

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 вологозабезпеченості
цукрового буряку в районі станції Первомайськ
Миколаївської області

Виконала студентка групи МКА-18
Спеціальності 103 «Науки про Землю»

Шигаєва Юлія Олександрівна
(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.
« 02 » березня 2022 року

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

студентці Шигаєвій Юлії Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Агрокліматичні умови тепло- та вологозабезпеченості цукрового буряку в районі станції Первомайськ Миколаївської області

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

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

затверджені наказом ОДЕКУ від « 21 » грудня 2021 року № 267 - С

2. Строк подання студентом роботи 09 червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Вплив агрокліматичних умов на формування продуктивності цукрового буряку в Миколаївській області

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Провести чисельні експерименти з моделлю оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності цукрового буряку в Миколаївській області. Провести аналіз отриманих результатів, дати оцінку впливу агрокліматичних умов формування продуктивності цукрового буряку стосовно умов в Миколаївській області. Оцінити динаміку врожайності цукрового буряку в Миколаївській 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 цукрового буряку в Миколаївській області. Графік декадного ходу температури повітря та приростів метеорологічно можливого врожаю цукрового буряку в Миколаївській області. Графік декадного ходу характеристик водного режиму посівів цукрового буряку. Графіки динаміки приростів ДМУ та УВ цукрового буряку в Миколаївській області. Графік динаміки врожайності цукрового буряку і відхилень урожайності від тренду в окремі роки в Миколаївській області.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 02 березня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Термін виконання етапів роботи | Оцінка виконання етапу | |
|-------|---|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| | | | у % | за 4-х бальною шкалою |
| 1. | Отримання завдання та збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою кваліфікаційної роботи бакалавра. Підготовка та написання першого та другого розділів. | 02.03.2022 р. – 07.03.2022 р. | 85 | 4(добре) |
| 2. | Підготовка третього розділу. Дослідження впливу агрокліматичної оцінки умов на формування продуктивності цукрового буряку. | 08.03.2022 р. – 20.03.2022 р. | 85 | 4(добре) |
| | Рубіжна атестація | 16.05.2022 р.- 20.05.2022 р. | 85 | 4(добре) |
| 3. | Підготовка та написання четвертого розділу. Оцінка динаміки врожайності цукрового буряку. | 24.05.2022 р. – 05.06.2022 р. | 85 | 4(добре) |
| 4 | Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату. | 06.06.2022 р. 09.06.2022 р. | 85 | 4(добре) |
| 5 | Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору. | 09.06.2022 р.- 11.06.2022 р. | - | - |
| 6 | Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту. | - | - | - |
| | Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам) | - | 85,0 | - |

Студент

_____ (підпис)

Шигаєва Ю.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Данілова Н.В.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 5 |
| РОЗДІЛ 1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ І АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ..... | 7 |
| 1.1 Фізико-географічна характеристика Миколаївської області..... | 7 |
| 1.2 Агроекологічні умови Миколаївської області..... | 11 |
| РОЗДІЛ 2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ВИМОГИ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ ДО ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА..... | 13 |
| 2.1 Коротка ботанічна характеристика цукрового буряку..... | 13 |
| 2.2 Вимоги цукрового буряку до світла та тепла..... | 15 |
| 2.3 Вимоги цукрового буряку до вологи..... | 16 |
| 2.4 Вимоги цукрового буряку до ґрунтів та елементів мінерального живлення..... | 17 |
| 2.5 Характеристика сортів..... | 18 |
| 2.6 Основні хвороби та шкідники цукрового буряку..... | 23 |
| РОЗДІЛ 3 АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ В МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ..... | 35 |
| 3.1 Концепція моделювання..... | 35 |
| 3.2 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроекологічних категорій урожайності цукрового буряку в Миколаївській області..... | 37 |
| РОЗДІЛ 4 ПРОСТОРОВО-ТИМЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ УРОЖАЮ | 44 |
| 4.1 Методи оцінки мінливості врожайності сільськогосподарських культур..... | 44 |
| 4.2 Динаміка врожайності цукрового буряку в Миколаївській області..... | 49 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| ВИСНОВКИ..... | 54 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 59 |

ВСТУП

Актуальність досліджень. Цукровий буряк - найважливіша технічна культура, що обробляється для отримання з неї цукру та на корм тваринам. Сучасні сорти цукрових буряків містять у коренеплодах в середньому 17-19% цукру і можуть забезпечити збирання цукру до 100 ц/га і більше.

За кормовою якістю цукровий буряк значно перевищує кормовий: в 4100 кг його коренеплодів міститься 26 кормових одиниць і 1,2 кг перетравного протеїну, 0,5 - кальцію і 0,5 кг фосфору. У врожаї 300 ц/га коренеплодів та 150 ц/га листя міститься 10500 кормових одиниць.

При промисловій переробці цукрових буряків велику цінність мають побічні продукти – жом, патока. Загальна кормова цінність всіх побічних продуктів, які отримують при переробці врожаю цукрових буряків 250-300 ц/га коренеплодів та 100-150 ц/га листя, становить близько 5000 кормових одиниць. Листя цукрових буряків за кормовою якістю не поступаються зеленій масі сіяних трав. 5 кг листя прирівнюються до однієї кормової одиниці з високою забезпеченістю білком (110 г). При врожаї цукрових буряків 250-300 ц/га лише листя дає близько 2000 кормових одиниць. Однак необхідно зазначити, що бадилля цукрових буряків містить солі щавлевої кислоти і згодовування тваринам великих кількостей її у свіжому або силосованому вигляді може викликати порушення кальцієвого обміну та розлад травлення.

Кормова патока містить до 60% цукру і за кормовою цінністю наближається до зерна: у 100 кг її міститься 77 кормових одиниць та 4,5 кг перетравного протеїну. Велике і агротехнічне значення цукрових буряків. Вимагаючи глибокого обробітку ґрунту, внесення добрив та ретельного догляду за посівами, він є цінним попередником для багатьох сільськогосподарських культур і підвищує загальну продуктивність польових сівозмін.

Культурний дворічний буряк походить від дикого однорічного, який почали обробляти в Азії ще за 2000-1500 років до н.е. Дикі буряки зустрічаються ще й тепер на узбережжях Середземного, Каспійського та Чорного морів, у Закавказзі та в Малій Азії, вони мають грубий, дерев'янистий корінь з низьким вмістом цукру.

Цукровий буряк відноситься до найбільш високоврожайних рослин, займаючи за загальним збором продукції з одиниці площі одне з перших місць серед польових культур.

Слід зазначити, що підвищення врожайності цукрових буряків має супроводжуватись збільшенням виходу цукру з одиниці площі.

Початок вирощування цукрового буряку в Україні припадає на 1820 – 1840 рр. Україна стала основним районом виробництва цукру, завдяки корисним і ґрунтовим умовам.

У даній роботі поставлені і вирішуються наступні завдання:

- охарактеризувати фізико-географічне районування, кліматичні та екологічні умови Миколаївської 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 цукрового буряку в Миколаївській області.
- дати характеристику методам оцінки мінливості врожайності сільськогосподарських культур;
- оцінити динаміку врожайності цукрового буряку в Миколаївській області.

РОЗДІЛ 1

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ І АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Фізико-географічна характеристика Миколаївської області

На півдні України, в басейні нижньої течії Південного Бугу на площі понад 24,6 тис. км² розкинулися землі Миколаївської області.

З трьох сторін світу область межує з іншими регіонами України, а на півдні її територія займає кілька сот кілометрів берегової лінії Чорного моря та його лиманів. Глибоко в суходіл вдаються Дніпровсько-Бугський, Бугський, Березанський та Тілігульський лимани, які створюють дивовижне плетиво водяних плес.

За особливістю природних умов територія області належить до степової зони. Клімат помірно-континентальний з м'якою малосніжною зимою і жарким посушливим літом. Пересічна температура січня – -4,5°C, липня – +22,2°C. Річна кількість опадів коливається від 330 мм на півдні до 450 мм на півночі області. Висота снігового покриву 9-11 см. Природні та кліматичні умови області сприятливі для інтенсивного високоефективного розвитку сільського господарства.

По території області протікають 85 річок завдовжки понад 10 км. Головною рікою, що перетинає територію області з північного заходу на південний схід є Південний Буг з притоками Інгул, Кодима та інші. На сході області протікає приток Дніпра – Інгулець. В межах області споруджено багато ставків та водосховищ, загальною площею водного дзеркала понад 13 тис. гектарів. Річки і ставки використовуються в основному для зрошування сільськогосподарських рослин та рибництва [1, 2].

В регіоні налічується понад 160 видів представників тваринного світу, у тому числі ссавців – 24, птахів – 90, риби – 31. Трапляються лось, козуля,

дика свиня. У Чорному морі промислове значення мають скумбрія, ставрида, кефаль, осетрові, в річках – судак, лящ, сазан та інші.

Серед зональних типів ґрунтів на півночі області переважають чорноземи звичайні, на півдні – чорноземи південні, каштанові і темно-каштанові.

Займаючи понад 4,1% території республіки, область посідає одне із останніх місць по густоті населення – 51,4 чоловік на кв. кілометр. Чисельність населення становить 1251,5 тис. чоловік (2,6% населення України), з яких 66,1% проживає в міських поселеннях. Майже 60% міського населення проживає в Миколаєві – адміністративному, промисловому та культурному центрі області.

На території області мешкає більш як 100 нації та народностей. Переважну кількість населення складають українці – понад 81,9%, до 14,1% населення регіону – росіяни. В раді випадків досить компактно проживають молдовани, болгари та греки. Такий склад населення є сприятливим фактором для розвитку взаємовигідних зв'язків з багатьма державами світу, шляхом створення спільних підприємств та іншого співробітництва.

Адміністративно область поділена на 19 районів. В області налічується 5 міст обласного підпорядкування, 17 селищ міського типу та понад 908 сільських населених пунктів.

Сільське господарство – друга за обсягами та перша по зайнятості трудових ресурсів галузь матеріального виробництва області. Площа сільськогосподарських угідь області перевершує 2 млн. га, з яких майже 85% становить – рілля (понад 5% України), 13,7 – пасовища та сіножаті і 2% – плодово-ягідні насадження.

На одного мешканця області припадає майже 1,4 га ріллі, або в 2 рази більше ніж в середньому по Україні, а на одного працівника, зайнятого в сільському господарстві приходиться понад 11 га орної землі. Це один з найвищих показників в республіці. У господарствах області налічується до 200 тис. га зрошувальних земель.

Ці особливості Миколаївщини відкривають великі можливості для інвестицій у сільське господарство з метою застосування індустріальних технологій, потужної та високоефективної техніки.

Сільськогосподарське виробництво в області здійснюють колективні сільськогосподарські підприємства та фермерські господарства. Питома вага області в республіканському виробництві сільськогосподарської продукції досягає 3%. Виробнича структура сільського господарства є рослинницько-тваринницька. Питома вага продукції рослинництва в загальному обсязі досягає 60%. Основними культурами рослинництва в області є зернові (озима пшениця, ярий ячмінь, кукурудза) під якими зайнято більш 40% посівних площ, технічні культури – соняшник та цукрові буряки, овочево-баштанні культури. Розвинуте садівництво та виноградарство.

В середньому за рік область виробляє до 2 млн. тонн зерна, більш як 230 тис. тонн соняшника, до 200 тис. тонн цукрових буряків, понад 200 тис. тонн овочів тощо. Частка області в загальнореспубліканському виробництві зерна досягає 5,7%.

Розвинуте рослинництво, в якому значну питому вагу займають кормові культури, є доброю базою для тваринництва, яке має м'ясо-молочний напрямок. До 30% великої рогатої худоби сконцентровано в особистих приватних господарствах населення, а свиней – понад 46%.

Провідне місце в структурі сільського господарства північних районів посідає зерно-бурякове рослинництво з розвинутим тваринництвом молочно-м'ясного напрямку, південних – зерно-олійницько-плодоовочево з тваринництвом м'ясо-молочного напрямку. В сільських місцевості розташовані головним чином підприємства переробної, поліграфічної промисловості та будівельних матеріалів.

Промисловий потенціал області сконцентрований головним чином в п'яти містах обласного підпорядкування, питома вага яких в загальнообласних обсягах промислової продукції досягає майже 95%. Місто Миколаїв є центром машинобудування, в тому числі суднобудування,

кольорової металургії, харчової та легкої промисловості області. В м. Южноукраїнськ розташована атомна станція, яка дає понад 20% промислової продукції області. Промислова спеціалізація м. Первомайськ визначається виробництвом дизелів та дизель-генераторів, сільськогосподарського обладнання, цукру, молочних консервів та швейних виробів. Місто Вознесенськ спеціалізується на виробництві шкір, харчової та швейної продукції, а м. Очаків – рибних консервів. Питома вага підприємств міст Первомайськ, Вознесенськ та Очаків в загальнообласних обсягах промислової продукції становить відповідно 1,8; 5,6 та 0,1%.

Мінерально-сировинні ресурси на території області представлені значними запасами будівельних матеріалів. Республіканське значення мають родовища різнобарвних гранітів, що відзначаються широкою гамою кольорів і високими декоративними якостями, з них виготовляються декоративно-оздоблювальні вироби. Розвідані запаси чотирьох родовищ гранітів досягають 20 млн. куб. метрів, що становить близько 10% запасів України.

З інших будівельних матеріалів домінують розвідані запаси будівельного каміння – понад 480 млн. куб. м (6,1% запасів України), матеріалу для виробництва буто-щебневої продукції. Запаси сировини для виробництва цементу – карбонатні та глинисті породи досягають 85 млн. тонн (3,5% запасів України). Промислове значення мають також поклади вапняків, гнейсів, кварцових пісків та глини для виробництва вапна, цегли, шляхових матеріалів тощо. На території області розвідані поклади кобальто-нікелевих руд – понад 3 млн. тонн, що складає близько 7% запасів України, мінеральної води, лікувальної грязі тощо.

Сприятливими факторами економіко-географічного положення Миколаївської області є її близькість до великих промислових центрів Донецько-Придніпровського регіону та вихід до Чорного моря. Це посилює значення області в територіальному поділі праці, зумовлює розвиток портового господарства, морського транспорту республіканського та міжнародного значення, а також рекреаційного господарства [2, 3].

Природні ресурси регіону, нароблений досвід зовнішньоекономічного співробітництва, наявність різноманітних форм власності відкривають широкі можливості для раціонального використання інвестицій закордонних партнерів.

1.2 Агрокліматичні умови Миколаївської області

Миколаївська область розташована в зоні ризикованого сухостепового землеробства, особливо третій (південний) агрокліматичний район, за географічним районуванням належить до напівпустельного типу .

Основна кількість опадів (65-70%) випадає в теплий період року у вигляді злив, іноді з градом, при цьому добова кількість опадів може досягати 60-70 мм. Сума опадів за рік становить 380-500 мм.

У цілому клімат області - континентальний, дуже теплий посушливий. Середня річна температура повітря плюс 8-10°C, середня температура липня -плюс 21,2-22,9°C, січня - мінус 3,2-5°C, абсолютний максимум - плюс 38-39°C, а абсолютний мінімум мінус 29-33°C. Тривалість без морозного періоду становить 160-205 днів, а вегетаційного - 215-225 днів.

Відносна вологість повітря в середньому за рік становить 60-70%, а в літні місяці - 40-60%, часто в денні години - менше 30%, а в суховійні дні - 10-20%, число яких становить 11-17, а в серпні можуть повторюватися через день. Великої шкоди землеробству в зоні завдають повітряні та ґрунтові посухи, які часто поєднуються з пиловими бурями. Гідротермічний коефіцієнт не перевищує 0,8-0,9, що свідчить про посушливість клімату. Бездощові періоди можуть тривати 2,5-3 місяці. Тобто сталі врожаї сільськогосподарських культур в цій зоні можна одержувати лише на зрошуваних землях.

Головним фактором клімату є сонячна радіація, який впливає на розвиток сільськогосподарських культур, а отже, на їх урожай. Тому дані про ресурси сонячної радіації тієї чи іншої зони, особливо фізіологічно активної

радіації (ФАР), слугують основою для агрокліматичного забезпечення сільськогосподарського виробництва. Використання ФАР сприяє успішному вирішенню проблеми продовольчих ресурсів країни через зростання врожайності сільськогосподарських культур.

Важливо оцінити термічні умови області, оскільки для ефективного розвитку екологічного маркетингу в землекористуванні цінним є оцінка можливості вирощування польових культур і визначення строків проведення технологічних операцій, отже необхідно враховувати динаміку термічних умов.

Отже, останні весняні приморозки в повітрі Миколаївського регіону закінчуються до травня, а в окремі роки вони спостерігаються і другій та третій декаді травня. Літо настає з перевищенням середньодобових температур повітря 15 С і триває до п'яти місяців. Осінній період обмежений температурами від 15°C до 0°C і триває до 80 днів. Він починається в другій декаді або на початку третьої декади вересня. Ймовірність перших осінніх приморозків становить 15-20%. Після них, як правило, встановлюється суха і тепла погода. Зима переважно малосніжна з відлигами, коли температура підвищується до 10-15°C. Грунт відтає в другій-третьій декаді березня [1-3].

За період активної вегетації (квітень-жовтень) випадає 65-70% опадів від річної норми, а за післяжнивній період - 30-33%. Кількість суховійних днів коливається від 17,8 днів у третьому районі до 11,4 у першому. Тому важливе значення має встановлення повторюваності весняних і літніх посух. Перші охоплюють до 10% посівних площ, другі - до 50% (однорічні), 28% (через два роки) та 10% (через три-п'ять років). Комплексний вплив атмосферної і ґрунтової посух створює особливо несприятливі умови для вегетації рослин. Вологозабезпеченість в регіоні - основний фактор, що лімітує ріст і розвиток сільськогосподарських культур, забезпечення їх високої продуктивності. В області найбільш сухими вважаються липень-серпень, коли відносна вологість повітря знижується до 30%.

РОЗДІЛ 2

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ВИМОГИ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ ДО ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1 Коротка ботанічна характеристика цукрового буряку

Цукрові буряки (*Beta vulgaris* S. V. *saccharifera*) належать до родини лободових (*Chenopo-diaceae*). Цукровий буряк - дворічна культура. У перший рік формується розетка листків і коренеплід. На другий рік виростають стебла, на яких розміщуються плоди.

Може спостерігатися відхилення від дворічного циклу розвитку. У холодну весну на першому році життя виростають квітконосні стебла. Це небажане явище має назву «цвітущості». Коренеплоди таких рослин дерев'янисті з низьким вмістом цукру.

Частина коренеплодів, що висаджуються на другий рік для одержання насіння, можуть не формувати пагонів. Такі рослини називаються "впертюхами". Наявність їх серед висадків-насінників знижує врожай насіння.

Коренева система. У дорослої рослини вона складається з потовщеного головного кореня (коренеплоду) та сітки тонких кореневих розгалужень, які проникають на глибину до 2,5 м, а в ширину на 100 - 120 см. У фазі 2-х листків головний корінь проникає на глибину до 30 см, у фазі 4-х листків - до 40 см. У верхній частині головний корінь потовщується і формує коренеплід, розрізняють:

- головку коренеплоду (вкорочене стебло), яка несе листки; шийку (підсім'ядольне коліно) — частина коренеплоду, яка не має листків і бічних коренів;

- корінь — нижня конічна частина коренеплоду, на якій утворюються бічні корінці. На поперечному розрізі коренеплоду видно центральний

судинно-волокнистий пучок, або «зірочку», й концентричні кільця провідних пучків, які чергуються. Між кільцями містяться клітини паренхіми відкладання цукру. Коренеплоди потовщуються за рахунок утворення нових кілець і розростання між кільцевої паренхіми.

Листки. У буряка вони складаються з черешка і пластинки. Пластинки великі, суцільні, гладенькі чи гофровані. Всього за вегетаційний період з листових бруньок в центрі головки кореня виростає 50-60 листків, спіральні розміщених на головці кореня, які стеляться або стирчать. Рослина впродовж вегетаційного періоду постійно формує нові листки і скидає старі [4, 5, 6].

Стебло. Воно у рослини формується на другий рік життя. Стебла заввишки 80-150 см. їх формується на одному коренеплоді декілька (від 1 до 10) у вигляді куща. На стеблах розміщуються листки і квітки, що формують суцвіття - нещільний колос.

Квітки. Розміщені в пазухах листків по одній (однонасінні) або групами по 2 — 6 (багатонасінні). У багатонасінних буряків квітки в процесі росту зростаються між собою і утворюють клубочки (супліддя). Суцвіття являє собою рихлий колос.

Плід - однонасінний горішок з товстим навколо плідником з пористої дерев'янистої тканини. Навколоплідник разом з кришечкою плоду захищає насінину від механічних пошкоджень і несприятливих умов зовнішнього середовища. Кількість плодів у клубочках коливається від 1 до 6. Вперше у світі в Україні були створені однонасінні цукрові буряки, у яких клубочки не утворюються. Використання однонасінних сортів і гібридів дає можливість обійтись без затрат ручної праці при формуванні густоти рослин.

Насіння. Розміщується в гнізді плоду, має буро-каштанову блискучу оболонку, яка щільно облягає зародок, зігнутий майже кільцем навколо перисперму, крохмаль якого є основним запасом поживних речовин для молоді рослини. Зародок складається з двох сім'ядоль, брунечки, підсім'ядольного коліна і зародкового корінця. Сім'ядолі виносяться на поверхню ґрунту (фаза вилочки), із брунечки формується головка

коренеплоду, із підсім'ядольного коліна виростає шийка кореня, а зародковий корінець перетворюється у власне корінь.

2.2 Вимоги цукрового буряку до світла та тепла

Цукровий буряк - рослина довгого дня. При збільшенні періоду освітлення рослини швидше розвиваються, краще росте листя й коренеплоди, зростає накопичення цукру в них. Затінення буряка в загущених посівах призводить до зниження темпів зростання та накопичення цукру.

Цукристість буряків сильно залежить від напруженості сонячної радіації в другій половині вегетаційного періоду. Найбільш інтенсивно накопичення цукру в коренеплодах відбувається, коли ясна сонячна погода чергується з хмарною погодою.

Цукрові буряки помірно теплолюбні. Мінімальна температура ґрунту для проростання насіння - 3-4 °С, але сходи при цьому з'являються тільки на 25-28 день, при температурі - 6-7 °С - на 10-15 день, при 10-11 °С - на 8 - 10 день і при 15-18 °С - на 6-7 день. У перші дні сходи цукрових буряків дуже чутливі до заморозків. У фазі "вилочки" заморозки ... -3 ... -4 °С можуть знищити рослини. З появою першої пари листя підвищується холодостійкість, і буряк може витримати заморозки ... -4 ... -6 °С. Оптимальна температура асиміляції - 20-23 °С. При температурі нижче 6-8 °С, накопичення цукру в коренеплодах припиняється. Для формування репродуктивних нирок на голівках коренеплодів сприятлива температура - 15-23 °С. Восени вегетація буряків припиняється з встановленням температури - 2-4 °С. Маткові коренеплоди цукрових буряків добре зберігаються при температурі 3-4 °С (допустимий інтервал - 1-6 °С).

Відростання розеткових листків цукрового буряка починається при 2-3 °С. Найбільш сприятливі умови для зростання розеткових листя, стебел і формування репродуктивних органів складаються при температурі - 15-20 °С. Насінники у фазі розеткових листя переносять зниження температури до

... -4 ... -6 °C. У період росту квітконосних пагонів, заморозки ... -1 ... -2 °C можуть призвести до пошкодження рослин.

2.3 Вимоги цукрового буряку до вологи

Цукровий буряк - рослина посухостійка. Це пов'язано з тим, що вона формує глибоко проникаючу (до 2-3м) кореневу систему. Це допомагає бурякам використовувати вологу ґрунту, накопичену за рахунок опадів осінньо-зимового періоду. Цукрові буряки, особливо сім'яники, погано переносять перезволоження і близький рівень ґрунтових вод (ближче 1,5-2 м від поверхні ґрунту) [10-16]. Крім того, буряк має тривалий вегетаційний період і може використовувати літні опади. У роки з підвищеною кількістю опадів, врожаї коренеплодів зазвичай бувають високими, але цукристість при цьому знижується.

Цукрові буряки в різні періоди вегетації витрачає однакову кількість води. Якщо вегетаційний період (з 15 травня по 15 жовтня) розділити на три періоди (по 50 днів), то співвідношення витрат води на випаровування в кожному з них складе приблизно 1:9:3. Недолік вологи в будь-якій з цих періодів негативно позначається на врожайності буряків. Однак найбільше знижується врожай коренеплодів і їх цукристість, коли рослини піддаються дії посухи в період інтенсивного росту - у липні-серпні [7-9].

На другому році життя насінники добре розвиваються і забезпечують більш високу врожайність, якщо вологість ґрунту не опускається нижче ВРК (вологість розриву капілярів) - 60% ППВ. Найбільшу потребу у воді насінники цукрових буряків випробовують у період від викидання квітконосів до кінця цвітіння, яке зазвичай починається в середині червня і триває 20-40 днів.

2.4 Вимоги цукрового буряку до ґрунтів та елементів мінерального живлення

Цукрові буряки пред'являє високі вимоги до родючості ґрунту, її фізичного стану, забезпеченості макро- і мікроелементами. Найкраще буряк росте на чорноземах, сірих і темно-сірих лісових суглинистих ґрунтах, багатих перегноєм. Цілком придатні для неї ґрунту низин і заплав. Гарні врожаї отримують також при обробленні на багатих органічною речовиною і добре оброблюваних лучних і лучно-болотних, удобрених і забезпечених вологою темно-каштанових, глибоко оброблюваних родючих дерново-підзолистих ґрунтах Нечорноземної зони. Для буряка найбільш сприятлива нейтральна і слабо лужна реакція ґрунтового розчину. На кислих ґрунтах без попередньої їх нейтралізації буряк дає невисокі врожаї [15-16]. Цукровий буряк може пристосовуватися до слабо засолених ґрунтам. Не можна розміщувати буряк на важких глинистих, заболочених, бідних піщаних і кам'янистих ґрунтах.

Цукрові буряки пред'являє високі вимоги до аерації ґрунту. Більш сприятливі умови для її зростання складаються при наступних показниках щільності ґрунту: чорноземів - 1-1,2 г/см², каштанових і сірих лісових - 1,2-1,3 г/см², дерново-підзолистих - 1,2-1,4 г/см².

Рослини цукрових буряків дуже вимогливі до умов зростання. Чим бідніша ґрунт, тим більше потрібно вносити основних поживних речовин (макроудобрив NPK). Крім основних живильних речовин цукрових буряках необхідні мікроелементи в доступній формі - мікродобрива в легкозасвоюваній формі - хелати. Особливо необхідні кальцій, бор, марганець, мідь і ін. Наприклад бор бере участь в утворенні біополімерів, перш за все білків, НК, ліпідів і полісахаридів. Під впливом бору зростає фотосинтез у листі, поліпшується відтік вуглеводів, в першу чергу сахарози до коріння і репродуктивних органів. Таким чином, оптимізуючи елементне живлення рослин шляхом використання макро- і мікродобрив, можна

підвищити не тільки валовий збір коренеплодів, а й відповідно збільшити вихід цукру з одиниці площі.

2.5 Характеристика сортів

Селекціонери нашої країни вперше в світі створили сорти та гібриди цукрового буряку з односім'яними плодами. Це дозволяє скоротити або повністю виключити використання ручної праці на її обробіток і прибирання. За господарськими ознаками сорти та гібриди цукрових буряків поділяють на три групи: врожайні, цукристі і урожайно-цукристі [10, 11].

Білоцерківський ЧС 57. Створений Білоцерківською ДСС спільно з Ялтушківською ДСС. Однонасінний триплоїдний гібрид на ЧС основі. Урожайно-цукристого напрямку. Високоурожайний. Має високу технологічну якість цукросировини. Стійкий до «цвітухи», до коренеїду та церкоспорозу. За результатами Державного сортопробування мав такі показники продуктивності: врожайність – 64,7 т/га; цукристість – 18,5-19,5%; збір цукру - 9,0-11,0 т/га. Рекомендований для вирощування в зоні Лісостепу. У Реєстрі сортів рослин України з 1995 р.

Ялтушківський ЧС 72. Однонасінний диплоїдний гібрид на стерильній основі. Урожайно-цукристого напрямку. Високоурожайний. Відносно стійкий до коренеїду, хвороб листя. Придатний до механізованого збирання - 4,7 бала. За результатами Державного сортопробування мав такі показники продуктивності: врожайність – 60,2 т/га; цукристість – 17,3 %; збір цукру – 10,4 т/га, що на 11,5 % вище від стандарту. Рекомендований для вирощування в зонах Полісся і Лісостепу. У Реєстрі сортів рослин України з 1997 р.

Олександрія. Створений Іванівською ДСС спільно з Білоцерківською ДСС. Однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі. Створений схрещуванням однонасінної ЧС-лінії з

тетраплоїдним багатонасінним запилювачем при співвідношенні компонентів 3:1. Урожайно-цукристого напрямку.

Слабо вражається церкоспорозом, стійкий до проявлення цвітухи, не зашкоджується борошнистою росю. Придатний до індустріальної технології вирощування. Потенційна врожайність коренеплодів 65-70 т/га. Цукристість 19-20 %. Збір цукру - 9-10 т/га. Рекомендований для вирощування в зонах полісся і Лісостепу. Занесений до Державного Реєстру з 1997 року.

Іванівсько-Веселоподолянський ЧС 84. Створений Іванівською ДСС спільно з Веселоподолянською ДСС. Однонасінний диплоїдний гібрид на стерильній основі. Урожайно-цукристого напрямку. Стійкий до кагатної гнилі, середньостійкий до коренеїду та церкоспорозу.

За даними Державного сортовипробування по зоні Лісостепу забезпечив достовірну прибавку по збору цукру до рівня прийнятих стандартів та не поступається по врожайності і збору цукру відомим гібридам іноземних фірм.

Придатний для індустріальної технології вирощування. Рекомендований для вирощування в зоні Лісостепу. У Реєстрі сортів України з 1999 року.

Шевченківський. Створений Ялтушківською дослідно-селекційною станцією. Однонасінний диплоїдний гібрид. Урожайно-цукристого напрямку. Має високу технологічну якість цукросировини. Стійкий до цвітушності, ураження коренеїдом, толерантний до церкоспорозу. Має хорошу придатність до механізованого збирання. Насіння однозародкове. За результатами Державного сортовипробування мав такі показники продуктивності: врожайність коренеплодів 47,1 т/га; цукристість – 17,0 %; збір цукру – 7,9 ц/га (111,8 % до стандарту). Рекомендований для вирощування в зонах Лісостепу та Степу. У Реєстрі сортів рослин України з 2002 р.

Анічка. Створений Ялтушківською дослідно-селекційною станцією. Однонасінний диплоїдний гібрид. Урожайно-цукристого напрямку. Толерантний до коренеїду та церкоспорозу. Насіння однозародкове. Має хорошу придатність до механізованого збирання. За результатами Державного сортовипробування мав такі показники продуктивності: для Лісостепу врожайність – 45,7 т/га, цукристість – 16,2%, збір цукру – 7,3 т/га (114,7% до стандарту); для Полісся врожайність – 43,4 т/га, цукристість – 17,1%, збір цукру – 7,4 т/га (112,7 % до стандарту). Рекомендований для вирощування в зонах Лісостепу та Полісся. У Реєстрі сортів рослин України з 2003 р.

Ворскла. Створений Ялтушківською дослідно-селекційною станцією. Диплоїдний гібрид. Урожайно-цукристого напрямку. Стійкий до коренеїду та толерантний до церкоспорозу. Посухостійкий. Має хорошу придатність до механізованого збирання. За результатами Державного сортовипробування мав такі показники продуктивності: врожайність – 46,1 т/га; цукристість – 16,0 %; збір цукру – 7,4 т/га (115,2 % до стандарту). Рекомендований для вирощування в зонах Лісостепу та Полісся. У Реєстрі сортів рослин України з 2003 р.

Константа. Створений Білоцерківською дослідно-селекційною станцією. Однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі. Урожайно-цукристого напрямку. Високоцукристий. Стійкий до кагатної гнилі. За результатами Державного сортовипробування мав такі показники продуктивності: врожайність – 49,4 т/га; цукристість – 16,7 %; збір цукру – 8,2 т/га (114,0 % до стандарту). Рекомендований для вирощування у зонах Степу, Лісостепу, Полісся. У Реєстрі сортів рослин України з 2004 р.

Максим. Створений Ялтушківською дослідно-селекційною станцією. Диплоїдний гібрид. Урожайно-цукристого напрямку. Стійкий до цвітущості та ураження коренеїдом, толерантний до церкоспорозу. За результатами Державного сортовипробування мав такі показники продуктивності:

врожайність – 49,5 т/га; цукристість – 17,0 %; збір цукру – 8,4 т/га (116,4 % до стандарту). Рекомендований для вирощування по всій Україні - в зонах Степу, Лісостепу, Полісся. У Реєстрі сортів рослин України з 2004 р.

Ромул. Створений спільно Іванівською та Ялтушківською дослідно-селекційними станціями. Однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі. Урожайно-цукристого напрямку. Має високу технологічну якість цукросировини. Стійкий щодо цвітущості, ураження коренеюдом та толерантний до церкоспорозу. Придатність для механізованого збирання - 7,9-8,6 бала. Насіння однозародкове. Гіпокотиль рожевого кольору. Листя за довжиною середнього розміру, зібране в напіврозлогу розетку. Листковий черешок довгий, зеленого кольору. Листкова пластинка слабкофурована, антоціанове забарвлення відсутн. Коренеплід великий, ширококонічної форми, повністю заглиблений в ґрунт. Показники продуктивності: врожайність – 61,1 т/га; цукристість – 17,0 %; збір цукру – 10,4 т/га (107,9 % до стандарту); втрати цукру в мелясі 1,6-2,2 %. Рекомендований для вирощування в зонах Степу, Лісостепу та Полісся. У Реєстрі сортів рослин України з 2005 року.

Етюд. Створений Ялтушківською дослідно-селекційною станцією. Триплоїдний гібрид. Стійкий до цвітущості, толерантний до церкоспорозу та коренеюду. За результатами Державного сортовипробування мав такі показники продуктивності: врожайність – 56,4 т/га; цукристість – 17,6 %; збір цукру – 10,0 т/га (117,4 % до стандарту). Рекомендований для вирощування в зоні Степу. У Реєстрі сортів рослин України з 2006 р.

Ольжич. Створений Ялтушківською дослідно-селекційною станцією. Однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі. Урожайно-цукристий напрям. Стійкий до цвітущості, толерантний до церкоспорозу та коренеюду. За результатами Державного сортовипробування мав такі показники продуктивності: врожайність – 51,6 т/га; цукристість – 17,6 %; збір цукру 9,1 т/га (107,4 % до стандарту). Рекомендований для вирощування в зоні Лісостепу та Степу. У Реєстрі сортів рослин України з 2006 р.

Різолт. Створений Ялтушківською дослідно-селекційною станцією. Однонасінний диплоїдний гібрид на стерильній основі. Урожайно-цукристого напрямку. Стійкий до ризоманії, коренеїду, церкоспорозу, борошнистої роси. Має високу технологічну якість цукросировини. За результатами Державного сортовипробування мав такі показники продуктивності: врожайність – 56,9 т/га; цукристість – 17,1 %; збір цукру – 9,8 т/га (103,2 % до стандарту). Рекомендований для вирощування у зонах Степу. У Реєстрі сортів рослин України з 2007 р.

Прометей. Створений спільно Ялтушківською та Іванівською дослідно-селекційними станціями. Однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі. Урожайно-цукристого напрямку. Стійкий до цвітухи, коренеїду, борошнистої роси, толерантний до церкоспорозу. Має високу технологічну якість цукросировини. За результатами Державного сортовипробування мав такі показники продуктивності: врожайність – 58,5 т/га; цукристість – 17,2 %; збір цукру – 10,1 т/га (105,8 % до стандарту). Рекомендований для вирощування у зоні Полісся. У Реєстрі сортів рослин України з 2008 р.

Резидент. Створений Іванівською ДСС спільно з ІБКіЦБ. Однонасінний диплоїдний гібрид на стерильній основі. Урожайно-цукристого напрямку. Стійкий до ризоманії. Технологія загальноприйнята, придатний для індустріальної технології вирощування.

Корнеплід великий конічної форми, повністю заглиблений в ґрунту. За результатами Державного сортовипробування мав такі показники продуктивності: врожайність - 51,0 т/га; цукристість - 16,5%; збір цукру - 8,5 т/га. Рекомендований для вирощування в зонах Лісостепу. У Державному Реєстрі сортів рослин України з 2009 року.

Приз. Створений Ялтушківською дослідно-селекційною станцією. Диплоїдний гібрид. Стійкий до цвітущості, церкоспорозу, ризоманії, слабо уражується коренеїдом. Клубочок – одноростковий. За результатами Державного сортовипробування мав такі показники продуктивності:

урожайність – 48,8 т/га; цукристість – 16,4 %; збір цукру – 8,1 т/га. Рекомендований для вирощування в зоні Лісостепу. У Державному Реєстрі сортів рослин України з 2009 р.

Айдар. Гібрид створений в співпраці селекціонерів Верхняцької та Веселоподільської ДСС ІБКіЦБ. Тип сорту - одноростковий триплоїдний гібрид. Материнський компонент - одноросткова диплоїдна форма з ЦЧС; батьківський компонент - багатонасінна тетраплоїдна форма. Урожайно-цукристого напрямку. Високоцукристий. За результатами апробації на придатність для поширення в Україні продуктивність за показником збору цукру з гектара суттєво перевищує рівень національного стандарту (кращі вітчизняні та зарубіжні аналоги) і становила 10,7 т/га (110,9% від стандарту). Рекомендований для вирощування в зонах Степу і Лісостепу. В Державному Реєстрі сортів рослин України з 2017 року

2.6 Основні хвороби та шкідники цукрового буряку

Цукровим бурякам суттєвої шкоди завдають понад 60 захворювань, збудниками яких є різні патогенні мікроорганізми (гриби, бактерії, віруси тощо). Хвороби цукрових буряків умовно можна поділити на дві великі групи: хвороби коренеплодів та хвороби листового апарату. До хвороб коренеплодів відносяться перш за все ті, які викликають гриби певного виду: коренеїд, афаноміцетна гниль, трахеомікоз, фузаріоз, ризоктоніоз, фомоз, види парші. Також деякі хвороби коренеплодів мають бактеріальне походження: зобоватість, туберкульоз. Розглянемо кожну хворобу окремо.

Коренеїд. Коренеїд уражує молоді проростки і сходи цукрових буряків у фазі вилочки або першої — на початку формування другої пари справжніх листків. В ураженій рослині на корінці з'являються склоподібні або бурі плями чи смужки, які, розростаючись, поступово охоплюють всю підземну його частину. Корінець чорніє і стає тоншим. При значному пошкодженні загнивають підсім'ядольне коліно, черешки і сім'ядолі.

Уражені коренеїдом проростки гинуть, не виходячи на поверхню, в результаті чого знижується польова схожість насіння, сходи з'являються недружні, зріджені, що утруднює механізоване формування насаджень рослин, а іноді навіть призводить до пересіву буряків. Особливо великої шкоди може завдати хвороба при інтенсивній технології вирощування цукрових буряків, за якої застосовують малі норми висіву насіння, розраховані на задану густоту насаджень. Коренеїд поширений повсюдно.

Фузаріоз. Дане захворювання спричинюється цілим комплексом різних видів фузаріумів (*F. oxysporum*, *F. solani*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. acuminatum*, *F. graminearum*, *F. graminearum*, *F. vtrticillioides*, *F. sambucinus*). Прояв характерних симптомів хвороби за різних типів фузаріозів залежить від фізіологічного стану рослин, їх стійкості, інфекційного навантаження, специфічної фізіологічної активності збудника. В уражених фузаріями на початку літа коренеплодах листки, починаючи з периферичних, в'януть, а їх черешки поступово чорніють. Корені таких рослин відстають у рості, нерідко на них утворюється безліч бокових корінців. Вміст цукрози в коренеплоді за незначного загнивання головки, шийки та хвоста зменшується у вісім разів, а шкідливого азоту, водорозчинних пектинових речовин значно збільшується.

Афаноміцетна коренева гниль. Дане захворювання протікає у двох фазах: гостра (пошкодження сходів незабаром після зараження) і більш тривала коренева гниль, що виникає в кінці червня і триває до кінця вегетаційного періоду. Ця хвороба часто зустрічається в Україні, де щорічно завдає неабиякої шкоди. Серед усіх загроз захворювань і шкідників дана хвороба є найбільшою несподіванкою при зборі врожаю, коли бурякова гичка виглядає здоровою, а коренеплоди сильно уражені або вкорочені внаслідок ураження. У пошкоджених сходів чорніє і звужується коріння, після чого рослина, як правило, гине. При тривалій кореневій гнилизні листя часто жовтіє і згодом в'яне. У надлишку утворюються бічні дрібні відростки, багато з яких виявляються всохлими, почорнілими та відмерлими. Висока вологість ґрунту сприяє утворенню зооспор, а також їх міграції через ґрунт.

Позитивно впливають на розвиток хвороби відносно висока температура ґрунту (вище 15 °С), погана аерація ґрунту, відсутність у ньому достатньої кількості поживних речовин, рН менше ніж 6 та ступінь насиченості лужними сполуками менше 70 %.

Трахеомікоз (некроз) судин. Характеризується побурінням або почорнінням судинно-волокнистих пучків (центрального і кільцевих), добре помітних на поперечному розрізі кореня. Відмирання і почорніння судин починається в долі й продовжується в період збереження коренеплодів. Причиною хвороби є розвиток у судинно-волокнистих пучках буряка грибів (частіше з пологів *Fusarium* Link і *Pythium* Pringsh.), а також бактерій, що проникають у корені в місцях ушкоджень ґрунтовими шкідниками (личинками пластинчастовусих, дротяників та ін.). В основних районах бурякосіяння хвороба починає виявлятися в червні — липні. Іноді ураження коренеплодів може досягати 15–20 %, що призводить до зниження якості бурякової сировини. У сховищах пошкоджені коренеплоди загнивають і є вогнищем розвитку кагатної гнилизни.

Фомоз або зональна плямистість. Нестача бору в ґрунті сприяє ураженню буряків фомозом (зональною плямистістю). Проявляється грибкове захворювання у вигляді бурих або жовтуватих плям концентричної форми на поверхні нижніх листків, пізніше з'являються чорні крапки. При фомозі уражені листя і пагони насінників відмирають, розвивається суха гниль сердечка буряків — розрізавши коренеплід, ви побачите тканини темно-коричневого кольору. Розвитку фомозу сприяють часті дощі, туман, підвищена вологість повітря і рясні роси за помірної температури. Поширюється в дощову вітряну погоду спорами. Зберігається збудник фомозу в сім'яниках, на насінні й на уражених рослинних рештках.

Ризоктоніоз. Ризоктоніоз *Rhizoctonia solani* (бура гниль) є однією з найшкодочинніших хвороб коренеплодів цукрових буряків. Втрати врожайності від неї складають 50 %, а в окремих випадках досягають 100 %. Уражені коренеплоди не лежкі, їх технологічні властивості погіршуються:

знижується цукристість, наявні цукри переходять у недоступний стан і, як наслідок, зростають їх втрати при переробці. Тому цукрові заводи відмовляються приймати на переробку такі коренеплоди, а виробники несуть величезні прямі втрати. Симптоми захворювання з'являються, як правило, після змикання рядків. Рослини в'януть вогнищами. На поверхні головки коренеплоду спостерігаються гнильні місця, спочатку у вигляді втиснених плям відмерлої тканини, а потім ростучі в середину. Гниль поширюється на весь коренеплід, що супроводжується ураженням іншими бактеріальними та грибовими збудниками гнилей. Незважаючи на те, що за останні 10 років площа вирощування цукрових буряків суттєво скоротилася, ризоктоніоз набуває значного поширення на території України. Поширенню ризоктоніозу на території України сприяють наступні фактори:

- висока насиченість сівозміни цукровими буряками в зонах їх вирощування;
- вирощування кукурудзи та цукрових буряків у короткоротаційній сівозміні;
- помилки при проведенні обробітку ґрунту (ущільнення). Ризик ураження ризоктоніозом також зростає за великої кількості неперепрілої органічної маси в ґрунті (солома, особливо бадилля кукурудзи) та сприятливих погодних умов для поширення хвороби (сильні дощі при високих температурах). На сьогодні внесення пестицидів не є ефективним методом боротьби з бурою гниллю. Інтегрована система боротьби з цією хворобою базується на комплексі агротехнічних заходів та вирощуванні стійких гібридів.

Парша звичайна. Парша звичайна розвивається на будь-якій частині коренеплоду. Уражені ділянки покриті темно-бурою шорсткуватою кіркою, завтовшки 2–3 мм, яка при значному розвитку хвороби засихає і відокремлюється. У глибоких тріщинах, що з'являються, і борозенках розвивається гриб, який призводить до загнивання коренеплоду. Тому

часто спочатку спостерігається ураження коренеплоду паршею, а потім гниллю фузаріозною. При загниванні хвостової частини тканина легко відпадає, а при витягуванні коренеплоду з ґрунту залишається в ньому. Парша розвивається переважно в районах з важкими за механічним складом ґрунтами. Вона найчастіше проявляється в червні — липні за підвищених температури, вологості й щільності ґрунту. Такі умови сприяють, з одного боку, значному розвитку актиноміцетів, а з іншого — ослабленню поверхневих тканин буряків при погіршенні аерації. Парша пояскова уражує коренеплоди в області шийки. Пошкоджені ділянки стають хвилястими, вдавленими в тканину. Найчастіше хворіють рослини, що були уражені коренеїдом.

Зобуватість (рак кореня). Зобуватість зустрічається в усіх зонах бурякосіяння на поодиноких рослинах. На різних частинах коренеплоду, переважно в області шийки, утворюються нарости, що нерідко за розміром більші, ніж самі корені, й зв'язані з ним тонким перешийком. Нарости з'являються внаслідок подразнення і посиленого поділу клітин під впливом бактерій *Pseudomonas tumefaciens* Stevens, що живуть у ґрунті. Хворі рослини під час зберігання швидко загнивають.

Туберкульоз кореня. Дане захворювання уражає поодинокі рослини. На коренеплодах цукрових буряків утворюються нарости в області головки, що з'єднуються з коренем широкою основою. Відрізняються вони від ракових тим, що мають сильно горбкувату поверхню. Під час вегетації тканини наростів загнивають, утворюючи на них глибокі каверни. Збудником хвороби є бактерія *Xanthomonas beticola* Savulescu, які проникають у тканини кореня через поранення, стрімко розмножуються, утворюючи нарости. Корені швидко загнивають і стають непридатними до зберігання.

Борошниста роса. Проявляється на поверхні листків у вигляді білої ніжної павутинки. Досить швидко листок вкривається густим білим нальотом, з якого при струшуванні утворюється хмарка пилу. Наліт складається з грибниці, яка поширюється на поверхні листка,

та конідієносців з конідіями збудника хвороби — гриба *Erysiphe communis* f. *betae* Jacz. Часто в кінці вегетації на білому фоні уражених листків помітні дрібні, кулясті, спочатку золотисто-жовті, а згодом чорні плодові тіла гриба — клейстотеції. Влітку гриб поширюється конідіями, а зимує у вигляді клейстотецій у рештках уражених листків, на насінні та головках маточних буряків. Розвиткові борошнистої роси сприяє посушлива і жарка погода (температура 25–30 °C), яка знижує стійкість рослин до захворювання, а також посилює утворення спор гриба та їх поширення.

Переноспороз або несправжня борошниста роса. Переноспороз проявляється на молодих органах рослин. У буряків першого року життя уражуються насамперед центральні листки розетки, а в насінників, крім того, бокові бруньки, верхівки квітконосних пагонів, клубочки насіння. Уражені листки набувають світло-зеленого (салатового) забарвлення, потовщуються, стають крихкими, скручуються краями вниз і вкриваються сіро-фіолетовим нальотом, який є найбільш характерною ознакою захворювання. Наліт в основному розвивається з нижнього боку листків, а при високій вологості повітря вкриває і їх поверхню. В посушливих умовах збудник здебільшого переходить у прихований стан (розгалужується у поверхневих клітинах головки коренеплоду, де може зберігатися і взимку). Хвороба проявляється (в квітні — травні) на насінниках від уражених маточних чи безвисадкових коренеплодів. Конідії розносяться краплинами дощу або вітром на навколишні насінники чи буряки першого року життя і уражують їх.

Церкоспороз. Церкоспороз проявляється на добре розвинутих листках у кінці червня — на початку липня і спостерігається до кінця вегетації буряків. Плями округлі попелястого кольору, діаметром 2–4 мм, часто з червоно-бурою облямівкою. На старих листках вони бувають більших розмірів (до 10 мм у діаметрі), а восени, навпаки, дрібні (до 1 мм). Характерна ознака плям — утворення на їх поверхні сріблястого нальоту, який складається з конідієносців і конідій збудника хвороби — гриба *Cercospora betivola* Sacc. Цей наліт у більшій мірі спостерігається у вологу

погоду або після роси. По ньому можна відрізнити церкоспороз від зональної та бактеріальної плямистостей, які подекуди зустрічаються одночасно.

Альтернاریоз. Альтернاریоз проявляється дещо раніше, ніж церкоспороз (у червні-липні), що нерідко ускладнює його діагностику. На листках, уражених альтернاریозом, з'являються округлі, неправильної форми, темно-коричневі та чорні плями діаметром від 2 до 10 мм. Здебільшого вони вкривають верхівки листків, з розвитком хвороби плями зливаються, і верхня частина листка стає подібною до обпаленої вогнем.

Вірусна жовтяниця (жовтуха). Проявляється у вигляді пожовтіння листків. Збудники — комплекс штамів вірусів жовтяниці. Пожовтіння переважно починається з верхівки листка і поширюється до його основи, у пластинки листка зникає блиск, вона стає потовщеною, хвилястою та крихкою. Жилки листка і тканини вздовж них довго лишаються зеленими. Частина листків набуває бронзового чи червонуватого відтінку. Пожовтіння листків внаслідок азотного голодування відрізняється від вірусної жовтяниці м'якою і непотовщеною пластинкою листка, яка набуває суцільного світло-жовтого кольору, включаючи також жилки й тканини вздовж них. Віруси зберігаються взимку в сокові коренеплодів маточних, безвисадкових та інших форм зимуючих буряків. Тому перші джерела хвороби з'являються рано навесні на відростаючих розетках насінників від коренеплодів буряків, уражених жовтяницею в минулому році.

Рамуляріоз. Рамуляріоз виявляють невеликими вогнищами на заході та в центрі України. Зовні ураження листя нагадує церкоспороз, але плями не такої правильної форми, розмір їх може поступово збільшуватися, середня частина плям бура, а темно-бурої облямівки навколо них може і не бути. Конідії безбарвні, 10–25 х 4–5 мкм, одно- чи двоклітинні, їх кінці притуплені. Поширюється патоген конідіями під час вегетації рослин, а зимує грибноцею на рештках рослин, інколи на оплоднях, насінневих

клубочках. Захворювання може зумовлювати недобір урожаю буряку 10–15 %.

Іржа. Іржа проявляється на буряках і насінниках у трьох стадіях. Перша (весняна) — спеціальна (квітень — травень) у вигляді яскраво-жовтих плям на перших відростаючих листках насінників. На них утворюються споровмістилища, в яких розвиваються еціоспори. Вони розносяться вітром, рососою і викликають розвиток літньої (уредо) стадії гриба у вигляді дрібних червоно-бурих подушечок — уредоспор. До осені вони темніють внаслідок утворення в них зимових (теліо) спор гриба — збудника іржі *Uromyces betae* (Pers.) Lev. Поширенню захворювання сприяє помірно тепла (16–18 °С) і волога погода. Методика спостережень за захворюванням буряків іржею така ж, як і для церкоспорозу.

Мозаїка. Мозаїка проявляється на листках буряків і насінників у вигляді водянисто-прозорих, різної форми і величини плям. Вони краще помітні на наймолодших листках рослин при огляді їх на світло. Збудник — *Beta virus 2 (bind) Smith* — зберігається взимку в коренеплодах. Тому перші ознаки захворювання спостерігаються в квітні — травні на відростаючих розетках насінників від коренеплодів, уражених мозаїкою в попередньому році. Від них вірус розноситься сисними комахами на здорові насінники та розміщені поблизу посіви фабричних буряків.

Серед шкідників цукрових буряків на сьогодні виділяють дві основні групи: шкідники сходів та шкідники післясходового періоду вегетації цукрових буряків. Умовний термін «сходи цукрових буряків» обмежується періодом вегетації рослин від початку їх появи на поверхні ґрунту і до линяння кореня, що настає у фазу 2-ї пари і завершується у фазі 3-ї пари справжніх листків. У цей період росту і розвитку рослини культури найбільш уразливі й доступні для багатьох видів фітофагів, які за надмірного розмноження можуть завдавати їм значної шкоди. В Україні сходи цукрових буряків пошкоджують близько 40 фітофагів, але істотних збитків посівам цієї культури, звичайно, завдає значно менша кількість шкідливих комах. Серед

шкідників сходів виділяють кілька видів довгоносиків, бурякові блішки, щитоноски, бурякову крихітку, личинки декількох видів коваликів, жуків та личинки піщаного мідляка, мертвоїдів, личинки пластинчастовусих жуків тощо. З-поміж шкідників післясходового періоду вегетації цукрових буряків (після ління кореня) виділяють декілька спеціалізованих видів: попелиці (листова та коренева), клопи, цикадкові, бурякова мінуюча міль, мухи та деякі інші, — а також шкідників з родини лускокрилих (підгризаючі та листогризучі совки, вогнівки), бурякову нематоду, окремих представників ряду прямокрилих, мурашок тощо [15-17].

Коротко розглянемо загальну біологію звичайних представників умовно виділених вище груп та характер спричинених ними пошкоджень.

Довгоносик звичайний буряковий. Звичайний буряковий довгоносик дає одне покоління в рік. Імаго зимує в ґрунті на глибині 10–40 см на минулорічних рештках цукрового буряку. Яйця відкладає в ґрунті на глибині 0,3–0,9 см біля рослин культури. Жуки пошкоджують сходи, а саме: з'їдають сім'ядолі, надземну частину підсім'ядольного коліна й перші пари листків. Дуже пошкоджені рослини гинуть. Личинки об'їдають корінці, а також вигризають м'якуш коренеплодів, від чого рослини в'януть і засихають навіть при достатній вологості ґрунту. Шкодять жуки у квітні - травні, личинки - у травні - серпні.

Довгоносик сірий буряковий. Сірий довгоносик має подібний до звичайного життєвий цикл, однак імаго виходять з ґрунту на 10–15 днів пізніше, ніж у звичайних бурякових довгоносиків. Вихід імаго навесні починається після прогріву ґрунту на глибині до 20 см до 4–4,8 °С й займає дуже розтягнутий в часі період. Жуки об'їдають на сходах вилочку та перші листки, дуже часто знищують проростки, які ще не з'явилися на поверхні ґрунту. Личинки живляться коренями осоту, березки, рідше інших рослин. Серед інших видів бурякових довгоносиків в Україні також відомі: чорний буряковий довгоносик; східний буряковий довгоносик; смугастий буряковий довгоносик; білуватий буряковий довгоносик.

Бурякова та лободова щитоноски. Яйця відкладають на верхній та нижній боки листків культури. Жуки згризають м'якуш листків зверху, а личинки - знизу, залишаючи епідерму і скелетні жилки. Після підсихання шкірочка розривається і в листку утворюються отвори різного розміру та форми. Основною кормовою рослиною для жуків і личинок щитоноски бурякової є лобода біла, з якої жуки і личинки переселяються на буряки, а для щитоноски лободової - буряки й рідше лобода.

Крихітка бурякова. Жук розвивається в одному поколінні. Зимують імаго на полях, де росли буряки і бурякові висадки, основна маса у верхньому шарі ґрунту, на глибині до 10 см, а також на поверхні під рослинними рештками. Навесні жуки з'являються на поверхні ґрунту дуже рано й розносяться по полю з потоками талої води. Жуки пошкоджують сходи, корінці та підземну частину стебла, вигризаючи з них ямки різного розміру. Рідше вони пошкоджують сім'ядолі, виїдаючи дрібні отвори. Пошкоджені рослини відстають у рості, гниють, що призводить до зрідження посівів.

Ковалики та їхні личинки. Зимують личинки (дротяники) першого, другого та третього років життя в ґрунті на глибині 35–45 см. Цукрові буряки пошкоджують лише личинки (дротяники), які підгризають або перегризають підземні частини рослин - стебельця і корінці молодих сходів, а також вгризаються в насіння. Такі ураження спричинюють загибель рослин й істотне зрідження посівів, особливо при сівбі малою нормою висіву. Пошкодження цими шкідниками коренеплідів може викликати їх.

Піщаний мідляк. Жуки об'їдають листки та сім'ядолі, особливо коли рослини втрачають тургор під час сухої, жаркої погоди. Личинки мідляків (дротяники несправжні) так само, як і личинки коваликів, в'їдаються в підземні частини молодих рослин цукрових буряків та інших культур.

Блішки бурякові. Жуки вигризають паренхіму зверху листка у вигляді круглих віконць, залишаючи шкіру. За умови значніших пошкоджень ці отвори зливаються, від чого сім'ядолі та перші листки засихають, а якщо

пошкоджена і точка росту, то рослина гине. Блішки завдають шкоди бурякам від появи сходів до утворення 2–3 пар листків і влітку, коли відроджуються жуки нового покоління. Найшкодочинніші жуки навесні в ясну й суху погоду, при поступовому підвищенні температури.

Пластинчастовусі. Цукровим бурякам шкодять лише личинки хрущів. Вони об'їдають дрібні корінці, а також вигризають великі ямки на коренеплодах, а після перегризання центрального кореня вся рослина швидко в'яне без попереднього пожовтіння листків. Найшкодочинніші личинки останнього, третього, віку. Крім того, до пластинчастовусих відноситься також і кравчик, або головач. Ці жуки зрізують сходи буряків, знищуючи значно більше рослин, ніж необхідно для живлення жука або личинок.

Попелиця коренева бурякова. Самки та личинки різного віку живуть колоніями на мичкуватих корінцях буряків (цукрових, столових, кормових) та їх насінників, з яких висмоктують соки, внаслідок чого корінці відмирають. При достатніх запасах у ґрунті води відростають нові корінці, коли ж стоїть жарка і суха погода, рослини в'януть і засихають. Пошкодження частіше проявляються вогнищами, переважно на крайових смугах.

Попелиця листкова бурякова. За рахунок розмноження шляхом партеногенезу самки за літо дають 8–10 поколінь. Дорослі (безкрилі та крилаті) самки й личинки висмоктують соки з листків та стебел (насінників) буряків, заселяючи колоніями переважно нижню частину листка і верхівки стебел. Внаслідок пошкодження листок скручується, стає зморшкуватим, жовтіє і засихає. Якщо пошкоджуються стебла, припиняється їх ріст і розвиток, а коли рослини дуже заселені - вони передчасно засихають. Крім того, шкідник сприяє поширенню вірусних хвороб рослин. Навіть часткове пошкодження листків буряків та стебел призводить до зниження врожаю коренеплодів і насіння, а також зменшує вміст цукру чи якість насіння.

Муха бурякова мінуюча. Шкодять личинки зразу ж після відродження - їдаються у м'якуш листків, якими живляться протягом усього

періоду розвитку. В одному листку може жити кілька личинок, кожна з яких прокладає під верхньою шкірочкою листка ходи (міни), які поступово розширюються і можуть охоплювати всю листкову пластинку.

Совки листогизучі. Гусениці об'їдають листки: молодших віків (1–2-го) виїдають у листку цукрових буряків отвори, старших (3–5-го) - грубо скелетують листкову пластинку. Гусениці живуть переважно на верхніх частинах рослини, ховаючись в тінь чи в поверхневий шар ґрунту тільки в спеку. При високих температурах і низькій вологості в серпні - вересні гусениці капустяної совки можуть сильно вигризати м'якуш коренеплоду.

Совки підгризаючі. Гусениці пошкоджують рослини біля самої землі, часто зовсім відокремлюючи листкову розетку на коренеплоді. Крім того, гусениці підгризають черешки листків, через це вони в'януть, звисають або падають на землю. На відміну від листогризучих совок, гусениці підгризаючих совок пошкоджують рослини в основному вночі.

Нематода бурякова. Вирощування цукрових буряків потребує обов'язкового дотримання всіх елементів технології. Водночас ця культура дуже вибаглива до сівозміни, позаяк термін повернення на попереднє місце має важливе значення для успішного її вирощування. Порушення науково обґрунтованого чергування цукрових буряків у сівозміні, зростання частки олійних культур можуть призвести до суттєвого зменшення продуктивності цукрових коренів та пошкодження їх хворобами.

РОЗДІЛ 3

АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ В МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

3.1. 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.

Розрахунок продуктивності сільськогосподарських культур базується на методі аналізу агроекологічного потенціалу [18, 19], 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 (ΦAP) при оптимальному на пролтязі вегетаційного періоду режимі кліматичних факторів і розраховується для кожного місяця вегетаційного періоду за формулою

$$\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} = \alpha_{\Phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\Phi AP}^j \cdot dv^j}{q}, \quad (3.1)$$

де $\frac{\Delta ПУ}{\Delta t}$ – приріст потенційної урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²;

α_{ϕ} – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.;

η – КПД посівів, відн. од.;

$Q_{\phi ap}$ – середньодекадна за добу сума ФАР, кал/см² доба;

q – калорійність.

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

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

де $\frac{\Delta MMU}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²;

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

Розрахунок дійсно можливої врожайності (ДВУ) сільськогосподарських культур ґрунтується на обліку використання посівами енергії ФАР за умови обмеження агрометеорологічними умовами [18, 19]. Дійсно можлива врожайність розрахункового місяця вегетаційного періоду визначається за формулою

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

де $\frac{\Delta ДМУ}{\Delta t}$ – приріст дійсно можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²;

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

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

де $\frac{\Delta UB}{\Delta t}$ – приріст урожайності загальної біомаси у виробництві, г/м²;

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

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

Аналіз різноманітних агроєкологічних 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 агроєкологічних категорій урожайності цукрового буряку в Миколаївській 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.

Розглянемо агрокліматичні умови формування урожайності цукрового буряку в Миколаївській області (табл. 3.1.)

Таблиця 3.1 - Агрокліматичні умови формування урожайності цукрового буряку в Миколаївській області

| Декади вегетації | Середня температура повітря за декаду, °С | Оптимальні температури повітря для фотосинтезу, °С | | Сума опадів за декаду, мм | Сумарне випаровування, мм | Випаровуваність, мм | Відносне вологозабезпечення, відн. од. |
|------------------|---|--|-------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|--|
| | | нижня межа | верхня межа | | | | |
| 1 | 11,5 | 10,8 | 13,7 | 12 | 10,7 | 11,8 | 0,90 |
| 2 | 13,8 | 12,0 | 14,7 | 14 | 34,6 | 39,5 | 0,88 |
| 3 | 16,4 | 13,3 | 15,8 | 10 | 27,2 | 41,5 | 0,66 |
| 4 | 18,0 | 14,6 | 17,0 | 16 | 26,4 | 54,7 | 0,48 |
| 5 | 19,4 | 15,5 | 17,8 | 13 | 18,5 | 47,8 | 0,39 |
| 6 | 20,6 | 16,0 | 18,3 | 19 | 20,5 | 59,5 | 0,34 |
| 7 | 21,4 | 16,1 | 18,4 | 19 | 18,7 | 55,6 | 0,34 |
| 8 | 22,6 | 15,7 | 18,0 | 18 | 19,5 | 59,0 | 0,33 |
| 9 | 23,3 | 14,7 | 17,1 | 13 | 17,8 | 60,9 | 0,29 |
| 10 | 23,4 | 12,7 | 15,5 | 13 | 16,3 | 67,0 | 0,24 |
| 11 | 23,6 | 11,5 | 14,5 | 11 | 23,6 | 23,6 | 0,25 |

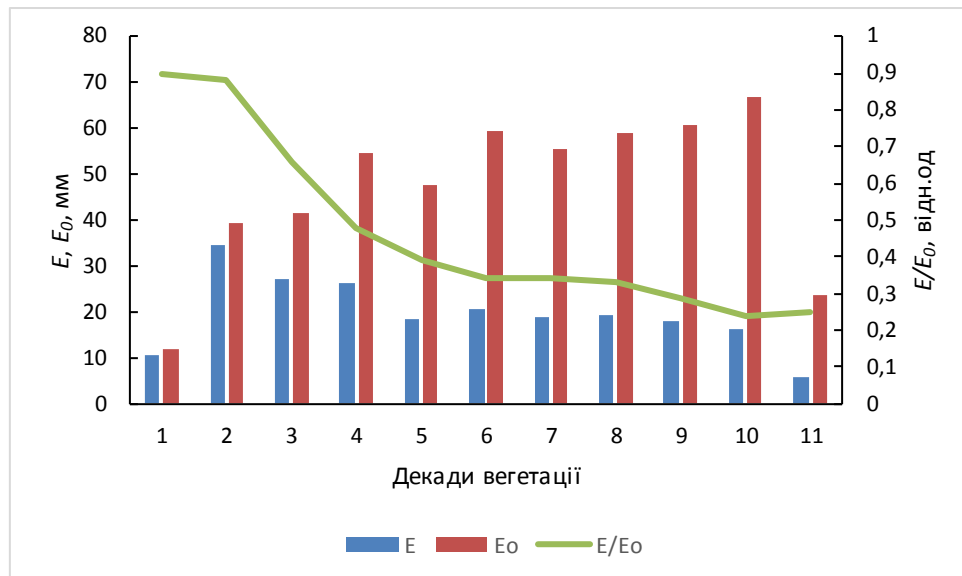
Середньодекадна температура повітря (t) (табл. 3.1) починається з позначки 11,5 °С. Максимального значення середня температура повітря досягає в одинадцятій декаді вегетації і складає 23,6 °С.

Нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу цієї культури починається з температури 10,8 °С, піднімається до максимуму в сьомій декаді вегетації – 16,1 °С С. Далі температурний оптимум поступово знижується і в кінці вегетації спостерігається різке падіння до 11,5 °С (табл. 3.1).

Верхня межа температурного оптимуму починається з позначки 13,7 0С, далі спостерігається поступовий ріст цих значень. Також в сьомій декаді вегетації температурний оптимум досягає максимуму – 18,4 0С і в кінці вегетації знижується до позначки 14,5 0С (табл. 3.1). Сумарне випаровування (E) в першій декаді від сходів складає 10,7 мм (рис. 3.1, табл. 3.1), потім у міру росту температури повітря сумарне випаровування зростає до 34,6 мм у другій декаді вегетації. В кінці вегетації спостерігається різке падіння до 6,0 мм.

Випаровуваність (E_0) на початку вегетації цукрового буряку складає 11,8 мм (рис. 3.1). Далі у другій декаді вегетації відбувається різке підвищення випаровуваності до 39,5 мм. У десятій декаді вегетації випаровуваність досягає максимального значення та складає 67,0 мм. В кінці вегетації випаровуваність різко знизилася до 23,6 мм.

Розгляд динаміки відношення E/E_0 (рис. 3.1, табл. 3.1) показує, що на початку вегетації цукрового буряку вона знаходиться на позначці 0,90 відн.од., поступово знижуючись, досягає найнижчих значень в кінці вегетації та складає 0,25 відн.од.



E – випаровування; E_0 – випаровуваність; E/E_0 – відносна вологозабезпеченість.

Рисунок 3.1 - Декадний хід характеристик водного режиму посівів цукрового буряку в Миколаївській області

Розглянемо динаміку приростів потенційної урожайності цукрового буряку та хід декадних сум ФАР за вегетаційний період в Миколаївській області (рис. 3.2, табл. 3.1).

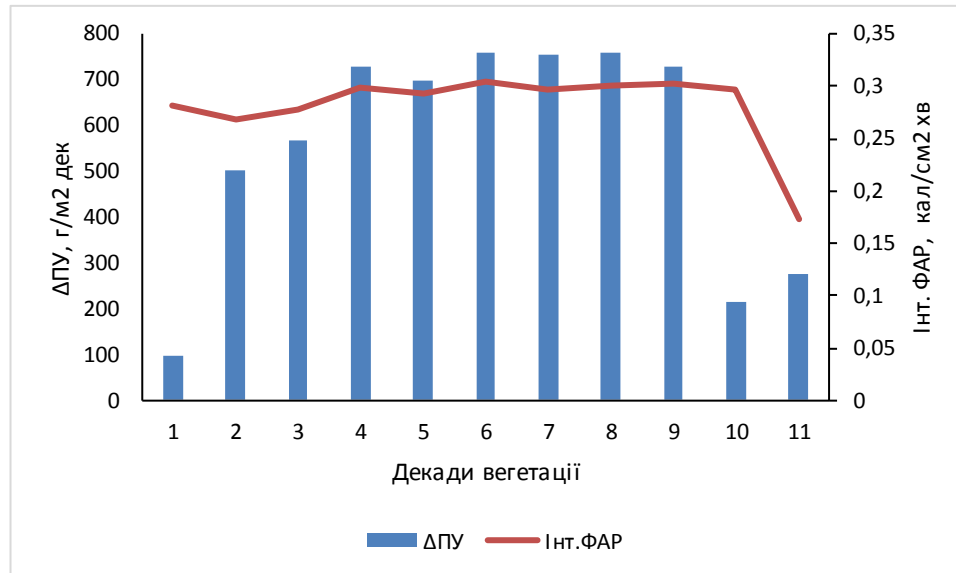


Рисунок 3.2 - Динаміка інтенсивності ФАР і декадних приростів ПУ цукрового буряку в Миколаївській області.

На початку вегетації рівень інтенсивності ФАР складає 0,281 кал/см²хвилину. Далі на протязі вегетаційного періоду спостерігається коливання інтенсивності ФАР. Максимальне значення інтенсивності ФАР спостерігається у шостій декаді вегетації та складає 0,269 кал/см²хвилину. В кінці вегетації інтенсивність зменшується до 0,304 кал/см²хвилину (рис. 3.2, табл. 3.2).

Приріст ПУ (рис. 3.2, табл. 3.2) в першій декаді вегетації складає 99 г/м²дек. У наступній декаді приріст ПУ різко зростає і досягає позначки 501 г/м²дек. Далі приріст ПУ поступово збільшується та досягає максимуму в восьмій декаді вегетації і складає 758 г/м²дек. Наприкінці вегетації спостерігається різке падіння до позначки 274 г/м² дек.

У першій декаді вегетації (рис. 3.3, табл. 3.2) приріст ММУ складає 73 г/м²дек. Далі крива різко піднімається у другій декаді вегетації до

501 г/м²дек. У наступні декади спостерігається її поступовий ріст. Максимальне значення спостерігається в четвертій декаді вегетації і складає 696 г/м² дек. Потім прирости *ММУ* поступово знижуються і в кінці вегетації відбувається різке зниження приростів *ММУ* до 119 г/м² дек.

Таблиця 3.2 - Агроекологічні категорії урожайності цукрового буряку в Миколаївській області

| Декади вегетації | Інтенсивність ФАР, кал/см ² хвилину | Прирости агроекологічних категорій урожайності, г/м ² дек | | | |
|---------------------|--|---|------------|------------------------|-----------|
| | | <i>ПУ</i> | <i>ММУ</i> | <i>ДМУ</i> <i>У</i> | <i>УВ</i> |
| 1 | 0,281 | 99 | 73 | 65 | 41 |
| 2 | 0,269 | 501 | 501 | 440 | 283 |
| 3 | 0,278 | 566 | 561 | 494 | 317 |
| 4 | 0,298 | 729 | 696 | 612 | 350 |
| 5 | 0,293 | 699 | 640 | 564 | 322 |
| 6 | 0,304 | 759 | 669 | 589 | 336 |
| 7 | 0,296 | 755 | 639 | 562 | 321 |
| 8 | 0,301 | 758 | 540 | 475 | 271 |
| 9 | 0,302 | 727 | 417 | 366 | 209 |
| 10 | 0,296 | 216 | 338 | 298 | 170 |
| 11 | 0,273 | 274 | 119 | 104 | 59 |

Хід динаміки приростів дійсно-можливої урожайності (*ДМУ*) представлений на рис. 3.4.

Величини приростів починаються з позначки 65 г/м²дек, далі різко зростають в наступній декаді вегетації до 440 г/м²дек, після чого *ДМУ* починає рости, досягаючи максимуму в четвертій декаді вегетації і складає 612 г/м²дек. В кінці вегетаційного періоду прирости *ДМУ* знижуються до найнижчого значення 104 г/м²дек.

Прирости врожайності на рівні $УВ$ (рис. 3.4) починаються з позначки $41 \text{ г/м}^2\text{дек}$, після чого різко зростають і у четвертій декаді вегетації досягають максимуму $350 \text{ г/м}^2\text{дек}$. Потім відбувається поступове зниження і в кінці вегетаційного періоду прирости $УВ$ різко знижуються до мінімальної позначки $59 \text{ г/м}^2\text{дек}$.

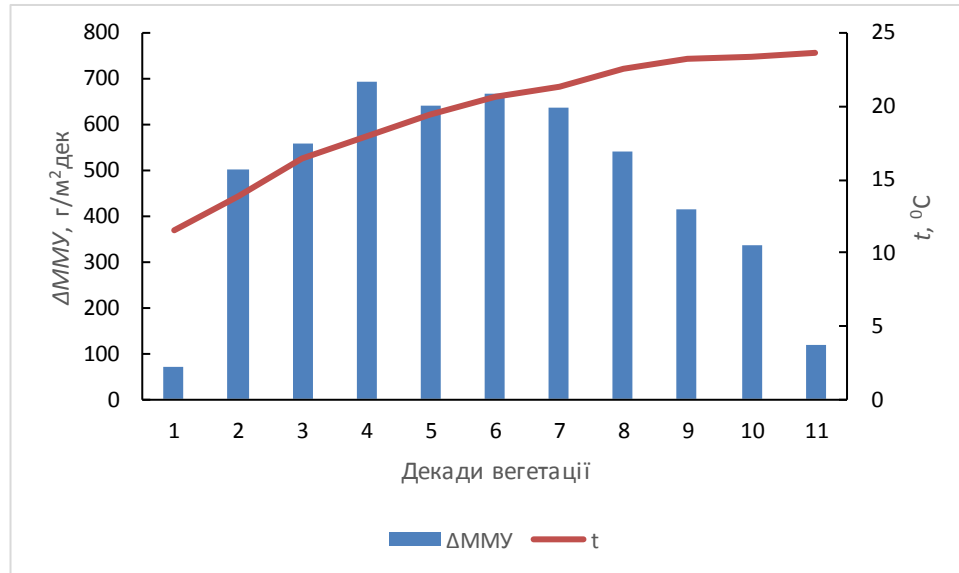


Рисунок 3.3 - Декадний хід температури повітря (t) і приростів метеорологічно-можливого врожаю ($ММУ$) цукрового буряку в Миколаївській області

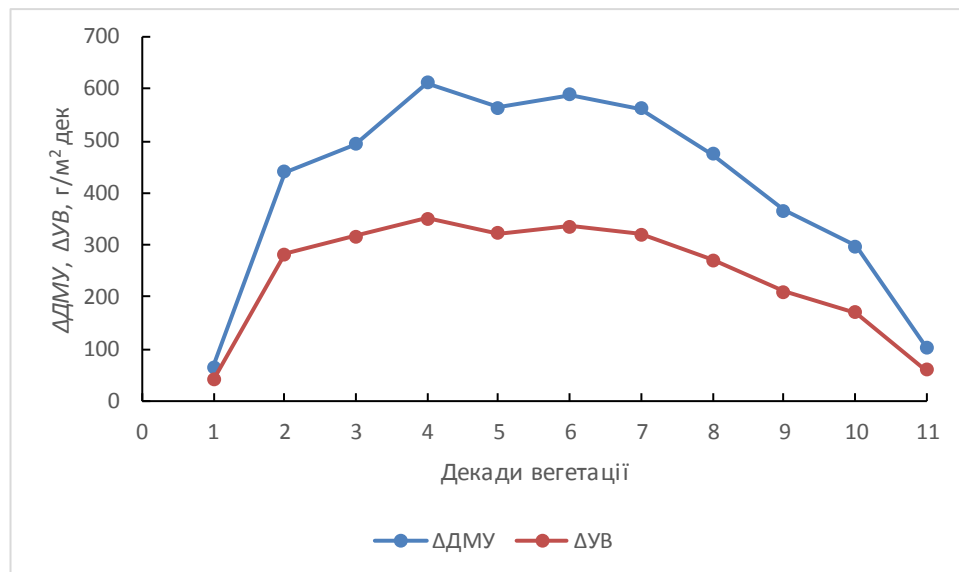


Рисунок 3.4 - Динаміка $ДМУ$ і $УВ$ цукрового буряку в Миколаївській області

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

РОЗДІЛ 4

ПРОСТОРОВО-ТИМЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ УРОЖАЮ

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). 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.

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 [18, 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. 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 вибіркове 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

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 автокореляційний 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

На основі методу статистичних випробувань сформульовані і вирішені різні завдання факторного аналізу і оптимізації галузей рослинництва і тваринництва.

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.

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.

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

$$Y_t (t = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (4.1)$$

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:

$$\text{для } i = 1, t = 1, 2, \dots, k;$$

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

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

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 (4.4) 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 [18].

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 цукрового буряку в Миколаївській області

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 цукрового буряку в Миколаївській області за 30 років з 1987 по 2016 рік (рис. 4.1а) .

Урожайність цукрового буряку за 30-ти річний період коливалася від 8,5 до 59,1 т/га. Вирівняний рівень урожайності на початку досліджуваного періоду складав 19,0 т/га, а наприкінці збільшився на 40,1 т/га і склав 59,1 ц/га.

Найменші урожаї були зібрані у 1992, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003 та 2007 рр., вони становили 12,6, 13,0, 14,8, 8,5, 15,4, 16,1, 10,2, 10,7, 14,9, 15,1, 16,0 та 12,4 т/га відповідно. Найгіршими були 1996, 1999 та 2000 роки.

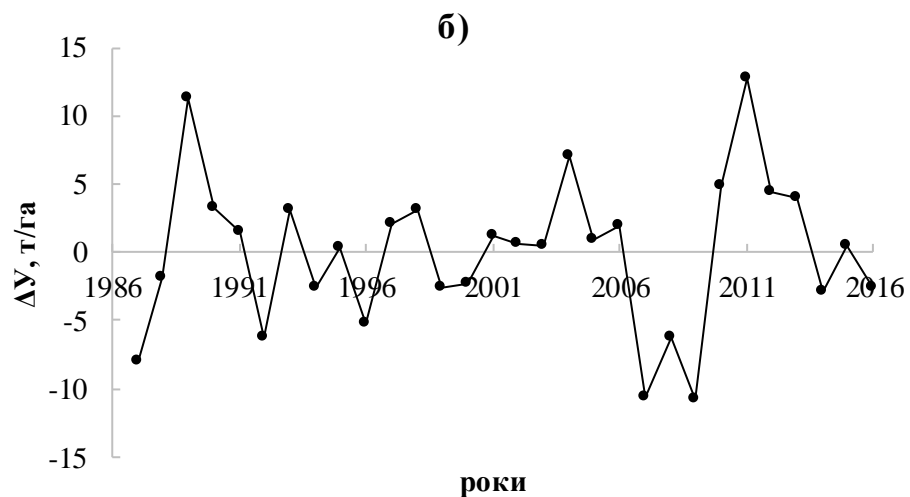
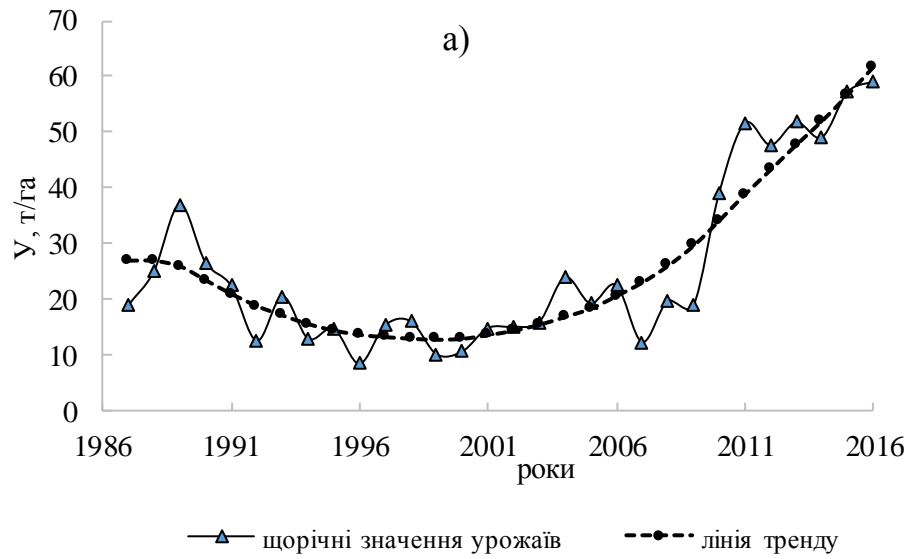


Рисунок 4.1 - Динаміка врожайності цукрового буряку Миколаївській області (а) і відхилень урожайності цукрового буряку від тренду в окремі роки (б). Період 1987-2016 рр.

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

За сприятливих агрометеорологічних умов в окремі роки урожайність цукрового буряку досягала 47,7-59,1 т/га.

З 2011 по 2016 роки було зібрано найбільші урожаї – 51,6, 47,7, 51,7, 49,1, 54,2 та 59,1 т/га відповідно.

З 2010 року спостерігається поступове підвищення урожайності, що свідчить про підвищення рівня культури землеробства за цей період. Так, наприклад, у 2009 р. урожайність цукрового буряку становила 18,9 т/га, а з 2010 до 2016 вона виросла до 39,1-59,1 т/га, що вище на 20,2-40,2 ц/га.

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

В 18 роках спостерігалися сприятливі погодні умови, що дало можливість отримати збільшення урожаю від 0,38 до 12,7 т/га. Найбільш сприятливими були роки 1989 з додатнім відхиленням 11,21 т/га та 2011 з додатнім відхиленням 12,71 т/га.

В інші роки погодні умови негативно вплинули на врожай, що виразилося в негативному відхиленні врожаю від тенденції від -1,8 до -10,8 т/га (рис. 3.1б).

Найбільш несприятливими були роки 1987, 2007 та 2009 з негативним відхиленням -7,96, -10,67 та -10,8 т/га відповідно.

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

Для перевірки основної гіпотези (зміна випадкової величини ε_t не пов'язано зі зміною часу) ми скористалися критерієм серій, заснованих на медіані ε_{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 $\nu(n)$ – занадто маленьким.

Таблиця 4.1 - Оцінка випадковості відхилень урожайності цукрового буряку від тренду.

| Роки | ε | ε в спадному порядку | Серії |
|------|--------|----------------------|-------|
| 1987 | -7,96 | 12,71 | - |
| 1988 | -18 | 11,21 | - |
| 1989 | 11,21 | 7,1 | + |
| 1990 | 3,31 | 4,89 | + |
| 1991 | 1,55 | 4,41 | + |
| 1992 | -6,18 | 4,03 | - |
| 1993 | 3,06 | 3,31 | + |
| 1994 | -2,57 | 3,12 | - |
| 1995 | 0,38 | 3,06 | + |
| 1996 | -5,16 | 2,14 | - |
| 1997 | 2,14 | 1,95 | + |
| 1998 | 3,12 | 1,55 | + |
| 1999 | -2,59 | 1,26 | - |
| 2000 | -2,27 | 0,9 | - |
| 2001 | 1,26 | 0,68 | - |
| 2002 | 0,68 | 0,49 | + |
| 2003 | 0,49 | 0,46 | + |
| 2004 | 7,1 | 0,38 | + |
| 2005 | 0,9 | -1,8 | + |
| 2006 | 1,95 | -2,27 | + |
| 2007 | -10,67 | -2,57 | - |
| 2008 | -6,26 | -2,59 | - |
| 2009 | -10,8 | -2,61 | - |
| 2010 | 4,89 | -2,92 | + |
| 2011 | 12,71 | -5,16 | + |
| 2012 | 4,41 | -6,18 | - |
| 2013 | 4,03 | -6,26 | + |
| 2014 | -2,92 | -7,96 | - |
| 2015 | 0,46 | -10,67 | + |
| 2016 | -2,16 | -10,8 | - |

-0,09

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

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

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 ε_{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 цукрового буряку в Миколаївській області

| Область | $K_m(n)$ | $v(n)$ | $3,3(\lg n + 1)$ | $\frac{1}{2}(n + 1 - 1,96\sqrt{n - 1})$ |
|--------------|----------|--------|------------------|---|
| Миколаївська | 5 | 17 | 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.

ВИСНОВКИ

З виконаної кваліфікаційної роботи бакалавра можна зробити наступні висновки:

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

2. Розглянуто біологічний опис цукрового буряку, вимоги культури до агрокліматичних умов, вимоги до ґрунтів і мінерального живлення.

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

3. Для оцінки агрокліматичних ресурсів стосовно цукрового буряку була застосована базова модель А.М. Польового:

- представлена динаміка інтенсивності ΦAP і декадних приростів $ПУ$ цукрового буряку. Максимальний приріст $ПУ$ спостерігався в восьмій декаді вегетації і складає $758 \text{ г/м}^2\text{дек.}$.

Максимальне значення інтенсивності ΦAP спостерігається у шостій декаді вегетації та складає $0,269 \text{ кал/см}^2\text{хвилину}$.

- досліджувався декадний хід температури повітря (t) і приростів метеорологічно можливого урожаю ($ММУ$) цукрового буряку в миколаївській області. Максимальний приріст $ММУ$ становить $696 \text{ г/м}^2\text{декаду}$ при температурі повітря $18,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

- розглядався декадний хід характеристик водного режиму посівів цукрового буряку. Відношення сумарного випаровування до випаровуваності (E/E_0) характеризує вологозабезпеченість посівів і поступово знижується від першої декади до кінця вегетації.

- розглядався хід динаміки приростів дійсно-можливої урожайності ($ДМУ$) і приростів урожайності на рівні $УВ$. Максимальне значення приростів $ДМУ$ та $УВ$ досягають максимуму в четвертій декаді вегетації і становлять відповідно 612 та $350 \text{ г/м}^2\text{дек.}$

4. Представлені методи оцінки мінливості врожайності сільськогосподарських культур. Був проведений аналіз динаміки врожайності цукрового буряку в Миколаївській області за 30 років з 1987 по 2016 рік, розраховані лінії трендів методом гармонійних вагів. Урожайність цукрового буряку за 30-ти річний період коливалася від 8,5 до 59,1 т/га. Вирівняний рівень урожайності на початку досліджуваного періоду складав 19,0 т/га, а наприкінці збільшився на 40,1 т/га і склав 59,1 ц/га. Найменші урожаї були зібрані у 1996, 1999 та 2000 роки. З 2010 року спостерігається поступове підвищення урожайності, що свідчить про підвищення рівня культури землеробства за цей період. Вплив погодних умов на врожайність у вигляді відхилень представлено на графіку відхилень урожайності цукрового буряку від лінії тренду в Миколаївській області. В 18 роках спостерігалися сприятливі погодні умови, що дало можливість отримати збільшення урожаю від 0,38 до 12,7 т/га. В інші роки погодні умови негативно вплинули на врожай, що виразилося в негативному відхиленні урожаю від тенденції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Географічна енциклопедія України : В 3-х т./ Редкол.:О.М.Маринич (відповід.редактор) та інш. Київ: “Українська Радянська енциклопедія” ім. М.П. Бажана, 1989. Т.1: А-Ж. 416 с.
2. Маринич А.М., Пашенко В.М., Шищенко П.Г. Ландшафты и физико-географическое районирование. К.: Наукова думка, 1985. 224 с.
3. Маринич О.М., Шищенко П.Т. Фізична географія України: підручник. Київ: Знання, 2005. 511 с.
4. Екологія. С.І. Дорогунцов, К.Ф. Коценко, М.А. Хвесик та ін. Київ: КНЕУ, 2005. 371 с.
5. Роїк М.В. Буряки. Київ: ХХІ вік : РІА "Труд-Київ", 2001. 320 с.
6. Шевцов І.А., Чугункова Т.В. Буряки цукрові, кормові, столові. НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики. Київ : Логос, 2001. 128 с.
7. Примак Д.І. Буряківництво : підручник. Київ : Колобіг, 2009. 461 с.
8. Дубровна О.В., Лялько І.І., Тищенко О.М. Генетика якісних ознак буряків : монографія. НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики. Київ: Логос, 2010. 246 с.
9. Євтушик Р.В. Історія селекції однонасінних цукрових буряків на теренах України : монографія. Київ: НУБіП, 2017. 159 с.
10. Доронін В.А., Сочінський М.М. Насінництво цукрових буряків. Умань, 2018. 378 с.
11. Кляченко О.Л., Кляченко В.І. Однонасінні цукрові буряки: від насінини до коренеплоду. Анатомія. Морфологія. Вінниця : Нілан, 2013. 127 с.
12. Бахмат М.І. Технологія вирощування, заготівлі, зберігання і переробки цукрових буряків : навчальний посібник. Кам'янець-Подільський : Абетка-НОВА, 2003. 296 с.
13. Ткаченко О.М., Роїк М.В. Українська інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків. Київ : Академпрес, 1998. 191 с.

14. Гуляєва Г.Б., Кур'ята В.Г. Фосфорне живлення, фотосинтез і продуктивність рослин цукрових буряків за дії біологічно активних речовин : монографія. Київ: ІНТЕРСЕРВІС, 2013. 144 с.
15. Балан В.М. Цукрові буряки: біологія, насінництво, агротехніка, технологія : монографія. Біла Церква, 2013. 335 с.
16. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В. Цукрові буряки. Біологія. Фізіологія. Біотехнологія : монографія. Київ: НУБіП України, 2013. 351 с.
17. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: навчальний посібник. Київ: КНТ, 2007. 344 с.
18. Полевой А.Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур. Метеорологія, кліматологія та гідрологія, 48. 2004. С. 206.