залежно від ґрунтово-кліматичної зони.

Більшість регіонів оптимальною нормою внесення гною вважається 20-40 т/га, але добре відгукується і великі норми.

На чорноземних ґрунтах норми гною під картоплю більше 20-39 т/га не має значних надбавок урожаю.

Середні надбавки врожайності бульб картоплі від внесення кожної тони гною сильно залежать від ґрунтово-кліматичних умов. /га, у західних районах - 0,4-0,5 т/га. На суглинистих, глинистих і сірих лісових ґрунтах Нечорноземної зони при нормі внесення 40 т/га кожна тонна гною в середньому дає збільшення 0,2 т/га [16].

Для картоплі краще підходить напівперепрілий гній, який утворюється через 4-8 місяців після закладки на зберігання.

Ефективність гною збільшується при змішуванні його з фосфоритним борошном для 20-30 кг на 1 т гною.

В умовах надмірного зволоження високі дози гною понад 50 т/га у поєднанні з азотними добривами можуть призводити до потужного розвитку надземної маси на шкоду врожаю та якості бульб, дозрівання їх настає пізніше.

Крім гною, торфу та інших органічних добрив велике значення набуває зелене добриво. Для цього використовують рослини сімейства бобові, наприклад, люпин, сераделла. Завдяки здатності до азотфіксації вони накопичують азот у ґрунті. При заорюванні зеленої маси сидератів ґрунт збагачується також фосфором, калієм, кальцієм та іншими поживними речовинами, що поглинаються потужною кореневою системою сидератів із глибоких шарів ґрунту.

На нових ділянках і виснажених землях підвищення їх родючості зелене добриво висівають безпосередньо перед посадкою картоплі. Люпин, висіяний навесні, до осені створює зелену масу, кількість якої у сприятливі роки становить до 50 т/га.

Середелу використовують переважно як підсівну культуру. Її підсівають весною під озимі або сіють одночасно з ярими (вівсом, ячменем).

Картопля відгукується і на отавне зелене добриво (багаторічний люпин, конюшина, середела).

Спільне застосування сидерації та мінеральних добрив підвищує врожайність до 30%.

Інші органічні добрива. Під картоплю можуть застосовуватись інші органічні добрива, наприклад, торф у вигляді торфонавозних, торфозріджених, торфофекальних або торфорослинних компостів. Для приготування цих компостів використовують луговий низинний торф високого ступеня розкладання [15-16].

Для підвищення ефективності компостування торфу проводять із мінеральними добривами. Під картоплю часто застосовують торфо-мінерально-аміачні добрива, які готують шляхом змішування торфу з аміачною водою для 20-30 л/т торфу з одночасним додаванням фосфорних, калійних та інших добрив.

Мінеральні добрива. Норми внесення. Внесення тільки органічних добрив під картоплю не може повністю задовольнити потребу картоплі в поживних елементах, тому що після їх внесення потрібен час для мінералізації та вивільнення поживних речовин, що доступні для рослин. З цієї причини для одержання високих урожаїв мають вноситись мінеральні добрива.

Рекомендовані норми внесення мінеральних добрив повинні коригуватись з урахуванням планованого врожаю, добрив, що вносяться, ґрунтових умов.

Оптимальна доза азотних добрив при внесенні перед посадкою для ранніх та середньоранніх сортів становить для важких за гранулометричним складом ґрунтів 90 кг/га, на середніх та легких суглинистих та супіщаних – 110-120 кг/га. Для пізніх та середньопізніх сортів на важкосуглинистих ґрунтах — 60 кг/га, на середніх та легких суглинистих та супіщаних — 90 кг/г.

Способи внесення. При внесенні в основне добриво не повної норми рекомендується проводити підживлення картоплі після появи повного сходу до першої міжрядної обробки.

Підживлення азотними добривами необхідно на піщаних і супіщаних ґрунтах у роки з випаданням великої кількості опадів і при зрошенні, тому що через вимивання проявляється дефіцит азоту на рослинах [16].

На чорноземних ґрунтах лісостепової та степової зони підживлення малоефективні. У районах достатнього зволоження раннє підживлення N30P30 давало збільшення врожаю до 12%.

Хлороутримуючі калійні добрива вносять лише восени, щоб хлор за осінньо-зимовий період вимився з коренеживаного шару ґрунту.

При внесенні повної дози мінерального добрива враховують співвідношення N, P і K, яке зміщується у бік збільшення фосфору і калію. При запланованій врожайності більше 40 т/га та використанні підвищених доз добрив (більше 120 кг/га д.в.) співвідношення N: P: K має бути 1: 1,5-2: 1,35-1,8.

Якщо за норми 120 кг/га д.в. азоту фосфор і калій внести в тих же кількостях, ефективність добрив різко знижується, період вегетації подовжується, бульби до моменту збирання виходять фізіологічно недозрілими, з незміцнілою шкіркою, що призводить до сильного пошкодження при збиранні, поганому зберіганні, при варінні вони чорніють з поганими смаковими якостями).

Внесення гранульованих азотно-фосфорних та складних добрив стрічкою в борозну при посадці у 2 рази підвищує ефективність добрив порівняно з розкидним способом внесення.

Магнієве добриво та мікродобрива. На легких ґрунтах рекомендується додатково вносити магнієве добриво, яке сприяє підвищенню врожайності та крохмалистості бульб. У середньому норма внесення становить для магнієвого добрива – 40-50 кг/га, для доломітового борошна (15-18% MgO) – 250-300 кг/га.

На торфо-болотних ґрунтах вносять мідні мікродобрива. Для цього їх вносять у кількості 5-6 кг мідного купоросу при посадці локально разом із 100-150 кг суперфосфату.

На дерново-підзолистих ґрунтах під картопля вносять борні, цинкові, молібденові мікродобрива. Норма внесення бору становить 1,5-2 кг/га д.р.

Обробку мікродобривами можна проводити для посадкових бульб 0,05%-ним розчином бору, цинку, міді та молібдену. Урожайність у своїй підвищується на 12-15%.

Вапнування. Ґрунти із кислотністю менше рН 4,5 підлягають вапнуванню. Вапнування бажано проводити під попередні культури, інакше його проводять під картоплю восени під зяблеву обробку або взимку під сніг, дози вапняних добрив при цьому зменшують до 0,25-0,5 гідролітичної кислотності. Надлишок вапна під картоплею може стати причиною розвитку парші.

2.6 Характеристика шкідників та хвороб картоплі

Картопля є культурою, яка сильно вражається хворобами. В значній мірі це пов'язано з особливостями біології цієї культури. Багаті вуглеводами і водою бадилля і бульби є сприятливе середовище для розвитку різних хвороб і шкідників. Втрати картоплі від хвороб високі. Розмноження картоплі бульбами сприяє передачі і накопиченню з року в рік багатьох фітопатогенних мікроорганізмів. Хворі бульби, потрапляючи зі сховища в поле, є джерелом поширення більшості захворювань [17].

Поразка бадилля під час вегетації призводить до загнивання бульб при зберіганні. Ряд збудників хвороб може перебувати в ґрунті протягом тривалого часу. Особливості розвитку патогенів в рослинах картоплі визначає можливість їх існування в бульбах в прихованій формі, при якій симптоми хвороби не проявляються.

Накопичення збудника захворювання може відбуватися протягом тривалого часу, що може привести до раптової хвороби в період вегетації. Щоб своєчасно попередити поширення найбільш часто зустрічаються захворювань, необхідно знати їх основні ознаки та заходи боротьби [17, 18].

Вірусні захворювання. Одним з головних чинників, що знижують врожайність картоплі, є використання неякісного насіннєвого матеріалу, зараженого вірусами. Вірусні хвороби мають практично повсюдне поширення, причому їх шкідливість зростає в основних регіонах, де вирощують картоплю. До вірусних захворювань відносяться: скручування листя, зморшкувата і полосчата мозаїка, крапчаста мозаїка, звичайна мозаїка, мозаїчне закручування листя, веретенovidні бульби, стовбурне в'янення. Комплексна система захисту зараження вірусами картоплі передбачає наступні заходи: очищення пробіркових колекції сортів від джерел зараження вірусами; збільшення площі посадок першого польового покоління сортів до 1 га; розміщення репродукцій і сортів ізольовано один від одного; проведення регулярних фітопрочисток; створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин з метою досягнення вікової стійкості; проведення захисних обробок [17, 18].

Грибкові захворювання. Це основний вид інфекційних захворювань картоплі. До найбільш небезпечних грибкових інфекцій відносяться фітофтороз, альтернаріоз, ризоктоніоз, різні види парші. Фітофтороз вражає листя, стебла і бульби, викликає утворення темних плям. Одним з головних способів боротьби з хворобою є обробіток стійких сортів, а також важливу роль відіграє передпосадочна обробка насіннєвого матеріалу [18].

Альтернаріоз вражає всі надземні частини рослин, рідше бульби. На листках з'являються сухі коричневі плями, в місцях ураження тканина відмирає. Листова пластинка часто жовтіє. На бульбах також можуть з'являтися темні плями. Тому в якості заходів боротьби потрібно приділяти увагу агротехнічним заходам, внесення мінеральних добрив і використовувати якісний посівний матеріал.

Ризоктоніоз вражає паростки столони, коріння, стебла. На бульбах проявляється у вигляді темних грудочок. Заходи боротьби такі: використання здорових насінних бульб, сівозміну, вирощування сортів з підвищеною стійкістю до ризоктоніозу [18].

Парша звичайна виявляється у вигляді невеликих бурих плям, які можуть перетворитися в виразки або бородавковидні нарости. Заходи боротьби: передпосадочне протруювання бульб, видалення з ділянок рослинних залишків, регулювати норми внесення гною.

Бактеріальні захворювання. До бактеріальних захворювань картоплі відносяться: чорна ніжка, кільцева і мокра гнилі. Чорна ніжка проявляється на нижній частині стебла у вигляді чорного фарбування, листя жовті, скорочення. При дослідженні хвороби картоплі чорної ніжкою пропонує наступні системи боротьби: використання для посадки тільки насінневого матеріалу, вирощеного в системі сертифікації, дотримання сівозміни і агротехнічних заходів.

Кільцева гниль проявляється на листках, стеблах, столонах і бульбах. На бульбах з'являються рожеві або коричневі плями і тріщини. Як заходи боротьби висаджують здорові бульби, видаляють хворі бульби.

Мокра гниль вражає бульби, вони стають м'якими, неприємний гнилий запах. Для боротьби з даним захворюванням необхідна сушка бульб перед закладанням на зберігання, не допускати запотівання бульб [18].

Шкідники картоплі. До поширених шкідників картоплі відносяться: колорадський жук, дротяники (личинки жуків-коваликів), клопи і трипси, попелиці.

2.7 Аналіз сортів картоплі

У сучасному картоплярстві передбачається принцип цільового використання врожаю, тобто. кожен виробник при виборі сорту повинен прогнозувати для яких цілей використовуватиметься їх урожай (їдальні, переробка на картоплепродукти, крохмаль тощо).

За призначенням використання врожаю виділяють сорти столові та технічні (висококромалісті). Сорт, що задовольняє вимогам як столової, так і технічної картоплі, може бути віднесений до цих двох груп (тобто бути

столовим та технічним). У свою чергу столові сорти картоплі поділяються на ранні столові сорти, столові сорти для тривалого зберігання та столові сорти для переробки на картоплепродукти.

За стиглістю сорти картоплі поділяються на 7 груп. Основний критерій відношення сорту до певної групи стиглості - кількість днів від посадки до природного (фізіологічного) відмирання бадилля:

- дуже ранні – до 80 днів;
- ранні – 80-90 днів;
- середньоранні – 90-100 днів;
- середньостиглі - 100-110 днів;
- середньопізні - 110-120 днів;
- пізні - 120-130 днів.
- дуже пізні – понад 130 днів.

Дуже пізня група сортів для умов України не дуже прийнятна, так як у другій половині вересня часто спостерігаються заморозки, крім того, при температурі ґрунту нижче 8°C значно збільшується травмованість бульб при збиранні [19, 21].

Відомі такі сорти картоплі, як Адретта, Зарево, Синьоока, Ківі, Беллароза, Розара та інші.

В другому розділі представлені біологічні особливості картоплі, розглянуто шкідники та хвороби, дана характеристика сучасним сортам.

3 ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ПРОДУЦІЙНИЙ ПРОЦЕС КАРТОПЛІ В ЗВ'ЯЗКУ ЗІ ЗМІНОЮ КЛІМАТУ

3.1 Сучасний стан моделювання продуктивності картоплі

Картопля - найважливіша не зернова культура в світі. Тому розуміння потенційного впливу зміни клімату на виробництво картоплі є критично важливим для майбутньої глобальної продовольчої безпеки. Нещодавно модель SUBSTOR-Potato була оцінена в широкому діапазоні умов вирощування [22], і була вдосконалена для кращого моделювання атмосферного CO₂ та реакцій високої температури. Порівняння вдосконаленої моделі з польовими експериментами, включаючи підвищені атмосферні концентрації CO₂ та високотемпературні середовища, показали RRMSE на 26% для сухої речовини бульби. Використовуючи вдосконалену модель у сітках сітки 0,5 × 0,5 ° в усіх регіонах вирощування картоплі у всіх моделях, в сукупності зібрані врожаї бульб країни відтворювали врожайність картоплі, зібрану в національному масштабі, з RRMSE 56%. Застосування майбутніх сценаріїв зміни клімату до сучасних систем посіву картоплі показало невеликі глобальні скорочення врожаю бульб до 2055 року (-2% до -6%), але більші зниження до 2085 року (-2% до -26%), залежно від репрезентативного шляху концентрації (RCP). Найбільший негативний вплив на світову врожайність бульб прогнозувався на RCP8.5 наприкінці століття. Моделювані впливи варіювали залежно від регіону, при цьому великі скорочення бульб у високих широтах (наприклад, у Східній Європі та Північній Америці) та в Африканських низовинах, але рідше в середніх широтах та тропічному високогір'ї. Невизначеність, зумовлена різними кліматичними моделями, була схожа на сезонну мінливість до середини століття, але стала більшою, ніж мінливість у році до кінця століття для RCP 8.5.

Було оцінено вплив змін клімату на глобальне вирощування картоплі [23]. Розраховувались потенційні врожаї з імітаційною моделлю та сіткою із щомісячних кліматичних даних (1961-1990) та прогнозованих (2010-2039) та (2040–2069) умов. Між 1961-1990 та 2040-2069 р. прогнозується підвищення температури між 2,1 і 3,2 °С, залежно від кліматичного сценарію. Температура збільшується менше, коли зміни зважуються на площу картоплі та особливо при адаптації вважається час посадки та сортів (прогнозовані підвищення температури між 1,0 і 1,4 °С). У глобальний період потенціал врожаю картоплі знижується на 18% до на 32% (без адаптації) та на 9% до 18% (з адаптацією).

На великих широтах глобальне потепління, ймовірно, призведе до змін часу посадки, використання пізнього дозрівання сортів та зміщення місця вирощування картоплі. У багатьох регіонах зміни врожаю картоплі, ймовірно, будуть відносно невеликими, а іноді й позитивними. Зсув часу або місця посадки є менш можливим на нижчих широти, і в цих регіонах глобальне потепління могло мати сильний негативний вплив на виробництво картоплі. Це показало, що термостійкі сорти картоплі можуть бути використані для пом'якшення наслідків глобального потепління у субтропічних регіонах.

Картопля була завезена в Індію та пристосована до тропічних короткоденних умов, коли вона охоплює > 80% загальної площі під картоплею [24]. Урожай картоплі дуже чутливий до зміни клімату в Індії. Навіть помірно висока температура різко знижує вихід бульби, не впливаючи на фотосинтез та загальну продукцію біомаси. Крім того, висока температура впливає на якість бульб, викликаючи проростання та внутрішній некроз. Ефект підвищеної концентрації CO₂ говорить про позитивний вплив на ріст та врожайність лише з невеликими негативними впливами. Дослідження оцінки впливу зміни клімату на вирощування картоплі з використанням моделі INFOCROP-POTATO показало, що виробництво картоплі збільшиться на 11-12% при підвищеному підвищенні температури CO₂ на 550 проміле та на 1 °С, але при подальшому збільшенні CO₂ до 550 частин на мільйон з можливим підвищенням

температури до 3 °C призведе до зниження виробництва картоплі на 13,72% у 2050 році. Вплив підвищеної температури на фітофторозу на світовому рівні виявив, що при підвищенні глобальної температури на 2 °C буде нижчий ризик фітофторозу у теплих районах (<22 °C) та більший ризик у прохолодних районах (> 13 °C) з раннім початком епідемій. Глобальне потепління спричинить серйозний вплив на вірусні захворювання через змінену біологію векторів комах. Підвищення температури дозволить збільшити популяцію векторів, тим самим збільшивши кількість інсектицидних спреїв для контролю популяції векторів.

Андійський регіон є найважливішим центром різноманітності картоплі у світі [25]. Тенденція глобального потепління, що спостерігається з 1950-х років, тобто у 2-3 рази більше, ніж повідомлялося про глобальне потепління та постійну наявність екстремальних подій, робить цей регіон живою лабораторією для вивчення впливу кліматичних змін. Вчені [25] вперше представляють сучасні знання про зміну клімату в Андах порівняно зі змінами в інших гірських районах та земній кулі в цілому. Вченими описуються екофізіологічні стратегії вдосконалення та адаптації до змін рівня атмосферного CO₂, температури та доступності ґрунтових вод. Оскільки зміни клімату також суттєво впливають на масштаби та частоту шкідників та хвороб, обговорюються сучасні знання про динаміку векторів в регіоні Анд. Також представлено використання методів моделювання для опису змін у розширенні ареалу та кількості поколінь шкідників на рік, що зазнають впливу підвищення температури. Нарешті, в огляді йдеться про використання моделювання врожаю для аналізу ймовірного впливу прогнозованих кліматичних сценаріїв на врожай картоплі та ініціацію бульб.

Картопля - це помірний урожай, а більш висока денна температура призводить до того, що деякі площі є менш придатними для виробництва картоплі через зниження врожаю бульб та його якості [26, 27]. Зростання та урожайність бульб можуть бути суттєво знижені за рахунок температурних

коливань поза 5-30 °C. Темп потепління за останні 50 років подвійний, ніж за минуле століття. Підвищення температури та атмосферного CO₂ взаємопов'язане, що відбувається одночасно за сценаріїв зміни клімату та глобального потепління. Якщо CO₂ підвищений до 550 проміле, підвищення температури, ймовірно, буде 3 °C при зниженні виробництва картоплі на 13,72% у 2050 році. Зміна клімату впливатиме на вирощування картоплі негативно через посуху, солоність, мороз, озон, нестабільний несезон. дощі тощо. Це може зменшити виробництво насінневих бульб, уражати сховища та переробку картоплі. Тому кількісна оцінка регіональної вразливості та оцінки впливу є дуже важливою для розвитку раннього попередження про системи прогнозування захворювань, розведення короткотривалої та спекотної, посухи, стійкості до засолення та стійких до хвороб сортів.

Зміна клімату - одна з найбільших проблем безпеки харчової безпеки для швидко зростаючого населення Східної Африки [28]. Оподи стають все більш мінливими, а температура підвищується, що призводить до збільшення кількості посухи та повеней, зміни строків та тривалості вегетаційних періодів. Ці зміни мають серйозний вплив на виробництво сільськогосподарських культур, найбільший вплив буде на культури C₄, такі як зернові в порівнянні з культурами C₃, такі як кореневі бульби. Картопля - одна з чотирьох найважливіших харчових культур у Східній Африці завдяки високій поживності та калорійності, а також високій витривалості до спеки та посухи, але мало що відомо про те, як на урожай впливатимуть зміни клімату. Дослідники [28] визначають основні кліматичні обмеження у вирощуванні картоплі та вивчають вплив прогнозованого клімату в майбутньому на виробництво картоплі у Східній Африці протягом наступних 10-30 років. Для оцінки чотирьох сортів картоплі використовується модель на основі комп'ютерного моделювання Sweet POTato (SPOTCOMS).

Вченими розглянуто динаміку врожайності картоплі та цукрових буряків, дана оцінка сучасного стану та перспективам відповідних галузей

рослинництва в Білорусії [29]. Виявлено уповільнення зростання врожайності картоплі, зафіксована стійка позитивна динаміка врожайності цукрових буряків на території Республіки Білорусь. За допомогою побудови ліній трендів визначені економічні тенденції в динаміці врожайності: зростання в 1970-80-х рр., зниження в кінці XX ст. і зростання на початку XXI ст. Виявлена тенденція до підвищення ролі агротехніки у формуванні врожаю цукрових буряків, а також збереження частки погодної складової дисперсії врожайності картоплі на рівні більше 50%. Встановлено, що зниження залежності врожайності від погодних умов супроводжується посиленням територіальної диференціації. Найменший внесок погодних умов в дисперсію врожайності картоплі відзначений на заході і півдні республіки, найбільший - у Вітебській області. Зроблено висновок про те, що картоплярство в порівнянні з обробітком цукрового буряку більше потребує реалізації заходів, спрямованих на адаптацію до зміни кліматичних умов і вдосконалення агротехніки з метою збереження лідируючих позицій Білорусі в даній галузі рослинництва.

Зміна клімату впливає на продуктивність сільського господарства у всьому світі [30]. Підвищення цін на продовольчі товари є початковою ознакою різких втрат врожаю, які очікується, ще більше зростуть через глобальне потепління. Ця ситуація змусила вчених розробляти стійкі до зміни клімату культури, які можуть протистояти стресам широкого спектру дії, таких як посуха, спека, холод, засолення, повені та шкідники, тим самим допомагаючи забезпечити підвищення продуктивності. Молекулярні селекційні підходи виявились корисними для посилення адаптації до стресових культур. Зважаючи на це, розглядаються прогрес та перспективи ГАВ щодо підвищення стійкості до зміни клімату в сільськогосподарських культурах, що, ймовірно, відіграватиме все більшу роль у зусиллях із забезпечення глобальної продовольчої безпеки.

3.2 Оцінка впливу агрокліматичних умов на продуктивність картоплі в зв'язку зі зміною клімату

В ході розрахунків була проведена порівняльна характеристика агрокліматичних умов вегетаційного періоду картоплі. Для досліджень були взяті середньо багаторічні дані з 1980 по 2010 рік (середньо багаторічний період) та агрокліматичні дані за сценарієм зміни клімату RCP45, який передбачає стабілізацію викидів парникових газів в атмосферу та середніх багаторічних характеристик кліматичних та агрокліматичних показників за I-й період – з 2021 по 2030 рр., II-й період з 2031 по 2040 рр. та III-й період з 2041 по 5050 рр. Для розрахунків була використана «базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового» [31].

Під впливом зміни агрокліматичних умов вирощування картоплі відбудеться зміна показників фотосинтетичної продуктивності культури до яких відноситься ΦAP .

За середніми багаторічними даними прихід ΦAP за період посадка – в'янення бадилля складає $88,4 \text{ кДж/см}^2$. За сценарієм RCP4.5 в I-й та III-й періоди очікується збільшення ΦAP до $98,1$ та $96,8 \text{ кДж/см}^2$, що складає 110 та 109% від середньо багаторічного. В II-й період прихід ΦAP буде найвищим і складатиме $106,6 \text{ кДж/см}^2$ – 121% (табл. 3.1).

На рис. 3.1 представлений декадний хід ΦAP . Максимальне значення приходу ΦAP за середньо багаторічний період припадає на десятю декаду вегетації та складає $258,8 \text{ кал/см}^2/\text{добу}$. Найвищі значення ΦAP очікуються в II-й та III-й сценарні періоди і складатимуть $290,2$ та $280,7 \text{ кал/см}^2/\text{добу}$ в дев'ятій декаді вегетації. Найнижчий прихід ΦAP спостерігається в II-й період в сьомій декаді вегетації і складає $244,7 \text{ кал/см}^2/\text{добу}$.

Таблиця 3.1 – Порівняння агрометеорологічних показників умов вегетації картоплі за середньо багаторічними даними (1980-2010) рр. та за сценарієм зміни клімату RCP4.5 в Житомирській області

Період, сценарій	Середня температура повітря за період, °С	Сума опадів за період, мм	Сумарне випаровування за період (E), мм	Випаровуваність за період, (E ₀), мм	Відносна вологозабезпеченість (E/E ₀), відн. од.	Середній за період ГТК, відн. од.	Сума ФАР, кДж/см ² за період
1980-2010	13,9	192	401	591	0,68	1,4	88,4
RCP4.5:							
2021–2030	14,6	175	341	495	0,69	1,18	98,1
2031–2040	14,0	213	356	461	0,77	1,39	106,6
2041–2050	14,2	138	359	555	0,25	0,15	96,6

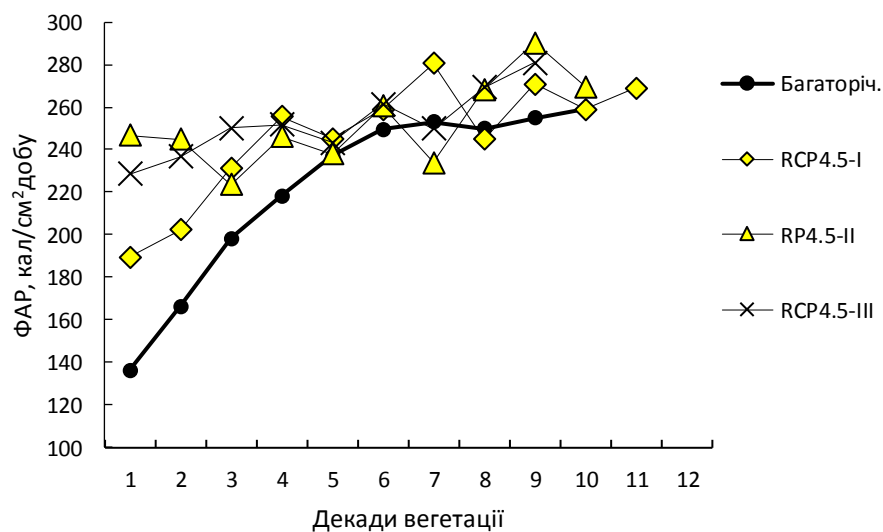


Рисунок 3.1 – Декадний хід ФАР картоплі за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних в Житомирській області

ПУ всієї сухої маси картоплі в середньому багаторічному складає 1035 г/м²дек. В I-й та III-й періоди *ПУ* збільшиться до 1076 та 1124 г/м²дек, що складає 103 та 109% від середньо багаторічного. В II-й період, із-за підвищення *ФАР*, *ПУ* збільшиться до 110% (табл. 3.2).

За середньо багаторічними даними середня температура повітря складає 13,9 °С. За умовами реалізації сценарію RCP4.5 середня температура повітря в I-й та III-й періоди буде вищою на 0,7 та 0,3 °С, порівняно з середньою багаторічною. В II-й період температура повітря складатиме 14,0 °С, що на 0,1 °С вище від середньо багаторічної (табл. 3.1).

Таблиця 3.2 – Формування урожаю картоплі за середньо багаторічними даними (1980-2010) рр. та за сценарієм зміни клімату RCP4.5 в Житомирській області

Період, сценарій	Вся суха маса, г/м ² дек			Фотосинте-тичний потенціал, м ² /м ² за період	Баланс гумусу, т/га	Урожай картоплі при вологості 80 %, ц/га
	потенційного урожаю	метеоро-логічно можливого урожаю	дійсно можливого урожаю			
1980-2010	1035	163	82	217,1	0,103	209,8
RCP4.5:						
2021–2030	1076	181	90	235,7	0,197	247,5
2031–2040	1135	183	91	251,1	0,214	268,2
2041–2050	1124	318	159	224,1	0,186	234,0

Середня температура повітря в період вегетації за середньо багаторічний період та сценарних періодів представлена на рис. 3.2. Максимальні значення в припадають на кінець вегетації. В I-й та III-й сценарні періоди максимальне значення середньої температури повітря близьке до середньо багаторічної і складає 18,6 та 18,4 °С, в порівнянні з середньо багаторічною 18,6 °С. Найвища максимальна температура повітря очікується в II-й період і складає 19,6 °С, що вище від середньої багаторічної на 1,0 °С.

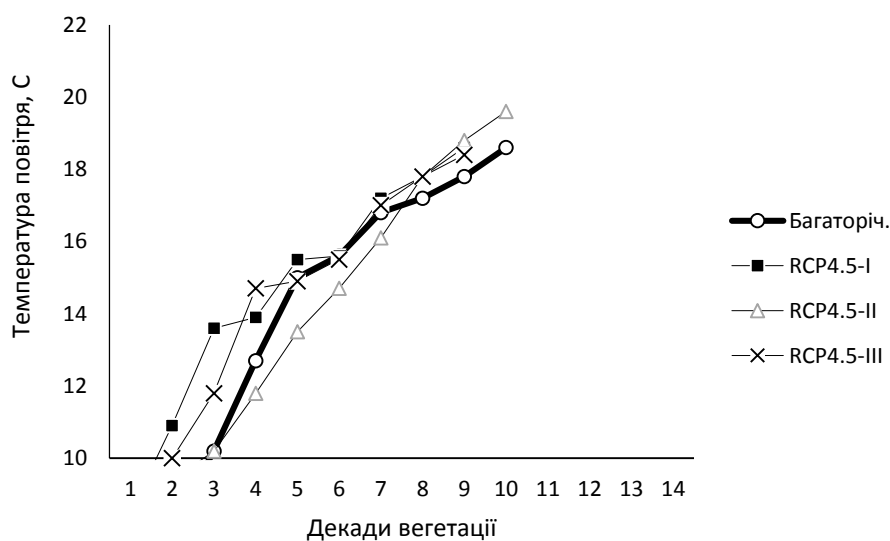


Рисунок 3.2 – Середня температура повітря за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP4.5 в Житомирській області

Сума опадів за вегетаційний період картоплі в середньо багаторічному складає 192 мм. В I-й та III-й періоди сума опадів зменшиться на 17 мм та 54 мм від середньо багаторічної. В II-й період сума опадів підвищиться від середньо багаторічної на 21 мм і складатиме 213 мм (табл. 3.1).

Сумарне випаровування знизиться з 401 мм до 341 мм в I-й період і до 359 мм в III-й період. Випаровуваність зменшиться з 591 мм до 495 мм в I-й період і до 555 мм в III-й період. Із-за зменшення кількості опадів погіршаться і умови вологозабезпеченості посівів, і складатимуть відносно 69 та 25% від середньо багаторічної. ГТК в I-й та III-й періоди складатиме 84 та 11%, в порівнянні з середньо багаторічним.

В II-й період сумарне випаровування зменшиться до 356 мм, а випаровуваність до 461 мм, в порівнянні з базовим періодом. В цей період умови вологозабезпеченості будуть кращими, в порівнянні з I-м та III-м періодами і складатимуть 77% від середньо багаторічної величини. ГТК в II-й складатиме 99% від середнього багаторічного (табл. 3.1).

Зміна показників фотосинтетичної продуктивності культури, до яких відноситься площа асимілюючої поверхні посадки, буде змінюватись під впливом зміни агрокліматичних ресурсів (рис. 3.3).

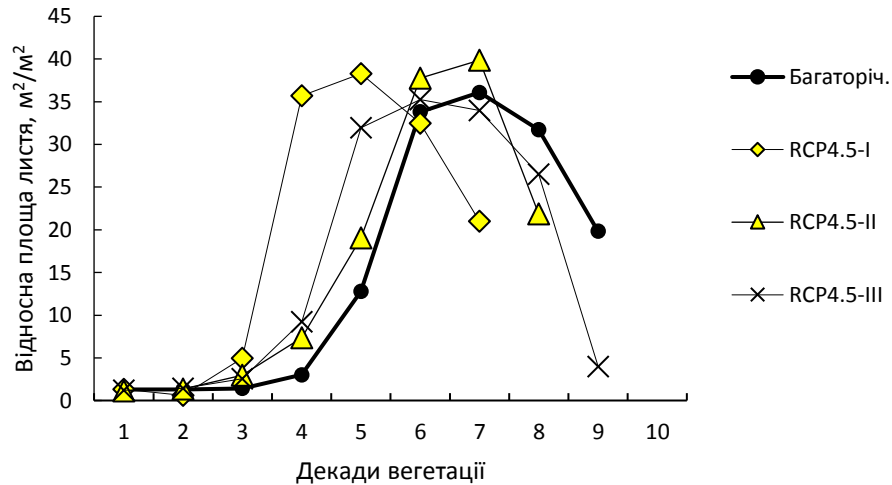


Рисунок 3.3 – Динаміка площі листя картоплі за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних в Житомирській області

Так, із-за зниження вологозабезпеченості в I-й та III-й періоди площа листової поверхні в період її максимального розвитку зменшиться з $36,08 \text{ м}^2/\text{м}^2$ до $32,46$ та $35,24 \text{ м}^2/\text{м}^2$. В II-й період очікується підвищення площі листя до $39,85 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

$\Phi\P$ за середньо багаторічний період та за сценарні періоди максимального значення здобуває в кінці вегетаційного періоду. За сценарними показниками $\Phi\P$ зросте з $217,1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ до $235,7 \text{ м}^2/\text{м}^2$ в I-й період, до $251,1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ в II-й період і до $224,1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ в III-й період (табл. 3.2).

Рівень $ММУ$, який залежить від факторів тепла і вологи, в середньо багаторічному складає $163 \text{ г}/\text{м}^2\text{дек}$. В I-й та II-й періоди $ММУ$ зросте до 181 та $183 \text{ г}/\text{м}^2\text{дек}$, що складатиме 111 та 112% від середньо багаторічного. В III-й

період *ММУ* зросте до 318 г/м²дек, що складатиме 195% від середньо багаторічного (табл. 3.2).

За умовами сценарію RCP4.5 з урахуванням природної родючості ґрунту рівень *ДМУ* в I-й та II-й сценарні періоди зросте до 90 та 91 г/м²дек, що складатиме 110 та 111% від середньо багаторічного. В III-й період *ДМУ* зросте до 159 г/м²дек, що складатиме 194% від середньо багаторічного.

Максимальне значення приростів *ПУ* картоплі в середньому багаторічному складає 1048 г/м²дек. В сценарні періоди спостерігається ріст приростів *ПУ* до 1139 г/м²дек в I-й період, до 1161 г/м²дек в II-й період та до 1123 г/м²дек в III-й період (рис. 3.4).

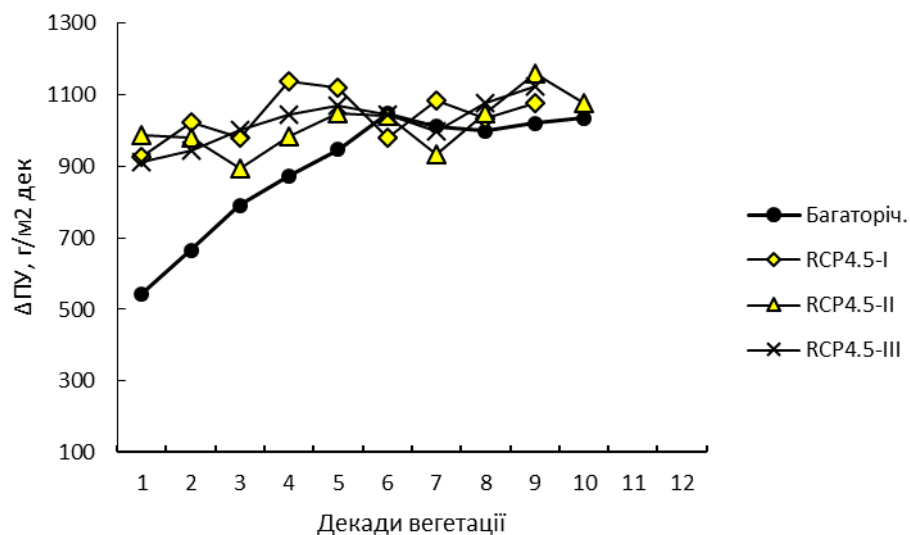


Рисунок 3.4 – Динаміка декадних приростів *ПУ* картоплі за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних в Житомирській області

Максимальне значення приростів *ММУ* картоплі в середньому багаторічному складає 835 г/м²дек. В сценарні періоди спостерігається ріст

приростів *ММУ* до 920 г/м²дек в I-й період, до 1030 г/м² в II-й період та до 903 г/м² в III-й період (рис. 3.5).

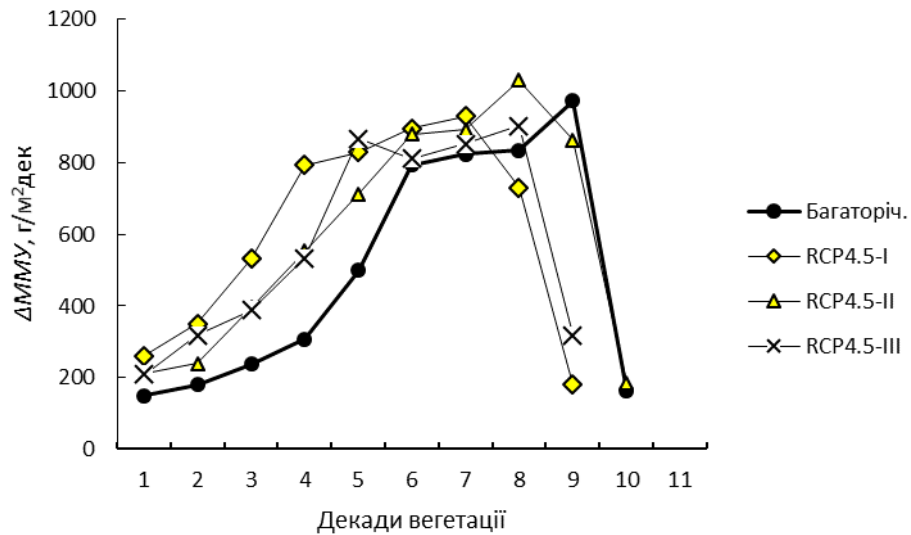


Рисунок 3.5 – Динаміка декадних приростів *ММУ* картоплі за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних в Житомирській області

Максимальне значення приростів *ДМУ* картоплі в середньому багаторічному складає 465 г/м²дек. В I-й та III-й сценарні періоди спостерігається зменшення приростів *ДМУ* до 418 та 451 г/м²дек від середньо багаторічного. В II-й період спостерігається ріст *ДМУ* до 515 г/м² від середньо багаторічного (рис. 3.6).

Урожай картоплі при 80%-й вологості при середніх багаторічних умовах становить 209,8 ц/га (табл. 3.2). В I-й та III-й сценарні періоди урожай зростає до 247,5 та 234,0 ц/га, що становить 118 та 112% від середньо багаторічного. В II-й період спостерігається найвищий ріст урожайності, яка складає 268,2 ц/га, тобто 128% від середньо багаторічного.

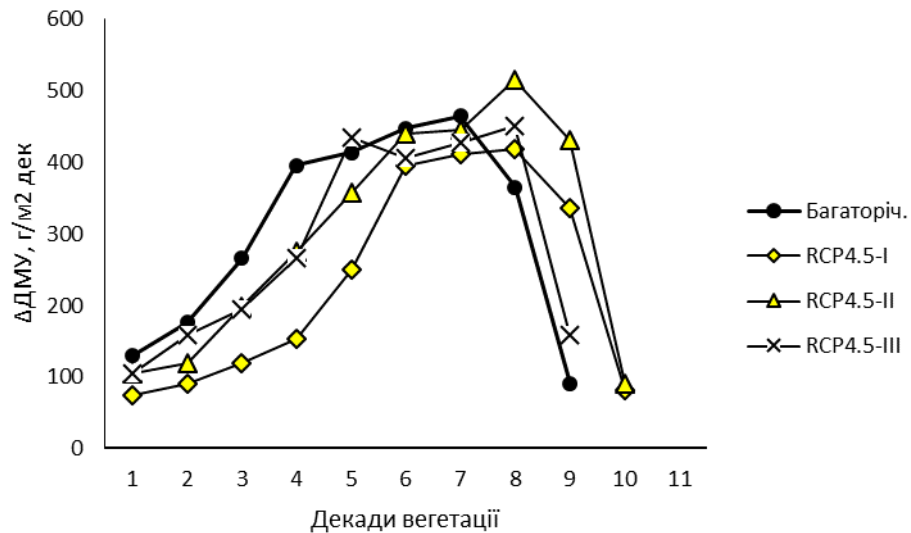


Рисунок 3.6 – Динаміка декадних приростів *ДМУ* картоплі за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних в Житомирській області.

Баланс гумусу під посадкою картоплі складатиме в I-й та III-й сценарні періоди 191 та 108%, а в II-й період зросте до 208% від середньо багаторічного (табл. 3.2).

3.3 Комплексні оцінки агрокліматичних ресурсів

Ефективний і раціональний розвиток сільського господарства в нашій країні вимагає наукового обґрунтування розміщення культурних рослин і їх сортів по території. Знання загальних агрокліматичних ресурсів окремих районів і країни в цілому для таких цілей недостатньо. Тому проводяться відповідні агрокліматичні дослідження умов зростання окремих сільськогосподарських культур і агрокліматичне районування території стосовно до конкретних культур і їх сортам. Подібні розробки необхідні також

при диференційованому підході до різних прийомів вирощування сільськогосподарських культур.

Одним з основних факторів, що визначають можливість зростання будь-якої культури, є ресурси тепла. У більшості робіт по приватному районуванню ресурси тепла і потреба в них сільськогосподарських культур висловлюють сумою активних температур вище 10 °. Для деяких культур районування по термічному режиму виконано виходячи з сум ефективних температур. Волога також є основним фактором для оптимального розвитку рослин, оскільки лише при оптимальному зволоженні рослини можуть найбільш ефективно використовувати тепло для створення максимального врожаю. При районуванні окремих культур по вологозабезпеченості в якості показників останньої використовують різні коефіцієнти зволоження. З цих коефіцієнтів найбільш часто використовують ГТК або його різні модифікації. Зокрема, останнім часом С.А. Сапожникова з метою порівнянності агрокліматичних оцінок умов зволоження різних країн запропонувала новий показник - коефіцієнт зволоження (КУ), який є одним з варіантів модифікації ГТК [33, 34].

Із табл. 3.3 видно, що в середньо багаторічному ССУ (ступінь сприятливості кліматичних умов) складає 0,519 відн.од. В I-й та II-й сценарні періоди ССУ збільшаться до 0,588 та 0,585 відн.од. В III-й період очікується найнижче значення ССУ – 0,503 відн.од.

C_0 (оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів) для вирощування картоплі показала, що в середньому багаторічному та у всі сценарні період показник C_0 очікується на рівні 0,500 відн.од.

C_d (аналіз рівня реалізації агроекологічного потенціалу) для картоплі показав, що в середньому багаторічному він складає 0,172 відн.од. В II-й та III-й періоди рівень C_d зменшиться до 0,169 та 0,166 відн.од. В I-й період C_d зросте до 0,184 відн.од., в порівнянні з середньо багаторічним.

Таблиця 3.3 – Характеристики узагальнених агрокліматичних умов вирощування картоплі за середньо багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату RCP4.5 в Житомирській області

Період	ССУ, <u>відн.од</u>	С _о , <u>відн.од.</u>	С _d , <u>відн.од.</u>	С _a , <u>відн.од</u>
1980-2010	0,519	0,500	0,172	0,331
2021-2030	0,588	0,500	0,184	0,313
2031-2040	0,585	0,500	0,169	0,289
2041-2050	0,503	0,500	0,166	0,331

В середньо багаторічному значення оцінки культури землеробства C_a для картоплі становить 0,331 відн.од. В І-й та ІІ-й періоди спостерігається зниження C_a до позначки 0,313 та 0,289 відн.од., в порівнянні з середньо багаторічним. В ІІІ-й період C_a очікується на рівні середньо багаторічного.

У третьому розділі виконані оцінки рівня використання агрокліматичних ресурсів.

4 ПРОСТОРОВО-ТИМЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ ПРОДУЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ КАРТОПЛІ

4.1 Оцінка мінливості врожайності сільськогосподарських культур

«Для ефективного виробництва кінцевої продукції особливе значення має адекватна оцінка природно-кліматичних і агрономічних чинників, впливають на процес вирощування сільськогосподарських культур. Облік їх взаємодії при одно тимчасове підвищення родючості ґрунтів і економії витрат дозволяє отримувати високі врожаї» [32].

При аналізі часових рядів урожайності сільськогосподарських культур, яка розглядається як результативна ознака, пов'язано з безліччю факторів. Одним з факторів, що впливають на однорідність рядів, є зміна сортів сільськогосподарських культур.

Збільшити інформацію про ряд врожайності можливо за рахунок залучення просторово-часових даних на деякій однорідній території [32].

Тренди і розподілу випадкової величини не враховують фактори, що впливають на врожайність. Запропонована двофакторна модель для прогнозування врожайності культур. При побудові моделей використовувались лінійні функції. Крім залежностей, побудованих для сільськогосподарських зон, в роботі виконано факторний аналіз для зернових, картоплі та овочів.

Слід зазначити, що ряди врожайності різних сільськогосподарських культур мають свої особливості, що підтверджується відсутністю міжрядних зв'язків або низьким ступенем зв'язку. У виключних випадках має місце значуща кореляція.

Виявлені особливості багаторічних тимчасових рядів врожайності сільськогосподарських культур необхідно враховувати при плануванні аграрного виробництва, наприклад, при вирішенні завдання оптимізації

розміщення, спеціалізації та концентрації сільськогосподарського виробництва; визначенні оптимальних розмірів підприємств по зонах; оцінці ефективності капіталовкладень; плануванні матеріально-технічного постачання; оптимальному розподілі мінеральних добрив; оптимізації машинно-тракторного парку та його використання та ін.

«Урожайність сільськогосподарських культур визначається рівнем культури землеробства, ґрунтово-кліматичними та погодними умовами району обробітку. Тимчасові ряди врожайності культур розглядаються як сума двох доданків - детермінованою складовою і випадкових відхилень від неї. У такій постановці ряд урожайності ($Y_l = 1, 2, \dots, n$) можна подати загальної статистичної моделі такого вигляду [32];

$$Y_l = f(t) + U_l, \quad (4.1)$$

де $f(t)$ – стаціонарна послідовність; U_l – випадкова послідовність».

«Стаціонарна складова визначає загальну тенденцію зміни врожайності в періоді, який розглядається. Вона представляється плавною лінією, яка отримана в результаті згладжування ряду, називається трендом і описується зазвичай рівнянням прямої або параболою другого порядку. Випадкова складова обумовлюється погодними особливостями окремих років, визначає їх вплив на формування урожайності та представляється відхиленнями від лінії тренду. Таке розкладання обґрунтовується тим, що рівень культури землеробства виявляє помітний вплив на врожайність сільськогосподарських культур не тільки в поточному році, але і в наступні роки, тобто сільське господарство відрізняється певною інерційністю. Тому лінія тренду досить точно характеризує середній рівень урожайності, який обумовлений рівнем культури землеробства, економічними та природними особливостями конкретного району. Для оцінки врожайності сільськогосподарських культур в різних регіонах або прогнозування тенденції урожайності на найближчі роки в

практиці агрометеорології найчастіше застосовують два методи – найменших квадратів і гармонійних вагів» [32].

4.2 Динаміка врожайності картоплі

Було проведено аналіз динаміки врожайності картоплі в Житомирській області за 30 років з 1993 по 2022 рік, розраховано лінії трендів методом гармонійних вагів.

Динаміка врожайності в Житомирській області представлено на рис. 4.1.

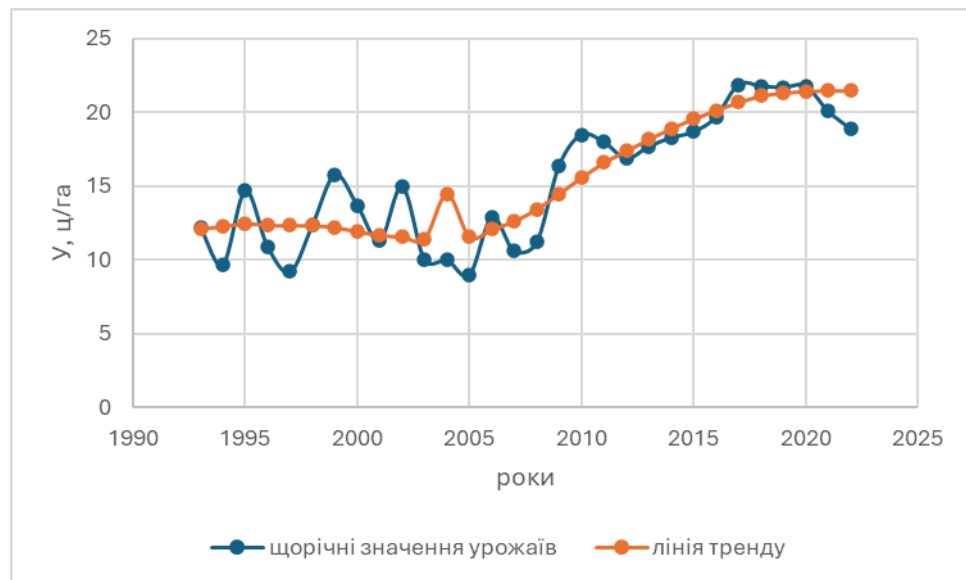


Рисунок 4.1 – Динаміка урожайності картоплі в Житомирській області.

На початку розглядаемого періоду урожайність картоплі в середньому (рис. 4.1) склала 12,2 т/га. В кінці періоду урожай збільшився на 6,7/га і склав 18,9 т/га. Під впливом погодних умов окремих років урожай значно варіював. Мінімальний урожай картоплі (9,0 т/га) спостерігалось в 1999 році, а максимальний – в 2011 році і склав 21,9 т/га.

ВИСНОВКИ

Виконано кваліфікаційну роботу на тему «Агрокліматичні умови вирощування картоплі в умовах зміни клімату в Житомирській області».

1. Охарактеризовано фізико-географічне районування та агрокліматичні ресурси Житомирської області.

2. Розглянуто ботанічний опис картоплі та охарактеризовано вимоги картоплі до агрокліматичних факторів, шкідників і хвороб..

3. Представлений сучасний стан моделювання формування продукційного процесу картоплі.

4. Представлена порівняльна характеристика агрокліматичних умов вирощування картоплі за середньо багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату.

Найвищі значення ΦAP очікуються в II-й та III-й сценарні періоди і складатимуть 290,2 та 280,7 кал/см²/добу в дев'ятій декаді вегетації. Найнижчий прихід ΦAP спостерігається в II-й період в сьомій декаді вегетації і складає 244,7 кал/см²добу.

$ПУ$ в I-й та III-й періоди $ПУ$ збільшиться до 1076 та 1124 г/м²дек, що складає 103 та 109% від середньо багаторічного. В II-й період, із-за підвищення ΦAP , $ПУ$ збільшиться до 110%.

За умовами реалізації сценарію RCP4.5 середня температура повітря в I-й та III-й періоди буде вищою на 0,7 та 0,3 °С, порівняно з середньою багаторічною. В II-й період температура повітря складатиме 14,0 °С, що на 0,1 °С вище від середньо багаторічної.

Максимальні значення в припадають на кінець вегетації. В I-й та III-й сценарні періоди максимальне значення середньої температури повітря близьке до середньо багаторічної і складає 18,6 та 18,4 °С, в порівнянні з середньо багаторічною 18,6 °С. Найвища максимальна температура повітря очікується в

II-й період і складає $19,6^{\circ}\text{C}$, що вище від середньої багаторічної на $1,0^{\circ}\text{C}$.

В I-й та III-й періоди сума опадів зменшиться на 17 мм та 54 мм від середньо багаторічної. В II-й період сума опадів підвищиться від середньо багаторічної на 21 мм і складатиме 213 мм.

Сумарне випаровування знизиться з 401 мм до 341 мм в I-й період і до 359 мм в III-й період. Випаровуваність зменшиться з 591 мм до 495 мм в I-й період і до 555 мм в III-й період. Із-за зменшення кількості опадів погіршаться і умови вологозабезпеченості посівів, і складатимуть відносно 69 та 25% від середньо багаторічної. ГТК в I-й та III-й періоди складатиме 84 та 11%, в порівнянні з середньо багаторічним.

В II-й період сумарне випаровування зменшиться до 356 мм, а випаровуваність до 461 мм, в порівнянні з базовим періодом. В цей період умови вологозабезпеченості будуть кращими, в порівнянні з I-м та III-м періодами і складатимуть 77% від середньо багаторічної величини. ГТК в II-й складатиме 99% від середнього багаторічного.

Так, із-за зниження вологозабезпеченості в I-й та III-й періоди площа листової поверхні в період її максимального розвитку зменшиться з $36,08 \text{ м}^2/\text{м}^2$ до $32,46$ та $35,24 \text{ м}^2/\text{м}^2$. В II-й період очікується підвищення площі листя до $39,85 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

За сценарними показниками ФП зросте з $217,1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ до $235,7 \text{ м}^2/\text{м}^2$ в I-й період, до $251,1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ в II-й період і до $224,1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ в III-й період.

В I-й та II-й періоди ММУ зросте до 181 та 183 $\text{г}/\text{м}^2\text{дек}$, що складатиме 111 та 112% від середньо багаторічного. В III-й період ММУ зросте до 318 $\text{г}/\text{м}^2\text{дек}$, що складатиме 195% від середньо багаторічного.

За умовами сценарію RCP4.5 з урахуванням природної родючості ґрунту рівень ДМУ в I-й та II-й сценарні періоди зросте до 90 та 91 $\text{г}/\text{м}^2\text{дек}$, що складатиме 110 та 111% від середньо багаторічного. В III-й період ДМУ зросте до 159 $\text{г}/\text{м}^2\text{дек}$, що складатиме 194% від середньо багаторічного.

В сценарні періоди спостерігається ріст приростів *ЛУ* до 1139 г/м²дек в I-й період, до 1161 г/м²дек в II-й період та до 1123 г/м²дек в III-й період.

В сценарні періоди спостерігається ріст приростів *ММУ* до 920 г/м²дек в I-й період, до 1030 г/м² в II-й період та до 903 г/м² в III-й період.

В I-й та III-й сценарні періоди спостерігається зменшення приростів *ДМУ* до 418 та 451 г/м²дек від середньо багаторічного. В II-й період спостерігається ріст *ДМУ* до 515 г/м² від середньо багаторічного.

В I-й та III-й сценарні періоди урожай зростає до 247,5 та 234,0 ц/га, що становить 118 та 112% від середньо багаторічного. В II-й період спостерігається найвищий ріст урожайності, яка складає 268,2 ц/га, тобто 128% від середньо багаторічного.

Баланс гумусу під посівами картоплі складатиме в I-й та III-й сценарні періоди 191 та 108%, а в II-й період зростає до 208% від середньо багаторічного.

Були визначені комплексні оцінки агрокліматичних ресурсів.

ССУ вирощування картоплі в середньо багаторічному він складає 0,519 відн.од. В I-й та II-й сценарні періоди *ССУ* збільшиться до 0,588 та 0,585 відн.од. В III-й період очікується найнижче значення *ССУ* – 0,503 відн.од.

C_o для вирощування картоплі показала, що в середньому багаторічному та у всі сценарні період показник *C_o* очікується на рівні 0,500 відн.од.

C_d для картоплі показав, що в середньому багаторічному він складає 0,172 відн.од. В II-й та III-й періоди рівень *C_d* зменшиться до 0,169 та 0,166 відн.од. В I-й період *C_d* зростає до 0,184 відн.од., в порівнянні з середньо багаторічним.

C_a для картоплі складає 0,331 відн.од. В I-й та II-й періоди спостерігається зниження *C_a* до позначки 0,313 та 0,289 відн.од., в порівнянні з середньо багаторічним. В III-й період *C_a* очікується на рівні середньо багаторічного.

4. Представлені методи оцінки мінливості врожайності сільськогосподарських культур.

Був проведений аналіз динаміки врожайності картоплі в Житомирській області за 30 років з 1987 по 2016 рік, розраховані лінії трендів методом гармонійних вагів.

Вирівняний рівень урожайності на початок аналізованого періоду склав 12,2 т/га. Наприкінці досліджуваного періоду врожай збільшився на 6,7 т/га і склав 18,9 т/га. Під впливом погодних умов окремих років урожай значно варіював. Мінімальне значення урожаю картоплі (9,0 т/га) спостерігалось в 1999 році, а максимальне значення – в 2011 році і склало 21,9 т/га.

З виконаного дослідження можна зробити висновок, що була дана оцінка зміни агрокліматичних умов росту картоплі під впливом світлового, теплового та водного режимів для Житомирської області. Був проведений аналіз даних за середньо багаторічний період 1980-2010 рр. шляхом порівняння з розрахунковими періодами за кліматичним сценарієм RCP45 з 2021 по 2030 рр., з 2031 по 2040 рр. та з 2041 по 2050 рр. За сценарні періоди, в порівнянні з середньо багаторічним періодом з 1993 по 2022 рр.. очікуються кращі агрокліматичні умови, що призведе до збільшення урожаю картоплі.

На початку розглядаємого періоду урожайність картоплі в середньому склала 12,2 т/га. В кінці періоду урожай збільшився на 6,7 т/га і склав 18,9 т/га. Під впливом погодних умов окремих років урожай значно варіював. Мінімальний урожай картоплі (9,0 т/га) спостерігалось в 1999 році, а максимальний – в 2011 році і склав 21,9 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Костриця М. Ю., Плосков В. О., Рижкова Л. О. Житомирська область. Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс]. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2009. Режим доступу : <https://esu.com.ua/article-19258>
2. Сивий М., Паранько І., Іванов Є. Географія мінеральних ресурсів України: монографія. Львів: Простір М, 2013. 683 с.
3. Корбут Г. О. Геологічна будова Житомирщини: монографія. Житомир: Рута, 2010. 23 с.
4. Житомирська область: географічний атлас. Вид. 5-е, випр. і допов. / відпов. ред. М. Ю. Костриця. Київ: ТОВ «Вид-во «Мапа», 2012. 23 с.
5. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко. Кам'янець-Подільський, 2011. 107 с.
6. Федосій О.І., Комар О.О., Фурдига М.М., Захарчук Н.А. Картоплярство: навчальний посібник. Київ : ФОП Ямчинський, 2022. 382 с.
7. Бондарчук А.А., Захарчук Н.А., Фурдига М.М. Картоплярство: методи оцінки якості. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. 456 с.
8. Бондарчук А.А., Молоцький М.Я., Куценко В.С. Картопля. Біла Церква: ВАТ «Білоцерківська книжкова фабрика», 2002. Том 3. 536 с.
9. Волкодав В.В. Атлас морфологічних ознак сортів картоплі *Solanum tuberosum* L. В.В. Волкодав, О.М. Гончар, Н.В. Лещук та ін. Київ, 2005. 60 с.
10. Каленська С.М., Кнап Н.В., Федосій І.О. Картопля: біологія та технологія вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017 с.
11. Клименко Т.В. Картопля в короткоротаційних сівозмінах Полісся: монографія. Житомир: ЖНАЕУ, 2018.127 с.

12. Бондарчука А.А., Олійник Т.М. Картоплярство: Селекція. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 624 с.
13. Захарчук Н.А., Марценюк Я.Ю., Лященко С.А., Олійник Т.М. Технологічні прийоми удобрення картоплі в зоні Полісся України. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 26 листопада 2020 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2020. С. 66-67.
14. Захарчук Н.А., Лященко С.А., Олійник Т.М. Технологічні прийоми удобрення картоплі в короткоротаційній сівозміні на супіщаних дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 67 (II), С.152-169.
15. Вишневська О. Підготовка насінневої картоплі до садіння. Пропозиція. 2017. № 3. С. 164-166.
16. Грушецький С.М. Аналіз сучасних технологій вирощування і збирання картоплі. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. 2016. С. 55-64.
17. Куценко В. С. Картопля. Хвороби і шкідники / За ред. В.В. Кононученка, М. Я. Молоцького. К., 2003. Т. 2. 240 с.
18. Борзих О.І., Шита О.В., Сергієнко В.Г., Ткаленко Г.М. Контроль хвороб і шкідників картоплі за використання сучасних інсектофунгіцидних протруйників Захист і карантин рослин. 2020. Вип. 66. С. 45- 57.
19. Борівський А.Ф. Адаптивна здатність та потенційні властивості сортів селекції Інституту картоплярства НААН. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2016. № 1. С. 89-95
20. Захарчук Н. А., Писаренко Н. В., Сидорчук В.І. Вивчення адаптивної здатності сортів картоплі за ознакою «врожайність» в умовах Центрального Полісся. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 71 (1). С. 123-140.

21. Інструкція з інспектування сортових посівів картоплі. А.А. Бондарчук, О.В. Вишневецька, Т.М. Олійник, А.А. Осипчук, М.М. Фурдига, А.Ф.Борівський, Н.А. Захарчук, С.А. Шмунь, С.А.Лященко, З.Б.Києнко, В.А.Кравченко, Ю.Б. Заставний, С.Д. Книш, Л.В.Сухомлин, Н.М.Храпійчук. Київ. Аграрна наука. 2015. 63 с.

22. Rubí Raymundo, at el. Climate change impact on global potato production. European Journal of Agronomy. Volume 100, October 2018, Pp. 87-98. doi.org/10.1016/j.eja.2017.11.008

23. Robert J. Hijmans. The Effect of Climate Change on Global Potato Production. her J of Potato Res. 2003. Pp. 271-280.

24. Bir Pal Singh, Vijay Kumar Dua. Impact of Climate Change on Potato. Climate-Resilient Horticulture: Adaptation and Mitigation Strategies. 2013. Pp. 125-135.

25. Roberto Quiroz, at el. Impact of climate change on the potato crop and biodiversity in its center of origin. Published Online: 2018-08-01 | doi.org/10.1515/opag-2018-0029.

26. Jatav M.K., at el. Impact of Climate Change on Potato Production in India. Copying or distributing in print or electronic forms without written permission of IGI Global is prohibited 2017.

27. Bir Pal Singh, Vijay K Dua, Sanjeev Sharma. Impact of Climate Change on Potato. Climate-Resilient Horticulture: Adaptation and Mitigation Strategies, 2013, p.125-135.

28. Ddumba, S. D., at el. Examining the impact of climate change and variability on sweet potatoes in East Africa. American Geophysical Union, Fall Meeting, 2013.

29. Давыденко О. В., Лопух П. С. Влияние погодных условий на колебания урожайности картофеля и сахарной свеклы в Республике Беларусь // Журн. Белорус. гос. ун-та. Гео- графия. Геология. 2017. № 1. С. 79–88.

30. Kole, C., Muthamilarasan, M., Henry, R., Edwards, D., Sharma, R., Abberton, M. Application of genomics-assisted breeding for generation of climate resilient crops: progress and prospects. *Front. Plant Sci*, 2015.

31. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроecosystem. К.: КНТ, 2007. 344 с.

32. Польовий А.М. Методи експериментальних досліджень в агрометеорології: Навчальний посібник. Одеса, Вид-во «ТЭС», 2003. 246 с.