

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут  
Кафедра агрометеорології та агроекології

**Кваліфікаційна робота бакалавра**

на тему: Агрокліматичні умови тепло- та вологозабезпечення  
картоплі в Вінницькій області

Виконав студент групи МКА-19  
Спеціальності 103 «Науки про Землю»

Пономаренко Нікіта Віталійович  
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник канд. геогр. наук, ст. викладач  
Данілова Наталія Василівна

Консультант \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Рецензент канд. геогр. наук, доцент  
Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут

Кафедра агрометеорології та агроекології

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

(шифр і назва)

Освітня програма Гідрометеорологія

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
агрометеорології та агроекології

Польовий А.М.

« 08 » травня 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студенту Пономаренку Нікіті Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Агрокліматичні умови тепло- та вологозабезпечення картоплі в Вінницькій області

керівник роботи Данілова Наталія Василівна, канд.геогр.наук, ст. викладач,

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

затверджені наказом ОДЕКУ від « 29 » квітня 2023 року № 53 - С

2. Строк подання студентом роботи 08 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Агрокліматичні дані по Вінницькій області за 1999-2018 рр. Дані державної статистичної служби.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Провести чисельні експерименти з моделлю оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності картоплі в Вінницькій області. Провести аналіз отриманих результатів, дати оцінку впливу агрокліматичних умов тепло- та вологозабезпечення формування продуктивності картоплі стосовно в Вінницькій області. Оцінити динаміку врожайності картоплі в Вінницькій області. Описати методи оцінки мінливості врожайності сільськогосподарських культур.

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

Графік динаміки інтенсивності ФАР та декадних приростів ПУ картоплі в Вінницькій області. Графік декадного ходу температури повітря та приростів метеорологічно можливого врожаю картоплі в Вінницькій області. Графік декадного ходу характеристик водного режиму посадки картоплі. Графіки динаміки приростів ДМУ та УВ картоплі в Вінницькій області. Графік динаміки врожайності картоплі і відхилень урожайності від тренду в окремі роки у Вінницькій області.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 08 травня 2023 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. Підготовка та написання першого та другого розділів.	08.05.2023 р. – 14.05.2023 р	85	4(добре)
2.	Підготовка та написання третього розділу. Дослідження впливу агрокліматичної оцінки умов на формування продуктивності картоплі.	15.05.2023 р. – 21.05.2023 р	85	4(добре)
	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>22.05.2023 р.- 26.05.2023 р.</b>	85	4(добре)
3.	Підготовка та написання четвертого розділу. Оцінка динаміки врожайності картоплі.	27.05.2023 р. – 5.06.2023 р.	85	4(добре)
4.	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	6.06.2023 р. - 10.06.2023 р.	85	4(добре)
	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	11.06.2023 р.- 12.06.2023 р.	-	-
	Підготовка презентаційного матеріалу.....	-	-	-
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>	-	85,0	-

Студент \_\_\_\_\_  
( підпис )

Пономаренко Н.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

Данілова Н.В.  
(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ І АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	7
1.1 Характеристика природних умов території.....	7
1.2 Кліматичні умови Вінницької області .....	9
1.3 Екологічні умови Вінницької області.....	13
РОЗДІЛ 2 МІНЛИВІСТЬ ГОСПОДАРСЬКО ВАЖЛИВИХ ОЗНАК КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ СЕРЕДОВИЩА.....	15
2.1 Ботанічний опис картоплі.....	15
2.2 Вимоги картоплі до світла та тепла.....	18
2.3 Вимоги картоплі до вологи.....	20
2.4 Агрокліматична оцінка земель.....	21
2.5 Сорти картоплі в Україні.....	22
2.6 Хвороби і шкідники картоплі.....	24
РОЗДІЛ 3 АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КАРТОПЛІ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	30
3.1 Вплив температурного режиму та режиму вологи на розвиток картоплі в період вегетації.....	30
3.2 Концепція моделювання.....	32
3.3 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроекологічних категорій урожайності картоплі в Вінницькій області.....	36

РОЗДІЛ 4 ПРОСТОРОВО-ТИМЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ УРОЖАЮ	
КАРТОПЛІ.....	42
4.1 Методи оцінки мінливості врожайності сіськогосподарських культур.....	42
4.2 Динаміка врожайності картоплі.....	47
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	54

## ВСТУП

Актуальність досліджень. Картопля (*Solanum tuberosum* L.) - найдавніша культура на земній кулі.

Роль картоплі в рішенні національної і світової продовольчої проблеми велика, оскільки вона є однією з найбільш важливих продовольчих культур, які вирізняються високими поживними властивостями і продуктивністю. Велике значення має картопля і в якості сировини для переробної галузі: виробництва крохмалю, клею, патоки, спирту, декстрину, глюкози. З картоплі виготовляють лаки, штучний шовк, ліки, використовують в парфумерній промисловості та ін. Картопляний крохмаль використовується в текстильній, консервній, м'ясо-молочній, паперовій, хімічній, сталеливарній і інших галузях. Крім того, картопля належить до тих культур, які можна вирощувати від тропіків до арктичного поясу. Раніше високоприбуткова, сьогодні картопля невиправдано витісняється з полів господарств через її збитковість і неконкурентоспроможності.

Вирощування картоплі перемістилося в господарства населення; протягом останніх років питома вага у валовому зборі картоплі господарств населення становить понад 97%. Особливістю сучасного ринку картоплі є різке скорочення обсягів виробництва на сільгосп підприємствах і зростання її в господарствах населення, що не вирішує проблему повного задоволення потреб переробки, оскільки виробництво носить дрібнотоварний характер і направлено на самозабезпечення населення.

Виробництво картоплі в Україні є низькотоварним. У США переробляється понад 60% валового збору, у Великобританії - 40, в Німеччині - 50; розвинена переробна промисловість картоплі і в Данії, Швеції і Франції. В Україні ж на переробку припадає менше 2% її валового виробництва через відсутність вирощування картоплі, яка відповідав би вимогам сучасної переробки, і потужностей з її переробки в напівфабрикати і

готові до вживання продукти харчування, що призводить до значних втрат (15-20% ), адже економічна ефективність її виробництва тісно пов'язана з рівнем товарності. Переробним підприємствам реалізується близько 12% картоплі, вирощеної на сільгоспідприємствах, хоча потреба значно більше.

У даному дипломному проекті поставлені і вирішуються наступні завдання:

- охарактеризувати фізико-географічне районування, кліматичні та екологічні умови Вінницької області;
- вивчити біологічні особливості культури і її вимоги до факторів навколишнього середовища;
- на основі базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів дати характеристику агрометеорологічних умов формування продуктивності картоплі в Вінницькій області;
- оцінити динаміку врожайності картоплі у Вінницькій області.

# РОЗДІЛ 1

## ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ І АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

### 1.1 Характеристика природних умов території

Вінницька область утворена 27 лютого 1932 року. Область займає майже 4,5% території України, а її площа становить 26513 км<sup>2</sup>. Обласним центром є місто Вінниця. Область розташована на правобережжі Дніпра в межах Придніпровської та Подільської височин. На півночі область межує з Житомирською областю, на заході межує з Чернівецькою та Хмельницькою областями, на півдні з Одеською областю та з Республікою Молдова, а на сході з Київською, Кіровоградською та Черкаською областями [1, 2].

Основна частина Вінницької області припадає на південно-західну частину Українського кристалічного масиву, який складений з архей-протерозойських метаморфічних порід. Південно-західна частина області розташована на Волино-Подільській плиті, яка складається з потужної товщі молодих, переважно осадових відкладів.

Подільське плато, яке займає більшу частину області, продовжується далі на захід на території Хмельницької і Тернопільської областей. Найбільшу висоту Подільське плато має в Шаргородському районі і складає 384 м над рівнем моря. Подільське плато дуже порізане ярами та долинами численних невеликих річок. Від Придністровської височини Подільське плато відокремлюють річки Снівода, Соб і Південний Буг.

Верхів'я річок Лядова, Немія, Жван, Мурафа мають пологі й лагідні схили, а з наближенням долин річок до Дністра всі вони стають типово подільськими.

Від верхів'я Сніводи до Гірського Тікичу у північно-східній частині області лежить Придніпровська височина. Середня висота її в цій частині



складає 300 м, а у північно-західній частині області Придніпровська височина має середню висоту від 250 до 300 м над рівнем моря. Низовин в області немає, а є тільки окремі рівні ділянки території, що лежать нижче навколишньої місцевості. Між Південним Бугом і його притокою Згаром знаходиться заболочена Летичівська низина, яка знаходиться на північному заході області і її висоти майже скрізь не перевищують 300 м.

На території Вінницькій області знаходиться густа мережа річок (всього 241 річка), що належить до басейнів трьох великих рік – Південного Буга, Дністра та Дніпра. Живлення всіх річок переважно снігове й дощове. Найбільшою річкою області є Південний Буг, протяжність якої складає 317 км. Південний Буг ділить територію області майже на дві рівних частини і у межах області має 14 приток з лівого боку і стільки ж з правого. Найбільші притоки Південного Бугу це річки Згар, Рів, Дохна, Соб, Снивода, Постолова, Десна.

Друге місце за розмірами займає річка Дністер, до якої відносяться притоки Мурафа, Немиця, Лядова.

До басейну Дніпра належать річки крайнього північного сходу області, які тільки частково протікають по території області: Рось, Оріхова і Роставиця.

На території області знаходиться багато ставків та водосховищ загальною площею 20 тис.га. У області розташовано 60 водосховищ. До найбільших водосховищ відносяться Ладижинське, Сандрацьке, Сутиське і Дмитренківське.

Вінницька область багата нерудними корисними копалинами. Господарське значення мають родовища каолінов, найбільшими з яких є Глуховецьке родовище каоліну, Турбівське родовище каоліну, Великогадомінецьке родовище каоліну, а також родовища будівельного каменя. На території Вінницької області виявлено близько 50 родовищ гранітів, гнейсів, піщаників, найбільші з них - Вітовське, Гніванське, Стрижавське, Жежельовське. Є також родовище фосфоритів (Жванське),

мела, гіпсу, глини, піску. Паливні ресурси області обмежені, до них відносяться торф і буре вугілля. У Вінницькій області знаходяться відкриті джерела мінеральних вод - в Хмільнику (радонові води), с.Житники, поблизу м.Козятин і в с.Липовці [3].

Вінницька область відноситься до Лісостепової зони. 14,2% території складають ліси, які відносяться до середньоевропейського типу. Лісова рослинність в основному складається з грабу. Також розповсюджені дуб, ясен, липа, клен, явір, берест, осика, тополя, дика груша, дика яблуня, черемха, черешня та інші. В лісах дуже різноманітна фауна: водиться багато як лісових звірів (лосі, олені, зубри, дикі свині, бобрі, вовки, лиси, кози, їжаки, борсуки, куниці, тхори, зайці), так і степових (гризуни) та водяних (норка, видра). Багато водяного, болотяного, лісового й степового птаства (дикі гуси й качки, черногуз, чапля, журавель, голуби, перепелиця), бджоли в липових лісах, а в річках і озерах – розмаїття риби (короп, лящ, сом, щупак тощо) [1, 2].

В основному на території області знаходяться опідзолені ґрунти, які складають близько 65% від усіх типів ґрунтів. Тільки на північному сході області переважають чорноземи, в центральній частині - сірі, темно-сірі, світло-сірі, на південному-сході і в Придністров'ї - чорноземи і опідзолені ґрунти. Більше 70% території області знаходиться під сільськогосподарськими угіддями.

## 1.2 Кліматичні умови Вінницької області

Клімат в Вінницька область холодний і помірний. Для нього характерні тривале, нежарке літо з достатньою кількістю вологи і порівняно коротка, м'яка зима.

За своїм географічним положенням територія області знаходиться в сфері впливу насичених вологою повітряних мас, які йдуть з Атлантичного океану, і периферичної частини сибірського (азіатського) антициклону, для

якого типовими є сухі, холодні континентальні повітряні маси. На клімат області мають вплив також повітряні маси з Арктики і Середземномор'я.

Клімат області залежить також від положення висоти Сонця над горизонтом в різні пори року. Максимальної висоти Сонце у м Вінниці досягає (понад  $64^\circ$ ) в день літнього сонцестояння (22 червня), коли його промені найбільш прямовисно падають на Землю і найкраще зігрівають її; найбільш низьке положення над горизонтом Сонце займає в день зимового сонцестояння (22 грудня) - близько  $18^\circ$ , коли його промені найменше зігріває поверхню Землі, а в дні весняного і осіннього рівнодення (21 березня і 23 вересня) висота Сонця над горизонтом близько  $41^\circ$ . Якщо при цьому врахувати, що протяжність області з півночі на південь дуже невелика (менше  $2^\circ$ ), то висота Сонця над горизонтом на різних широтах майже однакова.

Таким чином, клімат Вінницької області, розташованої в помірному поясі, також залежить від висоти Сонця над горизонтом і кута падіння сонячного проміння.

У літню пору на території області, як і всього Поділля, переважають вологі вітри західного і північно-західного румбів. Вони найбільше впливають на кліматичні умови районів, розташованих на північний захід від лінії Могилів-Подільський - Гайсин. У холодну пору року (з жовтня по квітень) на території області, яка пролягає на південний схід від цієї лінії, відчутний вплив сибірського антициклону з вітрами південних і південно-східних румбів.

Найхолоднішим місяцем по всій області є січень, найтеплішим - липень. Середні амплітуди коливань температури протягом року не перевищують  $25^\circ$ . Під впливом континентальних повітряних мас іноді буває, що взимку температура повітря в окремі дні знижується до  $-32^\circ$  ...  $-38^\circ$ . Влітку температура підвищується до  $+37^\circ$ .

Максимум опадів припадає на травень - липень (130-170 мм). Найменш вологими є зимові місяці. У грудні - лютому випадає від 65 до 80 мм.

Середньорічні суми опадів на території області становлять 440 - 590 мм. На холодний період року припадає 20-25% річної суми опадів.

Найбільше опадів буває на північному заході області. З просуванням на південний схід річна сума опадів поступово зменшується. Уже в Тульчинському і Гайсинському районах їх випадає приблизно 450 мм, а на крайньому півдні області - менше 450 мм, тобто 2/3 суми опадів, які бувають на північний захід [2, 3].

Вночі та вранці бувають тумани. Найчастіше вони з'являються в зниженнях рельєфу - в балках, низовинах, долинах річок. Тумани у весняні та осінні місяці внаслідок конденсації дають іноді за добу до 0,5 - 1 мм опадів.

Влітку досить часті сильні роси. Як і тумани, найбільші роси випадають в долинах річок.

Перехід від однієї пори року до іншого відбувається поступово.

Стійкий перехід середньої добової температури через  $0^{\circ}$  є початком весни на території області. Це найчастіше буває в другій декаді березня. Весна триває близько двох місяців. Характерними особливостями весни в області є: інтенсивне підвищення вдень температури, завдяки чому сходить стійкий сніговий покрив, відтає ґрунт, посилюється випаровування. У квітні середня температура повітря до 13-ї години досягає  $+10 \dots +13^{\circ}$ . Перехід середньої добової температури повітря через  $+5^{\circ}$  відбувається у першій декаді квітня, а через  $+10^{\circ}$  - в кінці третьої декади.

Встановлення теплої погоди і припинення нічних заморозків - такі умови переходу весни до літа. Літо триває з другої половини травня до першої половини вересня. В цей же час випадає найбільше дощів, переважно у вигляді злив. Кількість днів з опадами поступово зменшується з наближенням осені. Температура повітря до 13-ї години досягає в травні  $+18 \dots +20^{\circ}$ , в червні - серпні  $+21 \dots +25^{\circ}$ . Літні максимальні температури досягають в липні і серпні  $+35 \dots +39^{\circ}$ .

Осінь настає з переходом середньодобової температури повітря через  $+10^{\circ}$  в бік зниження. Перед цим близько місяця стоїть тепла погода. Настання

осені (перша декада жовтня) супроводжується заморозками, загальним зниженням температури, зменшенням кількості опадів. Характерною особливістю осені на Вінниччині є повернення теплих сонячних днів. Осінь закінчується в кінці листопада, коли середні добові температури повітря переходять через  $0^{\circ}$  у бік зниження.

Перед настанням зими на території області середні добові температури скрізь нижче  $0^{\circ}$ , але вище  $-5^{\circ}$ . До початку зими стоїть нестійка погода: морозні дні змінюються відлигою, не раз виходить і сходить сніговий покрив. Відлиги під час зими є характерними для Вінниччини, а температура повітря іноді підвищується до  $+10 \dots +13^{\circ}$ . Самі холодні місяці в області - січень і лютий.

В межах області можна спостерігати деякі кліматичні відмінності.

Континентальність клімату посилюється з північного заходу на південний схід. Кліматорозділяюча лінія Могилів-Подільський - Гайсин майже збігається з барометричної віссю.

Північно-західні райони характеризуються більш тривалою зимою, коротшим прохолодним літом, великою кількістю опадів і їх рівномірним розподілом протягом року, порівняно меншими річними амплітудами температур, інтенсивної хмарності і вітрами північно-західних румбів.

Південні райони області зазнають значний вплив континентальних повітряних мас. Опади бувають здебільшого на початку літа, переважно у вигляді злив. Вітри південно-східного напрямку приносять в ці райони різке похолодання взимку і засуху влітку.

Найбільш відрізняється в кліматичному відношенні районом є Придністров'я. Тут зима настає найпізніше в області. Перший сніг вкриває землю днів на 5 пізніше, ніж в центральних районах області. Весна настає на тиждень раніше.

Середні температури липня на  $2^{\circ}$  вище, ніж в східних районах. У Придністров'ї найбільше теплих сонячних літніх днів.

Взагалі клімат Вінниччини сприятливий для сільськогосподарського виробництва. Тривале, тепле, досить вологе літо, рання весна, суха осінь, зима з помірними морозами і значним сніговим покривом - все це позитивно впливає на зростання зернових, технічних і садових культур, винограду.

### 1.3 Екологічні умови Вінницької області

Амосферне повітря Вінницької області характеризується як регіон із значно меншим рівнем забруднення атмосферного повітря, ніж в промислових областях. В основному атмосферне повітря на території області забруднюють викиди автотранспорту, викиди Ладизинської ТЕС та викиди магістральних газопроводів, що разом становить понад 50% від усіх забруднювачів.

Земельний фонд Вінницької області складає 2649,2 тис.га. Біля  $\frac{3}{4}$  частини території зайнято сільськогосподарськими землями. Найбільшу площу займають сільськогосподарські угіддя (76,2%). Ліса та лісові насадження займають 14.2% території.

Під водою зайнято 1,6% площі території, а під сушею 98,4% від загальної площі області.

Ступінь розораності земель характеризує екологічну стійкість земельних ресурсів і складає по області 65%.

Рівень родючості ґрунтів області є основою функціонування земель і є одним із основних критеріїв оцінки екологічного стану сільськогосподарських угідь. Сукупність природних факторів сприяли утворенню різних за властивостями і родючістю ґрунтів. Гумус є важливим показником рівня родючості ґрунтів. Вміст гумусу в ґрунтах Вінницької області зумовлений особливостями генезису ґрунтів, таких як тип ґрунтоутворення, вид тваринництва та рослинництва, гранулометричний склад ґрунтів та ін.

Інтенсивне розорювання схилених земель і вирощування на них просапних культур, відсутність комплексів в проведенні протиерозійних заходів, перенасичення просапними культурами структури посівних площ сприяє виникненню та розвитку ерозійних процесів [3, 4].

На навколишнє середовище також негативно впливає використання підвищених доз мінеральних добрив, що зумовлює підкислення ґрунтового розчину, забруднення водосховищ залишками добрив в результаті процесу ерозії, забруднення ґрунтових вод в результаті фільтрації добрив, нагромадження надлишкових запасів нітратного азоту в продукції рослинництва.

У першому розділі представлена характеристика природних умов, агрокліматичних особливостей клімату та екологічних умов у Вінницькій області.

## РОЗДІЛ 2

### МІНЛИВІСТЬ ГОСПОДАРСЬКО ВАЖЛИВИХ ОЗНАК КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ СЕРЕДОВИЩА

Біологічні умови істотно впливають на експресію ознак, закладених в генотипі, що в кінцевому підсумку і визначають біоресурсний потенціал культури на конкретній території. Простежуючи реакцію різних генотипів на умови середовища, ми можемо відібрати сорти найбільш продуктивні в даних умовах. Вивчаючи кліматичні умови і знаючи загальні вимоги культури, можна виділити фактори, що вплинули в даному конкретному випадку на показники господарсько значущих ознак різних сортів. І таким чином визначити сорти, найбільш пристосовані для умов даної території.

#### 2.1 Ботанічний опис картоплі

Картопля - багаторічна рослина, розмножується бульбами. Картопля відноситься до сімейства пасльонових, що включає більше 200 диких і культурних видів, які ростуть в Америці. Обробляють її як однорічну культуру. Картопля розмножується вегетативно (бульбами, паростками, живцями) і насінням. У сільськогосподарській практиці використовують в основному розмноження бульбами (цілими або частинами). Інші способи застосовують в селекційній роботі.

Залежно від сорту бульби за формою бувають овальні, круглі, плоскі, бочковидні. За кольором - білі, рожеві, червоні, червоно-фіолетові з різними відтінками. За забарвленням м'якоті - білі, кремові, світло-жовті, синьо-фіолетові, білі з червоними плямами.

За тривалістю вегетаційного періоду всі сорти картоплі ділять на кілька груп: ранні - з формуванням врожаю бульб через 50 - 60 днів, середньоранні -



61 - 80, середньостиглі - 81 - 100, середньопізні - 101 - 120, пізньостиглі - понад 120 днів.

Для літньо-осіннього споживання найбільш придатні ранні, середньоранні і середньостиглі сорти, для закладки на зберігання і зимово-весняного використання - середньостиглі, середньопізні і пізньостиглі.

Кущ картоплі складається з окремих стебел. Їх кількість різна в залежності від сорту, рівня родючості ґрунту, вологості, освітленості, величини посадкових бульб. З пазушних бруньок в підземній частині стебла утворюються підземні пагони - столони, на кінцях яких розвиваються бульби. Основна маса коренів розташована у верхньому шарі ґрунту, на глибині до 70 сантиметрів, причому переважно в розпушеному і родючому орному шарі [6, 7].

Бульба картоплі являє собою видозмінене потовщене підземне стебло, перетворене в орган запасу. У самому ранньому віці на бульбі є дрібні лускаті листочки, які не розвиваються. У пазухах лускатих листочків - вічках - закладаються бруньки - по 3 і більше в кожному оченята. Найчастіше проростає тільки одна з них. Якщо з'явилися паростки, проростають інші бруньки. Зазвичай у цілої бульби проростають бруньки не всіх вічок, а тільки верхніх. Якщо ж видалити верхню частину бульби, проростають бруньки і нижніх вічок. Вічка можуть бути дрібні (поверхневі), середні і глибокі. У господарському відношенні найбільш цінні дрібно вічковидні бульби, які зручніше чистити і мити.

При проростанні на світлі на бульбах утворюються короткі щільні темно-зелені паростки. У темряві виростають паростки довгі, безбарвні, ламкі.

Коренева система мичкувата, слаборозвинена (7 - 7,5% маси всієї рослини), формується з вічок маточної бульби, з бруньок стеблових вузлів підземної частини стебла і столонів. Основна маса коренів розташована в орному горизонті. Окремі корені проникають на глибину до 200 сантиметрів.

У пазухах зародкового листя на підземній частині стебла рослини утворюються підземні пагони - столони, які, потовщені в верхній частині, утворюють нові бульби. На кожному стеблі утворюється шість-сім столонів довжиною 15 - 20 см. Молоді бульби зовні покриті шаром епідермісу. На шкірці бульби розміщені невеликі отвори - вустця, через які бульба дихає.

На поверхні молодої бульби є зародкові недорозвинені лускаті листочки, в пазухах яких закладаються вічка з трьома-чотирма сплячими бруньками, а іноді і більше в кожній. Вічка розміщуються по бульбі спірально, причому у верхній частині їх більше, ніж у середній і особливо в нижній, пуповинній частині бульби. При дозріванні бульб бруньки переходять в стан спокою, а при настанні сприятливих умов починають зростання. Проростає в вічку зазвичай центральна брунька, а при її видаленні - інші. Залежно від сорту бульби бувають різного розміру, маси, форми і забарвлення.

Рослини, які вирости з бульби, утворюють кущ висотою 50 - 80 см з трьома - шістьма стеблами. Спочатку стебла прямостоячі, потім вигнуті, незграбні або округлі, діаметром до 20 мм, зеленого забарвлення. Листя прості, що не парно-перисторозсічені.

Суцвіття складаються з двох - чотирьох завитків, розташованих на квітконосі, який у ранньостиглих сортів закладається в пазусі шостого - восьмого листа, а у пізньостиглих - вище. Квіти п'ятичленні різного забарвлення залежно від сорту (білі, червоно-фіолетові або синьо-фіолетові, сині). Тичинок п'ять з жовтими або жовтогарячими пильовиками. Зав'язь верхня, зазвичай двухгніздова, плід - двухгніздова ягода різної форми, яка містить велику кількість (до 200) дуже дрібних насінин (маса 1000 шт. 0,5 - 0,6 г). Картопля - самоопилююча, перехресне запилення спостерігається дуже рідко.

У процесі росту і розвитку рослин відзначають фази сходів, росту стебел і листя, утворення бульб, бутонізації, цвітіння, всихання або відмирання бадилля.

Після закінчення періоду спокою при наявності необхідної температури і вологості ґрунту бруньки проростають - з'являються паростки і коріння, які спочатку ростуть за рахунок використання поживних речовин материнської бульби. Після появи сходів формується асиміляційні апарат - стебла і листя. На 20 - 30-й день після появи сходів починають утворюватися бульби. Початок цієї фази зазвичай збігається з цвітінням рослин, а у скоростиглих сортів ще раніше. Одночасно з формуванням нових бульб, бутонізацією і цвітінням триває енергійний ріст надземної маси рослин. З утворенням ягід з насінням зростання рослин сповільнюється, потім припиняється. Спочатку нижні, а потім середні і верхні листки жовтіють, починається підсихання, а згодом і відмирання стебел і листя. Бульби ростуть інтенсивно до пожовтіння листя і стебел, потім вони припиняють ріст і переходять в стан спокою.

## 2.2 Вимоги картоплі до світла та тепла

На своїй батьківщині, в Центральній і Південній Америці, головним чином в південноамериканських Кордильєрах і в приморських районах Чилі, картопля росте при помірних температурах (+10-15 °C), стабільних протягом доби, підвищеної вологості повітря і рівномірному розподілі опадів. Бульби в ґрунті проростають і утворюють життєздатні паростки при +7-8 °C, проростання нирок на бульбах відбувається при + 3-5 °C, при підвищенні температури до +25 °C прискорюється поява сходів.

Оптимальна температура для проростання бульб становить +18-25 °C, підвищення температури (+30-35 °C) затримує проростання. Формування кореневої системи відбувається при температурі не нижче + 7-8 °C.

При поступовому охолодженні в бульбах накопичуються цукру, таким чином, їх життєздатність може зберігатися і після охолодження до  $-7^{\circ}\text{C}$ . Однак навіть при нетривалому зберіганні бульб при температурі близькою до  $0^{\circ}\text{C}$  відбувається зниження енергії проростання (схожість бульб знижується на 5-20%).

Оптимальна температура для росту і клубнеобформування дорівнює  $+15-18^{\circ}\text{C}$ , якщо температура нижче  $+6-7^{\circ}\text{C}$ , стебла і листя не ростуть, а вище  $+26-28^{\circ}\text{C}$  клубнеобформування і зростання бульб припиняється, сповільнюється зростання бадилля, відбувається переростання бульб, освіту і розгалуження стolonів, збільшується число бульб, але знижується їх маса, stolони часто ростуть вертикально вгору, утворюючи додаткові стебла. При високих температурах і нестачі вологи затримується зростання молодих бульб, їх верхівкові оченята при  $+20^{\circ}\text{C}$  і вище проростають, утворюючи нові паростки і вторинні бульби.

Охолодження ґрунту в період посадки не позначається на врожаї, але знижена температура ґрунту в період сходи - цвітіння негативно впливає на продуктивність картоплі. Основним критерієм оцінки придатності території для вирощування картоплі є її теплові ресурси за вегетаційний період. При дефіциті тепла картопля уповільнює початкові темпи росту, а також відбувається зміщення періоду активного клубнеобформування з липня на серпень. При обмежених теплових ресурсах слід застосовувати комплекс агротехнічних методів для прискорення зростання рослин.

Картопля - рослина довгого дня. При нестачі світла наземна вегетативна частина жовтіє, стебла сильно витягуються, рослини зазвичай не утворюють квітів, затримується бульбоутворення, знижується крахмалистість бульб, їх вага та кількість [8].

Для розвитку бадилля картоплі і генеративних органів більш сприятливі довгі дні, а утворення бульб сприяють короткі дні. В умовах короткого дня на зростання гички витрачається менше накопичуються рослиною органічних речовин, і залишилася їх частина надходить на освіту

органів вегетативного розмноження. Але для синтезу органічних речовин необхідна велика зелена маса. Тому найбільш підходящими умовами для отримання максимального врожаю є довгі дні на початку вегетації і короткі в її кінці. В період розвитку надземної частини в травні-липні більше довгі дні, а в серпні - вересні коротші.

Для припинення періоду спокою бульби виробляють підготовку насінневого матеріалу картоплі, тоді за рахунок розпаду пригнічують з'єднань активізуються фізіологічно активні речовини. Освітлення насінневого матеріалу - світлове пророщування найбільш древній, але є основним спосіб підготовки насінневого матеріалу, прискорює стартові темпи зростання за рахунок подовження вегетативного періоду, при цьому збільшується врожайність ранньої картоплі і поліпшується визреваемость бульб.

### 2.3 Вимоги картоплі до вологи

Картопля високо вимогливий до умов зволоження. Витрата на кожен центнер бульб 65-104 ц води на суглинистій і 110-137 ц - на супіщаних ґрунтах. Витрата води з 1 га при врожаї 300 ц / га сягає приблизно 3000 м<sup>3</sup> на суглинистій і 4000 м<sup>3</sup> - на супіщаних.

Транспіраційний коефіцієнт - кількість води (в грамах), що витрачається на освіту 1 г сухої речовини рослини, залежить від кліматичних і ґрунтових умов, а також від виду рослин. Молоді рослини споживають більше води на одиницю сухої маси, при наближенні закінчення вегетаційного періоду витрата вологи різко зменшується. Коефіцієнт транспірації також збільшується при стресових умовах. На інтенсивність транспірації впливають температура і вологість повітря, вік рослини, умови забезпечення його елементами живлення, час доби. Особливо інтенсивно транспірація протікає в першій половині дня, до вечора слабшає, до ночі майже повністю припиняється. Найбільшою величини інтенсивність

транспірації досягає в період цвітіння. Транспіраційний коефіцієнт картоплі складає від 167 до 659.

При нестачі вологи зростання рослини сповільнюється, затримується клубнеобразование, опадають нижні і середні листя, але рослина зазвичай не гине.

Після випадання опадів зростання наземної вегетативної частини і бульб поновлюється.

Картопля погано переносить перезволоження ґрунту - погіршуються умови для зростання і розвитку рослин, знижується вміст сухої речовини і крохмалю в бульбах, зростає ураження бактеріальними і грибовими хворобами.

Найбільше картопля споживає вологи в період інтенсивного росту, цвітіння і клубнеобразования (40-60 м<sup>3</sup> води з 1 га за добу), на початку і в кінці вегетації водоспоживання зменшується (20-30 м<sup>3</sup> води з 1 га за добу).

#### 2.4 Агрокліматична оцінка земель

Шпаруватістю визначають кількість повітря в ґрунті. На добре оброблених землях шпаруватість становить близько 60-65% обсягу ґрунту. Однак лише в сухому ґрунті весь цей обсяг може бути зайнятий ґрунтовим повітрям. Чим вище вологість ґрунту, тим менший обсяг залишається для повітря, при надмірному зволоженні спостерігається погана аерація. Для картоплі оптимальна щільність орного шару становить 1,0-1,2 г/см<sup>3</sup> (піщаної -1,3-1,5), шпаруватість аерації 20-30% загального обсягу пор.

Для нормального росту коренів картоплі достатня концентрація кисню в ґрунтовому повітрі, що дорівнює 5%, для бульб - 20%. Оптимально вміст CO<sub>2</sub> не більше 1%, верхній ліміт знаходиться на позначці 9-10%.

Найбільш придатними для картоплі є чорноземні ґрунти (опідзолені, вилужені, солонцюваті, звичайні і південні), які мають гумусовий горизонт

25-40 см, і на 100 г ґрунту, що містять 7-10% гумусу, 8-10 мг азоту, 8-10 мг фосфору і 20-30 мг калію, з реакцією середовища близькою до нейтральної.

Картопля активно поглинає велику кількість мінеральних речовин, ця здатність і дозволяє давати високі врожаї за відносно короткий термін вегетації. При аналізі сухої речовини можна виявити 26 хімічних елементів, таких як: азот, фосфор, калій, кальцій, магній, залізо, сірка, бор, марганець, молібден, мідь, цинк, хлор та інші, але масова частка трьох перших найбільша. В середньому на кожні 100 ц бульб картопля (разом з бадиллям і бульбами) виносить близько 50 кг азоту, 20 кг фосфору і 90 кг калію. Підвищена потреба культури в елементах кореневого харчування пов'язана з високим накопиченням сухої речовини. За кількістю накопичення сухої речовини картопля поступається тільки коренеплодам і кукурудзі.

При нестачі мікроелементів в ґрунті його заповнення забезпечує високі приростки врожаю (до 10-15%) і збільшення вмісту крохмалю в бульбах на 1,0-1,4%.

## 2.5 Сорти картоплі в Україні

В останні роки навіть на території України для картоплі складаються не найкращі умови. Вологи стає все менше, причому не тільки дощів, але і ранкові роси стали менш рясними. А врожайність картоплі безпосередньо пов'язана з вологозабезпеченням. Тому в пошуку більш посухостійких сортів доводиться регулярно оновлювати їх асортимент. Інакше про високий і стабільний урожай картоплі в незрошуваних умовах доведеться лише мріяти. Розглянемо особливості сортів картоплі української селекції.

Бородянський рожевий. Ранній високоврожайний сорт з відмінною здатністю зберігання. При варінні дуже сильно розварюється. Його врожайність може досягати 800-1200 г з одного куща. Вміст крохмалю в бульбах до 18%. Рослина прямостояча, низька, окрас квіток червоно-фіолетовий. Облистянність висока. Листя сільнорозсічене, великі, темно-

зелені. Листя з рівними краями і кінцевою часткою з серцеподібною підставою і короткою вершиною. Бульби округлої форми, з тупою вершиною і плоскими столонами, рожеві. Вічка дрібні, нечисленні. Шкірка гладенька, рожева, а м'якоть кремового кольору, іноді злегка жовта. Смак відмінний. Товарність - 73-91%, лежкість - 85-98%. Маса товарної бульби - 90-140 г. Загальна врожайність може досягати від 17 т/га до 45 т/га. Сорт має гарну стійкість до грибкових хвороб, стійкий до раку і вірусів.

Серпанок. Ранній сорт (вегетаційний період 85 днів) столового призначення. Сорт має гарну лежкість при довгому зберіганні. Стебла невисокі, але листя добре розвинені, що дає їм можливість добре прикривати ґрунт, зберігаючи під кущами вологу. Бульби рівномірної форми, овальні, вагою понад 100 г. Середня кількість бульб під кущем від 7 до 10 штук. Вічка не глибокі. Сорт стійкий до розтріскування бульб. Вміст крохмалю 15%. Сорт відмінно протистоїть хворобам. Характерною особливістю серпанку є висока посухостійкість і товарна якість. Максимальна врожайність 31 т/га.

Щедрик. Ранній, дуже врожайний, за смаком нагадує «Сіньоглазку». Вміст крохмалю 14%, але за смаком відчувається не інакше як всі 20%. У цього сорту тільки один недолік - його великі бульби мають великі вічка. Щоб під кущем було більше бульб середнього розміру, ми проводимо 3-4 підгортання. При проростанні бульб у Щедрика утворюються хороші товсті паростки, які не обламуються при пересипанні з відра у відро. При посадці бульбу можна розрізати розділяючи її навіть на частини з одним вічком. Сорт стійкий до всіх хвороб. Іншою характерною особливістю є висока посухостійкість. Бульби у Щедрика одномірні, відмінного товарного вигляду. Цей сорт може стати лідером по врожайності [6, 7, 8].

Сувенір чернігівський. Середньоранній сорт столового призначення. Сходи сорту дуже чутливі до заморозків, затінення деревами і бур'янами, а також до поганого повітрообміну в ґрунті. Тому цей сорт вимагає ретельно спланованих агротехнічних заходів. Сходи у сорту можуть з'являтися нерівномірно. Сорт дає великі і дуже великі бульби, вага яких коливається



від 250 до 500 г. Зверху вони жовтуваті, а всередині - світло-жовті. Вміст крохмалю 15%. Смакові якості відмінні. Бульби відмінно розварюються, після варіння мають розсипчасту текстуру. Крім того, цей сорт високостійкий до хвороб і посухи.

## 2.6 Хвороби і шкідники картоплі

Багато овочівників вважають, що всі хвороби картоплі викликані інфекціями і проводять абсолютно непотрібне і шкідливі для рослини "лікування" отрутохімікатами.

Насправді ж, багато хвороб картоплі виникають з наступних причин:

- невірне і незбалансоване внесення добрив, як органічних, так і мінеральних;
- механічні ушкодження;
- різкі зміни температури навколишнього середовища і рівня вологості;
- неправильне і несвоєчасне підгортання кущів картоплі;
- порушення агротехніки вирощування картоплі.

Профілактика - головний метод боротьби з хворобами картоплі. Як і для багатьох інших рослин для картоплі найважливішим фактором для зростання є макро і мікроелементи.

Макроелементи - це фосфор, сірка, кальцій, азот, калій, залізо.

Мікроелементи - це цинк, бор, мідь, марганець, молібден і інші. Хоча мікроелементи необхідні рослинам в набагато меншій кількості, їх роль так само велика.

Головне не тільки правильна кількість елементів, але їх ефективне співвідношення.

Наприклад, надлишок азоту може приводити до прискорення вегетативного росту рослини, при одночасному ослабленні плодоношення. При цьому листя стає великими, темно-зеленими. Однак, якщо рослина

відчуває нестачу інших макроелементів, зокрема калію, картопля буде мати недорозвинені бульби, скоротиться і термін його зберігання.

Щоб не допустити розвиток хвороб картоплі, потрібно, по-перше, мати знання про ці хвороби та їх симптоми, і, по-друге, вчасно проводити процедури по їх запобіганню.

Найбільш гіршим чинником є нестача азоту. Без азоту неможливе формування білкових з'єднань. Особливо сильно недолік білків проявляється на надлишково вологому ґрунті. Посилює справу і те, що наслідки нестачі азоту в рослині картоплі відразу не видно, так як спочатку самі бульби підживлюють зелену рослину, яка тільки що зійшла. Результатом цього стає зниження врожайності і зменшення розміру бульб.

Деякі картопляри наївно вважають, що азот та інші мінеральні добрива цілком можна замінити достатньою кількістю торфу при внесенні його на достатню глибину ґрунту. Однак це не так. Незважаючи на те, що торф - це відмінне добриво, він ефективний для картоплі тільки при внесенні разом з мінеральними азотними, фосфорними і калійними добривами. Торф служить для них своєрідним каталізатором, активуючи і стимулюючи їх дію на картоплю. Так що якщо не поєднувати торф з вищевказаними добривами - в результаті урожай буде досить мізерним.

У рослини, яка відчуває дефіцит азоту, витягуються і тоншають стебла, листя дрібнішають і бліднуть, жовтіють по краях, а при сильному дефіциті азоту - засихають і гинуть.

Щоб уникнути цього рекомендується підгодівля аміачною селітрою (15 г на 1 кв.м), гноєм або пташиним послідом. Конкретні дозування залежать від вмісту в ґрунті азоту, калію і фосфору.

Недолік калію в ґрунті призводить до ослаблення імунітету рослини до хвороботворних мікроорганізмів. Здавалося б, зовні абсолютно здорові бульби раптом починають гнити. Бадилля картоплі починає притискатися до землі, листя дрібнішають, набувають синьо-зелений відтінок, а старе листя - бронзово-коричневий, з нижньої сторони листя покриваються плямами.

Сильний дефіцит калію призводить до швидкої загибелі стебел і листя картоплі.

Не варто чекати серйозних наслідків нестачі калію. Тому треба внести підгодівлю на основі калімагнезії (30 г на 1 кв.м) або гною (1 кг на 1 кв.м) або хлористого калію (20 г на 1 кв.м).

Найчастіше ділянку, що знаходиться на колишньому торфовищі або болоті має ґрунт бідну мікроелементами, зокрема бором. Те ж саме відбувається і при вапнуванні ґрунту. При нестачі бору листя картоплі згортаються в форму човників, загинаючи краями до верху, жовтіють, а стебла стають ламкими.

Для запобігання цих недуг роблять підгодівлю картоплі розчином борної кислоти (3 г на 10 л води - на 10 кв.м), а також вносять буру (9 г на 10 кв.м).

Якщо ґрунт має високий вміст гумусу або перегною, вона може відчувати брак марганцю. Це призводить до покриття листя дрібними світло-зеленими плямами. Листя стає строкатим, закручується, верхні листові частки перестають рости [6, 7, 8].

Для боротьби з цими проявами найкраще вносити сірчано-кислий магній (10 г на 1 кв.м). Можна використовувати і розчин сіро-кислого марганцю (0,5 г на 0,5 л води). Даного розчину так само вистачає на 10 кв.м.

Тепер перейдемо безпосередньо до хвороб картоплі.

Чорна ніжка. Це бактеріальне захворювання широко поширене і особливо часто вражає рослини в холодне літо. При ураженні чорною ніжкою стебло картоплі загниває в нижній частині, жовтіють і скручуються листя, рослина можна легко висмикнути з ґрунту за рахунок ураження кореневої системи. Крім того з бульби виділяється слиз при натисканні.

Чорна ніжка передається через бульби картоплі, проте причиною захворювання може бути і бадилля. Для захисту здорового картоплі хворі кущі необхідно відразу ж видаляти з ділянки.

Для запобігання захворювання весь посадковий матеріал потрібно уважно відбирати і прогрівати перед посадкою в ґрунт. Тару, яка використовувалася для перевезення картоплі восени, також потрібно ретельно продезінфікувати.

Кільцева гниль. Ця хвороба призводить до того, що бадилля передчасно в'яне і загниває. Захворювання поширюється від старих бульб до молодих через судинну систему рослини, а також при прямому контакті здорових бульб з ураженими.

Незабаром заражаються і бульби картоплі, поверхня яких покривається коричневими і рожевими плямами. М'якоть бульби стає м'якою і загниває. Поступово чорніє судинне кільце у бульби. Зараження кільцевою гниллю відбувається в період цвітіння і при збиранні картоплі. Підсилює фактором є сира погода. Для боротьби з кільцевою гнилизною застосовуються ті ж методи боротьби, що і при чорній ніжки.

Парша звичайна. Парші викликають гриби, які живуть в ґрунті. При зараженні паршею на поверхні бульб і стolonів з'являються сухі виразки. Парша може вражати рослину тільки тоді, коли бульби мають ще тонку шкірку.

Для боротьби з паршею перед посадкою картоплі ґрунт обробляють розчином аміачної води (4 л на 1 сотку). Крім того рекомендується на ділянках, де часто відбувається зараження паршею, садити сорти картоплі, стійкі до хвороби - Лорх, Вятка, Кондор.

Фітофтороз. Фітофтороз - одна з найчастіших грибкових хвороб, що вражають рослину картоплі цілком: листя покриваються бурими плямами з верхньої частини, а на нижній з'являється наліт грибниці фітофтори [9-11].

Заражені кущі картоплі швидко гинуть. Сприятливими умовами для розвитку фітофторозу є підвищена температура повітря і вологість. Грибниця потрапляє в бульби з дощем і при зіткненні із зараженою бадиллям. Бульби уражаються бурими плямами від поверхні до глибини.

Для профілактики фітофторозу рекомендується вимочувати бульби посадкової картоплі перед посадкою в відварі часнику, цибулі, редиски або тополі протягом 8 годин.

У разі виявлення ознак фітофторозу на сходах картоплі їх необхідно обприскати мідним купоросом. Для цього готують розчин 10 г мідного купоросу на 10 л води.

Рак картоплі - захворювання, сильно вражає столони і бульби. На бульбах з'являються нарости великого розміру білого кольору, які з часом темніють і розкладаються. Таким чином можна втратити весь урожай.

Очистити ґрунт від збудників раку допомагає посадка ракостійких сортів картоплі, таких як Богатир, Аріна, Приволзький, Весна і ін.

Восени необхідно спалити ракові нарости на бульбах і стеблах, а ґрунт знезаразити методом сівозміни.

Розглянемо шкідники картоплі.

Проволочник. Проволочник - це личинка жука, поширена у вологих і помірних районах. Проволочник пошкоджує коріння і бульби рослини, прогризаючи їх. В результаті кущ картоплі в'яне, а бульби загнивають.

З метою боротьби з проволочником потрібно щосені перекопувати ґрунт, додаючи в неї аміачну селітру або сульфат амонію (30 г на 1 кв.м).

Крім того, якщо на ділянці росте пирій, його необхідно видалити, так як коріння пирію служать середовищем скупчення і розмноження дротяники.

Колорадський жук. Жук з Колорадо - біда для будь-якого картопляного поля. Про зовнішність цього жука розповідати не варто, ми все з дитинства бачили цих комах на картопляних листі. Колорадський жук проводить зиму глибоко в ґрунті, а навесні виходить на поверхню.

Самка колорадського жука відкладає на нижній частині картопляного листа яскраво-помаранчеві яйця, з яких вже через тиждень-два з'являються личинки.

Методи боротьби з колорадським жуком різноманітні. Застосовують різні засоби, такі як хімікати хлорофос і бензофосфат. Хороший ефект дають такі кошти, як Фастак і Карате, якими обприскують картоплю.

Існує і більш-менш безпечний спосіб боротьби з колорадським жуком, при якому самі рослини не потрібно обприскувати хімікатами: на певній частині ділянки викладають нарізану шкірку картоплі, яку заздалегідь обприскали отрутою. Жуки збираються на підготовлений "бенкет" і незабаром гинуть [12-15].

В другому розділі представлена коротка ботанічна характеристика картоплі, вивчено біологічні особливості культури до навколишнього середовища, перелічені основні посушливостійкі сорти та дана характеристика шкідників і хвороб.

## РОЗДІЛ 3

### АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КАРТОПЛІ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

3.1 Вплив температурного режиму та режиму вологи на розвиток картоплі в період вегетації

Вода в ґрунті є одним із основних факторів ґрунтоутворення та однією із найголовніших умов родючості.

Картопля – рослина вимоглива до вологи. Потреба в ній змінюється по фазах росту. Критичний період - початок цвітіння. Нестача вологи в ґрунті в цей час приводить до сильного зниження врожаю. Навіть короткочасні посухи у фазі бутонізації зменшують його на 17-23 %. Широко відоме висловлення А.Г. Лорха (1948) про те, що врожай бульб картоплі ранніх сортів визначається опадами липня, середньостиглих сортів - опадами липня - серпня й пізніх - опадами липня - серпня - вересня. Транспіраційний коефіцієнт картоплі рівний 400-550 іноді змінюється від 167 до 659. Це вказує на те, що картопляна рослина по своїй природі досить пластична й має велику пристосованість до умов вирощання.

Однак для забезпечення високих урожаїв картоплі в середній смузі необхідно, щоб за вегетацію випало не менш 300 мм опадів. Якщо ж враховувати втрати вологи з поверхні ґрунту, водоспоживання посівами картоплі може значно зрости, особливо із просуванням у більш жаркі райони.

Картопля погано реагує на температуру ґрунту нижче 7-8 °С і в той же час сильно гнітиться вже при температурах більш 25 °С.

Сума температур вище 10 °С за вегетаційний період, необхідна для повного розвитку рослин, для ранніх і середньоранніх сортів у середньому рівна 1000-1400 °С, для пізньостиглих –1400-1600 °С [11-

15].

Ми простежили за станом зволоження ґрунту під картоплею та за температурою повітря на протязі всього вегетаційного періоду за середньобагаторічними даними (табл. 3.1 та 3.2).

Таблиця 3.1 - Термічні ресурси і умови теплозабезпеченості картоплі у  
Вінницькій області

Дати фаз		Дати через 10 °С		ΣТ в.п.	ΣТ т.п.	t в.п.	t т.п.	N в.п.	N т.п.
посадка	збирання урожаю	весна	осінь						
27.04	18.08	8.04	19.10	2102	2809	18,6	14,5	113	194

Таблиця 3.2 - Ресурси зволоження і умов вологозабезпеченості картоплі у  
Вінницькій області

Дати фаз		Дати переходу через 10 °С		Rв.п. мм	Rт.п. мм	дв.п. мм	Еф, мм	Ео, мм	V, %
посадка	збирання урожаю	весна	осінь						
27.04	18.08	8.04	19.10	273	454	878	571	289	51

Аналіз багаторічних досліджень агрокліматичних умов вирощування картоплі у Вінницькій області показав, що за період з 1999 по 2018 роки посадка картоплі проводилася в середньому 27 квітня. Досліджуваний період закінчується збиранням урожаю, яке в середньому багаторічному спостерігалось 18 серпня. Тривалість періоду посадка – збирання урожаю обумовлена біологічними особливостями сорту і погодними умовами, і складає в середньому 113 днів (табл. 3.1).

В ході роботи було розраховано дати переходу температури повітря через 10<sup>0</sup>С навесні та восени. Дата весняного переходу через 10<sup>0</sup>С в



середньому багаторічному спостерігалась 8 квітня а осіннього – 19 жовтня. Тривалість теплого періоду в середньому складає 194 дні (табл.3.1).

Біокліматична сума температур повітря за період активної вегетації картоплі в середньому багаторічному складала 2102 °С. Кліматична сума активних температур за період з температурою вище 10°С складала в середньому багаторічному 2809 °С. В цілому посадки картоплі повністю забезпечені тепловими ресурсами для їх повного дозрівання.

Біологічні суми температур представляють забезпеченість гречки теплом. Теплозабезпеченість картоплі вважається достатньою, якщо забезпеченість теплом дорівнює забезпеченості території теплом.

Для аналізу режиму зволоження та вологозабезпеченості картоплі необхідно розрахувати показники ресурсів вологи та вологозабезпеченості у Вінницькій області за період від 1999 по 2022 роки. В середньому багаторічному кількість опадів не перевищує 273 мм. За період з температурою повітря вище 10 °С (табл. 3.2) в середньому багаторічному кількість опадів становить 454 мм.

Наведена агрометеорологічна оцінка вологопотреби, вологоспоживання та вологозабезпеченості (табл. 3.2).

Із табл. 3.2 видно, що за вегетаційний період потреба картоплі у волозі в середньому складала 289 мм.

Фактичне вологоспоживання в середньому багаторічному за вегетаційний період складало 571 мм (табл. 3.2).

В середньому багаторічному вологозабезпеченість картоплі складала 51%, що вказує на погані умови вологозабезпеченості (табл. 3.2).

### 3.2 Концепція моделювання

Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур, яка покладена в основу нашого дослідження, заснована на концепції максимальної продуктивності

рослин Х.Г. Тоомінга, результати моделювання формування врожаю А.М. Польового та методах оцінки мікрокліматичної мінливості елементів клімату в горбистому рельєфі Е.Н. Романової.

Модель оцінки агрокліматичних ресурсів культури проса має блочну структуру і містить шість блоків:

- блок вхідної інформації;
- блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму з урахуванням експозиції поля;
- блок функцій впливу фази розвитку та метеорологічних факторів на продукційний процес рослин;
- блок родючості ґрунту та забезпеченості рослин мінеральним живленням;
- блок агроекологічних категорій урожайності. Враховуючи біологічні особливості культури проса, дозрівання якої проходить трьома етапами, нами моделюються три фази дозрівання зерна проса у волоті;
- блок узагальнюючих оціночних характеристик [16].

У сільськогосподарському виробництві спостерігається відмінність, іноді далеко не остання, між потенційно можливою і дійсною врожайністю культур, одержуваної на практиці. Подібні втрати біологічної продуктивності агрофітоценозів в більшості випадків зумовлена невідповідністю динаміки ландшафтно-екологічних факторів динаміці продукційного процесу рослин протягом вегетаційного періоду. З метою оптимізації їх узгодження доводиться здійснювати комплекс агроекологічних заходів. Ефективність реалізації цих заходів багато в чому визначається наявністю об'єктивної інформації про теоретично можливі межі і реальної продуктивності агрофітоценозів.

Розрахунок продуктивності сільськогосподарських культур базується на методі аналізу агроекологічного потенціалу [16], заснованому на синтезі концепції максимальної продуктивності сільськогосподарських культур і

ландшафтно-екологічного підходу з використанням методології системного аналізу і математичного моделювання.

Одним з основних розрахункових параметрів є потенційна врожайність (ПУ), яка забезпечується приходом енергії фотосинтетичної активної радіації (ФАР) при оптимальному на пролтязі вегетаційного періоду режимі кліматичних факторів і розраховується для кожного місяця вегетаційного періоду за формулою

$$\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} = \alpha_{\phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\text{фар}}^j \cdot d\nu^j}{q}, \quad (3.1)$$

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

г/м<sup>2</sup>;

$\alpha_{\phi}$  – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.;

$\eta$  – КПД посівів, відн. од.;

$Q_{\text{фар}}$  – середньодекадна за добу сума ФАР, кал/см<sup>2</sup> доба;

$q$  – калорійність.

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

$$\frac{\Delta ММУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} \cdot FTW_2, \quad (3.2)$$

де  $\frac{\Delta ММУ}{\Delta t}$  – приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної

біомаси за декаду, г/м<sup>2</sup>;

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

Розрахунок дійсно можливої врожайності (ДВУ) сільськогосподарських культур ґрунтується на обліку використання посівами енергії ФАР за умови обмеження агрометеорологічними умовами [26-29]. Дійсно можлива врожайність розрахункового місяця вегетаційного періоду визначається за формулою

$$\frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ММУ^j}{\Delta t} B_{nl} F_{Gum}, \quad (3.3)$$

де  $\frac{\Delta ДМУ}{\Delta t}$  – приріст дійсно можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м<sup>2</sup>;

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

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

$$\frac{\Delta УВ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} k_{земл} FWM_{ef}^j, \quad (3.4)$$

де  $\frac{\Delta УВ}{\Delta t}$  – приріст урожайності загальної біомаси у виробництві, г/м<sup>2</sup>;

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

$FWM_{ef}$  – функція ефективності внесення органічних і мінеральних добрив в залежності від умов вологозабезпеченості декад вегетації, відн. од.

Аналіз різноманітних агроекологічних категорій врожайності (ПУ, ММУ, ДМУ, УВ), а також їхніх співвідношень і відмінностей дозволяє судити

про природні й антропогенні ресурси сільського господарства, а також про ефективність господарського використання цих ресурсів стосовно вирощування сільськогосподарських культур.

### 3.2 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроекологічних категорій урожайності картоплі в Вінницькій області

Ступінь відповідності кліматичних умов біологічним особливостям сільськогосподарських культур і агротехніки їх вирощування визначає продуктивність цих культур. Найбільш висока врожайність досягається за умов максимально більш повного використання рослиною кліматичних ресурсів.

Максимум продуктивності може бути досягнуто за рахунок зміни структури посівних площ досліджуваної культури з метою отримання кращої відповідності кліматичних умов їх біологічним вимогам.

Нами ставилася задача:

- оцінити рівні приростів *ПУ* при різних *ККД* для картоплі в Вінницькій області;
- оцінити агрокліматичні умови формування урожаю картоплі в Вінницькій області.

Потенційний *ККД* посіву - це максимальний *ККД* посіву, який забезпечувався б біологічними властивостями сільськогосподарської культури, сучасної агротехнікою і рівнем родючості ґрунту в оптимальних для даної сільськогосподарської культури кліматичних умовах.

Значення потенційного *ККД* і *ПУ* непостійні. У зв'язку з інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва, виведенням нових сортів, удосконаленням агротехніки і збільшенням доз добрив потенційний *ККД* і *ПУ* зростають. Теоретично можна одержувати урожаї з *ККД* прихідної *ФАР* 7–8 % і навіть 10 % (при оптимальному постачанні водою й елементами мінерального живлення).

На основі обліку природних чинників місцевості і кількості сонячної радіації, що надходить, він встановив теоретичну межу використання сонячної енергії – близько 10 %. За сучасними даними, потенційний урожай багатьох культур, у тім числі й зернових, за високого агрофону можна обчислити з урахуванням *ККД*, що дорівнює 3 - 4 %. За даними М.К. Каюмова, за такого *ККД* потенційний урожай зернових культур досягає 110 – 115 ц/га. Нині високими вважають урожаї, коли *ККД ФАР* за весь період вегетації перевищує 2 %.

*ККД* посіву в цілому значно нижче *ККД* листя. Природними причинами зниження *ККД* посівів є: 1) недостатня площа листкової поверхні на початку вегетаційного періоду, що не дозволяє повністю використовувати падаючу на посів *ФАР*; 2) поступове збільшення в ході росту витрат на дихання фотосинтезуючих і нефотосинтезуючих органів рослин; 3) наявність листків, фотосинтетично неактивних через їхній вік; 4) наявність листків, не адаптованих до існуючих умов *ФАР* всередині посіву.

*ПУ* залежить не тільки від ходу потенційного *ККД* посадки протягом вегетаційного періоду, але і від інтенсивності *ФАР*. Отже, при незмінному приході *ФАР ПУ* посадки залежить від біологічних властивостей культур і сортів, а також від родючості ґрунту, що відбиваються на *ККД*.

Розглянемо агрокліматичні умови формування урожайності картоплі в Вінницькій області.

Середньодекадна температура повітря (*t*) (табл. 3.3) починається з позначки 15,5 °С. Максимального значення середня температура повітря досягає в сьомій декаді вегетації і складає 20,3 °С.

Нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу цієї культури починається з температури 12,3 °С, піднімається до максимуму в четвертій декаді вегетації – 16,1 °С. Далі температурний оптимум поступово знижується і в кінці вегетації спостерігається різке падіння до 2,1 °С (табл. 3.3).

Верхня межа температурного оптимуму починається з позначки 14,9 °С, далі спостерігається поступовий ріст цих значень. Також в четвертій декаді вегетації температурний оптимум досягає максимуму – 18,3 °С і в кінці вегетації знижується до позначки 6,4 °С (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 - Агрокліматичні умови формування урожайності картоплі в Вінницькій області.

Декади вегетації	Середня температура повітря за декаду, °С	Оптимальні температури повітря для фотосинтезу, °С		Сума опадів за декаду, °С
		нижня межа	верхня межа	
1	15,5	12,3	14,9	14,9
2	16,9	14,6	16,9	16,9
3	18,2	15,9	18,2	18,2
4	18,2	16,1	18,3	18,3
5	19,9	14,8	17,2	17,2
6	19,4	12,0	14,9	14,9
7	20,3	6,9	10,6	10,6
8	20,1	2,1	6,4	6,4

Розглянемо динаміку приростів потенційної урожайності картоплі та хід декадних сум ФАР за період сходи – в'янення бадилля в Вінницькій області (рис. 3.1).

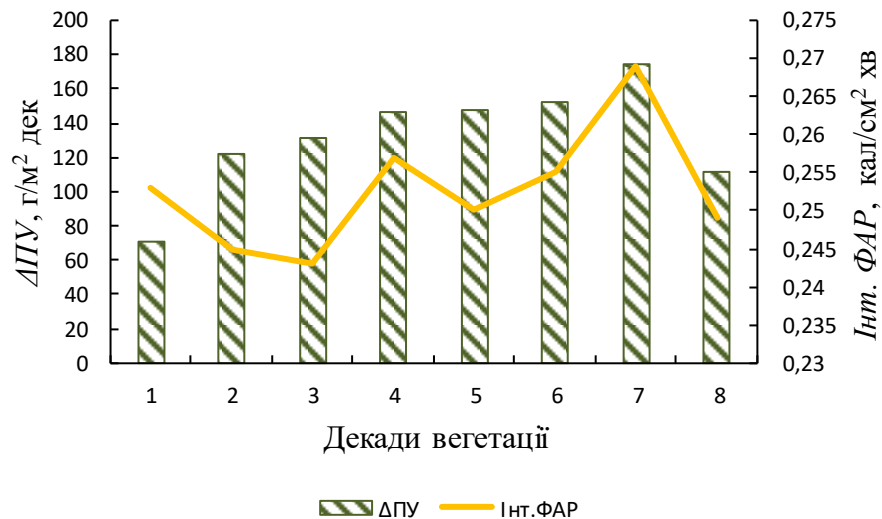


Рисунок 3.1 - Динаміка інтенсивності  $\Phi AP$  і декадних приростів  $ПУ$  картоплі в Вінницькій області.

На початку вегетації рівень інтенсивності  $\Phi AP$  складає 0,253 кал/см<sup>2</sup>хвилину. Далі на пртязі вегетаційного періоду спостерігається коливання інтенсивності  $\Phi AP$ . Максимальне значення інтенсивності  $\Phi AP$  спостерігається у сьомій декаді вегетації та складає 0,269 кал/см<sup>2</sup>хвилину. В кінці вегетації інтенсивність зменшується до 0,249 кал/см<sup>2</sup>хвилину (рис. 3.3).

Приріст  $ПУ$  (рис. 3.1) в першій декаді вегетації складає 71 г/м<sup>2</sup>дек. У наступній декаді приріст  $ПУ$  різко зростає і досягає позначки 122 г/м<sup>2</sup>дек. Далі приріст  $ПУ$  поступово збільшується та досягає максимуму в сьомій декаді вегетації і складає 174 г/м<sup>2</sup>дек. Наприкінці вегетації спостерігається різке падіння до позначки 112 г/м<sup>2</sup> дек.

У першій декаді вегетації (рис. 3.2) приріст  $ММУ$  складає 38 г/м<sup>2</sup>дек. Далі крива різко піднімається у другій декаді вегетації до 122 г/м<sup>2</sup>дек. У наступні декади спостерігається її поступовий ріст. Максимальне значення спостерігається в четвертій декаді вегетації і складає 147 г/м<sup>2</sup> дек. Потім прирости  $ММУ$  поступово знижуються і в кінці вегетації відбувається різке зниження приростів  $ММУ$  до 35 г/м<sup>2</sup> дек.



Таблиця 3.4 - Агроєкологічні категорії урожайності картоплі в Вінницькій області.

Декади вегетації	Інтенсивність ФАР, кал/см <sup>2</sup> хвилину	Прирости агроєкологічних категорій урожайності, г/м <sup>2</sup> дек			
		<i>ПУ</i>	<i>ММУ</i>	<i>ДМУ</i>	<i>УВ</i>
1	0,253	71	38	34	22
2	0,245	122	122	108	69
3	0,243	131	131	115	74
4	0,257	147	147	129	83
5	0,250	148	114	100	64
6	0,255	152	106	93	60
7	0,269	174	63	55	35
8	0,249	112	35	31	20

Хід динаміки приростів дійсно-можливої урожайності (*ДМУ*) представлений на рис. 3.3.

Величини приростів починаються з позначки 46 г/м<sup>2</sup>дек, далі різко зростають в наступній декаді вегетації до 108 г/м<sup>2</sup>дек, після чого *ДМУ* починає рости, досягаючи максимуму в четвертій декаді вегетації і складає 129 г/м<sup>2</sup>дек. В кінці вегетаційного періоду прирости *ДМУ* знижуються до найнижчого значення 22 г/м<sup>2</sup>дек.

Прирости врожайності на рівні *УВ* (рис. 3.4) починаються з позначки 29 г/м<sup>2</sup>дек, після чого різко зростають і у четвертій декаді вегетації досягають максимуму 83 г/м<sup>2</sup>дек. Потім відбувається поступове зниження і в кінці вегетаційного періоду прирости *УВ* різко знижуються до мінімальної позначки 14 г/м<sup>2</sup>дек.

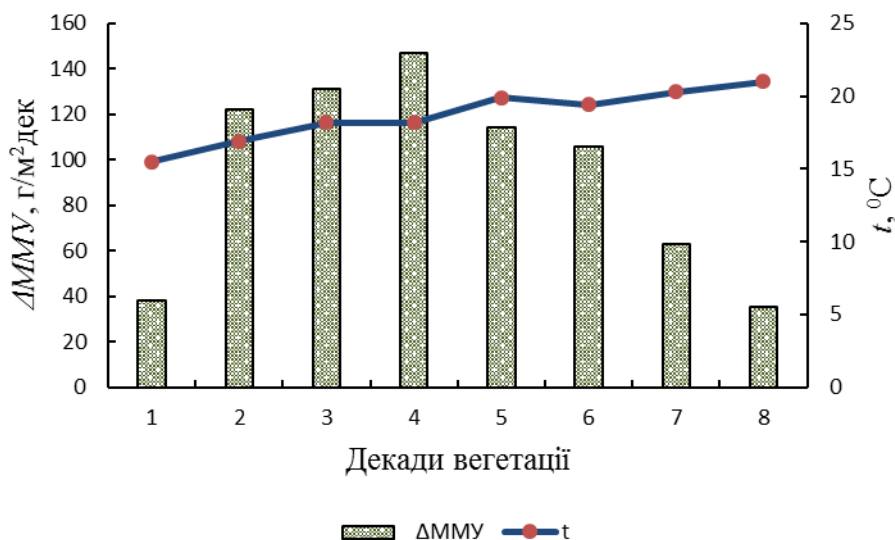


Рисунок 3.2 - Декадний хід температури повітря ( $t$ ) і приростів метеорологічно-можливого врожаю ( $MMU$ ) картоплі в Вінницькій області

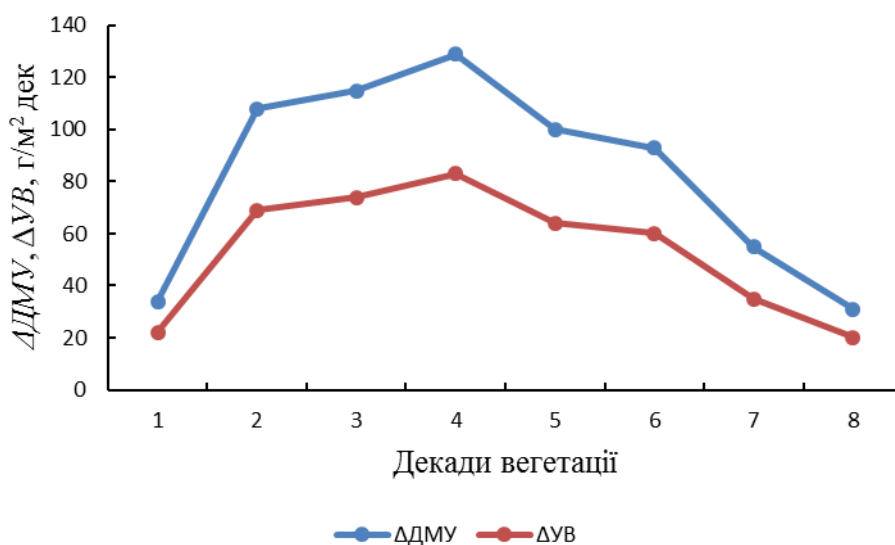


Рисунок 3.3 - Динаміка  $DMU$  і  $UV$  картоплі в Вінницькій області

В третьому розділі за допомогою розрахунків на основі моделі оцінено щодакдану динаміку показників приростів агроекологічних категорій врожайності картоплі під впливом радіаційного, теплового та водного режимів в умовах Вінницької області.

## РОЗДІЛ 4

### ПРОСТОРОВО-ТИМЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ УРОЖАЮ КАРТОПЛІ

#### 4.1 Методи оцінки мінливості врожайності сільськогосподарських культур

Під врожайністю мається на увазі середній розмір тієї чи іншої продукції рослинництва з одиниці посівної площі даної культури (зазвичай в центнерах з гектара) [17]. Урожай характеризує загальний обсяг виробництва продукції даної культури, а врожайність - продуктивність цієї культури в конкретних умовах її обробітку.

Від правильного її планування і прогнозування багато в чому залежать такі показники, як собівартість, продуктивність праці та рентабельність [17].

На врожайність впливають дві групи чинників: природні (природні) і виробничо-технічні. Земельні ділянки, розташовані в різних районах, значно розрізняються своєю продуктивністю. Серед природних особливостей ґрунтів можна виділити: склад ґрунтів, рельєф, клімат.

Моделювання врожайності сільськогосподарських культур, як правило, починається зі статистичного аналізу, що дозволяє вивчити співвідношення між закономірністю і випадковістю формування значень рівня ряду і оцінити кількісні заходи їх впливу [17-19].

Більшість рядів врожайності сільськогосподарських культур є випадковими, тому для оцінки статистичних параметрів можуть бути застосовані різні методи. Один з найбільш відомих і простих у вживанні методів - метод моментів. У статистиці на основі вибірових моментів проводиться точкова і інтервальна оцінка характеристик розподілу, таких як математичне очікування, дисперсія, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації.

Для оцінки статистичних параметрів деяке поширення отримав метод квантилів, запропонований Г.А. Алексєєвим [20]. Суть цього методу полягає у використанні рангових характеристик. Спочатку визначається емпірична крива розподілу ймовірностей  $y$ , яка графічно усереднюється. Потім з усередненою кривою знімаються ординати  $y^+_p$  з ймовірністю перевищення  $p=5, 50$  і  $95\%$ . За отриманими значенням обчислюються шукані стандартні параметри, і по ним будується вибіркоче розподіл  $y$ .

Найбільш важливим методом знаходження з теоретичної та практичної точки зору є метод найбільшої правдоподібності. Цей метод був запропонований Р. Фішером, в подальшому математики різних країн брали участь у всебічній розробці цього методу. При використанні даного методу визначається функція правдоподібності [20].

Для моделювання багаторічних рядів врожайності сільськогосподарських культур використовують:

- формалізовані методи: екстраполяція трендів, регресивні моделі, факторний аналіз, імітаційне моделювання, оптимізацію;
- експертні методи: коефіцієнти справджуваності і ефективності застосовуваних методик, коефіцієнти розбіжності, експертні оцінки.

Оскільки в багатьох рядах врожайності сільськогосподарських культур між значеннями часового ряду є залежності, тобто значення наступного періоду можуть бути залежними від значень попереднього, для виявлення або спростування цієї гіпотези використовується автокореляційна аналіз.

При моделюванні випадкових величин можливе використання методу статистичних випробувань. Сутністю цього методу є те, що результат випробування залежить від значення деякого випадкового числа, має заданий закон розподілу. При цьому випадковий характер носить результат будь-якого отриманого випробування.

Для оцінки випадкових і не випадкових систем, постійності трендів і тривалості циклів, якщо такі є. Х.Е. Херстом запропонований метод нормованого розмаху, або  $R/S(\sigma)$ -аналізу, який використовується для

розрізнення випадкового часового ряду і фрактального тимчасового ряду [20].

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 [16, 20].

Метод гармонійних вагів вперше був запропонований З. Хельвігом. Пізніше цей метод отримав подальший розвиток в дослідженнях А.А. Френкеля, А.М. Польового та інших. Основна ідея методу гармонійних вагів (*МГВ*) полягає в тому, що в результаті зважування певним чином окремих спостережень часового ряду, пізнішим спостереженнями тимчасового ряду, більш пізнім спостереження надаються великі ваги.

При використанні *МГВ* як деякого наближення істинного  $f(t)$  тимчасового ряду врожайності сільськогосподарських культур

$$Y_t (t = 1, 2, 3, \dots, n)$$

приймається ламана лінія, що згладжує задане число точок часового ряду  $Y_t$ . Окремі відрізки ламаної лінії (ковзаючого тренду) представляють його окремі фази. Для визначення окремих фаз руху ковзаючого тренду вибираємо число років, що утворюють окрему фазу, причому  $k < n$ , і за допомогою методу найменших квадратів знаходимо рівняння лінійних відрізків

$$Y_i(t) = a_i + b_i t \quad (i = 1, 2, \dots, n - k + 1) \quad (4.2)$$

причому:

для  $i = 1, t = 1, 2, \dots, k$ ;

для  $i = 2, t = 2, 3, \dots, k + 1$ ;

для  $i = n - k + 1, t = n - k + 1, n - k + 2, \dots, n$ .

Параметри  $a_i$  і  $b_i$  рівняння (4.1) визначаються методом найменших квадратів.

Потім визначаємо значення кожної функції  $Y_i(t)$  в точках

$$t = i + h - 1 \quad (h = 1, 2, \dots, k).$$

З цих значень відбираємо ті, для яких  $t = 1$ , і через  $Y_j(t)$  позначимо функції  $Y_i(t)$  для  $t = i$ . Нехай таких значень буде  $g_i$ . Середні можна визначити за виразом

$$\bar{Y}_i = \frac{1}{g_i} \sum_j^{g_i} Y_i(t), \quad (j = 1, 2, \dots, g_i) \quad (4.3)$$

Прирости  $w_{t+1}$  функція  $f(t)$  визначається як

$$w_{t+1} = f(t+1) - f(t) = \bar{Y}_{t+1} - \bar{Y}_t, \quad (4.4)$$

обчислюється середня приростів

$$\bar{w} = \sum_{t+1}^{n-1} C_{t+1}^n \cdot w_{t+1}, \quad (4.5)$$

де  $C_{t+1}^n$  – коефіцієнти, що задовольняють такі умови:

$$C_{t+1}^n > 0 \quad (t = 1, 2, \dots, n-1),$$

$$\sum_{t=1}^{n-1} C_{n+1}^n = 1.$$

Гармонійні коефіцієнти визначаються за формулою

$$C_{t+1}^n = \frac{m_{t+1}}{(n-1)}, \quad (4.6)$$

де  $m_{t+1}$  – гармонійні ваги.

Вираз (3.4) дозволяє надавати більш пізнім спостереженнями великі ваги. Якщо найраніші спостереження мають вагу:

$$m_2 = \frac{1}{(n-1)}, \quad (4.7)$$

то вага інформації  $m_3$ , що відноситься до наступного моменту часу, буде визначатися як

$$m_3 = \frac{m_2 + 1}{(n-2)}. \quad (4.8)$$

Таким чином, ряд гармонійних вагів визначається за рівнянням

$$m_{t+1} = m_t + \frac{1}{n-t} \quad (t = 2, 3, \dots, n-1) \quad (4.9)$$

з початковим значенням, вираженим рівнянням (4.6).

Екстраполяція тенденції часового ряду врожайності проводиться за виразом

$$\bar{Y}_{t+1} = \bar{Y}_t + \bar{w}, \quad (4.10)$$

при початковій умові  $\bar{Y}_t = \bar{Y}_n$ .

Запропонований алгоритм описує метод розрахунку точок динамічної складової часового ряду врожайності за *МГВ*, а також дозволяє за тенденцією часового ряду прогнозувати її величину на найближчі 1 - 2 роки [22, 23, 24].

Тенденція урожайності визначалася за допомогою методу гармонійних вагів. Аналіз часових рядів проса проводився за такою схемою:

- виділення тенденції урожайності;
- оцінка правильності вибору тренду.

#### 4.2 Динаміка врожайності картоплі

Один з головних чинників підвищення і стабілізації врожайності картоплі - підбір оптимального сортименту для кожного регіону. Тому у виробництві повинні використовуватися сорти з високою адаптивністю до абіотичних факторів середовища та стійкістю до шкідників і хвороб. У період досліджень врожайність варіювала в значних межах залежно від метеорологічних умов періоду вегетації і від сорту.

Був проведений аналіз динаміки врожайності картоплі в Вінницькій області за 30 років з 1993 по 2022 рік (рис. 4.1a) .

Урожайність картоплі за 30-ти річний період коливалася від 73 до 189 ц/га. Вирівняний рівень урожайності на початку доліджуваного періоду склав 112 ц/га, а наприкінці збільшився на 59 ц/га і склав 171 ц/га.

Найменші урожаї були зібрані у 1993, 1994, 1996, 2001, 2003, 2004, 2007, 2008 та 2013 рр., вони становили 112, 73, 102, 103, 102, 87, 101, 105 та 103,8 ц/га відповідно. Найгіршими були 1994 та 2005 роки.



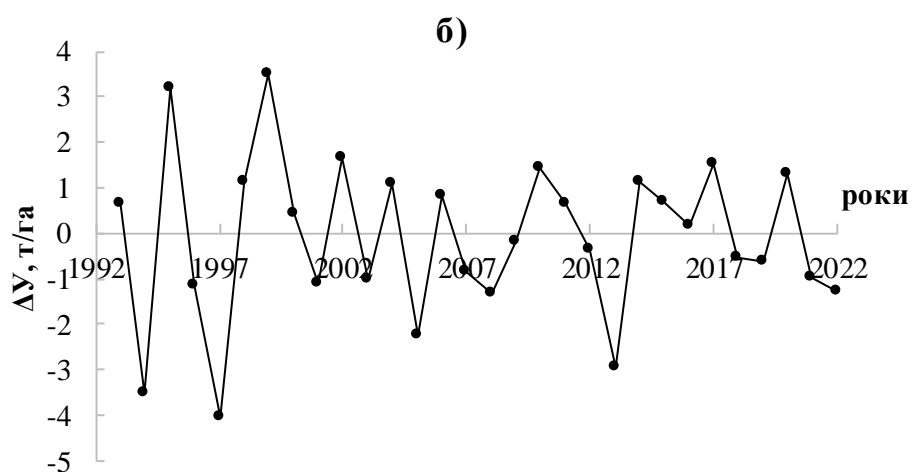
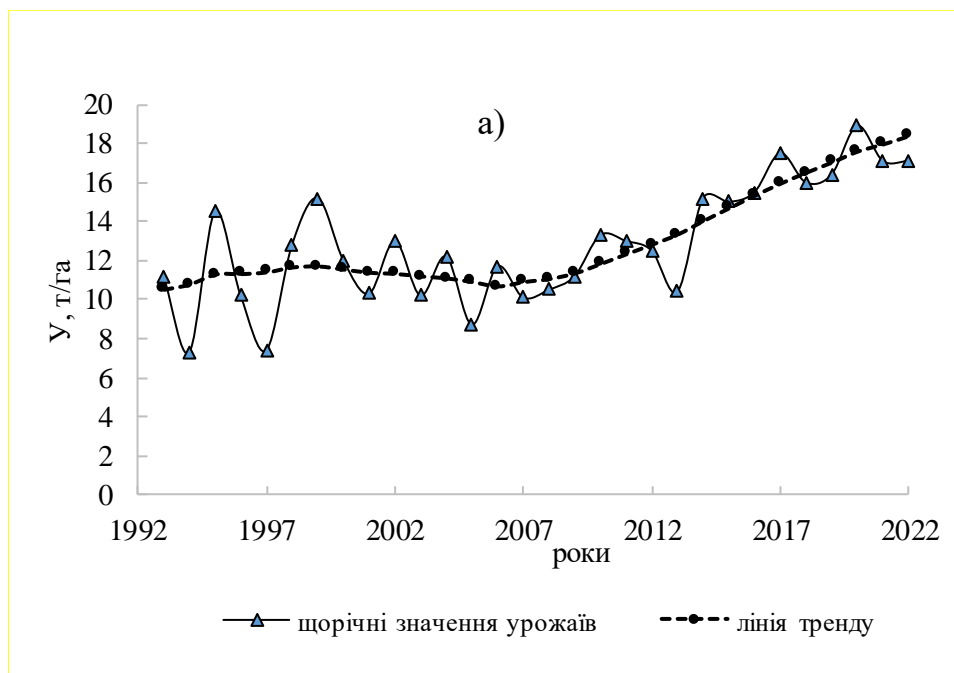


Рисунок 4.1 - Динаміка врожайності картоплі у Вінницькій області (а) і відхилень урожайності картоплі від тренду в окремі роки (б). Період 1993-2022 рр.

Біологічні потужності культури дозволяють отримувати набагато більші врожаї. Для цього необхідно ретельно враховувати перебіг агрометеорологічних умов під час вирощування картоплі.

За сприятливих агрометеорологічних умов в окремі роки урожайність картоплі досягала 171-189 ц/га.

У 2007, 2020, 2021 та 2022 роках було зібрано найбільші урожаї – 174,6 189,0 170,8 та 171,0 ц/га відповідно.

З 2014 року спостерігається поступове підвищення урожайності, що свідчить про підвищення рівня культури землеробства за цей період. Так, наприклад, у 2013 р. урожайність картоплі становила 103,8 ц/га, а з 2014 до 2022 вона виросла до 151,6-189,0 ц/га, що вище на 47,8-85,2 ц/га.

Вплив погодних умов на врожайність у вигляді відхилень представлено на графіку відхилень урожайності картоплі від лінії тренду (рис. 4.2б) в Вінницькій області.

В 15 роках спостерігалися сприятливі погодні умови, що дало можливість отримати збільшення урожаю від 0,15 до 3,48 т/га. Найбільш сприятливими були роки 1995 з додатнім відхиленням 3,19 т/га та 1999 з додатнім відхиленням 3,48 т/га.

В інші роки погодні умови негативно вплинули на врожай, що виразилося в негативному відхиленні урожаю від тенденції від -0,17 до -4,02 т/га (рис. 4.1б).

Найбільш несприятливими були роки 2004, 1994 та 2013 з негативним відхиленням -3,5, -4,02 та -2,96 ц/га відповідно.

При правильному виборі виду тренду відхилення від нього, будуть носити випадковий характер. Оцінка випадковості відхилень урожайності картоплі від тренду представлена в табл. 4.1.

Для перевірки основної гіпотези (зміна випадкової величини  $\varepsilon_t$  не пов'язано зі зміною часу) ми скористалися критерієм серій, заснованих на медіані  $\varepsilon_{med}$  вибірки.

Для того щоб вхідний ряд представляв випадкову вибірку, протяжність  $[K_m(n)]$  найдовшої серії (послідовність плюсів чи мінусів, отриманих шляхом зіставлення кожного члена ряду з медіаною) не повинна бути занадто великою, а загальне число серій  $v(n)$  – занадто маленьким. Вибірка

визнається випадковою, якщо виконується наступна нерівність (для 5%-ного рівня значущості):

Таблиця 4.1 - Оцінка випадковості відхилень урожайності картоплі від тренду.

Роки	$\varepsilon$	$\varepsilon$ в спадному порядку	Серії
1993	0,67	3,48	+
1994	-3,5	3,19	-
1995	3,19	1,66	+
1996	-1,13	1,54	-
1997	-4,02	1,45	-
1998	1,13	1,3	+
1999	3,48	1,15	+
2000	0,44	1,13	+
2001	-1,1	1,09	-
2002	1,66	0,83	+
2003	-1,01	0,7	-
2004	1,09	0,67	+
2005	-2,22	0,65	-
2006	0,83	0,44	+
2007	-0,82	0,15	-
2008	-1,3	-0,17	-
2009	-1,17	-0,34	-
2010	1,45	-0,52	+
2011	0,65	-0,64	+
2012	-0,34	-0,82	-
2013	-2,96	-0,97	-
2014	1,15	-1,01	+
2015	0,7	-1,1	+
2016	0,15	-1,13	+
2017	1,15	-1,26	+
2018	-0,52	-1,3	-
2019	-0,64	-2,22	-
2020	1,3	-2,96	+
2021	-0,97	-3,5	-
2022	-1,26	-4,02	-

-0,09

$$\left. \begin{aligned} K_m(n) &< [3,3(\lg n + 1)] \\ v(n) &> \left[ \frac{1}{2}(n + 1 - 1,96\sqrt{n - 1}) \right] \end{aligned} \right\}, \quad (4.11)$$

де  $K_m(n)$  – протяжність самої довгої серії;

$V(n)$  – загальна кількість серій для кожного регіону.

Щоб отримати ліві частини нерівностей (4.11) з відхилень від тренду  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ , створюємо для кожного з розглянутих економічних районів варіаційний ряд,  $\varepsilon^{(1)}, \varepsilon^{(2)}, \dots, \varepsilon^{(n)}$ , де  $\varepsilon^{(1)}$  – найменше з усіх відхилень, а  $\varepsilon_{\text{med}}$  – медіана цього варіаційного ряду. Далі отримуємо послідовність плюсів і мінусів за таким правилом. На  $i$ -му місці ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) ставиться знак плюс, якщо  $i$ -те спостереження у вхідному ряді перевершує медіану, і знак мінус, якщо воно менше медіани. Якщо  $i$ -е спостереження дорівнює медіані, воно опускається. Потім підраховуємо протяжність самої довгої серії  $K_m(n)$  і загальне число серій  $v(n)$  для кожного економічного району (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 - Оцінка правильності вибору тренду урожайності картоплі в Вінницькій області.

Область	$K_m(n)$	$v(n)$	$3,3(\lg n + 1)$	$\frac{1}{2}(n + 1 - 1,96\sqrt{n - 1})$
Вінницька	4	18	7,44	10,23

Порівняння лівих і правих частин нерівностей показує, що обидві нерівності справедливі. У результаті приймається гіпотеза про випадковий характер відхилень рівнів часового ряду врожайності від тренду.

У четвертому розділі представлені методи оцінки мінливості врожайності сільськогосподарських культур та оцінена динаміка врожайності картоплі в Вінницькій області.

## ВИСНОВКИ

З виконаної нами кваліфікаційної роботи бакалавра можна зробити наступні висновки:

1. Вивчені фізико-географічне районування й агрокліматичні ресурси Вінницької області.

2. Розглянуто біологічний опис картоплі, вимоги картоплі до агрометеорологічних умов, вимоги до ґрунтів і мінерального живлення.

Наведена характеристика сучасних посухостійких сортів картоплі та розглянуто основні шкідники та хвороби культури

3. Дана оцінка тепло- та вологозабезпеченості картоплі у Вінницькій області за вегетаційний та теплий періоди.

Для оцінки агрокліматичних ресурсів стосовно картоплі нами була застосована базова модель А.М. Польового:

- представлена динаміка інтенсивності  $\Phi AP$  і декадних приростів  $ПУ$  картоплі в Вінницькій області:

Максимальний приріст  $ПУ$  спостерігався в сьомій декаді вегетації і склав  $174 \text{ г/м}^2\text{дек}$ .

Максимальне значення інтенсивності  $\Phi AP$  спостерігалось в сьомій декаді вегетації і склав  $0,269 \text{ кал/см}^2\text{хвилину}$ .

- досліджувався декадний хід температури повітря ( $t$ ) і приростів метеорологічно можливого урожаю ( $ММУ$ ) картоплі в Вінницькій області:

Максимальний приріст  $ММУ$  становить  $147 \text{ г/м}^2\text{дек}$  при температурі повітря  $18,2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- розглядався декадний хід характеристик водного режиму посадки картоплі в Вінницькій області.

- розглядався хід динаміки приростів дійсно-можливої урожайності ( $ДМУ$ ) і приростів урожайності на рівні  $UB$ :

Максимальне значення приростів *ДМУ* досягає максимуму в четвертій декаді вегетації і становить 129 г/м<sup>2</sup>дек.

Прирости урожайності на рівні *УВ* досягають максимуму також в четвертій декаді вегетації і складають 83 г/м<sup>2</sup>дек.

4. Представлені методи оцінки мінливості врожайності сільськогосподарських культур. Був проведений аналіз динаміки врожайності картоплі в Вінницькій області за 30 років з 1993 по 2018 рік, розраховані лінії трендів методом гармонійних вагів і проведена оцінка правильності вибору тренду врожайності картоплі.

Мінімальне урожай урожаю картоплі був зібраний у 1994 році і склав 73 ц/га, а максимальний – 2020 році і склав 189 ц/га.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Географічна енциклопедія України : В 3-х т./ Редкол.:О.М.Маринич (відповід.редактор) та інш. К.: “Українська Радянська енциклопедія” ім. М.П.Бажана, 1989. Т.1: А-Ж. 416 с.
2. Маринич А.М., Пащенко В.М., Шищенко П.Г. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование. К.: Наукова думка, 1985. 224 с.
3. Маринич О.М., Шищенко П.Т. Фізична географія України: Підручник. К.: Знання, 2005. 511 с.
4. Екологія. С.І. Дорогунцов, К.Ф. Коценко, М.А. Хвесик та ін. К.: КНЕУ, 2005. 371 с.
5. Картоплярство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник, випуск 45. Вінниця, ТОВ «ТВОРИ», 2020. 200 с.
6. Теслюк П.С., Молоцький М.Я. Практичний poradник картопляра. К.: Київ, 1999. 258 с.
7. Осипчук А. А. Результати та завдання селекції картоплі в Україні. Картоплярство. К.: Аграрна наука, 2002. Вип. 31. С. 15–21.
8. Наш другий хліб - картопля, К., 2000. 77 с.
9. Кучко А.А. Довідник картопляра, К., Урожай, 1991. 232. с.
10. Горкуценко О.В. Виробництво ранньої картоплі, К.: Урожай, 1991. 168 с.
11. Кучко А.А. Фізіологічні основи формування врожаю і якості картоплі, К.: Урожай, 1997.
12. Кононученко В.В. Картопля: монографія, К. 2005.
13. Погорілий С.О., Молоцький М.Я. Технологія вирощування картоплі в Лісостепу України: Монографія. Біла Церква: БДАУ, 2007. 164 с.
14. Бондарчук А.А. Картопля: вирощування, якість, збереження. К.: КИТ, 2009. 232 с.

15. Зінченко О. І. Рослинництво. К.: Аграрна освіта, 2001. 546 с.
16. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: Навчальний посібник. К.: КНТ, 2007. 344 с.
17. Опря А.Т. Урожайність. Наукова стаття (термін). Енциклопедія народного господарства Української РСР., т. 4 , 1972.
18. Опря А.Т. Статистика: Підручник. К.: Урожай, 1996. 447 с.
19. Теорія і методологія статистичного аналізу. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. КНЕУ ім. Вадима Гетьмана. К., 2006. 394 с.
20. Ушкаренко В.О. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: Навчальний посібник. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.