

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра агрометеорології та
агроекології

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **Агрометеорологічні умови вирощування**
картоплі в Одеській області

Виконала студентка 2 курсу групи МНЗ-2А з/ф
Спеціальності 103 «Науки про Землю»,
(шифр і назва)

Освітня програма «Агрометеорологія»
(назва)

Чепега Ірина Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник к.геогр.н., доцент
Вольвач Оксана Василівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

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

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

Одеса 2019 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут гідрометеорологічний
Кафедра агromетеорології та агроекології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Агromетеорологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агromетеорології та агроекології
Польовий А.М.
« 28 » жовтня 2019 року

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

Чепега Ірині Володимирівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Агromетеорологічні умови вирощування картоплі в Одеській області

керівник роботи Вольвач Оксана Василівна, к.геогр.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «18» жовтня 2019 року № 235«С»

2. Строк подання студентом роботи 09 грудня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи: Метеорологічні дані за період 1997-2016 рр. (середньодадні температури повітря, дадні суми опадів, середньодадний дефіцит вологості повітря, запаси вологості у шарі 0-20 см), фенологічні дані по картоплі на території Одеської області, середньобласна урожайність картоплі за 1997-2016 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вивчити фізико-географічні та агрокліматичні особливості території Одеської області; ознайомитись з методологією статистичних розрахунків багаторфакторних зв'язків; вивчити біологічні особливості картоплі; визначити агromетеорологічні показники вирощування картоплі по міжфазним періодам і за вегетаційний період; визначити біологічні мінімуми за міжфазні періоди, дослідити залежність тривалості міжфазного періоду від середньої температури, дослідити зв'язок урожайності з агromетеорологічними показниками.

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

1. Графіки залежності сум температур за міжфазний період від тривалості

періоду. 2. Графіки залежності тривалості міжфазних періодів від середньої температури _____

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання. Формування бази даних для виконання магістерської роботи. Оформлення текстової частини першого та другого розділів магістерської роботи.	28.10.2019 р. - 04.11.2019 р.	85	4 (добре)
2	Розрахунки основних агрометеорологічних показників міжфазних періодів.	05.11.2019 р. - 17.11.2019 р.	85	4 (добре)
3	<i>Рубіжна атестація</i>	18.11.2019 р. - 23.11.2019 р.	85	4 (добре)
4	Розрахунки агрометеорологічних показників вегетаційного періоду картоплі. Уточнення біологічних мінімумов по міжфазних періодах.	24.11.2019 р. - 29.11.2019 р.	85	4 (добре)
5	Розрахунки зв'язку тривалості міжфазних періодів від середньої температури. Проведення кореляційного аналізу, визначення залежності урожайності від агрометеорологічних показників.	30.11.2019 р. - 5.12.2019 р.	85	4 (добре)
6	Узагальнення отриманих результатів. Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.	06.12.2019 р. - 09.12.2019 р.	85	4 (добре)
7	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.			
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		85,0	

Студент _____ Чепега Ірина Володимирівна
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Вольвач О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Чепега І.В. Агromетeоролoгiчнi умoви вирoщувaння кaртoплi в Одeськiй oблaстi

Актуальність обраної теми визначається невідповідністю врожаїв картоплі (як і інших сільськогосподарських культур) біологічним можливостям сортів і біокліматичному потенціалу території вирощування, що часто спостерігається у виробництві. Крім того, не достатньо вивчено питання про зміни термічних ресурсів вегетаційного періоду у зв'язку із змінами клімату, особливо у південній частині України. Картопля є дуже важливою культурою для України, тому для досліджень була взята територія Одеської області.

Метою даної роботи є визначення агromетeоролoгiчнiх показникiв вирoщувaння кaртoплi, уточнення її біологічного мінімуму по періодам вегетації, виявлення показників, що найбільше впливають на урожайність культури.

Об'єкт дослідження – посадки картоплі в Одеській області.

Предмет дослідження - вплив агromетeоролoгiчнiх умoв на продуктивність картоплі в Одеській області.

Методи дослідження - статистичні методи.

Вперше: були визначені агromетeоролoгiчнi показники умoв вегетації картоплі у сучасний період, уточнені значення біологічного мінімуму, виділені показники, що найбільш впливають на урожайність культури.

Отримані результати можуть бути використані при виконанні комплексної оцінки агрокліматичних ресурсів стосовно вирощування картоплі та оптимізації розміщення її посівних площ у сучасних умовах.

Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури. Повний обсяг роботи становить 60 сторінок, 11 рисунки, 11 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 24 найменування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: картопля, біологічний мінімум, тривалість періоду, вегетаційний період, урожай.

SUMMARY

Chepega I.V. Agrometeorological conditions of potato cultivation in Odessa region.

The relevance of the chosen topic is determined by the mismatch of the potato crop (like other crops) to the biological capabilities of the varieties and the bioclimatic potential of the growing area, which is often observed in production. In addition, the issue of changes in the thermal resources of the growing season due to climate change has not been sufficiently studied, especially in southern Ukraine. Potatoes are a very important crop for Ukraine, so the territory of Odessa region was taken for research.

The purpose of this work is to determine the agrometeorological indicators of potato cultivation, to clarify its biological minimum by the growing season, to identify the indicators that most affect the crop yield.

Object of the study - potato planting in Odessa region.

The subject of the study is the influence of agrometeorological conditions on potato productivity in the Odessa region.

Research methods - statistical methods.

For the first time: the agrometeorological indices of potato vegetation conditions in the modern period were determined, the values of the biological minimum were specified, the indices that most influence the crop yield were determined.

The results obtained can be used to perform a comprehensive assessment of agroclimatic resources for potato cultivation and optimization of sowing area under current conditions.

The work consists of an introduction, 4 sections, conclusions, a list of references. The total volume of work is 60 pages, 11 figures, 11 tables. The list of sources used contains 24 names.

KEYWORDS: potatoes, biological minimum, duration of the period, growing season, harvest.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	8
2 БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КАРТОПЛІ ТА ВИМОГИ КУЛЬТУРИ ДО ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ.....	13
2.1 Ботанічна характеристика картоплі.....	13
2.2 Вимоги картоплі до температури повітря.....	14
2.3 Вимоги картоплі до вологи.....	17
2.4 Вимоги картоплі до світла.....	19
2.5 Вимоги картоплі до ґрунтів і мінерального живлення.....	19
3 АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ КАРТОПЛІ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	21
3.1 Агromетeорoлoгiчнi умoви рoстy тa рoзвиткy кaртoплi y пeрiод пoсaдкa-сxoди.....	21
3.2 Агromетeорoлoгiчнi умoви рoстy тa рoзвиткy кaртoплi y пeрiод сxoди – утвoрeння суцвiть.....	29
3.3 Агromетeорoлoгiчнi умoви рoстy тa рoзвиткy кaртoплi y пeрiод утвoрeння суцвiть – кiнeць цвiтiння.....	35
3.4 Агromетeорoлoгiчнi умoви рoстy тa рoзвиткy кaртoплi y пeрiод кiнeць цвiтiння – в’янeння кaртoплиння.....	41
3.5 Хaрaктeристикa aгromетeорoлoгiчних умoв вeгeтaцiйнoгo пeрiоду кaртoплi.....	47
4 ЗВ’ЯЗОК УРОЖАЙНОСТІ КАРТОПЛІ З АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ УМОВАМИ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	51
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	59

ВСТУП

Картопля посідає одне з перших місць серед інших сільськогосподарських культур за універсальністю використання в господарстві. Вона є важливою продовольчою, кормовою й технічною культурою.

У бульбах міститься близько 25% сухої речовини, в тому числі 12-22% крохмалю, 1,4-3% білка та 0,8-1% зольних речовин. До їх складу входять різні вітаміни і каротиноїди.

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

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

Як свідчать дані ФАО, у 2014 р. Україна увійшла у п'ятірку світових лідерів з виробництва картоплі – 23,7 млн. т картоплі на площі 1,3 млн. га [1]. Споживання бульби в країні досягає високого рівня (близько 130 кг на душу населення на рік), що по праву робить її “другим хлібом” для пересічного українця. За обсягом споживання картоплі на душу населення першість тримають пострадянські держави: Білорусь (181 кг картоплі в рік на душу населення), Киргизстан (143 кг), Україна (128-136 кг), Росія (131 кг). Середньостатистичний мешканець США щорічно споживає 54 кг картоплі [2, 3].

Вирощування картоплі в нашій країні здійснюється за технологіями позаминулого століття, і якщо раніше вирощування картоплі було механізованим, то зараз в більшості господарств вона вирощується вручну. З проведенням реформ на селі картоплярство розсіялося по малих селянських, фермерських та садово-городніх ділянках, де розміщено близько 95% цієї культури [4].

Натуральне господарство не дозволяє застосовувати інноваційні технології виробництва. До того ж, відсутність системної обробки посівів картоплі, якісного насіннєвого матеріалу та недотримання сівозмін сприяє розвитку хвороб та розповсюдженню шкідників. Відтак, якість та середня врожайність картоплі по Україні у всіх категоріях господарств є на низькому рівні – 17,6 т/га, що значно нижче рівня країн Європи [1].

У даній кваліфікаційній роботі вирішуються наступні питання:

1. Визначити біологічні особливості картоплі та її вимоги до умов навколишнього середовища.
2. Визначити показники агрометеорологічних умов чотирьох міжфазних періодів картоплі та вегетаційного періоду у цілому для території Одеської області.
3. Провести уточнення біологічного мінімуму для кожного міжфазного періоду картоплі.
4. Визначити залежність тривалості кожного міжфазного періоду з середніми температурами за період.
5. Визначити агрометеорологічні показники, що найбільш впливають на урожайність картоплі в Одеській області.

В якості вихідної інформації використовувались метеорологічні та агрометеорологічні дані спостережень по Одеській області за період 1997-2016 рр., а також дані про середньообласну урожайність картоплі за ці роки.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Одеська область розташована на південному заході України, між 48°13' і 45°12' північної широти та 28°13' і 31°18' східної довготи. Область простягається з півночі на південь на 340 км - від середньої течії Південного Бугу до Кілійського гирла Дунаю; із західної межі області до східної відстань не перевищує 130 км. Північна частина області (Балтський, Кодимський, Котовський і Савранський райони) перебуває в лісостеповій зоні, а південна - у степовій. Загальна площа території області становить близько 33,3 тис.км².

Клімат Одеської області теплий. Зима малосніжна, порівняно тепла, а літо спекотне, з частими суховіями. Середня температура повітря за рік по області становить 9,0-11,0 °С. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить -0,5 -3,1 °С, середня температура липня (найтеплішого місяця) - 21,3- 23,1 °С. Абсолютний мінімум температури повітря по області (за період з 1986 по 2005 рр.) зафіксований у грудні 1996 року і становив -24,4 °С (метеостанція Сербка), а абсолютний максимум - у липні 2000 року і становив 40,2 °С (метеостанція Сарата).

Зимовий період на Одещині триває 60-82 дні - з 10 грудня до 18 лютого, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0 °С у бік потепління та починається весна. Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5 °С і вище) триває 228-246 днів, починається в середньому по області 18 березня і закінчується 11 листопада. Сума позитивних температур повітря вище 5 °С за цей період змінюється від 3435 °С на півночі області до 3955 °С на півдні. Період активної вегетації с.-г. культур (із середніми добовими температурами повітря 10°С і вище) триває 179-198 днів, починається з 9 по 18 квітня і закінчується 13-25 жовтня. Сума позитивних температур

повітря вище 10°C за цей період змінюється від 3075°C на півночі області до 3575°C на півдні. Літній період (із середніми добовими температурами повітря 15°C і вище), триває в області 127-142 дні – з 11-16 травня до 18-30 вересня. Сума позитивних температур повітря вище 15°C за цей період змінюється від 2370°C на півночі області до 2835°C на півдні.

Середня кількість опадів по області за рік становить 491 мм, змінюючись по території від 458 до 526 мм. Кількість опадів по роках змінюється від 263 до 766 мм. Близько 70 % від річної кількості опадів випадає у теплий період року. Сувора атмосферна засуха, яка часто поєднується із ґрунтовою в період активної вегетації с.-г. культур (ГТК менше 0,7), має ймовірність 90 % по всій території області. Відносна вологість повітря в теплий період року (квітень - жовтень) по області коливається від 61 % влітку до 77 % восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30 % та менше за цей період становить 25-35 днів, у прибережній зоні - 10-15 днів.

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації сільськогосподарських культур (суми позитивних температур повітря, кількість опадів та гідротермічний коефіцієнт) територію Одеської області поділено на три агрокліматичних райони (помірного теплозабезпечення і недостатнього зволоження; високого рівня теплозабезпечення посушливий; високого рівня теплозабезпечення дуже посушливий). Карта-схема агрокліматичного районування представлена на рис. 1.1, легенда до неї – у табл. 1.1.

Перші осінні заморозки в повітрі спостерігаються в кінці третьої декади вересня, останні весняні - в першій декаді травня. Найпізніший весняний заморозок у повітрі зафіксовано 8 травня 1999 року, а на ґрунті - 26 травня 1992 року. Найбільш ранній осінній заморозок у повітрі і на поверхні ґрунту спостерігався 9 вересня 1991 р. Середня тривалість

беззаморозкового періоду по області в повітрі становить 174-200 днів, на поверхні ґрунту - 156-177 днів.

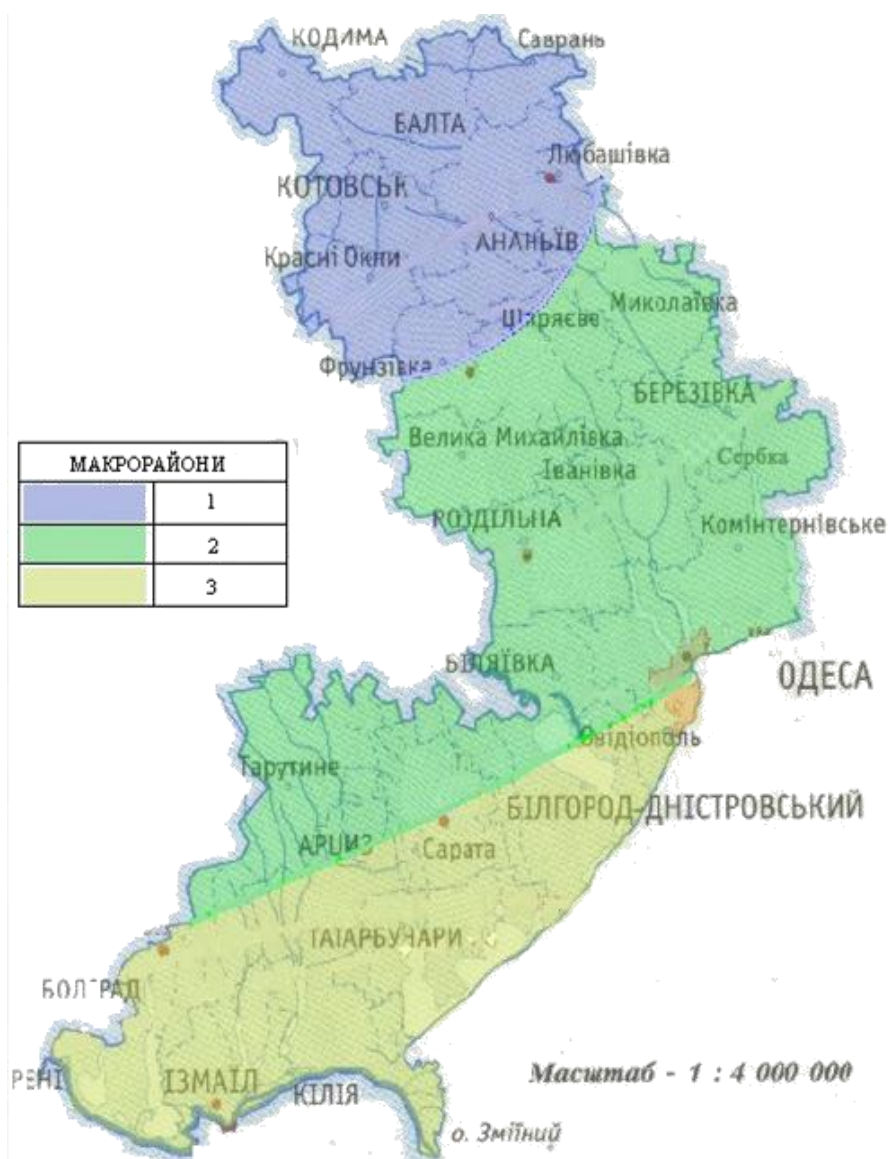


Рисунок 1.3 - Карта-схема агрокліматичного районування території Одеської області [5]

У вегетаційний період на території області спостерігається від 14 до 20 днів із суховіями різної інтенсивності, у прибережній зоні - 6-11 днів. В окремі роки кількість днів із суховіями досягає 40-43 днів. Серед інших несприятливих для с.-г. культур явищ погоди на території області у вегетаційний період спостерігається град, сильний вітер, дуже сильний дощ та зливи.

Таблиця 1.1 – Легенда до карто-схеми агрокліматичного районування Одеської області [5]

Агрокліматичні райони	Агрокліматичні показники						Абсолютний мінімум температур взимку (°C)
	Тривалість періоду (дні) з		Сума позитивних температур повітря за період з		Кількість опадів (мм) за період з	Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)	
	T $\geq$ 5 °C	T $\geq$ 10 °C	T $\geq$ 5 °C	T $\geq$ 10 °C	T $\geq$ 10 °C		
I. Помірного теплозабезпечення, недостатнього зволоження	≤ 230	≤ 185	≤ 3600	≤ 3200	≥ 360	1,0	мінус 23 - 24
II. Високого рівня теплозабезпечення, посушливий	231-240	185-195	3601-3800	3201-3500	331-360	0,8-0,9	мінус 22 - 24
III. Високого рівня теплозабезпечення, дуже посушливий	≥ 240	≥ 195	≥ 3800	≥ 3500	≤ 330	$\leq 0,8$	мінус 21 - 24

Стійкий сніговий покрив спостерігається у північних районах (метеостанція Любашівка), а також місцями у центральних (метеостанції Затишшя та Роздільна) і залягає протягом січня-лютого. Загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму по області становить 22-66 днів, середня висота снігу за зиму 3-6 см, тоді як максимальна висота в окремі роки досягає у північних районах області 34-54 см, на решті території 14-28 см. В останні десятиріччя досить часто спостерігаються роки без сталого снігового покриву або взагалі безсніжні зими. Середня глибина промерзання ґрунту по області за зиму коливається від 11 см до 23 см. Максимальне промерзання - 95 см - спостерігалось у 1987 році. Середня із мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см по області за зиму, залежно від типу ґрунту, становить - 2,3... -3,5 °С. Найнижча температура ґрунту на глибині 3 см спостерігалася у 2003 р. і становила - 15,6 °С.

Узимку зазвичай спостерігаються відлиги, кількість днів з якими за період грудень-лютий по області коливається від 52 до 69. Відлиги, які тривають більше ніж 5 днів поспіль, зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин.

Після тривалих відлиг за наявності снігового покриву існує значна ймовірність його руйнування, що сприяє утворенню льодяної кірки на полях. Небезпечна для посівів льодяна кірка товщиною 10 мм і більше та тривалістю залягання три декади і більше спостерігається у 5 % років (один раз за 20 років). Вимерзання зимуючих культур спостерігається 1 раз за 10 років [5].

2 БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КАРТОПЛІ ТА ВИМОГИ КУЛЬТУРИ ДО ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ

2.1 Ботанічна характеристика картоплі

Картопля - це багатостеблинна трав'яниста рослина, що може розмножуватися вегетативним шляхом з бульб і насінням. У виробництві картоплі використовують вегетативний шлях розмноження. Вирощування картоплі з насіння використовують при створенні нових генотипів в процесі селекції [6].

Картопля належить до сімейства Пасльонові (Solanaceae) роду *Solanum*, який об'єднує десятки диких і культурних видів і серед них *Solanum tuberosum* - вид, що найширше розповсюджений у культурі [7].

Коренева система картоплі, вирощеної з бульби, мичкувата. Вона є сукупністю корневих систем окремих стебел. Розвиток кореневої системи і заглиблення коренів у ґрунт у відрізняється за сортами. Загалом пізньостиглі сорти утворюють більш потужну і глибоко проникаючу кореневу систему, ніж ранньостиглі. Корені можуть, в залежності від стану ґрунту, досягати максимальної глибини більше метра [7].

Кущ рослини картоплі переважно складається з 4 - 8 пагонів. Кількість стеблин в кущі значно варіює і залежить від сорту, розміру посадочних бульб і кількості пророслих на них бруньок. Рослини, що виростили з крупних бульб, мають, як правило, більше стебел, ніж рослини, отримані з дрібних бульб. Кількість стебел в кущі певною мірою визначає величину урожаю.

В підземній частині стебла з бруньок пазух розвиваються пагони – столони, на кінцях яких утворюються бульби або потовщення. Товщина столонів завжди менше ніж стеблин. Столони можуть бути різної довжини, у ранніх сортів вони коротші, у пізніх – довші.

Лист складається з декількох пар бічних часток, розміщених одна проти іншої, проміжних часточок між ними і кінцевої частки. На нижній стороні листа знаходиться мережа жилок, забарвлення яких нерідко корелює із кольором бульб. Листя на стеблині розташовується по спіралі.

Квітки у картоплі зібрані в суцвіття – завитки. Віночок квітки колесовидний, складається з п'яти зрощених пелюсток.

Забарвлення віночка різноманітне: біле, синє, темно-синьо-фіолетове, червоно-фіолетове з різними відтінками. Картопля – рослина, що самозапилюється, але більшість сортів стерильні і лише небагато фертильні.

Плід рослини картоплі – двохгніздова багатосім'яна соковита зелена ягода кулястої або овальної форми. Для вживання в їжу вони непридатні через вміст великої кількості соланіну. Насіння дрібне, пласке, із зігнутим зародком.

Бульба картоплі є потовщеним і укороченим стеблом. На бульбі в ранньому віці є дрібні лускові листочки, що не містять хлорофілу. В пазухах лускових листочків закладаються бруньки, що створюють так звані вічки, які знаходяться у стані спокою. В кожному очку бульби звичайно є по 3 бруньки. При проростанні починає зростати одна, найрозвинена середня брунька, інші залишаються як запасні і проростають при пошкодженні паростків.

Форма бульб дуже різноманітна, але характерна для кожного сорту. М'якоть бульби частіше всього біла або в різному ступені жовта, і лише у окремих сортів вона червона або синьо-фіолетова. Вміст крохмалю в бульбах картоплі коливається від 12-14 до 22-25 % і більше (в окремих випадках до 29 %). В бульбах столових сортів звичайно міститься 13-16 % крохмалю, в заводських – не менше 18 %, а часто більше 20 процентів. Найбільш крохмалисті бульби у пізніх сортів [6].

2.2 Вимоги картоплі до температури повітря

Картопля за своїм ботанічним походженням - рослина помірно-прохолодного клімату з середньорічними температурами 6-10°C і відносно

високою вологістю повітря. У Північній півкулі Євразії її вирощують в основному між 40 і 60°C пн. ш., в Північній Америці - між 40 і 50°C пн. ш. У Південній півкулі головні регіони її вирощування розташовані на півдні континенту. Так як картопля різних груп стиглості відрізняється за довжиною вегетаційного періоду (від 60 до 170 діб), вона може добре пристосовуватися до різних кліматичних умов. Незважаючи на чутливість до заморозків, культуру вирощують в більш північних регіонах і на великих висотах, ніж зернові [6].

Картопля відрізняється підвищеними вимогами до температурного режиму. Вона погано реагує як на температуру ґрунту нижче 7- 8°C, так і сильно пригноблюється підвищеним рівнем температур (вище 25°C).

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

В "Електронній енциклопедії сільського господарства" [8] зазначено, що оптимальні строки садіння картоплі настають за прогрівання ґрунту до 5-8 °C на глибині 10-12 см. Це припадає на другу-третю декаду квітня. За раннього садіння в стислі строки кущі виростають до настання літньої спеки, а врожай формується до періоду масового поширення фітофтори.

Встановлено, що в разі пізнішого садіння картоплі недобір урожаю за кожен п'ятиденку становить 2,0-2,5 т/га. Особливо великий недобір урожаю в роки з надмірним розповсюдженням фітофтори, оскільки вона зумовлює відмирання картоплиння, припинення накопичення врожаю уже в серпні, скорочуючи період вегетації на три-чотири п'ятиденки [7].

Для бульбоутворення оптимальна температура ґрунту 16-18°C. В період бульбоутворення температурний оптимум для середньостиглих сортів картоплі більш високий (17-19°C), ніж для ранньостиглих (15-17°C). При підвищенні температури до 29°C або її зниженні до 2°C ріст бульб припиняється. Високі температури не тільки затримують ріст бульб, але і викликають їхнє екологічне виродження. При середній добовій температурі 24°C виродження бульб досягає 50% і більше.

Таблиця 2.1 – Граничні температурні показники, що мають значення для росту та розвитку картоплі [6]

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

Рослини з таких бульб дають дрібні, хворі бульби, що призводить до різкого зниження урожаю. Тому у південних районах рекомендуються також літні посадки картоплі для того, щоб період бульбоутворення приходився на вересень-жовтень, коли температура знижується [8, 9].

Навіть не дуже інтенсивні заморозки картопля не переносить. Наприклад, бульби її гинуть вже при температурі -1- 2 °C, а бадилля чорніє й гине при - 2-3 °C. Заморозки такої сили згубно діють і на молоді рослини. Пошкоджені заморозками молоді рослини мають добру здатність до регенерації. При достатньому забезпеченні елементами живлення і вологою вони порівняно швидко формують нову вегетативну систему [10].

При низьких температурах бульби проростають дуже повільно. Несподівані тривалі похолодання після надранніх посадок приводили в окремих місцях до того, що сходи з'явилися тільки на 51 день. Звичайно картопля при 11 – 12 °С в помірно-вологій зоні дає сходи на 23 день, при 14 – 15 °С - на 17 - 18 день, при 18 – 25°С на 12 - 13 день. Проте якщо температура підіймається ще вище до 27 – 28°С, то сходи з'являються тільки на 16 - 17 день. Отже, при дуже низьких і дуже високих температурах темпи проростання картоплі сповільнюються.

Сума температур вище 10°С за вегетаційний період, необхідна для повного розвитку рослин ранніх і середньоранніх сортів, в середньому дорівнює 1000 – 1400°С, для пізньостиглих - 1400 – 2000°С [6, 7].

Одним із основних факторів, що знижують кількість і якість урожаю картоплі, є втрати від ураження рослин хворобами. Найбільш поширеними хворобами бульб картоплі в умовах західних областей України є фітофтороз та звичайна парша. Висока вологість та одночасне зниження температури до 15 – 18°С сприяють розвитку захворювання [11].

Оптимальна температура для зараження бульб і розвитку парші становить 25–27°С за помірної вологості ґрунту 50–70 %. Сприятливими умовами для їх розвитку є слабо лужна або нейтральна реакція ґрунту, а також внесення свіжого гною під картоплю. Особливо сильний розвиток звичайної парші спостерігається у сухе і спекотне літо [10].

2.3 Вимоги картоплі до вологи

Картопля - рослина гідрофільного типу, яка більш пристосована до гумідних умов. Вона дуже чутлива до різких змін температури і вологості. Тому в багатьох регіонах забезпечення водою - основне завдання для вирощування стабільних і високих врожаїв, особливо в період утворення бульб і їх зростання. Протягом доби рослині картоплі потрібно 5 ... 6 мм продуктивної вологи.

Високі врожаї збирають при вологості ґрунту 75-85% НВ. Зниження вологості до 60% призводить до зменшення врожайності на 3-9%, а до 40% НВ - на 40-43%.

Широко відомий вислів А.Г. Лорха про те, що урожай бульб картоплі ранніх сортів забезпечується опадами липня – серпня, а пізніх - опадами липня, серпня – вересня

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

З ростом рослин підвищується потреба картоплі у воді, особливо у період бутонізації - кінець цвітіння. Транспіраційний коефіцієнт картоплі становить 400-550 [12].

Занадто прохолодна і волога погода уповільнює проростання і сходи, сприяє підвищенню сприйнятливості картоплі до збудників чорної ніжки та гнилей. Бульбоутворення збігається з початком цвітіння. У цей час тепла, суха погода позитивно впливає на число утворених бульб. Потім до кінця цвітіння необхідно достатнє постачання води. Тривалі температури вище 20°C в період росту і порушення вологозабезпеченості знижують врожайність і прискорюють фізіологічне старіння дочірніх бульб, викликають аномалії у проростків, чим погіршується придатність бульб до використання як насіннєвого матеріалу. Наприкінці зростання і розвитку картоплі потреба у воді знову знижується [6].

Надмірне зволоження ґрунту шкідливо впливає на картоплю. Надлишок води витісняє з ґрунту вільний кисень повітря, що спричиняє удушення бульби. Перезволоження особливо не бажане на важких за механічним складом ґрунтах [13].

Для погодних умов вегетаційного періоду картоплі у степових областях України характерні високі температури повітря і ґрунту, які спричиняють процес виродження бульб та зменшення продуктивності. Тому тут бажано використовувати зрошення. Останнім часом краплинне зрошення набуває все ширшого розповсюдження в Україні і країнах Європи [14].

2.4 Вимоги картоплі до світла

Картопля вибаглива до світла. При затіненні рослини жовтіють, витягуються, в них порушується фотосинтез і ґрунтове живлення, що призводить до пізнього утворення бульб і зниження врожаю.

Картопля - рослина короткого дня. В умовах короткого дня у неї скорочується період бульбоутворення. Однак при вирощуванні її в районах з довгим світловим днем спостерігається більш інтенсивне цвітіння, кращий розвиток вегетативних органів та вищий урожай бульб [12].

Автори [6] також вважають, що фотоперіодичні умови суттєво впливають на розвиток рослин картоплі. За цвітінням картопля - рослина довгого, а за бульбоутворенням - короткого дня. При короткому дні утворення бульб і їх дозрівання відбуваються раніше, ніж при довгому. За раннього збирання вони дають в таких умовах більш високий урожай, ніж в умовах довгого дня.

2.5 Вимоги картоплі до ґрунтів і мінерального живлення

Картоплю можна вирощувати практично на будь-яких ґрунтах, крім засолених і лужних. Перевагу віддають природним пухким ґрунтам з об'ємною масою 1,1- 1,2 г/см³, що сприяють кращому росту бульб. Найкраще підходять суглинні ґрунти і піщані суглинки, багаті органікою, з хорошим водозабором. Ідеальними вважаються ґрунти слабкокислої реакції зі ступенем кислотності в межах 5,0-6,0 [12].

Картопля досить вибаглива до елементів живлення в ґрунті. Так, при середньому врожаї бульб 18 т/га та 8 т/га бадилля вона виносить з ґрунту близько 100 кг азоту, 45 кг фосфору, 115 кг калію [12].

За результатами, отриманими деякими дослідниками, відзначено, що вміст білка в бульбах картоплі, вирощених без добрив, не перевищує 1%, а за оптимального внесення добрив досягає 1,7-2,0%. Надлишок азотних добрив погіршує смак бульб і веде до накопичення нітратів. Внесення фосфору в поєднанні з азотно-калійними добривами впливає на накопичення крохмалю. Калійні добрива підвищують стійкість бульб до ураження хворобами [13].

Картопля є найдешевшим джерелом аскорбінової кислоти. Так, в свіжозібраних бульбах при внесенні добрив у кількості $N_{90}P_{60}K_{60}$ її міститься від 1,64 мг % (сорт Ред Леді) до 3,58 мг % (Сорт Агата). При зберіганні вміст аскорбінової кислоти знижується в 1,1-2,0 рази [15].

Картопля вимагає достатньої кількості поживних речовин протягом всього вегетаційного періоду. Для задоволення її потреб у елементах живлення бажано поєднувати мінеральні та органічні добрива. Раніше найбільш ефективним органічним добривом був гній, але у теперішній час, у зв'язку зі скороченням тваринництва, сільське господарство відчуває його суттєву нестачу. Тому бажано застосовувати сидерати, що сприятиме підвищенню родючості ґрунту, і, як наслідок – підвищенню урожаїв [16].

3 АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ КАРТОПЛІ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

3.1 Агromетeоролoгiчнi умoви рoстy тa рoзвiткy кaртoплi у пeрiод пoсaдкa-сxoди

Протягом першого міжфазного періоду картоплі відбувається активізація вічок, які знаходяться у пазухах бульби. Як правило, першими активізуються верхні вічка. Починають формуватися первинні і столонні корені, які відповідають за урожайність картоплі. Інтенсивно формуються підземні пагони і нижнє листя. Ознакою фази сходів є появлення ростків на поверхні ґрунту [17]. Джерелом поживних речовин у цей період виступає материнська бульба.

Як видно з таблиці 3.1, посадка картоплі в середньому відбувається 7 квітня, сходи з'являються в середньому 2 травня. Однак у залежності від метеорологічних умов конкретного року тривалість періоду, а також дати посадки і сходів можуть істотно змінюватися. Так найраніша дата посадки відзначається у 2015 р. – 26 березня, а найраніша дата сходів – у 2014 та 2016 рр. - 20 квітня. Найпізніше картоплю посадили у 1997 році – 26 квітня. У цей рік протягом перших двох декад квітня температура повітря не піднімалась вище 6°C і садити картоплю на початку квітня було недоцільно. Відповідно до строку посадки й найпізніша дата сходів спостерігалась у 1997 р. – 20 травня.

Тривалість міжфазного періоду посадка - сходи знаходиться в залежності від умов зволоження орного шару ґрунту і термічного режиму. В Одеській області вона становить у середньому 24 дні, при цьому середня декадна температура повітря за цей період становить 12,0 °C.

Найкоротший період – 20 днів відмічається у 2001-2003 рр. за оптимальних середніх температур 12,7-14,7°C, найдовший – 35 днів – у 2015

Таблиця 3.1 - Агрометеорологічні показники умов вирощування картоплі в період від посадки до сходів

Роки	Дати настання фаз		N, дні	$\Sigma T > 7^{\circ}\text{C}$		T _{ср} , °C	ΣR , мм	W ср	
	Посадка	Сходи		Акт.	Еф			0-20	% НВ
1997	26.04	20.05	24	415	247	17,3	18	34	72
1998	05.04	02.05	27	336	147	12,4	14	25	53
1999	08.04	02.05	24	280	112	11,7	23	26	55
2000	10.04	04.05	24	352	184	14,7	22	27	57
2001	20.04	10.05	20	281	141	14,1	58	34	72
2002	12.04	02.05	20	254	114	12,7	6	16	34
2003	20.04	10.05	20	293	153	14,7	35	30	64
2004	08.04	06.05	28	280	84	10,0	31	13	28
2005	04.04	28.04	24	261	93	10,9	2	13	28
2006	31.03	22.04	22	216	62	9,8	18	16	34
2007	31.03	24.04	24	224	56	9,3	28	18	38
2008	12.04	08.05	26	215	33	8,3	25	29	62
2009	04.04	30.04	26	290	108	11,2	5	13	28
2010	06.04	02.05	26	278	96	10,7	31	30	64
2011	06.04	29.04	23	236	75	10,3	30	41	87
2012	10.04	02.05	22	297	143	13,5	10	9	19
2013	06.04	4.05	28	480	284	17,1	40	10	21
2014	28.03	20.04	23	225	64	9,8	7	21	45
2015	26.03	30.04	35	341	96	9,7	83	26	55
2016	28.03	20.04	23	274	113	11,9	39	28	60
Ср.	7.04	2.05	24	290	120	12,0	26	23	49
Найменш.	26.03	20.04	20	215	33	8,3	2	9	19
Найбільш.	26.04	20.05	35	480	284	17,3	83	41	87

році. Такий довгий строк проростання спричинило зниження температури повітря після посадки до 5,9°C протягом першої декади квітня. За такої температури поява сходів, як це відомо з літературних джерел і підтверджується фактичним матеріалом, розтягується до 30-35 днів. Крім того, протягом третьої декади березня – першої декади квітня випала надмірна кількість опадів – більше 80 мм, що також загальмувало процес утворення сходів. Картопля не переносить надмірного зволоження ґрунту, яке негативно впливає на процес її росту та розвитку. Особливо це стосується початкового періоду, коли проростки і сходи формуються за рахунок запасів води у материнській бульбі.

Забезпеченість теплом міжфазного періоду характеризується сумою активних та ефективних температур, за біологічний мінімум картоплі прийнято 7 °С. Середня сума активних температур за 20-річний період склала 290 °С, найбільша сума за цей же період становила 480 °С в 2013 р., а найменша - 215°C в 2008 р. (табл. 3.1). Середньобаторічна сума ефективних температур за період посадка - сходи склала 120 °С, найбільша сума ефективних температур за цей період становила 284 °С в 2013 р., а найменша – 33°C в 2008 р.

Середня температура повітря за період становила 12,0 °С, найбільша – 17,3°C в 1997 р, а найменша – 8,3 °С в 2008 р.

Темпи розвитку рослин зв'язані з температурою повітря. Температура, при якій починається розвиток рослин, називається в агрометеорології біологічними мінімумом [18, 19, 20].

Для визначення темпів розвитку рослин використовується формула

$$n = A/(T - B), \quad (3.1)$$

де n – тривалість вегетаційного (або міжфазного) періоду, дні;

A – сума ефективних температур, яка необхідна фітоценозу для успішного проходження вегетаційного (або міжфазного) періоду, °С;

B – біологічний мінімуму даної культури у цей період;

T – середня температура повітря за вегетацію або її частину, °C.

Кожна сільськогосподарська культура починає свій розвиток за конкретних значень температури. Протягом життєвого циклу потреби рослин у теплі змінюються, відповідно змінюється і біологічний мінімум.

Зі значенням біологічного мінімуму безпосередньо пов'язані такі поняття, як активна і ефективна температури. Для багатьох сільськогосподарських культур біологічні мінімуми давно відомі і широко застосовуються для успішного вирішення цілого ряду агрометеорологічних завдань. Це такі завдання, як агрометеорологічне прогнозування, агрокліматичне районування і т.д.

Але в останній час було введено у сільськогосподарське виробництво нові сорти, вдосконалені прийоми агротехніки, а головне, відбуваються зміни клімату, що потребує уточнення показників розвитку рослин за умов сьогодення.

Щоб побудувати графік залежності між сумами додатних температур за період ($SumT$) і тривалістю міжфазного періоду (N) ми скористалися методом найменших квадратів. Ми розглянули залежність між сумами додатних температур і тривалістю міжфазного періоду, яка описується рівнянням лінійної регресії виду:

$$y = ax + b, \quad (3.2)$$

де y - сума додатних середньодобових температур за період; x - тривалість міжфазного періоду.

Залежність між сумами позитивних температур та тривалістю періоду посадка - сходи картоплі в Одеській області представлена на рис. 3.1.

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_1 = 7,2N_1 + 113, \quad (3.3)$$

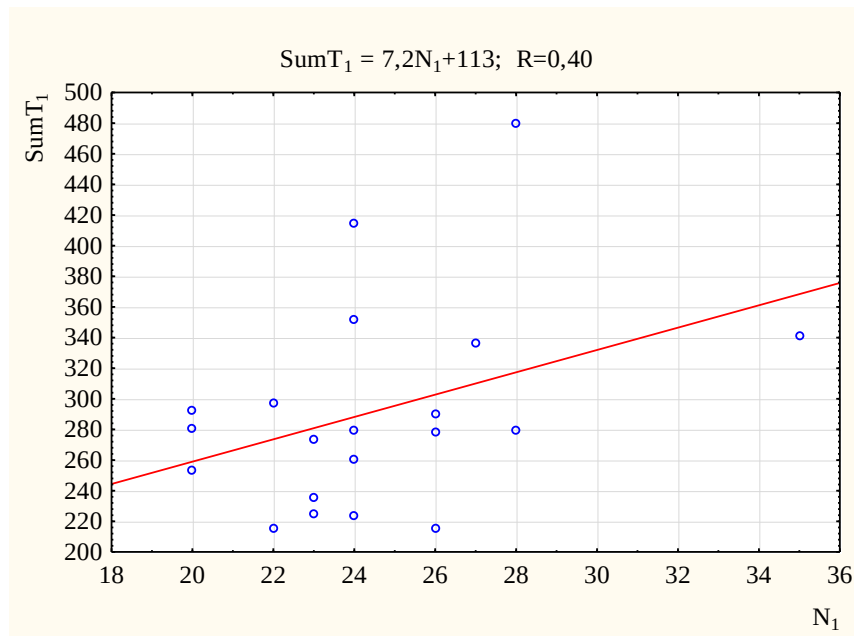


Рисунок 3.1 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду посадки - сходи картоплі в Одеській області

де $SumT$ – сума додатних температур, °С; 7,2 – біологічний мінімум, °С; N – тривалість періоду, дні; 113 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °С, 1 – номер міжфазного періоду.

R – коефіцієнт кореляції, що є мірою тісноти прямолінійного зв'язку, у даному випадку дорівнює 0,40. У відповідності з методикою [21], така величина коефіцієнту кореляції є значущою на 5%-ому рівні значущості. Це свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду в даному випадку є зв'язок.

Як видно з рис. 3.1, угруповання точок відповідає розрахованій прямій, що підтверджує стійкість знайдених сум активних температур як кількісного агрометеорологічного показника для періоду посадки - сходи.

В агрометеорології важливим є питання визначення залежності тривалості міжфазних періодів сільськогосподарських культур від температури повітря. Зв'язок тривалості міжфазного періоду, що виражається в днях, із середньою температурою повітря за період, згідно з дослідженнями Є.С. Уланової, є оберненим і представляє собою ступеневу криву [21].

Позначимо тривалість періоду через y , а температуру повітря через x . Рівняння зворотного зв'язку має вигляд

$$y = \frac{b}{x^a}, \quad (3.4)$$

де a і b - параметри рівняння, постійні коефіцієнти.

Для визначення його параметрів ми скористувалися методикою, запропонованою в агрометеорології Є.С. Улановою та О.Д. Сиротенком [21]. Необхідно це рівняння привести до лінійного вигляду. Прологарифмуємо це рівняння і отримаємо $\lg y = -a \lg x + \lg b$.

Позначимо $\lg y = y_1$, $\lg x = x_1$, $\lg b = B$ і отримуємо $y_1 = -ax_1 + B$ - рівняння прямої лінії для зворотного зв'язку. Якщо брати не значення x та y , а їх логарифми, то між ними зв'язок буде прямолінійний. Параметри рівняння прямої регресії можна визначати за методом найменших квадратів або через коефіцієнт кореляції r та середньоквадратичні відхилення σ_x та σ_y .

У таблиці 3.2 наводиться порядок розрахунків. Ми розраховували параметри рівняння через коефіцієнт кореляції (r)

$$r = \frac{\sum \Delta x_1 \Delta y_1}{\sqrt{\sum \Delta x_1^2 \sum \Delta y_1^2}} = \frac{-0,0272}{\sqrt{0,1491 \cdot 0,0644}} = \frac{-0,0272}{0,0980} = -0,28.$$

Помилка коефіцієнту кореляції

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} = \frac{1-(-0,28)^2}{\sqrt{20}} = \frac{0,92}{4,47} = 0,206.$$

$$r \mp \sigma_r = -0,28 \mp 0,206 = \begin{cases} -0,49 \\ -0,07 \end{cases}$$

Коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}};$$

$$\sigma_{y_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta y_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,0644}{20}} = \sqrt{0,0032} = 0,0567$$

Таблиця 3.2. – Таблиця для розрахунку зв'язку тривалості періоду посадка – сходи від середньої температури періоду

№ п/п	x	y	x_1	y_1	Δx_1	Δy_1	Δx_1^2	Δy_1^2	$\Delta x_1 \Delta y_1$	$\Delta x_1 + \Delta y_1$	$(\Delta x_1 + \Delta y_1)^2$
1	17,3	24	1,2380	1,3802	0,1674	-0,0042	0,02804	0,00002	-0,00070	0,1633	0,02665
2	12,4	27	1,0934	1,4314	0,0228	0,0470	0,00052	0,00221	0,00107	0,0698	0,00487
3	11,7	24	1,0682	1,3802	-0,0024	-0,0042	0,00001	0,00002	0,00001	-0,0066	0,00004
4	14,7	24	1,1673	1,3802	0,0967	-0,0042	0,00935	0,00002	-0,00041	0,0925	0,00856
5	14,1	20	1,1492	1,3010	0,0786	-0,0834	0,00618	0,00695	-0,00655	-0,0048	0,00002
6	12,7	20	1,1038	1,3010	0,0332	-0,0834	0,00110	0,00695	-0,00277	-0,0502	0,00252
7	14,7	20	1,1673	1,3010	0,0967	-0,0834	0,00935	0,00695	-0,00806	0,0133	0,00018
8	10	28	1,0000	1,4472	-0,0706	0,0628	0,00498	0,00394	-0,00443	-0,0078	0,00006
9	10,9	24	1,0374	1,3802	-0,0332	-0,0042	0,00110	0,00002	0,00014	-0,0374	0,00140
10	9,8	22	0,9912	1,3424	-0,0794	-0,0420	0,00630	0,00176	0,00333	-0,1214	0,01473
11	9,3	24	0,9685	1,3802	-0,1021	-0,0042	0,01043	0,00002	0,00043	-0,1063	0,01130
12	8,3	26	0,9191	1,4150	-0,1515	0,0306	0,02296	0,00093	-0,00463	-0,1209	0,01463
13	11,2	26	1,0492	1,4150	-0,0214	0,0306	0,00046	0,00093	-0,00065	0,0092	0,00008
14	10,7	26	1,0294	1,4150	-0,0412	0,0306	0,00170	0,00093	-0,00126	-0,0106	0,00011
15	10,3	23	1,0128	1,3617	-0,0578	-0,0227	0,00334	0,00051	0,00131	-0,0804	0,00647
16	13,5	22	1,1303	1,3424	0,0597	-0,0420	0,00357	0,00176	-0,00251	0,0178	0,00032
17	17,1	28	1,2330	1,4472	0,1624	0,0628	0,02637	0,00394	0,01019	0,2252	0,05069
18	9,8	23	0,9912	1,3617	-0,0794	-0,0227	0,00630	0,00051	0,00180	-0,1020	0,01041
19	9,7	35	0,9868	1,5441	-0,0838	0,1597	0,00703	0,02549	-0,01338	0,0758	0,00575
20	11,9	23	1,0755	1,3617	0,0049	-0,0227	0,00002	0,00051	-0,00011	-0,0177	0,00031
Ср.	12,0	24	1,0706	1,3844							
Сума			21,4118	27,6888			0,1491	0,0644	-0,0272	0,0007	0,1591

$$\sigma_{x_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta x_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,1491}{20}} = \sqrt{0,0075} = 0,0863$$

$$\frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = \frac{0,0567}{0,0863} = 0,66.$$

Визначаємо коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = -0,28 \cdot 0,66 = -0,18.$$

Підставляємо в рівняння $y_1 - \bar{y}_1 = R(x_1 - \bar{x}_1)$ величини R , $\bar{y}_1$, $\bar{x}_1$:

$$y_1 - 1,3844 = -0,18(x_1 - 1,0706); \quad y_1 = 0,1927 - 0,18x_1 + 1,3844$$

Отримуємо пошукане рівняння зв'язку

$$y_1 = 1,58 - 0,18x_1 \quad \text{чи} \quad lgy = 1,58 - 0,18lgx.$$

Знаходимо b ($lgb = 1,58, b = 38$).

Таким чином, залежність тривалості міжфазного періоду посадка – сходи картоплі від середньої температури цього періоду визначається рівнянням $y = \frac{38}{x^{0,18}}$. Кореляційне відношення (η), яке характеризує тісноту криволінійних залежностей у даному випадку становить 0,6, що відповідає досить тісному зв'язку.

У графічному вигляді цю залежність представлено на рис. 3.2.

Опади характеризуються великою мінливістю по роках, в середньому за період посадка - сходи випадає 26 мм, найбільша кількість опадів - 83 мм (2015 р.), найменша - 2 мм (2005 р.).

Запаси води орного шару ґрунту в Одеській області в перший міжфазний період складають в середньому 23 мм (49 % від НВ), найбільше значення запасів води було відмічено в 2011 році 41 мм (87 % від НВ), найменші запаси води були в 2012 р. та склали 9 мм (19 % від НВ).

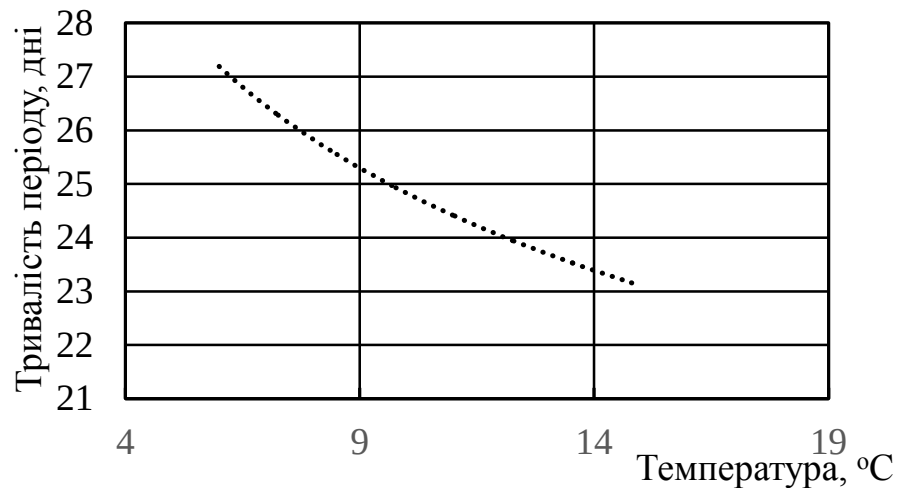


Рисунок 3.2 – Залежність тривалості періоду посадки – сходи від середньої температури повітря за період

3.2 Агromетeоролoгiчнi умoви рoстy тa рoзвиткy кaртoплi у пeрiод сxоди – утвoрeння суцвiть

З літературних джерел відомо, що у середньостиглих сортів картоплі від сходів до початку бутонізації (утворення суцвіть) минає 17-24 днів [12]. У період від сходів до змикання рядків рослини картоплі мають дуже низьку конкурентну здатність і можуть потерпати від бур'янів, які відбирають у нього поживні речовини, воду та світло [6]. Крім того, забур'янені посадки гірше перевітрюються, що створює сприятливі умови для розвитку фітофтори [6]. Тому до моменту утворення суцвіть бажано знищити всі бур'яни та сформувати гряди.

Агromетeоролoгiчнi умoви зрoстaння кaртoплi в пeрiод сxоди – утвoрeння суцвiть в Одeськiй oблaстi пpeдстaвлeнi в тaбл. 3.3. Як виднo з тaблиці, утвoрeння суцвiть в сepeдньoмy спocтepiгaeтьcя 29 тpaвня, нaйpaнiшe суцвiття утвopювaлиcь в 2007 p. – 20 тpaвня, нaйпiзнiшe – в 1997 p. - 12 чepвня

Таблиця 3.3 - Агрометеорологічні показники умов вирощування картоплі в період від сходів до утворення суцвіть

Роки	Дати настання фаз		N, дні	$\Sigma T > 7^{\circ}\text{C}$		T _{ср} , °C	ΣR , мм	W _{ср}	
	Сходи	Утв. суцв.		Акт.	Еф			0-20	% НВ
1997	20.05	12.06	23	372	225	16,2	28	21	45
1998	02.05	28.05	26	397	243	15,3	46	28	60
1999	02.05	26.05	24	323	169	13,5	29	23	49
2000	04.05	02.06	29	504	343	17,4	15	39	83
2001	10.05	31.05	21	286	125	13,6	16	30	64
2002	02.05	24.05	22	377	209	17,1	0	5	11
2003	10.05	06.06	27	541	373	20,0	56	11	23
2004	06.05	28.05	22	428	260	19,5	55	18	38
2005	28.04	22.05	24	345	177	14,4	16	17	36
2006	22.04	22.05	30	411	229	13,7	40	25	53
2007	24.04	20.05	26	381	199	14,7	14	10	21
2008	08.05	31.05	23	371	189	16,1	11	17	36
2009	30.04	24.05	24	376	187	15,7	45	14	30
2010	02.05	28.05	26	431	228	16,6	63	30	64
2011	29.04	04.06	36	623	413	17,3	59	32	68
2012	02.05	04.06	33	618	401	18,7	34	7	15
2013	4.05	28.05	24	471	240	19,6	7	0	0
2014	20.04	24.05	34	530	292	15,6	74	14	30
2015	30.04	31.05	31	530	292	17,1	9	17	36
2016	20.04	24.05	34	461	223	13,6	53	28	60
Ср.	2.05	29.05	27	438	250	16,3	34	19	40
Найменш.	20.04	20.05	21	286	65	13,5	0	0	0
Найбільш.	20.05	12.06	36	623	413	20,0	74	39	83

Тривалість періоду сходи – утворення суцвіть в середньому складає 27 днів. Найдовшим цей період був в 2011 році – 36 днів, а найкоротшим в 2001 році – 21 день.

Середня сума активних температур за 20-річний період склала 438 °С. Найбільша сума активних температур за цей же період склала 623 °С в 2011 році, а найменша 286 °С в 2001 році. Середня сума ефективних температур за період сходи – утворення суцвіть склала 250°С. Найбільша сума ефективних температур за цей же період накопичилася у 2011 р. і становила 413 °С, а найменша сума спостерігалась у 2001 р. - 125 °С. На досліджуваній території середня температура повітря становила за період – 16,3 °С, екстремальні значення становлять відповідно 13,5 та 20,0°С і відзначались відповідно в 1999 та 2003 рр.

Для уточнення біологічного мінімуму періоду сходи – утворення суцвіть ми розглянули залежність сум активних температур від тривалості другого міжфазного періоду. Ця залежність представлена на рис. 3.3.

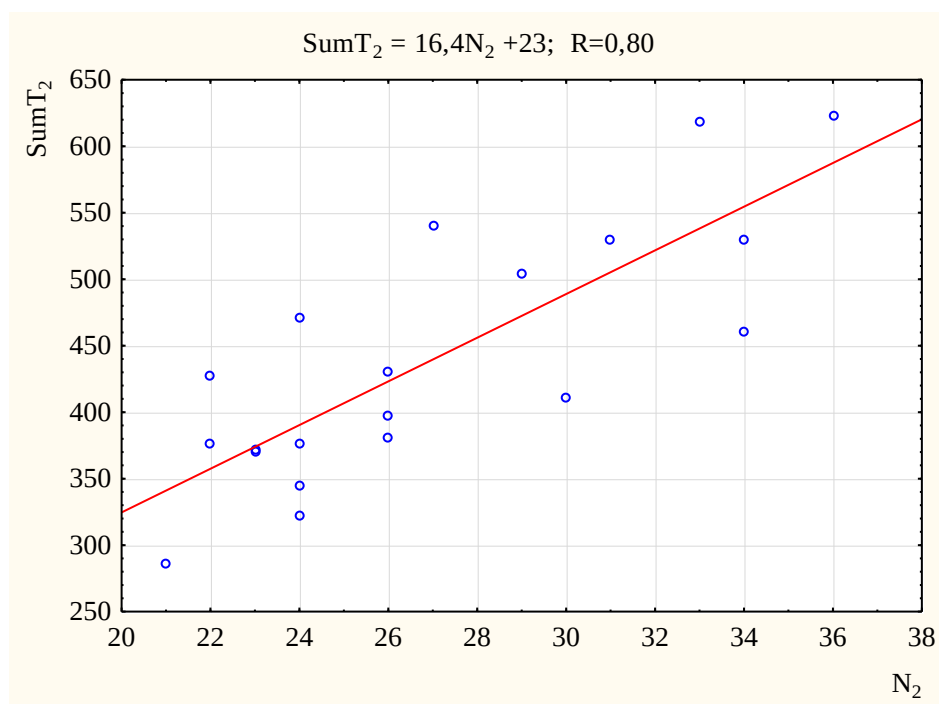


Рисунок 3.3 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду сходи – утворення суцвіть картоплі в Одеській області

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_2 = 16,4N_2 + 23, \quad (3.5)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, °С; 16,4 – біологічний мінімум, °С; N – тривалість періоду, дні; 23 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °С, 2 – номер міжфазного періоду. Високе значення коефіцієнту кореляції, що становить 0,80, свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду в даному випадку існує тісний зв'язок.

Також нами було розраховане рівняння зв'язку тривалості другого міжфазного періоду картоплі від середньої температури за цей період за методикою [21]. Порядок розрахунків представлено у табл. 3.4.

На першому етапі ми визначили коефіцієнт кореляції (r) лінійного зв'язку логарифмів x та y :

$$r = \frac{\sum \Delta x_1 \Delta y_1}{\sqrt{\sum \Delta x_1^2 \sum \Delta y_1^2}} = \frac{-0,0163}{\sqrt{0,0571 \cdot 0,0978}} = \frac{-0,0163}{0,0747} = -0,22.$$

Помилка коефіцієнту кореляції

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} = \frac{1-(-0,22)^2}{\sqrt{20}} = \frac{0,9516}{4,47} = 0,213.$$

$$r \mp \sigma_r = -0,22 \mp 0,213 = \begin{cases} -0,44 \\ -0,01 \end{cases}.$$

Коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}};$$

$$\sigma_{y_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta y_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,0978}{20}} = \sqrt{0,0049} = 0,0699$$

$$\sigma_{x_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta x_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,0571}{20}} = \sqrt{0,0029} = 0,0534$$

Таблиця 3.4 – Розрахунок зв'язку тривалості періоду сходи – утворення суцвіть від середньої температури періоду

№ п/п	x	y	x_1	y_1	Δx_1	Δy_1	Δx_1^2	Δy_1^2	$\Delta x_1 \Delta y_1$	$\Delta x_1 + \Delta y_1$	$(\Delta x_1 + \Delta y_1)^2$
1	16,2	23	1,2095	1,3617	0,0093	-0,0631	0,00009	0,00398	-0,00059	-0,0538	0,00289
2	15,3	26	1,1847	1,4150	-0,0155	-0,0098	0,00024	0,00010	0,00015	-0,0253	0,00064
3	13,5	24	1,1303	1,3802	-0,0699	-0,0446	0,00488	0,00199	0,00312	-0,1145	0,01310
4	17,4	29	1,2405	1,4624	0,0403	0,0376	0,00163	0,00141	0,00152	0,0779	0,00608
5	13,6	21	1,1335	1,3222	-0,0667	-0,1026	0,00444	0,01052	0,00684	-0,1692	0,02864
6	17,1	22	1,2330	1,3424	0,0328	-0,0824	0,00108	0,00679	-0,00270	-0,0496	0,00246
7	20,0	27	1,3010	1,4314	0,1008	0,0066	0,01017	0,00004	0,00066	0,1074	0,01153
8	19,5	22	1,2900	1,3424	0,0898	-0,0824	0,00807	0,00679	-0,00740	0,0075	0,00006
9	14,4	24	1,1584	1,3802	-0,0418	-0,0446	0,00175	0,00199	0,00187	-0,0864	0,00747
10	13,7	30	1,1367	1,4771	-0,0635	0,0523	0,00403	0,00274	-0,00332	-0,0112	0,00012
11	14,7	26	1,1673	1,4150	-0,0329	-0,0098	0,00108	0,00010	0,00032	-0,0427	0,00182
12	16,1	23	1,2068	1,3617	0,0066	-0,0631	0,00004	0,00398	-0,00042	-0,0564	0,00319
13	15,7	24	1,1959	1,3802	-0,0043	-0,0446	0,00002	0,00199	0,00019	-0,0489	0,00239
14	16,6	26	1,2201	1,4150	0,0199	-0,0098	0,00040	0,00010	-0,00020	0,0101	0,00010
15	17,3	36	1,2380	1,5563	0,0378	0,1315	0,00143	0,01729	0,00498	0,1693	0,02868
16	18,7	33	1,2718	1,5185	0,0716	0,0937	0,00513	0,00878	0,00671	0,1654	0,02734
17	19,6	24	1,2923	1,3802	0,0921	-0,0446	0,00847	0,00199	-0,00410	0,0475	0,00225
18	15,6	34	1,1931	1,5315	-0,0071	0,1067	0,00005	0,01138	-0,00075	0,0996	0,00992
19	17,1	31	1,2330	1,4914	0,0328	0,0666	0,00108	0,00443	0,00218	0,0994	0,00987
20	13,6	34	1,1335	1,5315	-0,2317	0,1067	0,05369	0,01138	-0,02472	-0,1250	0,01563
Ср.	16,3	27	1,2002	1,4248							
Сума			24,1697	28,4963	-0,0003	0,0003	0,0571	0,0978	-0,0163	0,00003	0,1222

$$\frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = \frac{0,0699}{0,0534} = 1,31.$$

Визначаємо коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = -0,22 \cdot 1,31 = -0,29.$$

Підставляємо в рівняння $y_1 - \bar{y}_1 = R(x_1 - \bar{x}_1)$ величини R , $\bar{y}_1$, $\bar{x}_1$:
 $y_1 - 1,4248 = -0,29(x_1 - 1,20002)$; $y_1 = 0,3481 - 0,29x_1 + 1,4248$

Отримуємо пошукане рівняння зв'язку

$$y_1 = 1,7729 - 0,29x_1 \quad \text{чи} \quad lgy = 1,77 - 0,29lgx.$$

Знаходимо b ($lgb = 1,77, b = 59$).

Таким чином, залежність тривалості міжфазного періоду сходи – утворення суцвіть картоплі від середньої температури цього періоду визначається рівнянням $y = \frac{59}{x^{0,29}}$. У графічному вигляді цю залежність представлено на рис. 3.4, $\eta=0,64$.

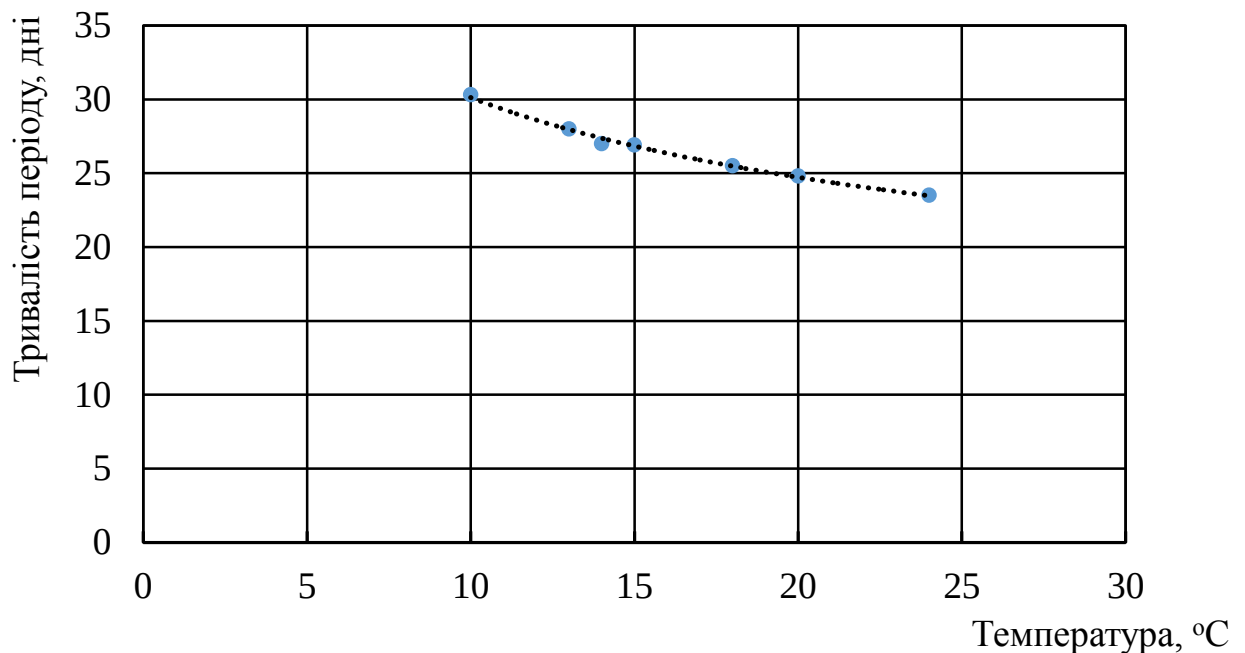


Рисунок 3.4 – Залежність тривалості періоду сходи – утворення суцвіть від середньої температури повітря за період

Сума опадів за розглянутий період складає в середньому 34 мм, найбільша кількість опадів випала в 2014 р. - 74 мм, а в 2002 році за цей період опадів зовсім не було. Запаси вологи шару ґрунту 0-20 см в Одеській області в другий міжфазний період складають в середньому 19 мм (40 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 1988 році 39 мм (83 % від НВ), в 2013 р. у цей період продуктивної вологи у цьому шарі ґрунту зовсім не було.

3.3 Агрометеорологічні умови росту та розвитку картоплі у період утворення суцвіть – кінець цвітіння

В період бутонізації та цвітіння картопляні кущі потребують багато вологи, тому цей період вважають критичним по відношенню до вологи. В цей період у більшості сортів картоплі відбувається посилене бульбоутворення. Крім того листкова поверхня у період цвітіння досягає свого максимального розміру. Після цвітіння приріст бадилля триває ще від 5-6 до 15-18 днів.

Як видно з таблиці 3.5, кінець цвітіння в середньому спостерігається 20 червня, найраніше цвітіння закінчувалось в 2014 і 2016 рр. – 10 червня, найпізніше – в 1997 р. – 4 липня. Тривалість періоду в середньому складає 23 дні. Найдовшим цей період був в 1998 році – 35 днів, а найкоротшим в 2008 році – 12 днів.

Середня сума активних температур за 20-річний період склала 448 °С. Найбільша сума активних температур за цей же період склала 709 °С в 1998 році, а найменша 229 °С в 2008 році. Середня сума ефективних температур за період утворення суцвіть – кінець цвітіння склала 287°С. Найбільша сума ефективних температур за цей же період накопичилася у 1998 р. і становила 464°С, а найменша сума спостерігалась у 2008 р. - 145 °С. На досліджуваній території середня температура повітря становила за період 19,7 °С,

Таблиця 3.5 - Агрометеорологічні показники умов вирощування картоплі в період від утворення суцвіть до кінця цвітіння

Роки	Дати настання фаз		N, дні	$\Sigma T > 7^{\circ}\text{C}$		Тср, $^{\circ}\text{C}$	ΣR , мм	W ср	
	Утв. суцв.	Кінець цв.		Акт.	Еф			0-20	% НВ
1997	12.06	04.07	22	460	306	20,9	62	27	57
1998	28.05	02.07	35	709	464	20,3	73	27	57
1999	26.05	20.06	25	542	367	21,7	31	13	28
2000	02.06	02.07	30	606	396	20,2	39	4	9
2001	31.05	18.06	18	307	181	17,1	9	32	68
2002	24.05	18.06	24	455	287	19,0	42	12	26
2003	06.06	22.06	16	337	225	21,1	59	19	40
2004	28.05	18.06	21	360	213	17,1	74	16	34
2005	22.05	18.06	27	530	341	19,6	32	15	32
2006	22.05	20.06	29	505	302	17,4	53	22	47
2007	20.05	22.06	33	557	326	16,9	34	6	13
2008	31.05	12.06	12	229	145	19,1	18	14	30
2009	24.05	20.06	27	515	326	19,1	19	5	11
2010	28.05	14.06	17	360	241	21,2	24	31	66
2011	04.06	30.06	26	525	343	20,2	164	28	60
2012	04.06	20.06	16	374	262	23,4	0	4	9
2013	28.05	20.06	23	466	305	20,3	78	21	45
2014	24.05	10.06	17	356	237	20,9	28	11	23
2015	31.05	14.06	14	303	205	21,6	31	6	13
2016	24.05	10.06	27	458	269	17,0	69	37	79
Ср.	29.05	20.06	23	448	287	19,7	47	18	38
Найменш.	20.05	10.06	12	229	145	16,9	0	4	9
Найбільш.	12.06	04.07	35	709	464	23,4	164	37	79

екстремальні значення становлять відповідно 16,9 та 23,4°C і відзначались відповідно в 2007 та 2012 роках

Для уточнення біологічного мінімуму періоду утворення суцвіть – кінець цвітіння ми розглянули залежність сум активних температур від тривалості критичного періоду. Ця залежність представлена на рис. 3.5.

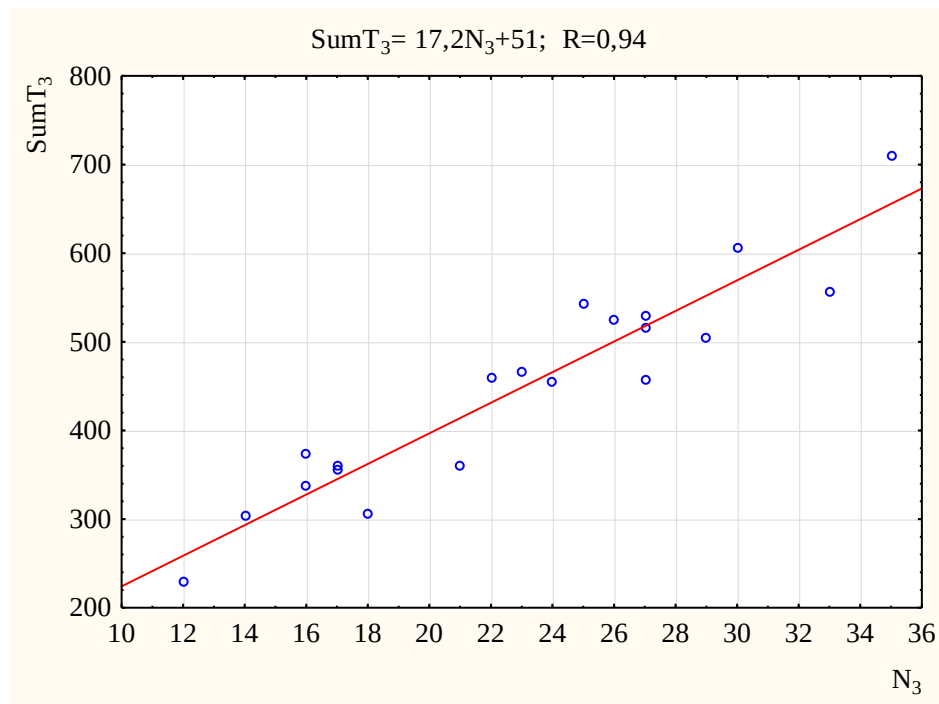


Рисунок 3.5 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду утворення суцвіть – кінець цвітіння картоплі в Одеській області

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_3 = 17,2N_3 + 51, \quad (3.6)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, °C; 17,2 – біологічний мінімум, °C; N – тривалість періоду, дні; 51 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °C, 3 – номер міжфазного періоду. Значення коефіцієнту кореляції, що становить 0,90, свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду в даному випадку існує дуже тісний зв'язок.

Також нами було розраховане рівняння зв'язку тривалості третього (критичного) міжфазного періоду картоплі від середньої температури за цей період за методикою [21]. Порядок розрахунків представлено у табл. 3.6.

Коефіцієнт кореляції (r) лінійного зв'язку логарифмів x та y :

$$r = \frac{\sum \Delta x_1 \Delta y_1}{\sqrt{\sum \Delta x_1^2 \sum \Delta y_1^2}} = \frac{-0,0370}{\sqrt{0,0323 \cdot 0,03172}} = \frac{-0,0370}{0,1012} = -0,37.$$

Помилка коефіцієнту кореляції

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} = \frac{1-(-0,37)^2}{\sqrt{20}} = \frac{0,8631}{4,47} = 0,193.$$

$$r \pm \sigma_r = -0,37 \pm 0,193 = \begin{cases} -0,56 \\ -0,18 \end{cases}.$$

Коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}};$$

$$\sigma_{y_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta y_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,3172}{20}} = \sqrt{0,0159} = 0,1259$$

$$\sigma_{x_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta x_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,0323}{20}} = \sqrt{0,0016} = 0,0402$$

$$\frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = \frac{0,1259}{0,0402} = 3,13.$$

Визначаємо коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = -0,37 \cdot 3,13 = -1,16.$$

Підставляємо в рівняння $y_1 - \overline{y_1} = R(x_1 - \overline{x_1})$ величини R , $\overline{y_1}$, $\overline{x_1}$:

$$y_1 - 1,3433 = -1,16(x_1 - 1,2927); \quad y_1 = 1,4995 - 1,16x_1 + 1,3433$$

Отримуємо пошукане рівняння зв'язку

$$y_1 = 2,84 - 1,16x_1 \quad \text{чи} \quad lgy = 2,84 - 1,16lgx.$$

Таблиця 3.6 – Розрахунок зв'язку тривалості періоду утворення суцвіть – кінець цвітіння від середньої температури періоду

№ п/п	x	y	x_1	y_1	Δx_1	Δy_1	Δx_1^2	Δy_1^2	$\Delta x_1 \Delta y_1$	$\Delta x_1 + \Delta y_1$	$(\Delta x_1 + \Delta y_1)^2$
1	20,9	22	1,3201	1,3424	0,0274	-0,0009	0,00075	0,00000	-0,00002	0,02657	0,00071
2	20,3	35	1,3075	1,5441	0,0148	0,2008	0,00022	0,04031	0,00297	0,21556	0,04647
3	21,7	25	1,3365	1,3979	0,0438	0,0546	0,00191	0,00299	0,00239	0,09840	0,00968
4	20,2	30	1,3054	1,4771	0,0127	0,1338	0,00016	0,01791	0,00169	0,14647	0,02145
5	17,1	18	1,2330	1,2553	-0,0597	-0,0880	0,00356	0,00775	0,00526	-0,14773	0,02182
6	19	24	1,2788	1,3802	-0,0139	0,0369	0,00019	0,00136	-0,00051	0,02296	0,00053
7	21,1	16	1,3243	1,2041	0,0316	-0,1392	0,00100	0,01937	-0,00440	-0,10760	0,01158
8	17,1	21	1,2330	1,3222	-0,0597	-0,0211	0,00356	0,00044	0,00126	-0,08078	0,00653
9	19,6	27	1,2923	1,4314	-0,0004	0,0881	0,00000	0,00776	-0,00004	0,08762	0,00768
10	17,4	29	1,2405	1,4624	-0,0522	0,1191	0,00272	0,01418	-0,00621	0,06695	0,00448
11	16,9	33	1,2279	1,5185	-0,0648	0,1752	0,00420	0,03070	-0,01136	0,11040	0,01219
12	19,1	12	1,2810	1,0792	-0,0117	-0,2641	0,00014	0,06976	0,00308	-0,27579	0,07606
13	19,1	27	1,2810	1,4314	-0,0117	0,0881	0,00014	0,00776	-0,00103	0,07640	0,00584
14	21,2	17	1,3263	1,2304	0,0336	-0,1129	0,00113	0,01274	-0,00380	-0,07922	0,00628
15	20,2	26	1,3054	1,4150	0,0127	0,0717	0,00016	0,00514	0,00091	0,08432	0,00711
16	23,4	16	1,3692	1,2041	0,0765	-0,1392	0,00585	0,01937	-0,01065	-0,06266	0,00393
17	20,3	23	1,3075	1,3617	0,0148	0,0184	0,00022	0,00034	0,00027	0,03322	0,00110
18	20,9	17	1,3201	1,2304	0,0274	-0,1129	0,00075	0,01274	-0,00310	-0,08540	0,00729
19	21,6	14	1,3345	1,1461	0,0418	-0,1972	0,00174	0,03888	-0,00823	-0,15542	0,02415
20	17	27	1,2304	1,4314	-0,0623	0,0881	0,00388	0,00776	-0,00548	0,02581	0,00067
Ср.	19,7	23	1,2927	1,3433							
Сума			25,8547	26,8654	0,0007	-0,0006	0,0323	0,3172	-0,0370	0,00010	0,2755

Знаходимо b ($lgb = 2,84, b = 692$).

Таким чином, залежність тривалості міжфазного періоду утворення суцвіть – кінець цвітіння картоплі від середньої температури цього періоду визначається рівнянням $y = \frac{692}{x^{1,16}}$, $\eta=0,70$.

У графічному вигляді цю залежність представлено на рис. 3.6.

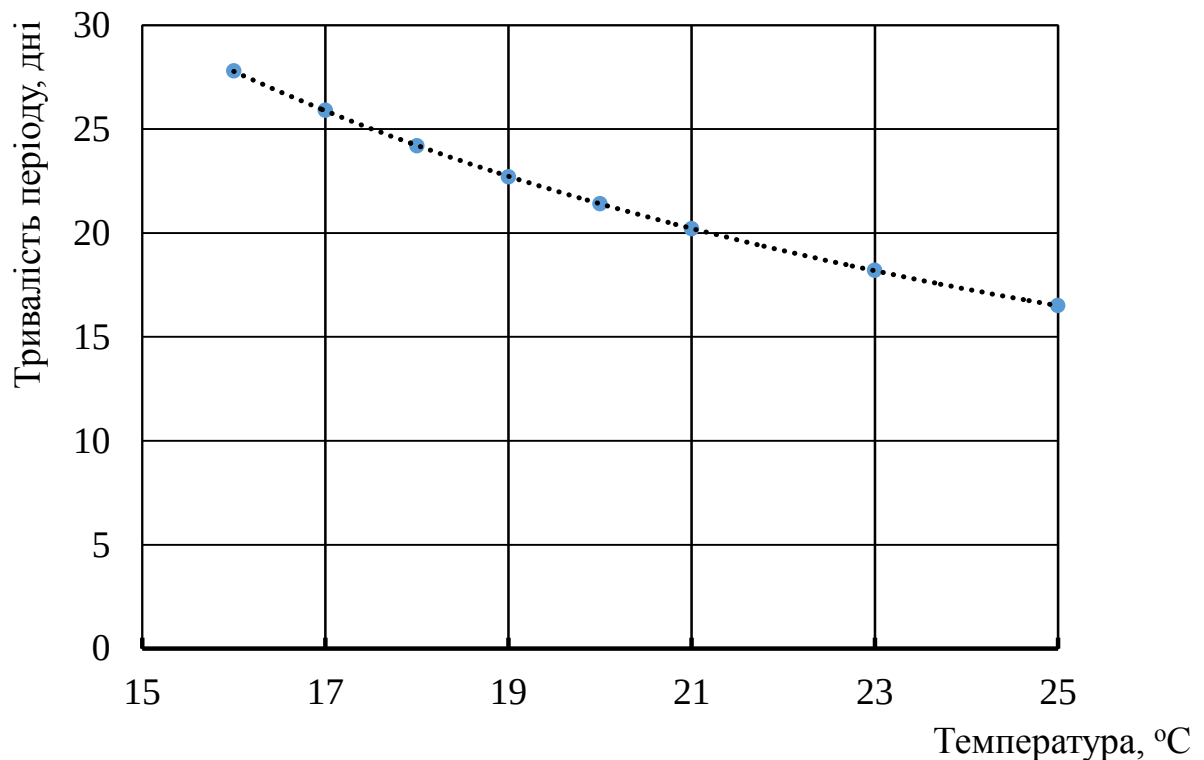


Рисунок 3.6 – Залежність тривалості періоду утворення суцвіть – кінець цвітіння від середньої температури повітря за період

Сума опадів за розглянутий період складає в середньому 47 мм, найбільша кількість опадів випала в 2011 р. - 164 мм, найменша - 0 мм в 2012 році. Запаси вологи орного шару ґрунту в Одеській області в третій міжфазний період складають в середньому 18 мм (38 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2016 році 37 мм (79 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2000 та 2012 рр. і склали 4 мм (9 % від НВ).

3.4 Агрометеорологічні умови росту та розвитку картоплі у період кінець цвітіння – в'янення картоплиння

Пожовтіння або побуріння листя та стебел картоплі, якщо воно не є передчасним і не пов'язане з пошкодженням від несприятливих погодних умов, шкідників чи хвороб – це нормальний фізіологічний процес. У цей час приріст бульб триває, але менш інтенсивно, ніж протягом попередніх міжфазних періодів. У середньостиглих сортів від цвітіння до відмирання бадилля проходить 45-48 днів. У ранньостиглих сортів цей період набагато коротший. Повне зів'янення картоплиння є сигналом до початку збирання картоплі.

Агрометеорологічні умови зростання картоплі в період кінець цвітіння – в'янення бадилля в Одеській області представлені в табл. 3.7. Як видно з таблиці, зів'янення в середньому спостерігається 9 липня, найраніше воно зафіксоване в 2002, 2004 та 2010 рр. – 30 червня, найпізніше – в 1997 р. – 4 серпня. Тривалість останнього міжфазного періоду картоплі в середньому становить 22 дні. Найдовшим цей період був в 2013 році – 34 дні, а найкоротшим в 2002, 2004 та 2011 рр. – 12 днів.

Середня сума активних температур за 20-річний період склала 486 °С. Найбільша сума активних температур за цей же період склала 770 °С в 2013 році, а найменша 257 °С в 2011 році. Середня сума ефективних температур за період кінець цвітіння - зів'янення картоплиння склала 332°С. Найбільша сума ефективних температур за цей же період накопичилася у 2013 р. і становила 332 °С, а найменша сума спостерігалась у 2004 р. - 128 °С. На досліджуваній території середня температура повітря становила за період – 22,0 °С, екстремальні значення становлять відповідно 17,7 та 24,9°С і відзначались відповідно в 2004 та 2012 рр.

Таблиця 3.7 - Агromетeоролoгiчнi умoви вирoщувaння кaртoплi в пeрiод кiнeць цвiтiння-зiв'янення кaртoплиння

Роки	Дати настання фаз		N, дні	$\Sigma T > 7^{\circ}\text{C}$		T _{cp} , °C	ΣR , мм	W _{cp}	
	Кінець. цв.	Зів'янення		Акт.	Еф			0-20	% НВ
1997	04.07	04.08	31	634	417	20,5	132	46	100
1998	02.07	02.08	31	708	491	22,8	94	20	42
1999	20.06	14.07	24	571	403	23,8	72	5	10
2000	02.07	28.07	26	551	369	21,2	83	12	26
2001	18.06	20.07	32	709	485	22,2	30	14	29
2002	18.06	30.06	12	280	196	23,3	3	19	41
2003	22.06	07.07	15	312	207	20,8	50	37	79
2004	18.06	30.06	12	212	128	17,7	14	24	53
2005	18.06	04.07	16	316	204	19,8	14	11	25
2006	20.06	04.07	14	329	231	23,5	36	3	6
2007	22.06	24.07	32	747	523	23,3	15	4	8
2008	12.06	02.07	20	437	297	21,9	66	11	24
2009	20.06	10.07	20	486	346	24,3	42	21	45
2010	14.06	30.06	16	343	231	21,4	97	10	21
2011	30.06	12.07	12	257	173	21,4	4	14	29
2012	20.06	04.07	14	348	250	24,9	5	8	16
2013	20.06	24.07	34	770	532	22,6	178	12	26
2014	10.06	04.07	24	479	311	20,0	43	8	18
2015	14.06	14.07	30	654	444	21,8	72	7	16
2016	10.06	04.07	24	567	399	23,6	60	7	15
Ср.	20.06	9.07	22	486	332	22,0	56	13	28
Найменш.	10.06	30.06	12	257	128	17,7	3	46	100
Найбільш.	04.07	04.08	34	770	532	24,9	178	3	6

Для уточнення біологічного мінімуму періоду кінець цвітіння - зів'янення картоплиння ми розглянули залежність сум активних температур від тривалості четвертого міжфазного періоду. Ця залежність представлена на рис. 3.7.

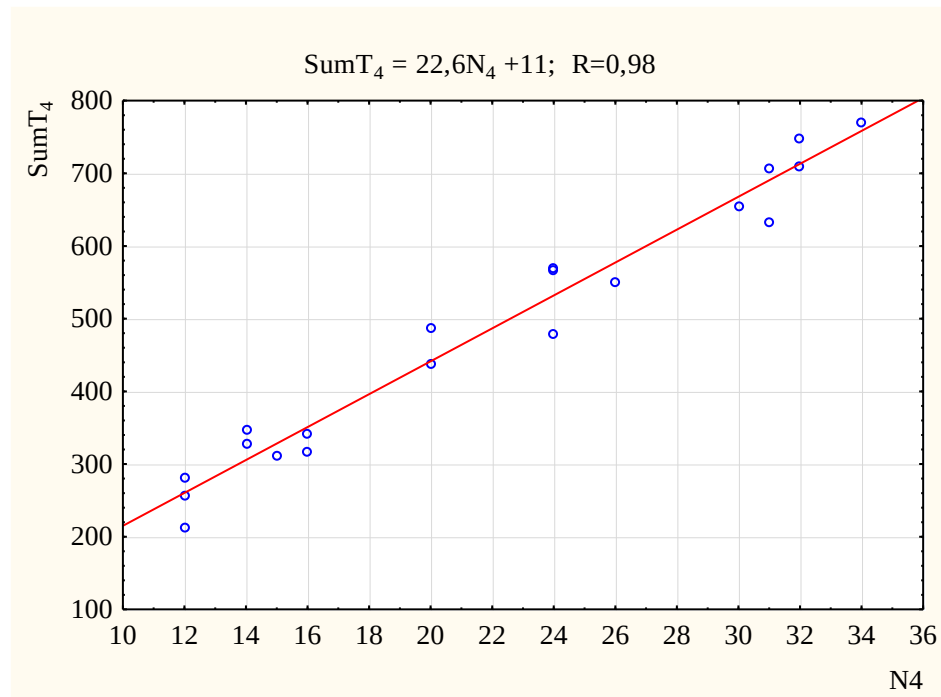


Рисунок 3.7 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду кінець цвітіння – в'янення бадилля картоплі в Одеській області

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_4 = 22,6N_4 + 11, \quad (3.7)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, $^{\circ}\text{C}$; 22,6 – біологічний мінімум, $^{\circ}\text{C}$; N – тривалість періоду, дні; 11 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, $^{\circ}\text{C}$, 4 – номер міжфазного періоду. Значення коефіцієнту кореляції, що становить 0,98, свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду в даному випадку існує вельми тісний прямий зв'язок.

Також нами було розраховане рівняння зв'язку тривалості четвертого міжфазного періоду картоплі від середньої температури за цей період за методикою [21]. Порядок розрахунків представлено у табл. 3.8.

Таблиця 3.8 - Таблица для розрахунку зв'язку тривалості періоду кінець цвітіння – в'янення картоплиння від середньої температури періоду

№ п/п	x	y	x_1	y_1	Δx_1	Δy_1	Δx_1^2	Δy_1^2	$\Delta x_1 \Delta y_1$	$\Delta x_1 + \Delta y_1$	$(\Delta x_1 + \Delta y_1)^2$
1	20,5	31	1,3118	1,4914	-0,0292	0,1777	0,00086	0,03156	-0,00520	0,14842	0,02203
2	22,8	31	1,3579	1,4914	0,0169	0,1777	0,00029	0,03156	0,00301	0,19460	0,03787
3	23,8	24	1,3766	1,3802	0,0356	0,0665	0,00127	0,00442	0,00237	0,10209	0,01042
4	21,2	26	1,3263	1,4150	-0,0147	0,1013	0,00022	0,01026	-0,00149	0,08661	0,00750
5	22,2	32	1,3464	1,5051	0,0054	0,1914	0,00003	0,03665	0,00102	0,19680	0,03873
6	23,3	12	1,3674	1,0792	0,0264	-0,2345	0,00069	0,05500	-0,00618	-0,20816	0,04333
7	20,8	15	1,3181	1,1761	-0,0229	-0,1376	0,00053	0,01894	0,00316	-0,16055	0,02577
8	17,7	12	1,3541	1,0792	0,0131	-0,2345	0,00017	0,05500	-0,00307	-0,22141	0,04902
9	19,8	16	1,2967	1,2041	-0,0443	-0,1096	0,00197	0,01201	0,00486	-0,15391	0,02369
10	23,5	14	1,3711	1,1461	0,0301	-0,1676	0,00090	0,02808	-0,00504	-0,13750	0,01891
11	23,3	32	1,3674	1,5051	0,0264	0,1914	0,00069	0,03665	0,00505	0,21781	0,04744
12	21,9	20	1,3404	1,3010	-0,0006	-0,0127	0,00000	0,00016	0,00001	-0,01323	0,00017
13	24,3	20	1,3856	1,3010	0,0446	-0,0127	0,00199	0,00016	-0,00057	0,03194	0,00102
14	21,4	16	1,3304	1,2041	-0,0106	-0,1096	0,00011	0,01201	0,00116	-0,12017	0,01444
15	21,4	12	1,3304	1,0792	-0,0106	-0,2345	0,00011	0,05500	0,00248	-0,24510	0,06008
16	24,9	14	1,3962	1,1461	0,0552	-0,1676	0,00305	0,02808	-0,00925	-0,11237	0,01263
17	22,6	34	1,2304	1,5315	-0,1106	0,2178	0,01222	0,04743	-0,02408	0,10723	0,01150
18	20,0	24	1,3010	1,3802	-0,0400	0,0665	0,00160	0,00442	-0,00266	0,02654	0,00070
19	21,8	30	1,3385	1,4771	-0,0025	0,1634	0,00001	0,02671	-0,00042	0,16088	0,02588
20	23,6	24	1,3729	1,3802	0,0319	0,0665	0,00102	0,00442	0,00212	0,09842	0,00969
Ср.			1,3410	1,3137							
Сума					-0,0005	-0,0006	0,0277	0,4985	-0,0327	-0,00108	0,4608

Коефіцієнт кореляції (r) лінійного зв'язку логарифмів x та y :

$$r = \frac{\sum \Delta x_1 \Delta y_1}{\sqrt{\sum \Delta x_1^2 \sum \Delta y_1^2}} = \frac{-0,0327}{\sqrt{0,0277 \cdot 0,4985}} = \frac{-0,0327}{0,1175} = -0,28.$$

Помилка коефіцієнту кореляції

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} = \frac{1-(-0,28)^2}{\sqrt{20}} = \frac{0,9216}{4,47} = 0,206.$$

$$r \pm \sigma_r = -0,28 \pm 0,206 = \begin{cases} -0,49 \\ -0,07 \end{cases}.$$

Коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}};$$

$$\sigma_{y_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta y_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,4985}{20}} = \sqrt{0,0249} = 0,1579$$

$$\sigma_{x_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta x_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,0277}{20}} = \sqrt{0,0014} = 0,0372$$

$$\frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = \frac{0,1579}{0,0372} = 4,24.$$

Визначаємо коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = -0,28 \cdot 4,24 = -1,19.$$

Підставляємо в рівняння $y_1 - \bar{y}_1 = R(x_1 - \bar{x}_1)$ величини R , $\bar{y}_1$, $\bar{x}_1$:

$$y_1 - 1,3137 = -1,19(x_1 - 1,3410); \quad y_1 = 1,5958 - 1,19x_1 + 1,3137$$

Отримуємо пошукане рівняння зв'язку

$$y_1 = 2,90 - 1,19x_1 \quad \text{чи} \quad lgy = 2,90 - 1,19lgx.$$

Знаходимо b ($lgb = 2,90, b = 794$).

Таким чином, залежність тривалості міжфазного періоду кінець цвітіння – в'янення бадилля картоплі від середньої температури цього періоду визначається рівнянням $y = \frac{794}{x^{1,19}}$, $\eta=0,74$. У графічному вигляді цю залежність представлено на рис. 3.8.

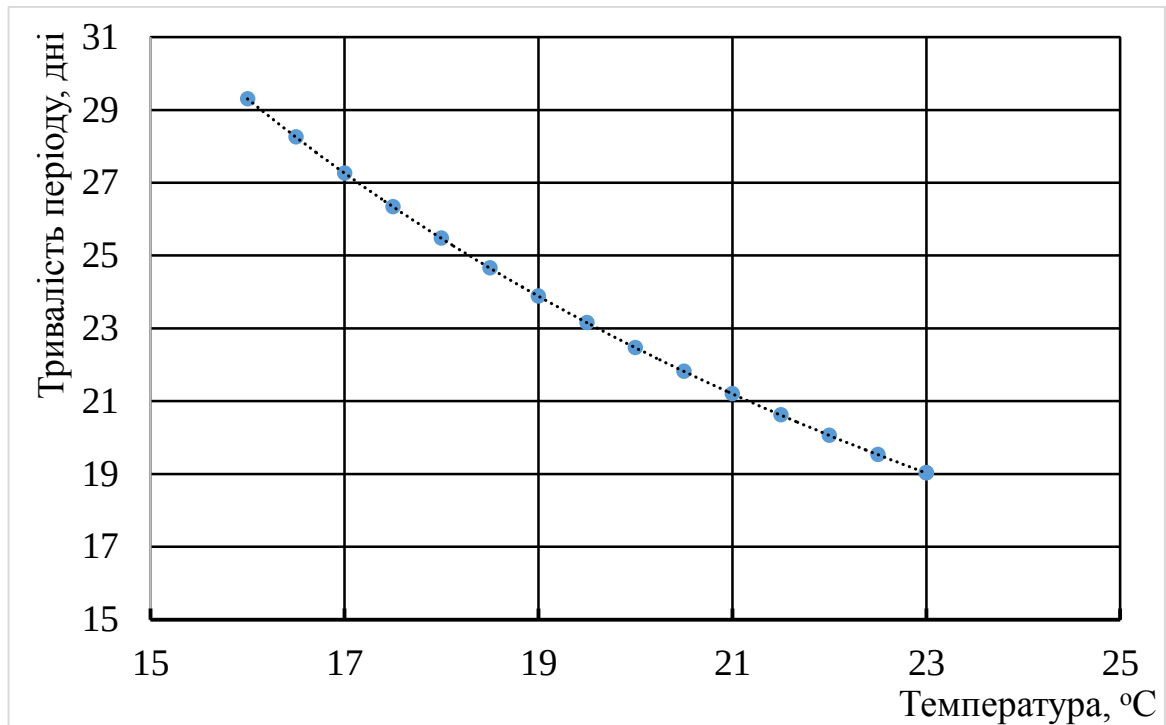


Рисунок 3.8 – Залежність тривалості періоду кінець цвітіння – в'янення картоплиння від середньої температури повітря за період

Сума опадів за розглянутий період складає в середньому 56 мм, найбільша кількість опадів випала в 2013 р. - 178 мм, найменша - 3 мм в 2002 році. Запаси вологи орного шару ґрунту в Одеській області в останній міжфазний період складають в середньому 13 мм (28 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 1997 році - 46 мм (100 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2006 р. і склали 3 мм (6 % від НВ).

3.5 Характеристика агрометеорологічних умов вегетаційного періоду картоплі

Агрометеорологічні умови вирощування картоплі в Одеській області представлені в табл. 3.9. Середньобагаторічна дата посадки – 7 квітня, а дата в'янення картоплиння – 9 липня.

Середня тривалість вегетаційного періоду картоплі від посадки до в'янення картоплиння за 20 - річними даними склала 96 днів. Найтриваліший період спостерігалася в 1998 р. - 119 днів, найменша тривалість періоду спостерігалася в 2002 і 2003 рр. і склала 78 днів.

Сума активних температур за період вегетації становить у середньому 1660°C, найбільша сума активних температур становить 2187°C і спостерігалась вона в 2013 році, найменша сума активних температур відзначена у 2008 р. і становить 1252 °C.

Сума ефективних температур в середньому становить 990°C, найбільша сума ефективних температур становила 1361 °C в (2013 р.), а найменша - 664 °C (2008 р.).

Кількість опадів за вегетаційний період в середньому становить 165 мм, найбільша кількість опадів спостерігалась у 2013 р. і становила 376 мм, найменша - у 2012 році - 49 мм.

Волога є одним з основних факторів життя рослин. Важливими функціями води у рослинному організмі є участь у процесі фотосинтезу, транспортування елементів живлення, забезпечення терморегуляції. Отже дуже важливим є питання забезпеченості вологою вегетаційного періоду сільськогосподарських рослин, тому що від цього значною мірою залежить і їхня продуктивність.

Ми визначали ступінь вологозабезпеченості за допомогою біологічного методу, запропонованого О.М. Алпат'євим [18, 20, 22]. У якості основного елемента, що визначає величину потреби рослин у волозі, автор використовує

Таблиця 3.9 - Агromетeоролoгiчнi умoви вpoщyвaння кaртoплi в пeрiод пoсaдкa – в'янeння кaртoплиння

Роки	Дата настання фаз		Тр-ть п-ду	Сума т-р повітря вище 7°C		Сума опадів, мм	Еф, мм	Ео, мм	V, %	Кількість декад	
	Посадка	В'янення		Акт.	Еф.					Зас.	Сух.
1997	26.04	04.08	100	1881	1195	240	246	380	65	1	0
1998	05.04	02.08	119	2150	1345	227	291	491	59	4	0
1999	08.04	14.07	97	1716	1051	155	249	424	59	2	5
2000	10.04	28.07	109	2013	1292	159	206	533	39	5	7
2001	20.04	20.07	91	1583	932	113	196	343	57	1	4
2002	12.04	30.06	78	1366	806	51	98	352	28	3	4
2003	20.04	07.07	78	1483	958	200	256	388	66	2	3
2004	08.04	30.06	83	1280	685	174	185	255	73	3	3
2005	04.04	04.07	91	1452	815	64	133	299	44	8	4
2006	31.03	04.07	95	1461	824	147	257	328	78	2	6
2007	31.03	24.07	115	1909	1104	91	165	643	26	6	6
2008	12.04	02.07	81	1252	664	120	188	288	65	3	4
2009	04.04	10.07	97	1667	967	111	159	424	38	4	4
2010	06.04	30.06	85	1412	796	215	238	279	85	4	2
2011	06.04	12.07	97	1641	1004	257	314	394	80	1	4
2012	10.04	04.07	85	1637	1056	49	176	480	37	1	10
2013	06.04	24.07	109	2187	1361	303	376	495	76	2	6
2014	28.03	04.07	98	1590	904	143	195	373	52	4	5
2015	26.03	14.07	110	1828	1037	195	269	489	55	2	7
2016	28.03	04.07	108	1760	1004	221	240	310	77	4	3
Сер.	7.04	9.07	96	1660	990	165	222	398	58	3	4
Найм.	26.03	30.06	78	1252	664	49	98	255	26	1	0
Найб.	26.04	04.08	119	2187	1361	303	376	643	85	8	10

дефіцит вологості повітря. Другим елементом його методики є так званий біологічний коефіцієнт випаровування, що враховує ритми розвитку рослин, хід накопичення біомаси, якісні зміни самих рослин, особливості фітоклімату.

Вологопотреба рослин (E_o), що прирівнюється до випаровуваності, розраховується за формулою:

$$E_o = k \sum d , \quad (3.8)$$

де k – біофізичний коефіцієнт випаровуваності даної культури, визначається з літературних джерел: якщо ж він не визначений, то приймають його значення 0,65; $\sum d$ - сума дефіцитів насичення вологою повітря за період, мм.

За методом Алпат'єва вологозабезпеченість рослин визначають як різницю між вологопотребою рослин та фактичним випаровуванням (вологоспоживанням).

Розрахунки фактичного вологоспоживання виконувались за допомогою рівняння водного балансу:

$$E_{\Phi} = \sum r + (W_H - W_K) \quad (3.9)$$

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

Вологозабезпеченість розраховується за формулою:

$$V = \frac{E_{\Phi}}{E_o} 100\% , \quad (3.10)$$

Вологозабезпеченість культури слід оцінювати за такими критеріями: 85 % і вище - відмінна; 84 - 75 % - хороша; 74 - 65 % - задовільна; 64 - 50 - погана; менше 50 % - дуже погана.

Проаналізувавши результати розрахунків, представлені в табл. 3.9, можна зробити наступні висновки. Фактичне вологоспоживання за вегетаційний період в середньому склало 222 мм, найбільше значення

відзначалось у 2013 р. і становило 376мм, найменше - 98 мм (2002 р.). Величина вологопотреби картоплі за вегетаційний період становить 398 мм, коливаючись від 255 мм (2004 р.) до 643 мм (2007 р.). Значення вологозабезпеченості коливалися від 26 % (2007 р.) до 85 % (2010 р.). Середнє ж значення вологозабезпеченості, що дорівнює 58 %, говорить про те, що на досліджуваній території вологозабезпеченість посадок картоплі є поганою.

4 ЗВ'ЯЗОК УРОЖАЙНОСТІ КАРТОПЛІ З АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ УМОВАМИ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Одним з основних напрямків розвитку агрометеорології є вивчення зв'язків урожаю з тими агрометеорологічними факторами, що обумовлюють цей урожай. Це зумовлено потребою розробки методики прогнозів урожайності основних сільськогосподарських культур з великою завчасністю, наявністю значного обсягу матеріалі спостережень мережі метеорологічних станцій за умовами погоди та урожаєм, а також створенням математичних методів обробки матеріалів цих спостережень.

На основі аналізу впливу на урожайність великої кількості факторів (від декількох до 15-20 та більше) у різних їх поєднаннях (до 100 та більше) дозволив ряду дослідників виявити досить стійкі залежності урожайності від комплексу агрометеорологічних факторів.

Наприклад, дослідження багатфакторних зв'язків урожайності озимої пшениці з агрометеорологічними умовами та станом рослин протягом вегетаційного періоду були проведені у 70-х роках минулого століття Є.С. Улановою [23]. М.С. Кулик [20] виявив так звані інерційні фактори, які тривалий час зберігають вплив на стан рослин і мало залежать від подальших погодних умов. Це, наприклад, запаси вологи орного та метрового шару, тривалість зимового періоду з визначеною висотою снігу чи глибиною промерзання ґрунту тощо.

Р.М. Шелудякова запропонувала для визначення урожайності картоплі в Україні використовувати інформацію про температури і опади, враховуючи можливість пошкодження бульб фітофторою. Ця методика була вдосконалена В.П. Дмитренко, який пропонує використовувати так званий коефіцієнт продуктивності опадів та температури і вводити відповідні поправки у випадку пошкодження посадок фітофторою, наявності суховійних днів або дощових днів у вологі роки [24].

Нами було проведено кореляційний аналіз для встановлення статистично значимих зв'язків між рядом показників тепло й вологозабезпеченості й урожайністю картоплі в окремі роки. Були встановлені парні залежності між урожайністю картоплі і такими факторами, як тривалість міжфазних періодів (посадка - сходи, сходи – утворення суцвіть, утворення суцвіть - кінець цвітіння, кінець цвітіння - зів'янення картоплиння), суми активних температур за ці періоди, середня температура цих періодів, сума опадів по міжфазним періодам, запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту за міжфазні періоди, суми температур та опадів за весь вегетаційний період, вологопотреба та вологозабезпеченість вегетаційного періоду. Фактичні дані для розрахунків представлені у таблиці 4.1.

Проаналізувавши кореляційну матрицю, можна зробити висновки, що найбільш тісний зв'язок існує між урожайністю картоплі і такими показниками, як тривалість міжфазного періоду сходи-утворення суцвіть (N_2), середня температура у критичний період ($\bar{t}_3$) та вологозабезпеченість вегетаційного періоду (V).

На рисунку 4.1 представлено залежність урожайності картоплі від тривалості міжфазного періоду сходи-утворення суцвіть.

У другий міжфазний період картоплі головним чином формується маса картоплиння. Інтенсивного приросту бульб у цей час ще не відбувається. Чим триваліше період формування бадилля, тим потужніший фотосинтетичний апарат сформують кущі. Але, чим більший фотосинтетичний апарат сформується у куща картоплі, тим більший майбутній урожай можна очікувати.

На рисунку 4.2 представлено залежність урожайності від середньої температури протягом критичного періоду. Хоча картопля вважається вимогливою до вологи культурою, вона здатна економно використовувати воду на родючих ґрунтах за достатнього забезпечення поживними речовинами.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку рівняння множинної кореляції чотирьох змінних величин

У, ц/га	Предиктори																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	N ₁	ΣT ₁	$\bar{t}_1$	R ₁	W ₁	N ₂	ΣT ₂	$\bar{t}_2$	R ₂	W ₂	N ₃	ΣT ₃	$\bar{t}_3$	R ₃	W ₃	N ₄	ΣT ₄	$\bar{t}_4$	R ₄	W ₄	ΣT	ΣR	E ₀	V
94	24	415	17,3	18	34	23	372	16,2	28	21	22	460	20,9	62	27	31	634	20,5	132	46	1881	240	380	65
61	27	336	12,4	14	25	26	397	15,3	46	28	35	709	20,3	73	27	31	708	22,8	94	20	2150	227	491	59
66	24	280	11,7	23	26	24	323	13,5	29	23	25	542	21,7	31	13	24	571	23,8	72	5	1716	155	424	59
79	24	352	14,7	22	27	29	504	17,4	15	39	30	606	20,2	39	4	26	551	21,2	83	12	2013	159	533	39
73	20	281	14,1	58	34	21	286	13,6	16	30	18	307	17,1	9	32	32	709	22,2	30	14	1583	113	343	57
51	20	254	12,7	6	16	22	377	17,1	0	5	24	455	19,0	42	12	12	280	23,3	3	19	1366	51	352	28
38	20	293	14,7	35	30	27	541	20,0	56	11	16	337	21,1	59	19	15	312	20,8	50	37	1483	200	388	66
94	28	280	10,0	31	13	22	428	19,5	55	18	21	360	17,1	74	16	12	212	17,7	14	24	1280	174	255	73
113	24	261	10,9	2	13	24	345	14,4	16	17	27	530	19,6	32	15	16	316	19,8	14	11	1452	64	299	44
82	22	216	9,8	18	16	30	411	13,7	40	25	29	505	17,4	53	22	14	329	23,5	36	3	1461	147	328	78
30	24	224	9,3	28	18	26	381	14,7	14	10	33	557	16,9	34	6	32	747	23,3	15	4	1909	91	643	26
56	26	215	8,3	25	29	23	371	16,1	11	17	12	229	19,1	18	14	20	437	21,9	66	11	1252	120	288	65
51	26	290	11,2	5	13	24	376	15,7	45	14	27	515	19,1	19	5	20	486	24,3	42	21	1667	111	424	38
152	26	278	10,7	31	30	26	431	16,6	63	30	17	360	21,2	24	31	16	343	21,4	97	10	1412	215	279	85
150	23	236	10,3	30	41	36	623	17,3	59	32	26	525	20,2	164	28	12	257	21,4	4	14	1641	257	394	80
134	22	297	13,5	10	9	33	618	18,7	34	7	16	374	23,4	0	4	14	348	24,9	5	8	1637	49	480	37
134	28	480	17,1	40	10	24	471	19,6	7	0	23	466	20,3	78	21	34	770	22,6	178	12	2187	303	495	76
140	23	225	9,8	7	21	34	530	15,6	74	14	17	356	20,9	28	11	24	479	20,0	43	8	1590	143	373	52
133	35	341	9,7	83	26	31	530	17,1	9	17	14	303	21,6	31	6	30	654	21,8	72	7	1828	195	489	55
149	23	274	11,9	39	28	34	461	13,6	53	28	27	458	17,0	69	37	24	567	23,6	60	7	1760	221	310	77

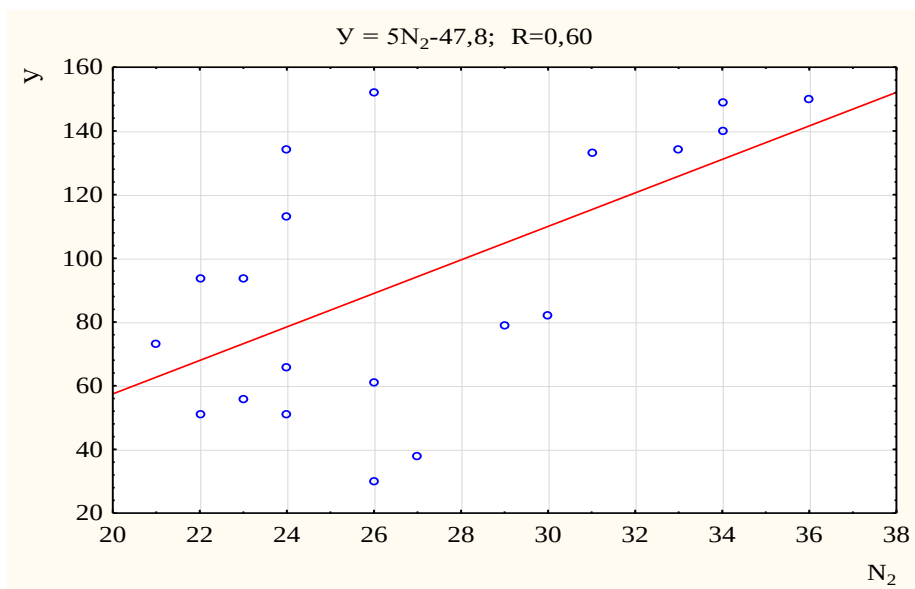


Рисунок 4.1 – Залежність урожаю картоплі від тривалості періоду сходи-утворення суцвіть

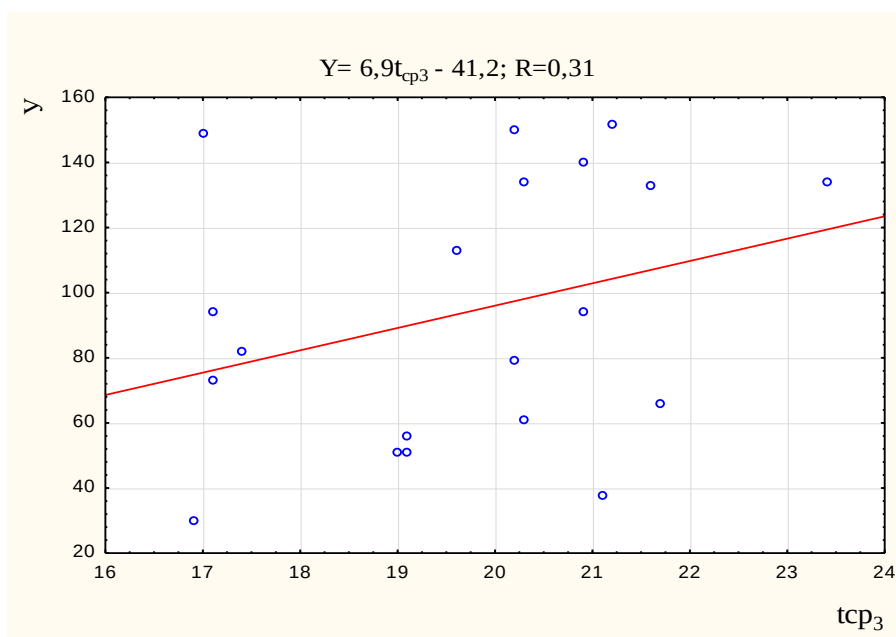


Рисунок 4.2 – Залежність урожаю картоплі від середньої температури за критичний період

В Одеській області картопля зазвичай вирощується на родючих чорноземах, крім того, картопля здатна використовувати вологу з повітря за

допомогою листя, що допомагає рослинам переносити короточасну посуху. Тому більше впливає на урожайність температура критичного періоду. Треба відзначити, що за температур вище 25°C у період утворення бульб у південних районах відбувається процес виродження рослин. Змінюється склад білкових речовин, формуються дрібні бульби, рослини мають низьку продуктивність.

Оскільки територія дослідження знаходиться у степовій зоні, цілком природньо, що спостерігається досить тісний зв'язок урожайності культури з вологозабезпеченістю її вегетаційного періоду. Графічно цей зв'язок представлений на рис. 4.3.

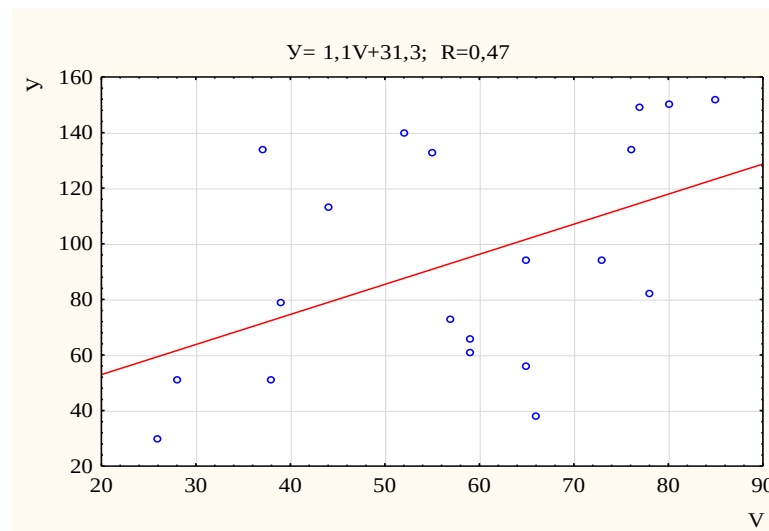


Рисунок 4.3 – Залежність урожаю картоплі від вологозабезпеченості вегетаційного періоду

Наступним кроком нашого дослідження було проведення множинного регресійного аналізу для визначення залежності урожайності картоплі від трьох вибраних предикторів. Згідно з методикою, запропонованою в агрометеорології Є.С. Улановою та О.Д. Сиротенком [21], рівняння цієї залежності має вигляд

$$u = ax + by + cz + d,$$

де u – урожайність, x, y, z – предиктори, a, b, c, d – параметри рівняння. Треба обов'язково враховувати, що незалежні величини (предиктори) можуть корелювати між собою, тому цей факт необхідно обов'язково враховувати при визначенні коефіцієнтів рівняння регресії.

Отримане рівняння множинної регресії для визначення врожайності картоплі за вегетаційний період має наступний вигляд:

$$Y = 0,534N_2 + 0,042\bar{t}_3 + 0,356V - 84,4, \quad R=0,70,$$

де N_2 – тривалість вегетаційного періоду сходи-утворення суцвіть;

$\bar{t}_3$ – середня температура повітря за період утворення суцвіть - кінець цвітіння (критичний), °C;

V – вологозабезпеченість вегетаційного періоду, %;

R – множинний коефіцієнт кореляції.

Це рівняння статистично значиме, воно може бути використане в прогностичних цілях для розрахунку очікуваного врожаю.

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі було досліджено агрометеорологічні умови вирощування картоплі в Одеській області. Дослідження проведені як по міжфазних періодах картоплі, так і за вегетаційний період у цілому.

Для уточнення біологічного мінімуму картоплі по міжфазних періодах були отримані рівняння зв'язку між тривалістю періоду і сумами активних температур. Вони мають вигляд:

- період посадка – сходи: $SumT_1 = 7,2N_1 + 113$;
- період сходи – утворення суцвіть: $SumT_2 = 16,4N_2 + 23$;
- період утворення суцвіть-кінець цвітіння (критичний період картоплі): $SumT_3 = 17,2N_3 + 51$;
- період кінець цвітіння – в'янення картоплиння (бадилля): $SumT_4 = 22,6N_4 + 11$.

Значення коефіцієнтів кореляції свідчать проте, що отримані зв'язки є тісними. Уточненні біологічні мінімуми становлять відповідно 7,2, 16,4, 17,2, 22,6 °С. Можна сказати, що вимоги рослин до тепла збільшуються протягом вегетації.

Були також визначені залежності тривалості міжфазних періодів від середніх температур за період. Вони представляють собою степеневі криві і описують загальну закономірність: з підвищенням середньої температури тривалість періоду зменшується.

Середньобогаторічна дата посадки картоплі в Одеській області – 7 квітня, а дата в'янення картоплиння – 9 липня.

Середня тривалість вегетаційного періоду картоплі від посадки до в'янення картоплиння за 20 - річними даними склала 96 днів. Сума активних температур за період вегетації становить у середньому 1660°С. Сума ефективних температур в середньому становить 990°С. Кількість опадів за вегетаційний період в середньому становить 165 мм.

Фактичне вологоспоживання за вегетаційний період в середньому склало 222 мм, величина вологопотреби картоплі за вегетаційний період становить 398 мм. Значення вологозабезпеченості коливалися від 26 % (2007 р.) до 85 % (2010 р.). Середнє ж значення вологозабезпеченості, що дорівнює 58 %, говорить про те, що на досліджуваній території вологозабезпеченість посадок картоплі ранніх сортів є поганою, але вони повністю забезпечені теплом.

Проведений множинний регресійний аналіз показав, що урожайність картоплі в Одеській області залежить від тривалості періоду сходи - утворення суцвіть, середньої температури за критичний період та вологозабезпеченості вегетаційного періоду. Коефіцієнт множинної кореляції становить 0,70, що свідчить про статистичну значущість отриманої залежності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рудь В.М., Муравйова О.В., Сидора В.В. Проблеми розвитку ринку картоплі в Україні. Овочівництво і баштанництво. 2015. Вип. 61. С. 193-199.
2. Офіційний сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України [сайт [http //www.minagro.gov.ua](http://www.minagro.gov.ua)].
3. Офіційний сайт Державного комітету статистики України [сайт [http //www.ukrstat.gov.ua/](http://www.ukrstat.gov.ua/)].
4. Гуцол Т.Д., Василюк В.І., Лукач В.С. Сучасний стан виробництва картоплі в Україні. Інженерія природокористування. 2014. № 1(1). С. 30-37.
5. Агрокліматичний довідник Одеської області / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбиди, А.Л. Прокопенка. Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. 108 с.
6. Шпаар Д., Бьїкин А., Дрегер Д. Картофель. Монография. Минск: ЧУП "Орех", 2004. 465 с.
7. Картопля / за ред. А. А. Бондарчука, М. Я. Молоцького, В. С. Куценка. Біла Церква, 2007. Т. 3. 536 с.
8. Електронна енциклопедія сільського господарства. Картопля [Електронний ресурс]. Режим доступу: agrosience.com.ua
9. Литвин О., Влох В., Дудар І., Добровольський Р., Шпек М. Вплив тривалості пророщування садивного матеріалу на вміст крохмалю в бульбах картоплі сорту Дужа. Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія. 2009. № 13. С. 292-296.
10. Ващишин О.А., Яцух К.І., Біловус Г.Я., Пристацька О.Н., Добровецька М.Р., Дудко Ю.П. Вплив метеорологічних факторів на ураження сортів картоплі фітофторозом. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2011. Вип. 53. Ч. І. С. 24-34.
11. Рожков А.О., Огурцов С.М. Рослинництво: навч. посібник. Харків: Тім Пабліш Груп, 2017. 363 с.

12. Лапшинов Н.А. Урожайность картофеля в зависимости от влагообеспеченности. Достижения науки и техники АПК. 2009. № 3. С. 26-28.
14. Лавриненко Ю.С., Балашова Г.С., Юзок С.М. Продуктивність картоплі за краплинного зрошення в умовах півдня України. Наукові доповіді НУБіП України. 2016. № 6 (63). С. 56-62.
15. Гнатюк Т.О. Вирощування картоплі у короткоротаційній сівоzmіні за різних систем удобрення. Наукові доповіді НУБіП України. 2018. № 5 (75). С. 34-42.
16. Санникова Т.А., Мачулкина В.А., Пучков М.В., Гуляева Г.В. Минеральные удобрения и химический состав клубней картофеля. Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - Продукты здорового питания. 2014. №3. С. 15-19.
17. Вольвач О.В., Вольвач В.В. Агromетeоролoгiчнi вимiрювaння. Пiдручник. Одeсa: Екoлoгiя, 2006. 200 с.
18. Польовий А.М. Сiльськoгoспoдaрськa мeтeорoлoгiя Одeсa: ТЕС, 2012. 632 с.
19. Польовий А.М., Бoжкo Л.Ю., Вoльвaч О.В. Oснoви aгрoмeтeорoлoгiї: Пiдручник. Одeсa: ТЕС, 2012. 250 с.
20. Шульгин А.М. Агromетeорoлoгiя и aгрoклимaтoлoгiя. Лeнингpaд: Гидрoмeтeoиздaт, 1978. 200 с.
21. Улaнoвa Е.С. Сирoтeнкo О.Д. Мeтoды стaтистичeскoгo aнaлизa в aгрoмeтeорoлoгiи. Л.: Гидрoмeтeoиздaт, 1969. 198 с.
22. Мищeнкo З. А. Агрoклимaтoлoгiя: учeбник. Киeв: КНТ, 2009. 512 с.
23. Улaнoвa Е.С. Агрoмeтeорoлoгичeскиe уcлoвиe и урoжaйнoсть oзимoй пшeницi. Л.: Гидрoмeтeoиздaт, 1975. 302 с.
24. Польовий А.М., Бoжкo Л.Ю., Aдaмeнкo Т.І. Агрoмeтeорoлoгiчнi прoгнoзи: Пiдручник. Хaркiв, 2017. 508 с.