

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

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра агрометеорології та
агроекології

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**Агрометеорологічні умови вирощування цукрових буряків
в Лісостеповій зоні України**

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

Освітня програма «Агрометеорологія»
(назва)

Журавська Христина Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник к.геогр.н., доцент

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

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

Рецензент к.геогр.н., доцент

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

Одеса 2018 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра агrometeorології та агроекології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Агrometeorологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агrometeorології та агроекології
Польовий А.М.
« 29 » жовтня 2018 року

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

Журавській Христині Володимирівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Агrometeorологічні умови вирощування цукрових буряків в Лісостеповій зоні України

керівник роботи Божко Людмила Юхимівна, к.геогр.н., доцент,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 5 » жовтня 2018 року № 271 С»

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018 року

3. Вихідні дані до роботи: 1.Агрокліматичні дані по Тернопільській області за 1986-2005 рр.; 2. Кліматичні сценарії А2 та А1В; 3.Програма моделі оцінки агрокліматичних умов формування урожайності сільськогосподарських культур.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Вивчити фізико-географічні умови та описати агрокліматичні умови вегетації сільськогосподарських культур у Тернопільській області; 2. Описати біологічні особливості цукрових буряків та основні сорти; 3.Описати модель оцінки агрокліматичних умов формування урожайності; 4. Оцінити коливання середнього по області врожаю цукрових буряків; 6. Оцінити зміну агрокліматичних умов вирощування цукрових буряків у зв'язку зі змінами клімату;

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

1. Графіки динаміки урожайності та відхилень урожайності від тренду;

2. Графіки порівняння температури повітря та опадів, вологозабезпеченості,

3. Графіки динаміки екологічних врожаїв різного рівня.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 29 жовтня 2018 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.	29.10.2018 р.		
2	Вивчення літературних джерел і підготовка першого і другого розділу роботи	30.10.2018 р. - 10.11.2018р	85	4 (добре)
3	Розрахунки середніх багаторічних величин періоду вегетації цукрового буряку за сценаріями	11.11.2018-18.11.2018р.	85	4 (добре)
	Рубіжна атестація	19.11.2018 р. - 24.11.2018 р.	85	4 (добре)
4	Узагальнення результатів. Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи.	25.11.2018р.-10.12.2018 р.	94	5 (відмінно)
5	Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складання протоколу і висновку керівника.	14.12.2018 р.	94	5 (відмінно)
	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	91,0	

Студентка _____ Журавська Х.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Божко Л.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Журавська Х.В. на тему: "Агrometeorологічні умови вирощування цукрових буряків в Лісостеповій зоні України"

В Україні цукровий буряк — одна з основних технічних сільськогосподарських культур. Він є основною сировиною для цукрової промисловості. Коренеплоди цукрового буряка містять 17—20% цукру.

Культуру вирощують в усіх регіонах України окрім Криму. Буряк — культура вимоглива до умов тепло та волого забезпечення впродовж вегетаційного періоду. Урожаї його коливаються щорічно в залежності від агротехніки вирощування та погодних умов.

Мета магістерської кваліфікаційної роботи полягала: 1-в характеристиці агrometeorологічних умов формування продуктивності цукрового буряку в Тернопільській області; 2- оцінці агрокліматичних умов формування екологічних врожаїв цукрового буряка різних рівнів; 3) - оцінці впливу змін клімату на формування продуктивності цукрового буряку.

Для досягнення поставленої мети були вирішені такі задачі: досліджена динаміка середніх по області врожаїв цукрового буряка, визначені відхилення врожаїв від динамічної середньої величини, які зумовлені погодними умовами кожного конкретного року, основі багатолітніх гідромeteorологічних та агrometeorологічних даних за період з 1986 по 2005 рік проведено числовий експеримент на базі моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового, яка була модифікована та адаптована відповідно до біологічних особливостей цукрового буряка, розраховані зміни різних агроекоекологічних категорій урожаїв цукрового буряка у зв'язку зі зміною клімату на період до 2050 року в разі реалізації зміни клімату за сценаріями А2 та А1В.

Об'єктами дослідження були агrometeorологічні умови вирощування цукрового буряка в Тернопільській області за період з 1986 по 2015 рр та розраховані величини на період до 2050рр..

Отримані результати можуть бути використані в сільському господарстві України, оцінка агrometeorологічних умов вирощування цукрового буряка дає змогу оцінити технологію вирощування культури та внести необхідні зміни до неї в залежності від сорту, кліматичної зони, інвестиційних можливостей.

Магістерська робота складається із вступу, 5 розділів, висновків та списку використаної літератури із 20 примірників, вміщує 7 таблиць та 12 рисунків.

Ключові слова: цукровий буряк, агrometeorологічні умови, агрокліматична оцінка, урожай, модель, зміна клімату.

SUMMARY

Zhuravska Kh.V. "Agricultural meteorology terms of growing of sugar beets in the Forest-steppe area of Ukraine"

In Ukraine sugar beet — one of basic industrial agricultural crops. He is basic raw material for saccharine industry. The root crops of sugar beet contain a 17—20% sugar.

A culture is grown in all regions of Ukraine except for Crimea. Beet – a culture demanding to the terms warmly and moistly providing during a vegetation period. The harvests of him hesitate annually depending on the aeromechanics of growing and weather terms.

The purpose of master's degree qualifying work consisted: to 1-v description of agricultural meteorology terms of forming of the productivity of sugar beet in the Ternopol area; to a 2 - estimation of agro climatic of forming of ecological harvests of sugar beet of different levels; 3) - to the estimation of influence of changes of climate on forming of the productivity of sugar beet.

For achievement of the put purpose it was decided such tasks: investigational dynamics of mean for areas yields of sugar beet, certain rejections of harvests from a dynamic average, which are predefined the weather terms of every concrete year, to basis of long-term hydro meteorological and agricultural meteorology information for period from 1986 to 2005 a year is conducted numerical experiment on the base of model of estimation of agro climatic resources of forming of the productivity of agricultural cultures of A.M. Polevoy, which was modified and adapted in accordance with the biological features of sugar beet, expected changes of different agroekological categories of harvests of sugar beet in connection with the change of climate on a period to 2050 year in the case of realization of change of climate to on scenario A2 and A1B.

Research objects were agricultural meteorology terms of growing of sugar beet in the Ternopol area for period from 1986 to 2015 and expected sizes on a period to 2050 rr.. Can be drawn on the got results in agriculture of Ukraine, the estimation of agricultural meteorology terms of growing of sugar beet enables to estimate technology of growing of culture and bring in necessary changes in it depending on a sort, climatic area, investment possibilities.

Master's degree work consists of introduction, 5 sections, conclusions and list of the used literature, from 20 copies, contains 7 tables and 12 picture.

Keywords: sugar beet, agricultural meteorology terms, agro climatic estimation, harvest, model, change of climate.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ..	7
1.1 Загальна фізико-географічна характеристика області.....	7
1.2 Агрокліматична характеристика Тернопільської області.....	8
2. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЦУКРОВОГО БУРЯКА ТА ЙОГО ВИМОГИ ДО УМОВ ВИРОЩУВАННЯ.....	13
2.1 Ботанічний опис цукрового буряка.....	13
2.2 Особливості росту і розвитку цукрового буряка.....	14
2.3 Вимоги цукрового буряка до світла	16
2.4 Вимоги цукрового буряка до тепла	20
2.5 Вимоги цукрового буряка до вологи	22
2.6 Вимоги цукрового буряка до ґрунтів та мінерального живлення	23
2.7 Сорти цукрового буряка.....	25
3. АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЦУКРОВОГО БУРЯКА В ТЕРНОПІЛЬСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	28
3.1 Динаміка врожаїв цукрового буряка	28
3.2 Агрометеорологічні умови розвитку цукрового буряка впродовж вегетаційного періоду.....	31
4. АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА УМОВ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЇВ ЦУКРОВОГО БУРЯКА.....	33
4.1 Загальна характеристика моделі	35
4.2 Оцінка агрокліматичних умов вирощування цукрового буряка в Тернопільській області	49
5. ОЦІНКА ЗМІНИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКА У ЗВ'ЯЗКУ ЗІ ЗМІНОЮ КЛІМАТУ.....	54
5.1 Агрокліматичні умови вирощування цукрового буряка за реалізації сценарію зміни клімату А2.....	55
5.2 Агрокліматичні умови вирощування цукрового буряка за реалізації сценарію зміни клімату А1В.....	59
ВСНОВКИ.....	73
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	75

ВСТУП

У процесі росту і розвитку на рослини впливають світло, тепло, волога, елементи мінерального живлення. Продуктивність рослин залежить від відповідності величин вказаних факторів вимогам рослин до навколишнього середовища.

Буряк (Beta) - одно- та дворічна, перехрестнозапильна трав'яниста рослина сімейства Марієвих, овочева, а також кормова і сахороностна культура. Рослина волого- і світлолюбна, досить холодо- і засухостійка. Культуру вирощують на всіх континентах, в Україні - у всіх землеробських районах, окрім Криму. Буряк більш вимогливий до тепла, чим морква. Оптимальна температура для росту коренеплодів +16..+22°C. Пристосована до підвищеної засоленості ґрунтів. Вегетаційний період у залежності від сорту 60-120 днів

В Україні найпоширеніші сорти цукрових буряків врожайно—цукристого напрямку. Серед них такі: Білоцерківський однонасінний 45, Білоцерківський ЧС 90 (чоловічо-стерильний), Верхняцький ЧС 63, Іванівський ЧС 33, Український ЧС 70, Уладівський однонасінний 35, Ювілейний, Ялтушківський однонасінний 64, Ялтушківський ЧС 72 тощо.

Цукровий буряк — одна з основних у нашій країні технічних сільськогосподарських культур. Він є основною сировиною для цукрової промисловості. Корені цукрового буряку містять 17—20% цукру.

Цукровий буряк має велике агротехнічне значення. Під нього застосовують глибоку оранку, вносять органічні й мінеральні добрива. Найбільше його сіють у господарствах Вінницької, Черкаської, Київської, Хмельницької, Полтавської, Харківської і Тернопільської областей.

Метою кваліфікаційної роботи є: 1) характеристика агрометеорологічних умов формування продуктивності цукрового буряку в Тернопільській області; 2) оцінка агрокліматичних умов формування екологічних врожаїв цукрового буряка різних рівнів; 3) - оцінка впливу змін клімату на формування продуктивності цукрового буряк.

Для виконання роботи використовувались матеріали багаторічних агрометеорологічних та метеорологічних спостережень за період з 1986 по 2005р.р. та сценарні розрахунки за сценаріями А1В та А2 з 2021 по 2050 р.

Розрахунки середніх багаторічних виконувались за стандартними статистичними програмами, а розрахунки на майбутнє за сценаріями з використанням моделі оцінки агрокліматичних ресурсів, розробленою А.М. Польовим.

1. АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Загальна фізико-географічна характеристика області

Тернопільська область розташована на заході України і знаходиться в межах Подільської височини, крайня північно-західна частина - на рівнинах Малого Полісся. Рельєф області - піднесений платообразний із загальним ухилом з півночі на південь.

Рельєф області горбистий лісовий, глибоко розрізаний каньонообразними долинами річок, балками і ярами; абсолютні висоти 120-170 м. На південному сході переважають карстові форми рельєфу [1].

Найбільшу площу в області (близько 72%) займають лісостепові опідзолені ґрунти: чорноземи, світло-сірі, сірі лісові, темно-сірі.

Найпоширеніші - чорноземи опідзолені. Відрізняються глибокою гумусовістю: гумусовий шар має глибину 83-90 см, вміст гумусу в верхньому горизонті - 3,6-3,9%.

Із загальної площі земельного фонду, яка становить 1382,4 тис. га, 85% складають землі, які використовуються для сільськогосподарського виробництва [2].

Територія Тернопільської області має помірно континентальний клімат із нежарким літом, м'якою зимою і достатньою кількістю опадів. Він сформувався під впливом різноманітних чинників. Головним із них є географічна широта, з якою пов'язана висота сонця над горизонтом і величина сонячної радіації, що надходить на поверхню області. Тривалість дня коливається від 8 до 16,5 годин.

Середньорічна температура повітря коливається від 6,9°C у центральній частині області до 7,4°C на півночі і півдні. Найтепліший місяць— липень, найхолодніший — січень. Влітку середні температури найвищі в південній частині області (18,8°C), а найнижчі — у центральній і західній частинах (18,0°... 18,5°C). У січні температури повітря в центральній частині дещо нижчі (-5,4°C) ніж температури в інших частинах області (-4,5 ... -5°C).

Вторгнення на територію області континентальних мас повітря призводить до значних коливань температури в усі пори року. Улітку температура може підніматися до $+37^{\circ}\text{C}$, а взимку — опускатися до -34°C . Розподіл тепла на території області має важливе значення для розвитку сільськогосподарських культур.

Суми температур вище 10°C найвищі на півдні області (2600°C), дещо нижчі на півночі (2565°C) і найнижчі в центральній частині (2470°C).

Вегетаційний період сільськогосподарських культур на території області триває 205-209 днів. Він починається з квітня і триває до кінця жовтня.

На території області випадає достатня кількість опадів (550-700 мм на рік). Найбільше їх на заході і на північному заході, найменше — на південному сході. Найбільша кількість опадів випадає влітку, найменша — взимку.

Сніговий покрив утворюється в другій половині грудня і тримається, як правило, до першої декади березня. Товщина його незначна (8-10 см). На території області чітко виділяються пори року. Кожна з них має свої особливості [1].

1.2 Агрокліматична характеристика Тернопільської області

Територія Тернопільської області має помірно континентальний клімат із нежарким літом, м'якою зимою і достатньою кількістю опадів. Він сформувався під впливом різноманітних чинників. Головним із них є географічна широта, з якою пов'язана висота сонця над горизонтом і величина сонячної радіації, що надходить на поверхню області. Висота сонця над горизонтом на території Тернопільської області в червні в полудень досягає $63-65^{\circ}$, у грудні — $17-19^{\circ}$, а в дні рівнодення — $40-42^{\circ}$. Тривалість дня коливається від 8 до 16,5 год.

Неоднакові показники висоти сонця над горизонтом та зміни хмарності упродовж року впливають на зміну денної сонячної радіації від 130 кал/см^2 у грудні до 532 кал/см^2 у червні, досягаючи за рік 40 ккал/см^2 .

Середньорічна температура повітря коливається від 6,9°C у центральній частині області до 7,4°C на півночі і півдні. Найтепліший місяць— липень, найхолодніший — січень. Улітку середні температури найвищі в південній частині області (18,8°C), а найнижчі — у центральній і західній частинах (18,0°... 18,5°C. У січні температури повітря в центральній частині дещо нижчі (-5,4°C) від температур в інших частинах області (-4,5 ... -5°C. В усі пори року територія області перебуває під впливом циклонів, які формуються над Атлантичним океаном.

Вторгнення на територію області континентальних мас повітря призводить до значних коливань температури в усі пори року. Улітку температура може підніматися до +37°C, а взимку — опускатися до -34°C. Відмінності в розподілі тепла на території області мають важливе значення для особливостей розвитку сільськогосподарських культур. Особливо важливі показники суми температур за період із середньодобовими температурами, вищими від 10°C, коли складаються сприятливі умови для розвитку сільськогосподарських культур. Вони найвищі на півдні області (2600°), дещо нижчі на півночі (2565°) і найнижчі в центральній частині (2470°).

Вегетаційний період на території області триває 205-209 днів. Він починається з квітня і триває до кінця жовтня.

На території області випадає достатня кількість опадів (550-700 мм на рік). Найбільше їх на заході і на північному заході, найменше — на південному сході. Найбільша кількість опадів випадає влітку, найменша — узимку. У літній період часто бувають зливи, нерідко— грози, а іноді— град. Сніговий покрив утворюється в другій половині грудня і тримається, як правило, до першої декади березня. Товщина його незначна (8-10 см). У другій половині зими нерідко бувають завірюхи, ожеледиця. Упродовж року на території області переважають північно-західні та північно-східні вітри, улітку переважають північно-східні. Швидкість вітру коливається в середньому від 4,5 до 6,0 м/сек. Сильні вітри (понад 11 м/сек) дмуть рідко, найчастіше — узимку і навесні.

На території області чітко виділяються пори року. Кожна з них має свої особливості [5].

Зима настає тоді, коли середньодобова температура опускається нижче від позначки 0°C. На Тернопільщині вона коротка і м'яка, з частими відлигами. Зима найдовша в центральних і східних районах (до 112 днів), найкоротша на заході та в низовинних ділянках на півночі (до 104 днів). Кількість днів зі сніговим покривом досягає 80-90. Відлиги і різкі коливання температур взимку і на початку весни нерідко наносять шкоду озимим культурам.

Весна в області починається із другої декади березня, після переходу середньодобової температури через 0°C, і триває до останньої декади травня, після переходу середньодобової температури через 15°C. Погода навесні дуже мінлива: нерідко тепло раптово змінюється різким похолоданням і навпаки. Повторні похолодання у квітні і травні, викликані вторгненням на територію області північних вітрів, призводять до заморозків. Весна закінчується тоді, коли цвітуть конвалії та акації.

Літо в області починається в кінці травня і триває до другої декади вересня. Найдовше воно в південно-східній частині області, а найкоротше — у центральній. Упершій половині літа часто бувають короткочасні зливи, велика кількість опадів. Іноді випадає град, який супроводжується сильними вітрами, що завдає неабиякої шкоди сільськогосподарським культурам. Закінчується літо досяганням ожини.

Осінь триває з вересня до кінця листопада. Перша її половина відзначається погожими сонячними днями. Перші заморозки починаються в середині жовтня. Уже наприкінці осені подекуди випадає сніг і на дорогах буває ожеледиця.

За відмінностями у кліматичних показниках на території області можна виділити три агрокліматичні райони: північний, центральний і південний.

Північний район охоплює територію Зборівського, Збарзького, Лановецького, Шумського, Кременецького адміністративних районів. Сума

температур, вищих від 10°C , становить у цьому районі 2600 — 2550°C . Середньорічна температура повітря майже на $0,5^{\circ}\text{C}$ нижча ніж у північній і південній частинах області. Безморозний період триває 160— 165 днів. Опадів випадає понад 650 мм на рік.

Центральний район називають ще «холодним Поділлям». До його складу входять Бережанський, Козівський, Підгаєцький, Терехівський, Тернопільський, Підволочиський, Гусятинський райони. Сума активних температур тут становить 2400 — 2500°C . Середньорічна температура повітря $+6,8^{\circ}\text{C}$. Безморозний період— 150-165 днів. Річна сума опадів коливається від 600 до 650 мм.

Південний район включає територію Борщівського, Бучацького, Заліщицького, Монастириського та Чортківського районів. Сума температур, вищих від 10°C , коливається тут від 2500° до 2700°C . Середньорічна температура повітря $+7,3^{\circ}\text{C}$, безморозний період— 160-165 днів, опадів випадає від 520 до 600 мм на рік. Цей район називають ще «теплим Поділлям». Весна настає тут майже на два тижні швидше, ніж на решті території області.

Достатнє зволоження, сприятливий температурний режим створюють на всій території області умови для вирощування сільськогосподарських культур лісостепової зони, зокрема озимої та ярої пшениці, ячменю, жита, вівса, цукрових буряків, картоплі, овочевих і кормових культур. У Південному агрокліматичному районі сприятливі умови для вирощування теплолюбних культур (помідорів, винограду, персиків, абрикосів тощо) [1,2].



Рисунок 1. Адміністративні райони Тернопільської області

2. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЦУКРОВОГО БУРЯКА ТА ЙОГО ВИМОГИ ДО УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

2.1 Ботанічний опис цукрового буряку

Рід буряка *Beta* сімейства Маревні (*Chenopodiaceae*) представлений однорічними, дворічними і багаторічними видами. Історично він сформований у Середземноморській Флористичній області. Вид буряк звичайний (*Beta vulgaris*) включає в себе кілька підвидів, у тому числі і *Vulgaris* - поліморфний збірний підвид, який об'єднує всі культурні дворічні та однорічні форми буряків. У свою чергу, цей підвид ділиться на різновиди: цукровий буряк (*v. Saccharifera*), столовий буряк (*v. Esculenta*), кормовий буряк (*v. Crassa*) і листовий буряк або мангольд (*v. Cicla*). Культурний цукровий буряк - гібридний організм, що вийшов від стихійного схрещування листової і коренеплідної форм буряка і покращений тривалою селекцією [3,4].

У перший рік життя цукровий буряк утворює потовщений коренеплід з розеткою з безлічі (50-90) прикореневих черешкових листків, поверхня їх на одній рослині досягає 3000 см². Коріння дорослої рослини першого року життя мають довгі кореневі волоски (до 3 мм), сягають глибини 3 м і відходять в сторони на 60 см.

У фазі "вилочки" (сходи з сім'ядолями до утворення справжніх листків) первинний корінь цукрового буряка проникає на глибину 12-15 см, а до часу появи першої пари справжніх листків - до 30 см. З цього часу головний корінь починає товщати в результаті поділу клітин перициклу і паренхіми первинного лубу. Первинна кора кореня в фазі трьох пар листя дає тріщини і скидається (линяння кореня), замінюючись вторинною корою, оточеною шаром пробкової тканини. Надалі поряд зі збільшенням числа листя відбуваються потовщення і розростання головного кореня - утворення коренеплоду.

Коренеплід формується внаслідок діяльності декількох (до 12) послідовно змінюють один одного камбіальних кілець судинно-волокнистих пучків. Між

цими кільцями розростається паренхімна тканина, в клітинах якої відкладається основна маса цукру[3].

При високому рівні агротехніки у буряка сильніше розвивається паренхімна тканина, що призводить до утворення більш великих і великовагових коренеплодів (маса 300-500 г і більше). Коренеплід дорослої рослини цукрових буряків конічної форми, в центральній частині циліндричний, трохи ребристий, без розгалужень, з малорозвиненою головкою, бічні корені розташовані двома рядами. Колір білий, м'якоть щільна.

У будові коренеплоду розрізняють: головку, яка несе листя та бруньки; шийку, на якій відсутні листя і коріння; власне корінь, на поверхні якого утворюються бічні корені .

Суцвіття - мутовчаста колосовидна кисть. Квітки формуються у верхній частині квітконосів, в пазухах приквітків, групами по 3-4 і більше у багатонасінні сортів або поодинокі у односімянних сортів (гібридів). Квітки обох статей, п'ятірного типу. Запилення перехресне за допомогою вітру (анемофільних) і частково комах. Плід - горішок .

У деяких біотипів буряка при нормальному розвитку жіночих органів відзначається недорозвинення чоловічих (пилковики не містять пилку). У цьому випадку рослини проявляють цитоплазматичну стерильність (ЦМС). Цю особливість використовують у селекційній роботі для отримання високопродуктивних гібридів [5].

При дозріванні плоди жовтіють і у багатосімянного буряка зростаються супліддя (клубочки), що складаються з 2-6 горішків, а у односімянного буряка клубочок складається з одного горішка. Маса 1000 суплідь багатосімянного буряку - 20-50 г, а односімянного - 20 г. Насіння, що лежить в плоді, має буре блискучу оболонку і становить - 25-30 % маси клубочка. Насіння складається з оболонки і зародка, який має дві сім'ядолі, брунечку між ними, подсемядольное коліно, зародковий корінець і перисперм із запасами поживних речовин.

У різних сортів цукрових буряків клубочки розрізняються за розміром: супліддя багаторосткових сортів значно більші плодів одноросткових сортів. Плоди сортів буряка врожайного напрями крупніше сортів цукристого напрямку. Великі, повновагі клубочки дають потужні проростки і високий урожай коренеплодів. З більших і важких насіння одного і того ж клубочка також розвиваються коренеплоди з більшою масою[6] .

Одноростковий цукровий буряк володіє деякими перевагами перед багаторостковим. При висіві його насіння паростки в рядках розподіляються розосереджено, коріння не переплітаються між собою, як у багаторостковому буряку. Це полегшує проріджування і коренева система рослини при цьому не пошкоджується. Основною перевагою такого насіння є зменшення трудових витрат на обробку, полегшення використання механізмів і зменшення витрати посівного матеріалу, а також витрат на їх отримання. Але у одноросткового буряка є й недоліки: менша врожайність у порівнянні з багаторостковим, велика чутливість до заморозків, хвороб, нестачі вологи, схильність до цвітіння[5].

2.2 . Особливості росту і розвитку цукрового буряку

Цукровий буряк, як і всі культурні форми коренеплодів, дворічна рослина. При нормальних умовах вона проходить цикл розвитку протягом двох періодів вегетації [3]. .

Фази росту і розвитку цукрових буряків першого року життя:

- 1 . проростання насіння
- 2 . " Вилочка "
- 3 . 1 пара листя
- 4 . 2-3 пара листя
- 5 . 7 лист
- 6 . Змикання листя в рядках
- 7 . Змикання листя в міжряддях

8 . Настання технічної стиглості

При проростанні насіння, спочатку рушають у ріст зародковий корінець і підсім'ядольне коліно. Дві сім'ядолі при виході на поверхню зеленіють і виконують функції листя (фаза "вилочки"). Через 6-8 днів після сходів утворюється 1 пара справжніх листків, за нею з'являються 2-3 пари. На цьому етапі органогенезу відбувається зміна анатомічних структур, або линька кореня. Надалі листя розгортаються вже по одному. Спочатку вони з'являються через кожні 2-3 дні, а в середині вегетації - через 1-2 дні. Наприкінці вегетації поява листя сповільнюється. У перший рік життя рослини буряка утворюють 60-90 листків, які залишаються діяльними протягом 60-70 днів. Найбільш продуктивні листя середнього ярусу (з 10 по 25). Тривалість активної діяльності кожного аркуша близько 25 днів. На час збирання чиста продуктивність фотосинтезу знижується, маса листя зменшується. Оптимальна площа листя на 1 га бурякової плантації становить - 40-50 тис. м².

У перший рік життя цукрових буряків (по Д.І. Прянішнікову) можна виділити три періоди. У перший період рослини енергійно утворюють листя і кореневу систему, зростання коренеплоду в товщину відстає від зростання листя (травень - червень). У другій період спостерігається посилене розростання коренеплоду і листя (липень - серпень). Для третього періоду характерні замелений приріст листя і інтенсивне накопичення сухої речовини (вересень - жовтень).

У перший рік життя на голівці коренеплоду в пазусі кожного аркуша закладаються сплячі бруньки, для розвитку яких необхідні знижені температури - 0-8 °С. Верхівкові бруньки, утворені восени, розвиваються за більш сприятливих умов. Якісні зміни для переходу до цвітіння і плодоношення у бруньок закінчуються восени або навесні наступного року, після висаджування коренеплодів утворюються квітконоси, на яких утворюються квітки і насіння. Іноді у частини рослин цукрових буряків спостерігаються відхилення від нормального дворічного циклу розвитку - від

посіву насіння до збору врожаю насіння. У цьому випадку у окремих рослин повний цикл розвитку сплячих бруньок та освіта квітконосних пагонів відбуваються в перший рік життя, це явище називається цвітучістю. Причина цвітучості - ранній посів в холодну затяжну весну і довгий світловий день. Цвітучі коренеплоди мало сахаристі і грубі, при зберіганні сильніше уражуються кагатною гниллю[3,4].

Деякі з коренеплодів, висаджених на другий рік для насіннєвих цілей, навпаки, не дають квітконосних пагонів і продовжують утворювати лише розетку листя. Такі рослини називаються "упертюхами". Вони з'являються під впливом підвищених температур під час раннього збирання, внаслідок осіннього і весняного підсихання маточних коренеплодів, підвищеної температури при зберіганні. "Уперті" починають плодоносити на третій рік. Наявність "диваків" серед висадки - насінників значно знижує врожай насіння.

У цукрового буряка розрізняють ботанічну, біологічну та технічну стиглість.

Ботанічна стиглість настає, коли дозріває насіння. При нормальному зростанні і розвитку рослин це зазвичай відбувається в кінці другого року життя.

Біологічна стиглість цукрових буряків першого року життя пов'язана з загасанням життєвих процесів рослини до кінця вегетаційного періоду. Це відбувається в результаті змін умов зовнішнього середовища: похолодання, скорочення світлового дня, зниження інтенсивності ФАР і т.д. Для біологічної стиглості характерні відмирання старого листя, повільне наростання маси коренеплодів і накопичення цукру в них, підвищення доброякісності соку, зменшення вмісту води і золи в коренеплодах[3].

Технічна стиглість цукрових буряків характеризується найбільшою масою коренеплоду і максимальним вмістом цукру при мінімальному середньодобовому прирості маси і цукристості коренеплоду. До моменту технічної стиглості зростає відношення маси коренеплоду до маси листя до 3:1.

Перед її настанням рядки буряків розмикаються, листя стає світло-зеленими, частково жовтіють і відмирають.

Тривалість вегетаційного періоду буряків першого року життя становить - 150-170 днів, залежно від умов вирощування.

Для одержання насіння буряка коренеплоди, вирощені в перший рік життя, викопують, зберігають протягом зими і висаджують навесні в ґрунт. З проростаючих бруньок головки розвиваються облистяні ребристі квітконосні пагони, що досягають висоти - 1-1,5 м.

Тривалість періоду вегетації цукрових буряків другого року життя становить 100-130 днів [4].

2.3 Вимоги цукрового буряка до світла

Цукровий буряк - рослина довгого дня, вимоглива до світла. Тривалість і інтенсивність сонячного світла роблять великий вплив на ріст і розвиток рослин, а також на накопичення цукру. Чим краще освітленість, тим успішніше протікає процес синтезу вуглеводів. Недолік світла, навпаки, різко знижує врожай і цукристість буряків.

Особливо вимогливий буряк до світла в період цукронакопичення. Один квадратний дециметр поверхні листа накопичує в годину близько 12 мг цукру. Нетривала зміна хмарних і сонячних періодів не заважають зростанню коренеплодів і цукристості. Цукристість буряка сильно залежить від числа сонячних днів в другу половину вегетації (у серпні та вересні) за умови достатньої забезпеченості рослин вологою [3].

Світло є найважливішим фактором, що забезпечує завершення стадій розвитку і перехід рослин від вегетативного росту до цвітіння і плодоношення. У різних кліматах земної кулі в процесі еволюції сформувалися види рослин з різною реакцією на режим тепла і освітлення.

Вплив світла на рослини починається з моменту виходу сімядолей на поверхню ґрунту і формування справжніх листків. З початком фотосинтезу рослина отримує все необхідне для свого зростання в процесі автотрофного харчування. На розвиток цукрових буряків та інших рослин, які відносяться до групи довгого світлового дня, сприятливий вплив робить світловий режим, який збагачений короткохвильовою радіацією.

Спектральний склад та інтенсивність світла мають велике значення в домінуванні синтетичних процесів, які протікають в рослині, а фактор темряви - в домінуванні процесів дисиміляції.

Якщо тривалість освітлення більше, то прискорюється зростання цукрового буряка в перший рік життя і розвиток її насінників в другий рік. Найбільш швидкий розвиток насінників відбувається при безперервному освітленні. При нестачі світла маса коренеплодів зменшується, хоча маса бадилля зростає.

Світло для рослин є не тільки джерелом енергії для фотохімічних процесів, але і діє на проникність плазми в клітинах. Для нормальної життєдіяльності буряка і забезпечення найбільшої продуктивності їй необхідне повне (змішане) світло, оскільки окремі частини світла, тобто його спектри, мають різне значення [4].

Вплив тривалості дня на цукровий буряк проявляється головним чином через процеси фотосинтезу. Збільшення довжини дня в вегетаційних дослідах з 8 до 12-14 годин супроводжується збільшенням маси кореня. Маса гички і відсоток цукру збільшується незначно. Однак загальний збір цукру при більш довгому дні в результаті зростання маси коренів збільшується. Найбільш сильна реакція на подовження світлового дня спостерігається при температурі 20° С (табл.2.1).

Світло для рослин є не тільки джерелом енергії для фотохімічних процесів, але і діє на проникність плазми в клітинах. Для нормальної життєдіяльності буряка і забезпечення найбільшої продуктивності їй

необхідний повний (змішаний) світло, оскільки окремі частини світу, тобто його спектри, мають різне значення.

Спектральний склад та інтенсивність світла мають велике значення в домінуванні синтетичних процесів, які протікають в рослині, а фактор темряви - в домінуванні процесів дисиміляції [4].

Таблиця 2.1 - Вплив тривалості дня на продуктивність цукрових буряків

День		Ніч		Корінь			Маса листя, г	
Темпе- ратура, °С	Тривал ість, години	Темпе- ратура, °С	Тривал ість, години	Вага, г	Сахароза		Сира	Суха
					%	Вага,г		
20	8	14	16	443	8,9	40,3	745	108
20	10-14	14	14-16	913	9,9	90,6	810	136
23	8	17	16	474	8,5	40,7	838	112
23	10-14	17	14-16	927	9,5	86,3	824	114
26	8	20	16	463	7,1	32,2	668	121
26	10-14	20	14-10	794	8,5	67,8	892	115

2.4 Вимоги цукрового буряку до тепла

Існують різні думки про температурні межі росту цукрових буряків. За даними насіння проростає при температурі від 2 до 35 °С. Але при низькій температурі (2-5 °С) в холодну затяжну весну насіння проростає повільно, і період від посіву до сходів може розтягнутися на 45-60 днів.

Ряд авторів вважає низькою для появи сходів температуру 6-7 °С. При такій температурі для появи сходів потрібно 17-18 днів. При температурі 15-25° С буряк сходить на 3-4 день

Результати польових експериментів, проведених в УкрНДГМІ показали, що чим більше в періоді посів - сходи днів з температурою нижче 8-9°C, тим цей період триваліше [4,5].

При занадто ранньому посіві, у разі повернення холодів сходи можуть постраждати. Проте за даними сходи цукрових буряків без помітної шкоди переносять короткочасне зниження температури до - 4 - 5°C. Але самі молоді рослини (з ледь розвиненими сім'ядолями) найбільш чутливі до морозів, вони іноді гинуть навіть при температурі - 3 °С, якщо заморозок настає раптово.

Листя дорослих рослин витримують до -5-6 °С, тоді як для надземної частини коренеплодів заморозки -2-3 °С вже становлять велику небезпеку. Це наслідок великого обводнення тканин коренеплодів, слабкою водоутримуючою здатністю клітин, невисокою концентрацією цукру у клітинному соку і слабого розвитку кореневої системи, особливо в початковий період росту рослин [3].

О.М.Конторщикова вважає, що оптимальні умови для появи сходів цукрових буряків створюються при запасах вологи в шарі 0-10 см, близьких до польової вологоємності, і при середній температурі повітря за період посів - сходи не нижче 13°C. При більш низьких температурах і запаси вологи тривалість періоду зростає, нерідко досягаючи 25-30 днів. Часто подовження цього періоду спостерігається внаслідок наявності ґрунтової кірки, яку рослини пробивають насилу [7].

Період життя рослини буряків від сходів до появи першої пари справжніх листків (розеткових) називається фазою вилочки. У цій фазі проросток має дві сім'ядолі, підсемядольне коліно (стеблинка) і корінець. Сім'ядолі відіграють велику роль у харчуванні рослин, т.к. засвоюють вуглекислоту повітря, необхідну для подальшого наростання маси рослин. Знищення сім'ядолей знижує вагу кореня на 20-25%. Тому необхідно боротися з довгоносіком, блохою та іншими шкідниками, а також оберегти сім'ядолі від обламування.

За фазою вилочки , через 8-10 днів настає фаза першої пари листочків. Ці листочки вже значно більші сімядолей, але набагато дрібніше наступних листків. Проріджування цукрових буряків у рядках (проривку) проводять саме у фазі першої пари справжніх листків. Запізнення з проривку призводить до взаємного пригнічення і затінення рослин та зменшення доступу світла [3].

2.5 Вимоги цукрового буряку до вологи

Для цукрових буряків, як і для інших культур, вода є чинником мінімуму. За даними С. М. Алпатьєва та ін [8], сумарне водоспоживання цукрових буряків в умовах південного степу України в роки з 5 %-ної і 95 %-ної забезпеченістю вологою коливається від 4700 до 7200 м³/га. Поливи на 25-40 т / га підвищують врожайність цукрових буряків [10].

Перші поливи для буряка першого року життя в початковий період даються малими нормами (300-400 м³/га), тому що в цей час коренева система проникає в ґрунт неглибоко, а надземні органи розвинені слабо, тому й води випаровується небагато. У подальшому поливні норми збільшуються до 600-700 м³, а в посушливі роки - до 800-900 м³. При поливі дощуванням, сприятливо діють на листя, поливні норми зазвичай невеликі, тому їх слід давати частіше і промочувати ґрунт на велику глибину.

Цукровий буряк найбільш чутливий до вмісту вологи в період з другої половини липня до кінця другої декади серпня - це так званий критичний період, що характеризується посиленням ростом листя і коренеплодів. У цей час витрачається 2/3 необхідної води у зв'язку з максимальною транспірацією і зростанням коренеплодів [7].

Ґрунтова посуха і припинення поливів в цей період зупиняє ріст коренів, нижнє листя починають жовтіти і відмирати, що неминуче негативно позначається на врожаї. Тому в період максимального споживання води буряком на першому році його життя слід забезпечувати рівномірно рослини водою, щоб отримати високий урожай коренеплодів з високою їх цукристістю.

За даними Д. А. Штойко та ін [4], в критичний період розвитку цієї культури на важких ґрунтах слід підтримувати вологість 0,7 - метрового шару ґрунту не нижче 80 % НВ, на легких за механічним складом - не нижче 70 % НВ.

У польових умовах цукровий буряк витрачає воду більш економно, ніж інші культури - пшениця, овес, горох, картопля, конюшина і т.д. Це дає підставу вважати цукровий буряк більш-менш посухостійкою культурою.

Транспіраційний коефіцієнт цукрових буряків значно коливається залежно від ряду зовнішніх факторів і властивостей самої рослини (сорт і т.д.). У зв'язку з цим приводяться значення транспіраційних коефіцієнтів, отримані різними дослідниками, далеко не однакові і коливаються від 130 до 467 .

На утворення 1 г сирої ваги кореня з відповідною кількістю бадилля йде 80 см³ води, на освіту 1 г сухої речовини всього рослини - 240 см³ води, на освіту 1 г цукру в корені - 500 см³ води [3].

2.6 Вимоги цукрового буряка до ґрунтів і мінерального живлення

Цукровий буряк вимоглива до родючості ґрунту. Глибина орного шару повинна бути 30-32 см. Буряк краще росте на ґрунтах з потужним орним шаром, що містить достатню кількість поживних речовин, і що мають пухке складення.

Найбільш сприятливі умови для зросту створюються на чорноземах, при щільності їх складання 1,0-1,2 г/см³ і сіроземах - 1,2-1,4 г/см³. Збільшення або зменшення щільності складення ґрунту знижує продуктивність цукрових буряків.

Причиною низької врожайності цукрових буряків в ряді випадків є підвищена кислотність ґрунтів, їх засолення. Шкідлива дія солей пояснюється

надмірно високою концентрацією їх у ґрунті, що затримує надходження азоту в рослину і знижує ростові процеси [4].

Різде зниження продуктивності викликають також хвороби і шкідники рослин. Ефективним способом боротьби з шкідливими комахами як в ґрунті так і на поверхні є передпосівне внесення в рядки гранульованих інсектицидів на основі суперфосфату. Поява вірусної жовтяниці попереджається раннім знищенням переносника цієї хвороби - чорної бурякової попелиці - при обробці рослин розчином фосфаміду. Щоб уникнути розвитку кореневої гнилі необхідно суворе дотримання сівозміни.

У формуванні продуктивності рослин найважливіша роль належить мінеральному живленню, особливо таким поживним елементам як азот, фосфор і калій. Прийняті норми добрив (в кг/га) складають: азот - 80-120, фосфор - 85-115, калій - 85-125. Цукровий буряк поглинає з ґрунту більше поживних речовин, ніж ряд інших культур [4].

Буряк споживає азот протягом всього періоду вегетації, особливо багато використовує його при посиленому освітленні листя. У створенні листового апарату і накопиченні маси кореня азоту серед інших елементів живлення належить основна роль. Цукру в корені буряка накопичується більше в тому випадку, якщо краще розвинений листовий апарат рослини, а формування урожаю обумовлено життєдіяльністю переважно великих листів - до третього десятка. Азотні добрива на тлі фосфорно-калійних підвищили урожай цукрового буряку на 36-55 ц/га.

Найважливішим засобом збагачення ґрунту поживними речовинами є внесення добрив. Свою специфіку має режим мінерального живлення цукрових буряків, який полягає в тому, що найбільш позитивний вплив на продуктивність надає внесення 80-85 % норми NPK восени під глибоку оранку. Крім того, добрива вносять під час посіву в рядки і протягом всієї вегетації [4].

Вченими Львівського національного аграрного університету, встановлено, що цукровий буряк дуже сприятливо відгукується на внесення не

тільки мінеральних добрив, а й перегною. У результаті проведення дослідів як з мінеральною системою добрив, так і з мінерально-органічної, був зроблений висновок, що цукристість в другому випадку підвищується на - 0,5%, а врожайність на 102-124 ц/га в порівнянні з внесенням тільки мінеральних добрив (табл. 2.2) [6].

Таблиця 2.2 - Вплив систем удобрення та гербіцидів на вихід побічної продукції цукрового буряка

Система добрив	Захист від бурянів	Цукристість,%	Врожайність,ц/га		Співвідношення продукцій
			корнеплоди	ботва	
Мінерально-органічне	Без гербиц.	15,7	195	183	1:0,94
	С гербиц.	16,0	251	199	1:0,79
Тільки мінеральне	Без гербиц.	15,3	83	119	1:1,43
	с гербиц.	15,5	127	164	1:1,29

2.7 Сорти цукрового буряка

У нашій країні районовані понад 40 сортів і гібридів одноросткових цукрових буряків. Розрізняють сорти цукристого, врожайного і цукрово-урожайного напрямків В сортах цукристо – врожайних напрямів поєднуються висока цукристість з високою врожайністю.

З сортів багаторосткових буряків найбільше поширення мають сорти Всеросійського науково-дослідного Інституту цукрових буряків і цукру:

Рамондський 06 - найпоширеніший сорт, скоростиглий, з підвищеною цукристістю, мало квітучий, посухостійкий, стійкий проти захворювання кагатної гниллю:

Рамондський 023 - ранньостиглий, посухостійкий, з підвищеною цукристістю, мало квітучий, чутливий до високого агротехнічного фону;

Рамондський 1537 та інші. Ці сорти мають цукристість до 22% широко районовані в центрально-чорноземної зоні і в інших районах Росії, на Україні, однак в останні роки романівські сорти почали поступатися місцем одноростковим гібридам і сортам буряків.

З інших сортів багаторосткових буряків слід відзначити сорти Черкаської обласної дослідної станції - Верхняцька 038, Верхняцький 020, а також сорт Уладово-Люлінецької селекційної станції Уладівський 752.

Уладівський 752 - високоврожайний сорт, з хорошою пристосовуваністю до місцевих умов, мало квітковий. Прямостоячі листя цього сорту полегшують механізовану обробку міжрядь і роздільну прибирання врожаю.

За останні роки дуже швидко йде розширення посівів сортів однонасінної, а також гібридів однонасінних і багатонасінних буряків. З однонасінних сортів найбільше значення мають:

Ялтушківський однонасінний, Ялтушківський гібрид, Білоцерківський однонасінний.

Ялтушківський однонасінний відрізняється широкою екологічною пластичністю. Вона районована на Україну, на Алтаї, в центральних чорноземних областях і Краснодарському краї Росії, в Молдові і ряді інших районів.

Білоцерківський однонасінний - родоначальник однонасінних сортів, відрізняється високим відсотком однонасінності (95-98%).

В останні роки районовані гібридні сортосуміші і гібриди цукрових буряків: сортосуміш Уладівський 752 (50%) + Верхнячський 020 (50%): гібрид Білоцерківський однонасінний X Верхнячський 020 та інші.

На корм в районах промислового бурякосіяння можна використовувати сорти фабричного цукрового буряка або спеціально виведені кормові сорти, такі, як Цукровий округлий, Північний ВІК та інші.

Більшість районованих сортів і гібридів цукрових буряків в нашій країні отримано на основі так званих диплоїдних форм, що характеризуються подвоєним числом хромосом в соматичних клітинах: якщо в їх статевих клітинах налічується 9 хромосом, то в соматичних - 18 або два набори по 9 хромосом.

У селекційній роботі використовують також поліплоїди, які зазвичай отримують експериментальним шляхом, в результаті обробки проростає насіння або пагонів сім'яників сильнодіючими хімічними речовинами колхицином або парами аценафтена[4,6].

3. АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЦУКРОВОГО БУРЯКА В ТЕРНОПІЛЬСЬКІЙ ОБЛАСТІ

3.1 Динаміка врожаїв цукрового буряка

Урожаєм, або валовим збором у статистиці називають загальний обсяг виробництва продукції, зібраної з усієї площі посіву окремих сільськогосподарських культур. Розмір урожаю залежить від розміру посівної площі та урожайності сільськогосподарської культури [11].

Продуктивність сільськогосподарських культур залежить від відповідності кліматичних ресурсів біологічним особливостям та агротехніці вирощування культури. Тобто урожайність є інтегральним показником, який висвітлює вплив всього комплексу умов сільськогосподарського виробництва.

Розглянемо урожайність цукрового буряку в Тернопільській області за період від 1986 року до 2010 року та агрометеорологічні умови впродовж вегетаційного періоду.

В Тернопільській області середня урожайність цукрових буряків за 20 років становила 274 ц/га, при середньому періоді вегетації 129 днів, середній сумі активних температур 2061 °С, сумі ефективних температур - 1035 °С, а також при середній сумі опадів за вегетаційний період – 333 мм, та вологозабезпеченості 91 %.

Був проведений аналіз динаміки врожаїв цукрового буряка по Тернопільській області за період з 1986 по 2015 роки (рис. 3.1). Була розрахована лінія тренда методом найменших квадратів, визначені відхилення урожайності від лінії тренда, проаналізована динаміка тенденції урожайності та оцінка кліматичної мінливості врожаїв по території дослідження. На рисунку плавна лінія характеризує тренд врожайності, а ламана лінія - щорічні коливання врожайності за погодних умов кожного конкретного року.

Як видно з рис. 3.1, за досліджуваний період відбувся спад трендової компоненти, що свідчить про суттєве зниження рівня культури землеробства. Тенденція урожайності від'ємна і складає -5 ц/га. Протягом зазначеного періоду спостерігалися значні коливання фактичної урожайності на території дослідження. Наприклад, на початку дослідження не значно нижче середньої за 20 років і склала 257-273 ц/га. З 1996 року по 2002 рік врожайність цукрового буряку помітно зменшувалась, найменше значення врожаю спостерігалось у 1997 році і становило 168 ц/га.. З 2003 року врожайність почала знову підвищуватись і коливаючись із року в рік досягла найбільшого значення у 2004 році вона трохи перевищила середнє значення, а потім знову знижувалася у 2014 році і становила 465 ц/га. За період з 2003 року по 2015 рік найменші врожаї спостерігались у 2010 році та 2013 році.

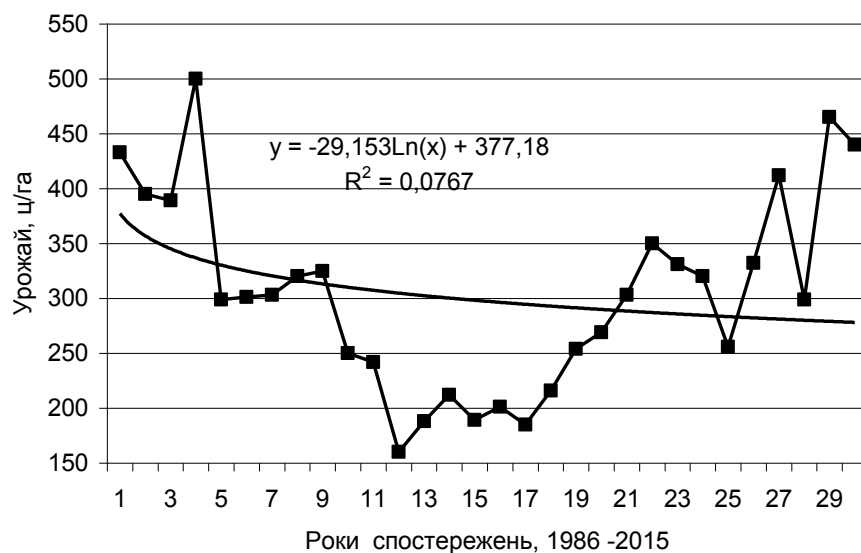


Рис. 3.1. Динаміка середнього по Тернопільській області урожаю (1) цукрового буряку і лінія тренду (2).

Для виявлення в чистому виді впливу погодних умов окремих років на формування врожаю цукрового буряку, розглянемо відхилення фактичних урожаїв від лінії тренду (рис. 3.2). За період спостережень 12 випадках спостерігались від'ємні відхилення, які були досить суттєвими і досягали -17 ц/га у 1991 р., -20 ц/га у 1998 р. та -58 ц/га у 2010 р.

Аналіз рис.3.1.та 3.2 показує, що урожайність цукрового буряку в Тернопільській області значною мірою визначається агрометеорологічними умовами впродовж вегетаційного періоду.

у

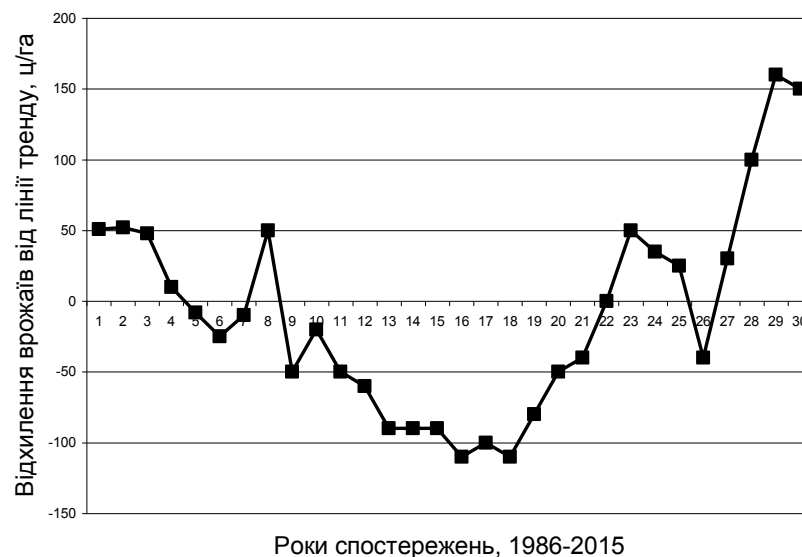


Рис. 2. Відхилення середніх по області урожаїв цукрового буряку від лінії тренду (т/га)

За розглянутий період урожайність цукрового буряку зменшувалась з 1986 року, коли вона не перевищувала 430 ц/га . Далі, починаючи з 1996 року урожайність зменшувалась більш швидкими темпами і досягла найменших значень в 2001 та 2003 роках і становила вона склала 188 ц/га. Не дивлячись на зниження культури землеробства прогноз урожайності значно змінювався по

десятиріччях. Наприклад, за період з 1986 по 2005 р.р. максимальний урожай становив 502 ц/га, мінімальний 175 ц/га. Діапазон відмінностей становить 302 ц/га. У чистому вигляді вплив агрометеорологічних умов окремих років на продуктивність цукрового буряку можна визначити за допомогою рис. 3.2, де представлені врожайності ($\Delta \hat{O}_t$) цукрового буряку в окремі роки від лінії тренда. За розглянутий період 1986 - 2005 р.р. спостерігався урожай вище лінії тренду в 9 роках, а негативні відхилення врожайності від точок тренда спостерігалися в 11 роках. Як правило, урожай вище лінії тренду спостерігався в роки сприятливі за умовами тепло і вологозабезпеченості (заморозки, посухи, суховії та ін.)

Аналіз розглянутих матеріалів дозволяє зробити наступні висновки. Не дивлячись на погіршення культури землеробства за 1986 - 2015 р.р. мала місце мінливість виробничих урожаїв в окремі роки під впливом коливання агрометеорологічних показників, а також інших факторів. При цьому в усі роки зберігалася значна залежність врожайності цукрового буряку в Тернопільській області від метеорологічних показників. Тому наступна задача полягала у встановленні кількісних зв'язків між врожайністю і агрометеорологічними показниками.

3.2. Агрометеорологічні умови розвитку цукрового буряку впродовж вегетаційного періоду

Виробництво продукції вимагає глибокої та всебічної оцінки впливу погодних умов на процеси формування продуктивності сільськогосподарських культур.

У зв'язку з відповідними характеристиками агрокліматичних ресурсів є дані про продуктивність і врожайність культур в залежності від показників клімату. Однак, адекватне вираження агрокліматичних ресурсів при такому підході досить складне, оскільки фактори погоди впливають на рослини

безперервно і комплексно, а результат впливу залежить від фізіологічних параметрів самих рослин і ценотичних взаємодій в агрофітоценозах [4].

Для виявлення першорядного фактору, який переважно впливає на формування врожаю цукрових буряків у Тернопільській області були розраховані агрометеорологічні показники: тривалість періоду, суми активних і ефективних температур, середня температура повітря, сума опадів, сумарне випаровування, випаровуваність, вологозабезпеченість та ГТК.

В табл. 3.1 представлені агрометеорологічні показники розвитку цукрового буряку в період від початку росту кореню до збирання. Збирання цукрового буряку в Тернопільській області відбувається в середньому багаторічному наприкінці вересня. Тривалість періоду від початку росту коренеплоду до збирання в середньому становить 64 дні і за цей період накопичується сума активних температур біля 1200 °С.

Сума опадів в цей період менша, ніж до початку росту коренеплоду, дуже варіює з роками і в середньому становить 132мм. У зв'язку з коливанням опадів коливається і значення вологозабезпеченості посівів. Воно в середньому становить 72 % і коливається від 49 % у 2005 році до 100% у 2000, 2004 роках. Як видно із табл.3.1 коливання розрахованих агрометеорологічних показників значне і воно показує, що на формування врожаїв цукрових буряків впливає безліч факторів, як агрометеорологічних, так і факторів культури землеробства, як то: строків сівби, появи шкідників і хвороб, застосування добрив та дотримання термінів сівби, термінів внесення добрив та їх кількості, термінів збирання коренеплодів.

З таблиці 3.1 видно, що за період з 1986 по 2015 рр. в Тернопільській області середня врожайність склала 306,6 ц/га, при середній тривалості періоду вегетації 151 день, середня сума активних температур становила 2530,5°С, сума ефективних температур – 1336,5 °С, при сумі опадів за вегетаційний період – 354,3 мм, та вологозабезпеченості 80 %.

Таблиця 3.1 - Агрометеорологічні показники в період від дати
початку росту кореня до збирання цукрових буряків

Роки	Урожай, ц/га	Запаси вологи в шарі 0-50, мм		Сума температур, °С на 1 серпня	Маса кореню, г	Сума опадів, мм на дату початку росту кореня
		На дату початку росту кореня	На дату збирання			
1986	343	89	54	1906.4	217	44
1987	393	84	57	1685.1	212	52
1988	401	98	46	1856.6	250	72
1989	385	81	58	1944.9	267	72
1990	311	80	67	1815.1	218	100
1991	295	75	66	1766.7	190	62
1992	280	93	80	1640.9	189	29
1993	284	97	80	1567.1	210	81
1994	265	104	103	1554.2	194	100
1995	261	75	56	1766.6	193	62
1996	208	89	60	1725.6	176	32
1997	250	103	94	1690.0	188	97
1998	213	89	65	1454.6	199	50
1999	213	90	79	1958.2	190	100
2000	212	101	101	1565.2	147	81
2001	228	94	64	1654.3	168	41
2002	216	91	73	1596.2	220	28
2003	240	82	76	1695.0	180	92
2004	296	88	83	1646.0	210	70
2005	328	90	76	1552.3	183	85
2006	342	86	56	1549.0	146	84
2007	312	85	35	1842.0	189	74
2008	335	88	54	1440.0	202	40
2009	302	89	56	1709.0	174	31
2010	268	60	55	1357.0	156	90
2011	296	88	83	1646.0	210	70
2012	328	90	76	1552.3	183	85
2013	342	86	56	1549.0	146	84
2014	312	85	35	1842.0	189	74
2015	335	88	54	1440.0	202	40

Найбільша врожайність в області спостерігалася 1987 року і становила майже 500 ц/га, при періоді вегетації 126 днів, середньої суми активних температур, яка дорівнює 1892 °С, суми ефективних температур - 1009 °С, а також при середній сумі опадів за вегетаційний період – 422 мм, та вологозабезпеченості 100 %. Найменше врожайність 175ц/га у 1998 році, при періоді вегетації 114 днів, середньої суми активних температур, яка дорівнює 1855°С, суми ефективних температур - 1050°С, а також при середній сумі опадів за вегетаційний період – 401мм, та вологозабезпеченості 100 %.

4. АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА УМОВ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЇВ ЦУКРОВОГО БУРЯКА

4.1 Загальна характеристика моделі

Продуктивність сільськогосподарських культур обумовлюється цілою сукупністю агрокліматичних показників, які характеризують агрокліматичні ресурси території. Показники агрокліматичних ресурсів повинні всебічно відображати: 1 - наскільки сільськогосподарські культури забезпечені цими ресурсами, 2 - співвідношення ресурсів потребам рослин, 3 - ступінь використання цих ресурсів. Найадекватніше відображення агрокліматичних ресурсів може бути реалізовано в агроекологічних категоріях врожайності, які ґрунтуються на принципах максимальної продуктивності і відповідності умов зовнішнього середовища потребам рослин [12,13].

Згідно з першим принципом – максимальної продуктивності – рослини та фітоценози в природних умовах мають максимальну в існуючих умовах продуктивність, а також максимальний коефіцієнт корисної дії (КПД) використання фотосинтетичний активної радіації (ФАР). Згідно з другим принципом – відповідні умови – максимальній продуктивності і висока врожайність забезпечуються шляхом створення умов, які задовольняють потребам рослин. Принцип відповідності умов реалізується антропогенним впливом:

- 1) зміна умов навколишнього середовища відповідно до потреб сільськогосподарських культур реалізується шляхом використання відповідних агротехнічних заходів;
- 2) досягнення кращої відповідності біологічних властивостей рослин умовам навколишнього середовища за допомогою селекції;
- 3) розміщення сільськогосподарських культур, їх окремих сортів та гібридів відповідно до ґрунтово-кліматичних умов та з урахуванням мікрокліматичних особливостей території;

4) цілеспрямований і обґрунтований захист рослин від хвороб і шкідників.

Запропонована Тоомінгом Х.Г. [12,13] система еталонних урожаїв дозволяє значно глибше підходити до вирішення питань оцінки відповідності кліматичних ресурсів біологічним вимогам різних сільськогосподарських культур. Цей принцип знайшов широке використання .

На основі концепції максимальної продуктивності Тоомінга Х. Г. [12] і результатів моделювання формування урожаю, отриманих в роботах А.М.Польового [10], була розроблена модель формування урожаю овочевих культур, яка призначена для оцінки продуктивності клімату України. Для більш детальної оцінки агрокліматичних умов за крок моделі прийнято декаду. Модель має блокову структуру і вміщує шість блоків (рис.4.1): блок **вхідної інформації**; блок показників сонячної радіації і вологотемпературного режиму; блок функції впливу фази розвитку і метеорологічних чинників на продуктивний процес рослин; блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням; блок агроекологічних категорій врожайності; блок узагальнюючих оцінкових характеристик.

Блок вхідної інформації. Цей блок вміщує дані стандартних метеорологічних і агрометеорологічних спостережень та включає всі необхідні для виконання розрахунків характеристики. Вони діляться на дві групи:

- перша група: середня за декаду температура повітря, °С; сума опадів за декаду, мм; середня за декаду загальна хмарність, бал; середня за декаду відносна вологість повітря, %; кількість днів у розрахунковій декаді;
- друга група: відомості про внесення доз азотних, фосфорних і калієвих добрив, кг/га; дані про оптимальні дози цих добрив, кг/га; дані про внесення органічних добрив і їх оптимальну дозу, т/га; про рік внесення органічних добрив; балі ґрунтового бонітету[10].

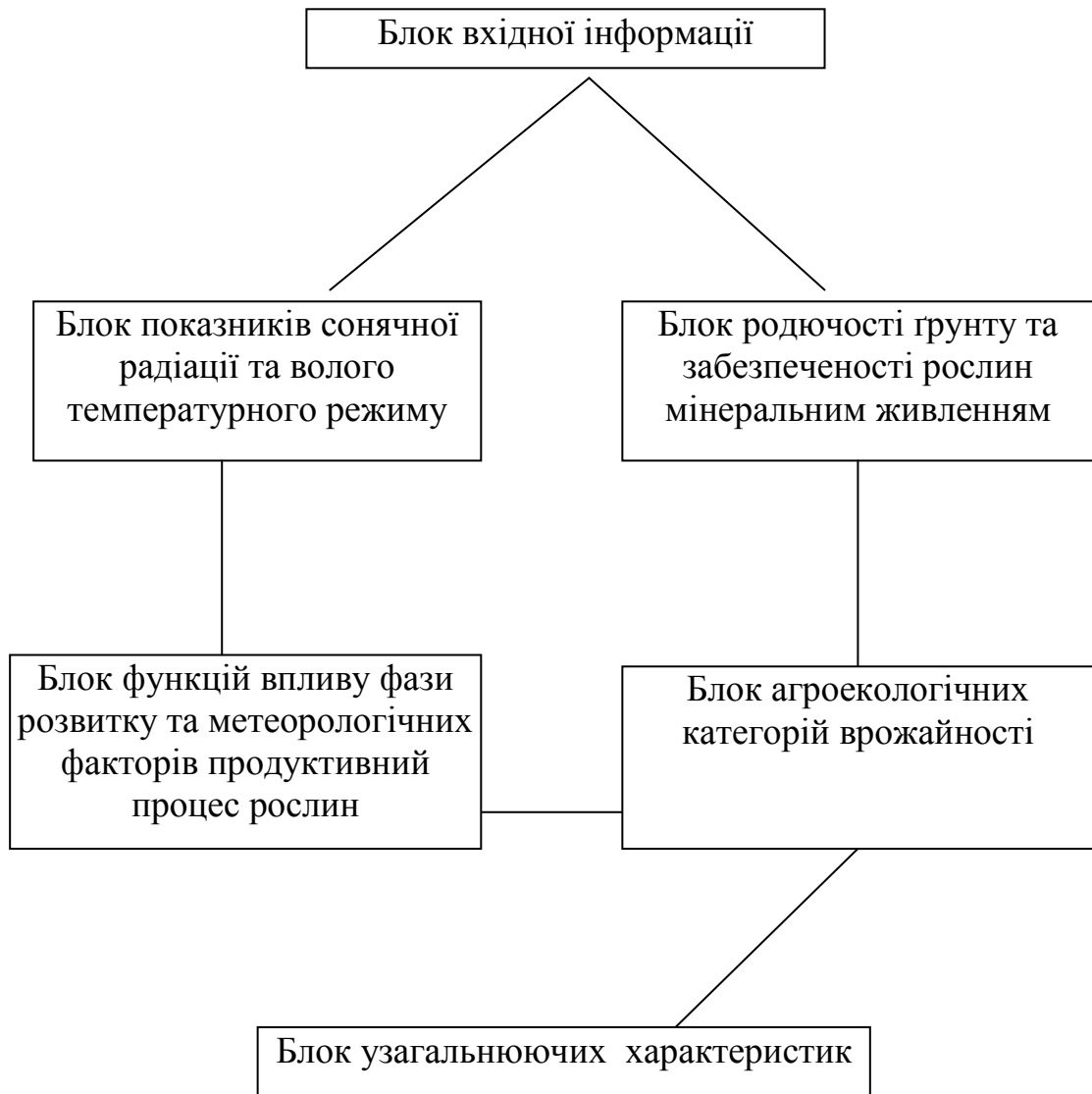


Рис.4.1. Блок – схема базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів

Блок показників сонячної радіації і волого температурного режиму.

Для розрахунку інтенсивної сумарної сонячної радіації використовується формула Берлянда [10]:

$$Q_0^j = Q_{\max}^j \cdot (1 - 0.38 \cdot (1 + N) \cdot N), \quad (4.1)$$

де Q_0^j - сумарна сонячна радіація, що приходиться на горизонтальну поверхню, кал/см²·сутки;

Q_{\max} – максимально можлива сумарна сонячна радіація, кал/см²·сутки;

N – середня за декаду загальна хмарність;

j – номер розрахункової декади.

Для розрахунку випаровуваності (E_0) була використана формула Алпатьєва А. М.:

$$E_0^j = 0.65 \cdot ДВВ^j \cdot dv^j \cdot 0.75, \quad (4.2)$$

де $ДВВ$ – середній за декаду дефіцит вологості повітря;

dv – кількість днів в розрахунковій декаді.

Сумарне випаровування визначається за формулою Харченко С. І. [9]:

$$E^j = \frac{2W^j + O_s^j + P_{nor}^j}{1 + \frac{1W_{HB}}{E_0^j}}, \quad (4.3)$$

де E – сумарне випаровування;

P_{nor} – норма вегетаційних поливів;

W_{HB} – найменша вологомісткість в шарі ґрунту 0-100 см;

O_s – сума опадів за декаду, мм;

W – запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см.

За допомогою співвідношення розраховується інфільтрація в нижні шари ґрунту

$$F_{ilt}^j = W^j + O_s^j + P_{nor}^j - E^j - W_{HB}, \quad (4.4)$$

де F_{ilt} – інфільтрація в нижні шари ґрунту за декаду, мм

Розрахунок запасів продуктивної вологи виконується за рівнянням водного балансу:

$$W^{j+1} = W^j + O_s^j + P_{nor}^j - E^j - F_{ilt}^j, \quad (4.5)$$

Блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних чинників на продуктивний процес рослин. В основі продуктивного процесу рослин лежить фотосинтез. Його інтенсивність обумовлюється фазою розвитку рослин і умовами навколишнього середовища.

Для розрахунку онтогенетичної кривої фотосинтезу скористаємося формулою [10]

$$\alpha_{\phi}^j = \exp \left[-a_{\phi} \cdot \left(\frac{TS_2 - \sum t_1}{10} \right)^2 \right] \quad (4.6)$$

в якій величину α_{ϕ} знаходиться з виразу:

$$\alpha_{\phi} = \frac{-100(\ln)\alpha_{\phi}^0}{(\sum t_1)^2} \quad (4.7)$$

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

α_{ϕ}^0 – початок онтогенетичної кривої фотосинтезу, відн. од.;

$\sum t_1$ – сума ефективних температур від висаджування розсади у ґрунт, за якої спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу рослин °С;

TS_2 – сума ефективних температур, ° С.

Функція впливу температури повітря на продуктивний процес визначається за допомогою наступної процедури. Температурна крива фотосинтезу визначається з формули[9]

$$\Psi_{\phi} = \begin{cases} 1.37 \cdot \sin(0.077 \cdot x_1^j), npu(t^j - t_0) < t_{opt1}^j \\ 1, nput_{opt1} \leq (t^j - t_0) \leq t_{opt2}^j \\ 1.13 \cdot \cos(1.570 \cdot x_2^j), npu(t^j - t_0) > t_{opt2}^j \end{cases}, \quad (4.8)$$

де Ψ_{ϕ} – температурна крива фотосинтезу;

t – середня за декаду температура повітря;

t_0 – середня за декаду температура повітря, при якій починається

фотосинтез;

t_{opt1} – нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу;

t_{opt2} – верхня межа температурного оптимуму для фотосинтезу.

$$x_1^j = (t_x^j - t_0) / (t_{opt1}^j - t_0), \quad (4.9)$$

$$x_2^j = (t_x^j - t_{opt2}^j) / (t_{max}^j - t_{opt2}^j), \quad (4.10)$$

де t_{max} – середня за декаду температура повітря, при якій припиняється фотосинтез;

t_x – температура повітря.

Значення нижньої і верхньої меж температурного оптимуму для фотосинтезу визначаються з формул:

$$t_{opt1}^j = 15.40 + 20.93x_3^j - 20.09(x_3^j)^2; \quad (4.11)$$

$$t_{opt2}^j = 18.49 + 18.53x_3^j - 17.52(x_3^j); \quad (4.12)$$

$$x_3^j = \frac{t^j}{\sum t_{req}}, \quad (4.13)$$

де $\sum t_{req}$ – сума температур, яка необхідна для дозрівання рослин.

Функція впливу температури повітря на фотосинтез Ψ змінюється від 0 до 1.

Функція впливу вологості ґрунту на фотосинтез (γ_ϕ) визначається за формулою:

$$\gamma_\phi = \begin{cases} -1.163 \cdot (x_3^j)^2 + 2.187 \cdot x_3^j, \\ \text{при } W^j < W_{opt1}^j, 1, \text{ при } W_{opt1}^j \leq W^j \leq W_{opt2}^j, \\ -0.654 + 3.824 \cdot x_4^j - 2.633 \cdot (x_4^j)^2 + 0.467 \cdot (x_4^j)^3, \\ \text{при } W^j > W_{opt2}^j \end{cases} \quad (4.14)$$

де W^j – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту;

W_{opt1} – нижня межа оптимальних запасів вологи;

W_{opt2} – верхня межа оптимальних запасів вологи.

$$x_3^j = W^j / W_{opt1}^j \quad (4.15)$$

$$x_4^j = W^j / W_{opt2}^j . \quad (4.16)$$

Функція впливу вологозабезпеченості посівів визначається як поєднання двох функцій. Враховувалася функція впливу вологості ґрунту на продуктивність рослин і відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності

$$FM = \left(\gamma_{\phi}^j \cdot \frac{E^j}{E_0} \right)^{0.5} \quad (4.17)$$

де FM – відносна вологозабезпеченість посівів[9].

Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням.

Родючість ґрунту характеризується наявністю в ньому гумусу, яка залежить від міри впливу ерозії ґрунту:

$$G_{um} = k_{er}^G \cdot G_{um}, \quad (4.18)$$

$$F_{G_{um}} = \frac{G_{um}}{G_{um_{opt}}}, \quad (4.19)$$

де G_{um} – наявність гумусу в ґрунті %;

G_{um} – наявність гумусу в ґрунті на схилах, з урахуванням ерозії %;

k_{er}^G – функція впливу ерозії ґрунту на наявність гумусу, відн.од;

$G_{um_{opt}}$ – оптимальне для культури кількість гумусу в ґрунті %.

Функція впливу наявності гумусу в ґрунті визначається аналогічно по формулі, запропонованій в [10] для розрахунку забезпеченості елементами мінерального живлення

$$FM_{G_{um}} = (F_{G_{um}})^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_{G_{um}})] \quad (4.20)$$

де $FW_{G_{um}}$ – функція впливу наявності гумусу в ґрунті на формування урожаю, змінюється від 0 до 1. Значення функцій оптимального азотного, фосфорного і калієвого живлення розраховується за методом Образцова А. С. [11] деякими модифікаціями

$$F_N = \frac{N_m}{N_{opt}} \quad (4.21)$$

$$FM_N^j = \left\{ (F_N)^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_N)] \right\} \cdot k_{ef}^j \quad (4.22)$$

$$F_p = \frac{P_m}{P_{opt}} \quad (4.23)$$

$$FM_p^j = \left\{ (F_p)^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_p)] \right\} \cdot k_{ef}^j \quad (4.24)$$

$$F_K = \frac{K_m}{K_{opt}} \quad (4.25)$$

$$FM_K^j = \left\{ (F_K)^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_K)] \right\} \cdot k_{ef}^j \quad (4.26)$$

де, P_m, K_m – доза мінеральних (азотних, фосфорних і калієвих) добрив, що вносяться, кг/га; N_{opt}, K_{opt} – оптимальна доза азотних, фосфорних і калієвих добрив, яка необхідна для отримання максимального урожаю, кг/га; FM_N, FM_K – функція впливу забезпеченості азотом, фосфором і калієм, відн. од. Далі враховується вплив режиму зволоження ґрунту на ефективність добр

$$k_{ef}^j = \begin{cases} 1, \text{при } W^j / W_{opt}^j \geq 0.85 \\ 0.8, \text{при } 0.70 < W^j / W_{opt}^j < 0.85 \\ 0.6, \text{при } W^j / W_{opt}^j \leq 0.70 \end{cases}, \quad (4.27)$$

де k_{ef}^j – коефіцієнт ефективності добрив залежно від вологості ґрунту, відн.од.

Визначається співвідношення дози органічних добрив до їх оптимальної величини і розрахуємо функцію впливу внесення органічних добрив з урахуванням року внесення добрив[10]:

$$F_{O_{rg}} = \frac{O_{rg}}{O_{rg_{opt}}}, \quad (4.28)$$

$$FW_{O_{rg}}^j = \left\{ (F_{O_{rg}})^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_{O_{rg}})] \right\} \cdot k_{ef}^j \cdot k_{O_{rg}}^g, \quad (4.29)$$

де $FW_{O_{rg}}$ – функція впливу внесення органічних добрив на урожай, відн.од.;

O_{rg} – внесена доза органічних добрив, т/га;

O_{rg} – оптимальна для культури доза внесення органічних добрив, т/га;

$k_{O_{rg}}^g$ – коефіцієнт впливу року внесення органічних добрив, відн. од.

$FW_{O_{rg}}$ змінюється від 0 до 1.

Узагальнену функцію впливу родючості ґрунту і внесення мінеральних і органічних добрив розрахуємо за принципом Лібіха

$$FW_{ef}^j = \min \{ FW_{O_{rg}}^j, FN_N^j, FW_P^j, FW_K^j \}, \quad (4.30)$$

де FW_{ef} – функція впливу ефективної родючості на урожай, відн.од., змінюється від 0 до 1.

Блок агроекологічних категорій врожайності. Приріст потенційної врожайності за декаду визначається залежно від інтенсивності ФАР і біологічних особливостей культури з урахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації

$$\frac{\Delta PY^j}{\Delta t} = \alpha_\phi^j \frac{\eta \cdot Q_{\phi ap}^j \cdot d\nu^j}{q}, \quad (4.31)$$

де $\frac{\Delta PY^j}{\Delta t}$ – приріст потенційної врожайності за декаду;

α_ϕ – онтогенетична крива фотосинтезу;

η – КПД посівів;

$Q_{\text{фap}}$ – інтенсивність ФАР;

dv – число днів в розрахунковій декаді;

q – калорійність;

j – номер розрахункової декади.

Середня калорійність сухої біомаси різних видів змінюється в межах 16.7 – 20.5 кДж/г. Калорійність змінюється в онтогенезі і для окремих органів рослин вона різна.

За Ничипоровичем А.А., посіви за їх середніми значеннями КПД підрозділяються на групи: звичайно спостережувані 0.5 – 1.5%; добрі - 1.5 – 3.0%; рекордні - 3.5 – 5.0%; теоретично можливі 6.0 – 8.0% [5].

КПД залежить від багатьох факторів і, перш за все, від площі листя. Найбільші значення КПД спостерігаються при площі листя 40 – 50 тис. кв.м /га.

Приріст метеорологічно можливої врожайності є приростом потенційної врожайності, який обмежується впливом режимів зволоження та температури.:

$$\frac{\Delta MBY^j}{\Delta t} = \frac{\Delta PY^j}{\Delta t} \cdot FTW2, \quad (4.32)$$

де $\frac{\Delta MBY^j}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно можливої врожайності;

$FTW2$ – узагальнена функція впливу температурного режиму та режиму зволоження з корекцією на поєднання різних екстремальних умов.

Ця функція визначається за принципом Лібіха з урахуванням впливу температури повітря і умов зволоження на продуктивний процес.

Формування дійсно можливої врожайності обмежується рівнем природної родючості ґрунту

$$\frac{\Delta DBY^j}{\Delta t} = \frac{\Delta MBY^j}{\Delta t} \cdot B_{\text{пл}} \cdot F_{G_{\text{um}}}, \quad (4.33)$$

де $\frac{\Delta ДВУ^j}{\Delta t}$ – приріст дійсно можливої врожайності;

$B_{ПЛ}$ – бал ґрунтового бонітету.

Рівень господарської врожайності обмежується реальним рівнем культури землеробства і ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив

$$\frac{\Delta УП^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДВУ^j}{\Delta t} \cdot k_{земл} \cdot FW_{ef}^j, \quad (4.34)$$

де $\frac{\Delta УП^j}{\Delta t}$ – приріст врожайності у виробництві;

$k_{земл}$ – коефіцієнт, який характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності;

FW_{ef} – функція ефективності внесення органічних і мінеральних добрив залежно від умов забезпечення вологою декад вегетації. Визначається шляхом перемноження функції впливу вологості ґрунту на ефективність внесення добрив на функцію забезпечення посівів органічними та мінеральними добривами[10].

Важливим показником продуктивності посівів сільськогосподарських культур вважається коефіцієнт господарської ефективності урожаю, який відображає відношення кількості сухої маси господарської частки урожаю (зерно, бульби, качани, плоди і т.д.) до маси загальної сухої маси. Коефіцієнт господарської ефективності залежить від сорту сільськогосподарських культур та агрометеорологічних умов. За допомогою коефіцієнту господарської ефективності розраховуються агроекологічні категорії урожаю плодів при їх стандартній вологості.

$$PУ_{плодов} = PУ \cdot K_{хоз} \cdot 1.14 \cdot 0.1, \quad (4.35)$$

$$МВУ_{плодов} = МВУ \cdot K_{хоз} \cdot 1.14 \cdot 0.1 \quad (4.36)$$

$$ДВУ_{плодов} = ДВУ \cdot K_{хоз} \cdot 1.14 \cdot 0.1 \quad (4.37)$$

$$УП_{плодов} = УП \cdot K_{хоз} \cdot 1.14 \cdot 0.1 \quad (4.38)$$

Для однієї і тієї ж культури коефіцієнт господарської ефективності може бути різним. При високій загальній продуктивності фотосинтезу і високому прирості загальної сухої маси зниження $K_{земл}$ обумовлено погіршенням умов ФАР в середині посіву при інтенсивному розвитку вегетативної маси рослин, великої висоти рослин і недостатньою забезпеченістю рослин поживними речовинами при високій вологості ґрунту [10].

Мінеральні елементи при подрібненому і диференціальному вживанні підвищують $K_{земл}$ і якість урожаю [10]. Сумісне внесення азоту і фосфору, посилене фосфорне живлення а також бор і марганець сприяють підвищенню, тоді як посилене азотне живлення і мідь знижують $K_{земл}$ окремих культур. Аналіз дослідів з різними культурами дозволив зробити деякі узагальнюючі висновки:

1. В ході селекції врожай як загальної сухої маси, так і зерна поступово підвищується, при цьому спостерігається тенденція зростання $K_{земл}$;

2. Показник $K_{земл}$ зменшується при дуже низькому та досить високому накопиченню сухої маси, але при певній середній величині сухої маси він досягає найбільшого значення [10,11].

Таким чином, високий рівень накопичення загальної сухої маси, з одного боку, є базою для створення високого врожаю плодів, з іншого – часто веде до зниження коефіцієнта господарської ефективності посівів $K_{земл}$. Отже, рівень господарсько цінної частки врожаю не завжди пропорційний значенню КПД, розрахованому по загальній сухій масі. Тому разом з КПД посіву, розрахованим по загальній сухій масі, можна розраховувати окремо КПД господарсько цінної частки врожаю за вегетаційний період:

$$\eta_{хоз} = \frac{qm_{хоз}}{\sum Q_{\phi}}, \quad (4.39)$$

де m_{xoz} – суха маса господарської цінної частки врожаю;

q – калорійність урожаю;

$\sum Q_{\phi}$ – сума ФАР за вегетаційний період.

Таким чином, η_{xoz} – це частка ФАР, яка запасена протягом вегетаційного періоду у господарських цінних органів рослин. КПД, розрахований за

загальною сухою масою і $\eta_{xoz} = \frac{qm_{xoz}}{\sum Q_{\phi}}$ зв'язані співвідношенням:

$$\eta_{xoz} = \eta K_{xoz}. \quad (4.40)$$

Отже, щоб забезпечити високі значення КПД господарсько цінній частці врожаю, розведення нових сортів і всі агротехнічні прийоми повинні бути направлені на забезпечення високого показника $K_{земл}$ при високому значенні КПД загальної сухої маси посіву.

Величина, яка показує частку плодів у загальній масі врожаю, знаходиться в залежності від розмірів загальної біомаси рослин, з урахуванням впливу температури повітря періоду вегетації на рівень цієї величини:

$$K_{xoz} = \left[-0.43 + 6.702 \cdot 10^{-4} \cdot M_{общ} - 4.171 \cdot 10^{-7} (M_{общ})^2 + 8.889 \cdot 10^{-11} \cdot (M_{общ})^3 \right] \cdot t_{K_{xoz}}$$

$$t_{K_{xoz}} = -4.648 + 0.536 \cdot \overline{t_{B.II.}} - 0.13(\overline{t_{B.II.}})^2, \quad (4.41)$$

де $t_{K_{xoz}}$ – функція впливу температури повітря на рівень ;

$\overline{t_{B.II.}}$ – середня за період вегетації температура повітря.

Формули (4.1 – 4.46) дозволяють визначити різні агроекологічні категорії врожайності різних культур. Включення в модель параметрів, які характеризують відмінності у вимогах груп сортів до умов зовнішнього середовища, дозволило оцінити реакцію різних сортів та агрокліматичні умови їх вирощування, і виконати в сортовому розрізі агро кліматичне районування продуктивності цієї культури для умов України.

Перевірка адекватності запропонованої моделі показала, що середня відносна помилка розрахунку ДВУ складає 15 – 18% для різних овочевих культур. Це дає підстави використовувати її для вирішення поставлених задач[11].

Блок узагальнених оцінкових характеристик. Аналіз різноманітних агроекологічних категорій врожайності (ПУ, ММУ, ДМУ, УВ), а також їх співвідношень і відмінностей дозволяє оцінювати природні і антропогенні ресурси сільського господарства, а також ефективність господарського використання цих ресурсів. Для цього існують п'ять узагальнених характеристик:

1. Міра сприятливості метеорологічних умов обробітку культури характеризує співвідношення МВУ і ПУ:

$$K_m = \text{ММУ} / \text{ПУ}, \quad (4.42)$$

де K_m – коефіцієнт сприятливості метеорологічних умов, відн. Од.

$$K_p = \text{ДМУ} / \text{ММУ}, \quad (4.43)$$

де K_p – коефіцієнт сприятливості ґрунтових умов, відн. Од.

$$K_{ap} = \text{УП} / \text{ММУ}, \quad (4.44)$$

де K_{ap} – коефіцієнт ефективності використання агрокліматичних ресурсів, відн. од.

$$K_{zeml} = \text{УП} / \text{ДВУ}, \quad (4.45)$$

де K_{zeml} – коефіцієнт ефективності використання фактичних агрометеорологічних і ґрунтових умов, характеризує рівень культури землеробства, відн. од.

$$K_{agro_{pot}} = \text{УП} / \text{ПУ}, \quad (4.46)$$

де $K_{agro_{pot}}$ – коефіцієнт реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од.

Підвищення рівня УП і доведення його до ДВУ вимагає ретельного дотримання всіх засобів агротехніки, виконання їх у цілковитій відповідності з агрометеорологічними умовами на конкретному полі. Це - першочергова

задача програмування урожаїв, яка направлена усунення лімітуючої дії різноманітних господарських чинників. Наближення ДВУ до МВУ вимагає роботи що до підвищення родючості ґрунту. Різниця між ММУ і ПУ компенсується за рахунок меліоративних заходів, а також результат правильного підбору сортів і культур, які краще були пристосовані до особливостей конкретного клімату. Підвищення рівня ПУ забезпечується, головним чином, шляхом селекції нових сортів, які матимуть більш високий рівень врожайності за рахунок більш ефективного використання сонячної радіації.

4.2 Оцінка агрокліматичних умов вирощування цукрового буряка в Тернопільській області.

В досліджуваній області цукровий буряк повсюдно вирощується на широкому спектрі підзолистих ґрунтів – від дерново – слабкопідзолистих, піщаних до дерново – підзолистих поверхнево – оглеєних, суглинкових. В основному врожайність цукрових буряків залежить від надходження сонячної радіації, забезпеченості теплом та вологою, а також мінеральним живленням.

Крива надходження фотосинтетично активної радіації (ФАР), як видно із рис. 4.2 починається з величини $0,255 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{добу})$, поволі підвищується і досягає максимуму в восьму декаду вегетації $0,271 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{добу})$. Починаючи з дев'ятої декади надходження ФАР поступово зменшується, особливо це відчутно з одинадцятої до чотирнадцятої декади вегетаційного періоду.

Співставлення кривих надходження ФАР з кривою потенційного врожаю (ПВ) показує, що крива приростів ПВ різко підвищується в другу декаду після сходів цукрового буряку і досягає до $174 \text{ г}/\text{м}^2$. В декаду найбільшого приросту сухої маси ПВ буряку приріст становить $235 \text{ г}/\text{м}^2$, потім поволі знижується і наприкінці вегетаційного періоду становить $99 \text{ г}/\text{м}^2$.

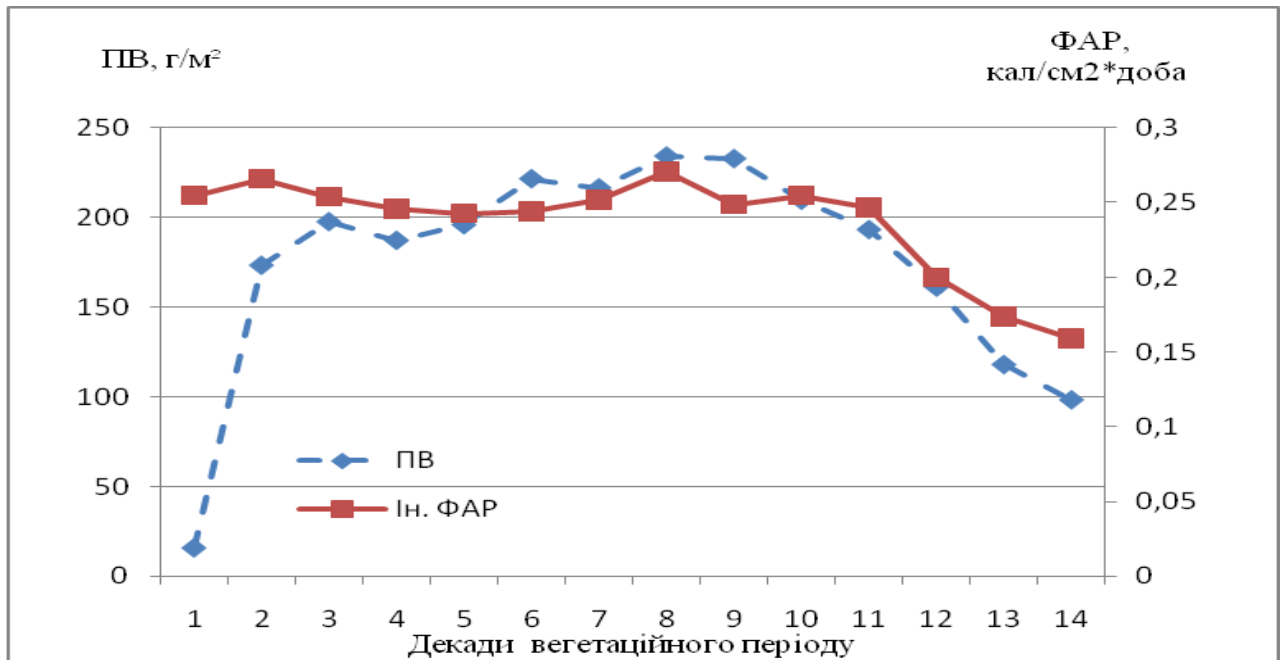


Рис 4.2 - Динаміка інтенсивності ФАР і приріст врожаю цукрового буряку в Тернопільській області

Другою характеристикою екологічних врожаїв є метеорологічно можливий врожай (ММВ). Визначають величини приростів ММВ температурний режим та режим зволоження території. Як видно із рис 4.3, прирости ММВ починаються з 9 г/м². В другій декаді вегетації буряку прирости ММВ різко зростають до 174г/м². В наступні п'ять декад зростання приростів сухої маси буряку йде повільніше і досягає максимальних значень 235 г/м² в восьму декаду вегетації. Після восьмої декади прирости зменшуються, особливо в останні 2 декади вегетаційного періоду і становлять 118 – 96 г/м².

Хід температурних кривих TOP1 та TOP2. TOP1 починається з 11°C, плавно зростає і в середині вегетаційного періоду цукрового буряку становить 16°C. Потім поступово знижується і в останню декаду вегетації становить 12,2°C. TOP2 починається з 13,6°C, потім плавно підвищується до максимального значення 18,4°C в середині вегетаційного періоду. Після цього поступово знижується до 15,1°C в останню декаду перед збиранням урожаю.

Третьою характеристикою екологічних врожаїв є дійсно можливий врожай (ДМВ).

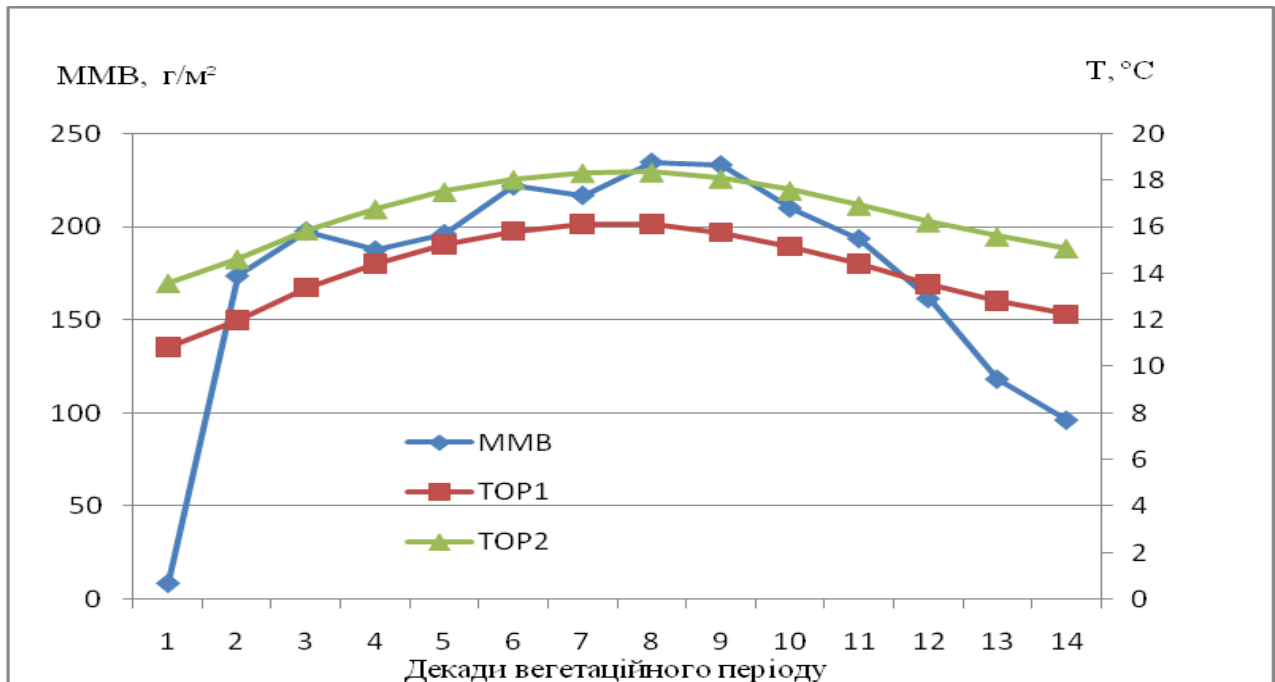


Рис 4.3. – Динаміка температурних показників і ММВ в Тернопільській області.

З рис 4.4 динаміка ДМВ і врожаю виробництва цукрового буряку в Тернопільській області видно, що приріст сухої маси ДМВ цукрового буряку нижчі за прирости ММВ і починаються з 8г/м^2 , різко підвищуються у другу декаду вегетації до 153 г/м^2 . Далі зростання приростів сухої маси ДМВ проходить плавно до восьмої декади, в яку становить 206 г/м^2 . З дев'ятої декади прирости сухої маси ДМВ знижуються і в останню декаду вегетації перед збиранням врожаю становлять 85 г/м^2 .

Крива приростів врожаю у виробництві (ВВ) сухої маси буряку починається з відмітки 5 г/м^2 , підвищується у наступні шість декад до 133 г/м^2 , потім плавно зменшується до 54 г/м^2 наприкінці вегетації.

Переходячи до характеристик випарування та випаровуваності, які представлені на рис. 4,5, можна відзначити, що в першу декаду після посіву цукрового буряку в ґрунт сумарне випарування становило лише 3мм.

Але вже в другу декаду вегетації значення сумарного випарування різко зростає до 32мм. В наступні декади спостерігається спад випаровування і з

п'ятої декади знову підвищення його, максимум відзначається в дев'яту декаду - 32мм. З дев'ятої декади значення поступово зменшується до 17мм.

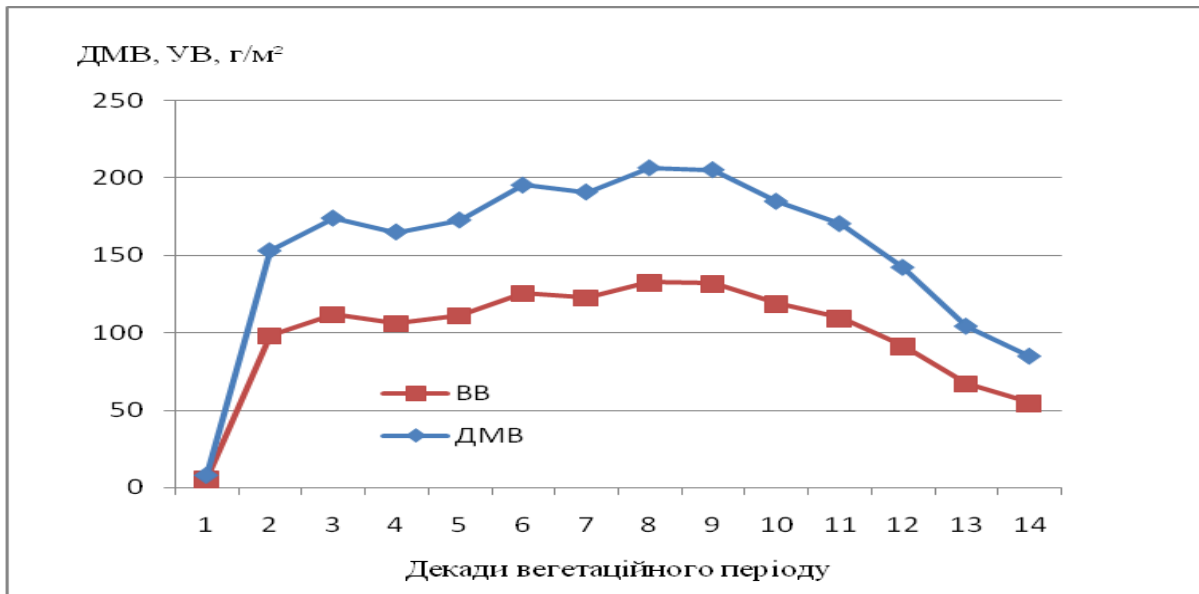


Рис. 4.4 - Динаміка ДМВ і врожаю у виробництві цукрового буряка в Тернопільській області.

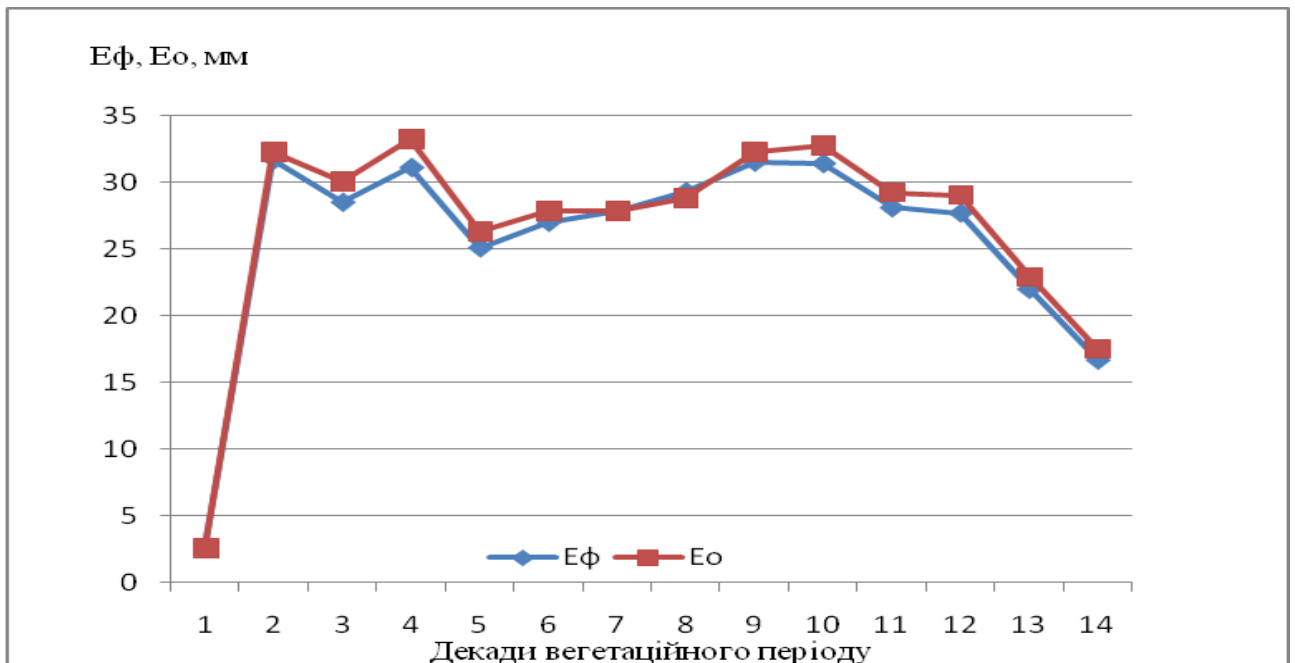


Рис. 4.5- – Динаміка показників вологи цукрового буряка в Тернопільській області

Випаровуваність на полі цукрового буряку впродовж всього періоду вегетації була майже однаковою з сумарним випаруванням. Тому і відношення E_f/E_o становило близько одиниці.

5. ОЦІНКА ЗМІНИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ В ЗВ'ЯЗКУ ЗІ ЗМІНОЮ КЛІМАТУ

Клімат суттєво впливає на формування урожаю сільськогосподарських культур. Він значною мірою визначає середній рівень урожайності, її між річну мінливість і просторову структуру.

Щорічно через глобальне потепління у світі втрачається понад 1 млн. сільськогосподарських угідь. Зокрема, Україна за 40 років втратить близько 12–14 % таких земель, за той же час Євросоюз – майже 30 % орних площ. Виходячи з цих двох критеріїв, експерти Української аграрної конфедерації зробили висновок, що Україна в 2050 році буде забезпечувати експорт не менш як 45 млн. т зерна, що становитиме приблизно 15 % світового експорту.

Наслідки надто безпрецедентно швидкого процесу зміни клімату представляють собою широкий спектр різноспрямованих та різномасштабних явищ. Враховуючи інерційний характер такої системи як сільське господарство та її залежність від погодних умов, уже зараз необхідне прийняття своєчасних та адекватних рішень щодо складних проблем, зумовлених змінами клімату. Сільське господарство являє собою «цех під відкритим небом», його відрізняє від інших галузей народного господарства особлива вразливість до змін клімату [16].

Результати моніторингу кліматологічних полів температури та атмосферних опадів дозволяють стверджувати, що глобальне антропогенне потепління прискорюється. В зв'язку з очікуваним підвищенням температури повітря Північної півкулі продовольча безпека України в значній мірі буде залежати від того, наскільки ефективно адаптується сільське господарство до очікуваних змін клімату, майбутніх агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур. Тому проблема оцінки впливу очікуваних змін клімату на агрокліматичні умови вирощування, продуктивність та валові збори урожаю сільськогосподарських культур України є дуже актуальною.

Вирішення цієї проблеми пов'язують з розвитком методів математичного моделювання продукційного процесу сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим спостерігається відродження інтересу до моделювання формування урожайності в залежності від погодних умов та інших змін та використання цих моделей для прогнозування можливих наслідків впливу кліматичних змін на урожайність сільськогосподарських культур [16].

5.1 Агрокліматичні умови вирощування цукрового буряку за реалізації сценарію зміни клімату А2.

Результати розрахунків за базовими та кліматичними сценарними даними наведені у табл. 5.1. За даними 1986–2005 рр. (базовими), терміни сівби цукрового буряку майже співпадають з датами переходу температури повітря через 10°C. Поява сходів цукрового буряку спостерігається при накопиченні суми активних температур близько 190°C після сівби. Сходи з'являються в Тернопільській області - 6 травня.

За умов реалізації сценарію зміни клімату А2 за перший сценарний період терміни сівби цукрового буряку змістяться на раніші строки. У Тернопільській області сівбу проводитимуть 18 квітня, тобто на два дні раніше за базові строки. Відповідно змістяться і строки появи сходів: всього на один день .

Аналізуючи результати досліджень за другий сценарний період, можна зробити такі висновки. Строки сівби на території Тернопільській області в цьому випадку залишаться практично такими ж, як у перший період, тобто 18–19 квітня. Терміни появи сходів також майже не зміняться, і сходи будуть спостерігатись 4–5 травня. Відповідно і різниці між базовим і другим кліматичним періодами на цих територіях також не зміняться.

Цукровий буряк – культура, яка може рости до кінця вересня, а в окремі роки (за умов відсутності сильних дощів або заморозків) – й до кінця жовтня. У цей час активного росту маси коренеплоду вже не спостерігається, але суха, ясна та сонячна погода сприяє накопиченню цукру у коренеплоді. Тому за умов

реалізації сценарію зміни клімату протягом обох сценарних періодів тривалість вегетаційного періоду цукрового буряку суттєво не зміниться, і згідно з біологічними особливостями культури, буде складати не менше 15 декад, починаючи з дати сходів.

Порівняння сум температур за вегетаційний період цукрового буряку в умовах зміни клімату з таким же показником в базовий період показує, що ці суми зменшаться за рахунок зміщення початку вегетації на більш ранні терміни. Причому, зменшення сум активних температур у перший кліматичний період буде більш суттєвим, ніж у другий. Так, у Тернопільській області суми температур у 2011–2030 рр. будуть на 150 °С менші, ніж у базовий період, тоді як у другий сценарний період ця різниця складатиме лише 90 °С.

Аналізуючи середню за вегетаційний період температуру за обидва сценарних періоди, можна сказати, що за умов зміни клімату вегетація цукрового буряку на більшості території дослідження буде проходити при несуттєвому зниженні температурного режиму, тобто в більш сприятливих умовах для формування бурячиння та коренеплодів. Деяко прохолоднішим буде вегетаційний період в 2011–2030 рр. (його середня температура буде на 0,9–1,0°С нижче базових умов). Середня температура вегетаційного періоду в другий розрахунковий період буде на 0,5–0,7 °С нижче кліматичної норми.

В цілому можна сказати, що за реалізації сценарію *A2* температурні умови вегетаційного періоду цукрового буряку суттєво не зміняться і залишаться вельми сприятливими для вирощування цієї важливої сільськогосподарської культури.

Для оцінки вологозабезпеченості вегетаційного періоду цукрового буряку аналізувались такі ж періоди, як і для теплозабезпеченості. При цьому розглядались такі показники: сума опадів за період в абсолютних одиницях та у відсотках від середньобогаторічної кількості (кліматичної норми), сумарне випаровування, випаровуваність та вологозабезпеченість. Результати розрахунків також наведені у табл.5.1.

У відповідності до кліматичного сценарію у режимі опадів відбудуться суттєві зміни. Так, у Тернопільській області очікується збільшення кількості опадів у перший кліматичний період. Однак це збільшення буде вкрай несуттєве (відповідно 4 та 2 %). Зменшення кількості опадів також очікується у Тернопільській області, але у другий кліматичний період. Однак це зменшення буде також вкрай несуттєвим (відповідно 1 та 3 %). Таким чином, можна зробити висновок, що у Тернопільській області режим опадів згідно із сценарієм *A2* практично не зміниться в порівнянні з кліматичною нормою – базовим періодом.

На території Тернопільській і області величина сумарного випаровування складає 375 мм і практично не зміниться за кліматичними сценаріями. Величина випаровуваності за умов реалізації сценарію *A2* зменшиться по всій досліджуваній території, що свідчить про деяке зменшення посушливості впродовж вегетації цукрового буряку, що буде зумовлено перш за все зміщенням строків посіву в бік більш ранніх термінів. Великі зміни очікуються у Тернопільській області, тут різниця між базовим та сценарними варіантами складе від 89 мм до 42 мм відповідно.

Одним з основних показників, що характеризують умови зволоження вегетаційного періоду будь-якої сільськогосподарської культури, є вологозабезпеченість, тобто відношення величини сумарного випаровування до величини випаровуваності.

Величина вологозабезпеченості за базовими даними складає: у Хмельницькій області – 62%. За умов зміни клімату у перший кліматичний період ці величини складатимуть 58%. За умов зміни клімату в другий кліматичний період ці величини складатимуть 65%.

Таблиця 5. 1. Порівняльна оцінка середніх багаторічних агрокліматичних умов вегетаційного періоду цукрового буряка з умовами за кліматичним сценарієм *A2*

Період	Дата		Сума активних температур за вегетацію період, °С	Середня температура за вегетаційний період, °С	Сума опадів		Сумарне випаровування, мм	Випаровуваність, мм	Вологозабезпеченість, %
	Сівба	Сходи			сума опадів, мм	У відсотках від кліматичної норми			
1986–2005 рр.	20.04	06.05	2725	16,6	360	100	375	606	62
2011–2030 рр.	18.04	05.05	2575	15,6	373	104	375	651	58
Різниця	-2	-1	-150	-1,0	13	4	0	-89	-4
2031–2050 рр.	18.04	04.05	2635	16,1	356	99	367	564	65
Різниця	-2	-2	-90	-0,5	-4	-1	-8	-42	3

Таким чином, можна зробити висновок, що за умов реалізації сценарію зміни клімату *A2* умови вегетації цукрового буряку в Тернопільській області покращаться. Вегетація проходитиме на фоні дещо знижених температур повітря та покращення умов зволоження.

5.2 Агрокліматичні умови вирощування цукрового буряку за реалізації сценарію зміни клімату *A1B*.

Результати розрахунків за базовими та кліматичними даними наведені у табл. 5.2.

Терміни сівби цукрового буряку майже співпадають з датами переходу температури повітря через 10 °C і припадає на 20 квітня . Поява сходів цукрового буряку, як показали наші розрахунки, спостерігається при накопиченні суми активних температур близько 190°C. Сходи припадають у

Величина вологозабезпеченості за базовими даними складає: у Тернопільській області – 62%. За умов зміни клімату у перший кліматичний період ці величини складатимуть 58%. За умов зміни клімату в другий кліматичний період ці величини складатимуть 65%. Тернопільській області – 62%. За умов зміни клімату у перший кліматичний період ці величини складатимуть 58%. За умов зміни клімату в другий кліматичний період ці величини складатимуть 65%. Тернопільській області на 6 травня.

За умов реалізації сценарію зміни клімату *A1B* за перший сценарний період терміни сівби цукрового буряку змістяться на більш ранні строки. У Тернопільській області терміни сівби зміняться – сівбу тут проводитимуть 14 квітня, тобто на 6 днів раніше за базові строки. Відповідно змістяться і строки появи сходів на 4 дні.

Аналізуючи результати досліджень за другий сценарний період, можна зробити такі висновки. Сівба на всій території дослідження у порівнянні з базовими умовами ще більше зсунеться на більш ранні строки, а саме на 8 днів. Терміни появи сходів на цій території також суттєво зміняться, і сходи будуть

спостерігатись 29–30 квітня, тобто на один – два тижні раніше за базовий період.

Порівняння сум температур за вегетаційний період цукрового буряку в умовах зміни клімату за сценарієм *A1B* з таким же показником в базовий період показує, що ці суми зростуть, не дивлячись на зміщення початку вегетації на більш ранні терміни. Температурний фон у цьому випадку буде дещо вище, і за вегетаційний період цукрового буряку (умовно він складатиме 150 днів після сходів) будуть накопичуватись більші суми температур. Причому, збільшення сум активних температур у перший кліматичний період буде менш суттєвим, ніж у другий. Так, у Тернопільській області суми температур за період 2011–2030 рр. будуть лише на 19 °С більше, ніж у базовий період, тоді як у другий період ця різниця складатиме вже 99°С.

Аналізуючи середню за вегетаційний період температуру за обидва сценарних періоди, можна сказати, що за умов зміни клімату вегетація цукрового буряку на більшості території дослідження буде проходити при несуттєвому підвищенні температурного режиму. Середня температура вегетаційного періоду в 2011–2030 рр. буде на 0,4–0,8 °С вище від базових значень, а в період 2031–2050 рр. буде вище на 0,1–1,7 °С.

В цілому можна сказати, що при реалізації сценарію *A1B* температурні умови вегетаційного періоду цукрового буряку в Тернопільській області залишаться вельми сприятливим для вирощування цієї важливої сільськогосподарської культури.

Результати оцінки вологозабезпеченості вегетаційного періоду цукрового буряку наведені у табл.5.2. У відповідності до кліматичного сценарію в режимі опадів відбудуться суттєві зміни.

На досліджуваній території кількість опадів буде зменшуватись. Так, зменшення кількості опадів у перший кліматичний період на території Тернопільській області буде досягати 7-12% від базового значення, а протягом другого кліматичного періоду 6-13 %.

На території Тернопільській і області величина сумарного випаровування складатиме 375 мм і практично не зміниться в порівнянні з даними за базовий період.

Величина випаровуваності за умов реалізації сценарію збільшиться по всій досліджуваній території, що свідчить про деяке збільшення посушливості впродовж вегетації цукрового буряку, що буде зумовлено перш за все зменшенням кількості опадів. На території Тернопільської області різниця між базовим та сценарними варіантами складе від 9 до 35 мм відповідно.

Одним з основних показників, що характеризують умови зволоження вегетаційного періоду будь-якої сільськогосподарської культури, є вологозабезпеченість, тобто відношення величини сумарного випаровування до величини випаровуваності.

Величина вологозабезпеченості за середніми багаторічними даними складає – 62%. За умов зміни клімату у перший кліматичний період ця величина складатиме 62%. За умов зміни клімату у другий розрахунковий сценарний період ці величини складатимуть відповідно 59% .

При порівнянні величин вологозабезпеченості, розрахованих за кліматичними сценаріями, з базовими, можна зробити висновок, що на території Тернопільської області вони трохи зменшаться, різниця величин вологозабезпеченості між сценарними та базовим періодами складатиме 2–4 %.

Таким чином, можна зробити висновок, що за умов реалізації сценарію зміни клімату А1В умови вегетації цукрового буряку суттєво не зміняться, але вегетація проходитиме на фоні дещо підвищених температур повітря.

Значні зміни агрокліматичних умов вирощування цукрового буряку в Тернопільській області у зв'язку з очікуваними змінами глобального та регіонального клімату призведуть до зміни в першу чергу умов тепло - та вологозабезпеченості, а також світлового режиму протягом вегетаційного періоду..

Таблиця 5.2. Порівняльна оцінка агрокліматичних умов вегетаційного періоду цукрового буряку за кліматичним сценарієм *A1B*

Період	Дата		Сума активних температур за вегетаційний період, °С	Середня температура за вегетаційний період, °С	Сума опадів		Сумарне випаровування, мм	Випаровуваність, мм	Вологозабезпеченість, %
	Сівба	сходи			сума опадів, мм	у відсотках від кліматичної норми			
1986–2005 рр.	20.04	06.05	2725	16,6	360	100	375	606	62
2011–2030 рр.	14.04	02.05	2744	17,0	333	93	381	615	62
Різниця	-6	-4	19	0,4	-27	-7	6	9	0
2031–2050 рр.	12.04	29.04	2824	17,5	339	94	381	641	59
Різниця	-8	-7	99	0,9	-21	-6	6	35	-3

Такі умови вирощування зумовлять значну зміну показників фотосинтетичної діяльності посівів цукрового буряку: різко зміниться динаміка формування площі листкової поверхні та величини фотосинтетичного потенціалу, чистої продуктивності фотосинтезу та приростів біомаси посівів.

Зміна цих складових формування урожаю призведе до значної зміни рівнів очікуваних за сценарієм *A2* урожаїв цукрового буряку як за абсолютною величиною, так і по відношенню до сучасного рівня урожайності.

За реалізації сценарію у перший період складуться умови, які будуть сприятливі для формування урожайності цукрового буряку в Тернопільській області. Агрокліматичні умови вирощування культури зумовлять зростання урожайності до 107–137 % від сучасного рівня у Тернопільській області. Дещо меншим буде зростання урожайності у другий сценарний період. У Тернопільській області воно становитиме 116% від сучасного рівня.

При реалізації сценарію у перший період складуться умови, які будуть несприятливими для формування урожайності цукрового буряку. Агрокліматичні умови вирощування культури спричинять падіння урожайності до 98 % від сучасного рівня у Тернопільській області.

Дещо кращими будуть очікувані умови другого сценарного періоду. В Тернопільській області урожай дещо збільшиться (до 104–108 % від базового рівня) або залишаться на рівні базових значень, тобто не зменшаться.

В основному врожайність цукрових буряків залежить від надходження сонячної радіації, забезпеченості теплом та вологою, а також мінеральним живленням [15].

Крива надходження фотосинтетично активної радіації (ФАР), як видно із рис.5.1 починається з величини 0,252 кал/(см²*добу), поволі підвищується і

досягає максимуму в восьму декаду вегетації 0,271 кал/(см²*добу). Починаючи з дев'ятої декади надходження ФАР поступово зменшується, особливо це відчутно в дванадцятій декаді вегетаційного періоду.

Співставлення кривих надходження ФАР з кривою потенційного врожаю (ПВ) показує, що крива приростів ПВ різко підвищується в другу декаду після сходів цукрового буряку і досягає до 529 г/м². В декаду найбільшого приросту сухої маси ПВ буряку приріст становить 548 г/м², потім поволі знижується і наприкінці вегетаційного періоду становить 217 г/м².

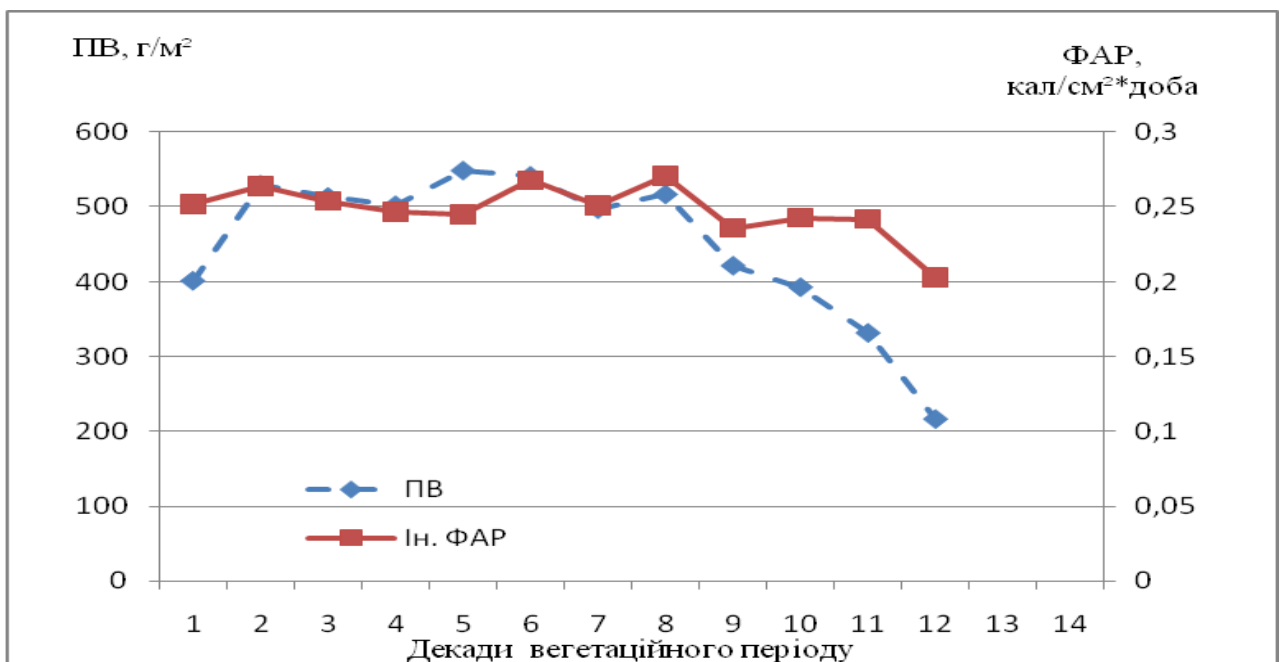


Рис 5.1 - Динаміка інтенсивності ФАР і приріст врожаю цукрового буряку в Тернопільській області (A1B)

Другою характеристикою екологічних врожаїв є метеорологічно можливий врожай (ММВ). Визначають величини приростів ММВ температурний режим та режим зволоження території. Як видно із рис 5.2, прирости ММВ починаються з 292 г/м². В другій декаді вегетації буряку прирости ММВ різко зростають до 390 г/м². В наступні три декади зростання приростів сухої маси буряку йде повільніше і досягає максимальних значень 404 г/м² в п'ятій декаді вегетації. Після п'ятої декади прирости зменшуються,

з восьмої декади спостерігається різкий спад приросту сухої маси буряку і в останні 2 декади вегетаційного періоду становлять 240 – 156 г/м².

Хід температурних кривих TOP1 та TOP2. TOP1 починається з 11°C, плавно зростає і в середині вегетаційного періоду цукрового буряку становить 16,1°C. Потім поступово знижується і в останню декаду вегетації становить 14,3°C. TOP2 починається з 13,8°C, потім плавно підвищується до максимального значення 18,4°C в середині вегетаційного періоду. Після цього знижується до 16,8°C в останню декаду перед збиранням урожаю.

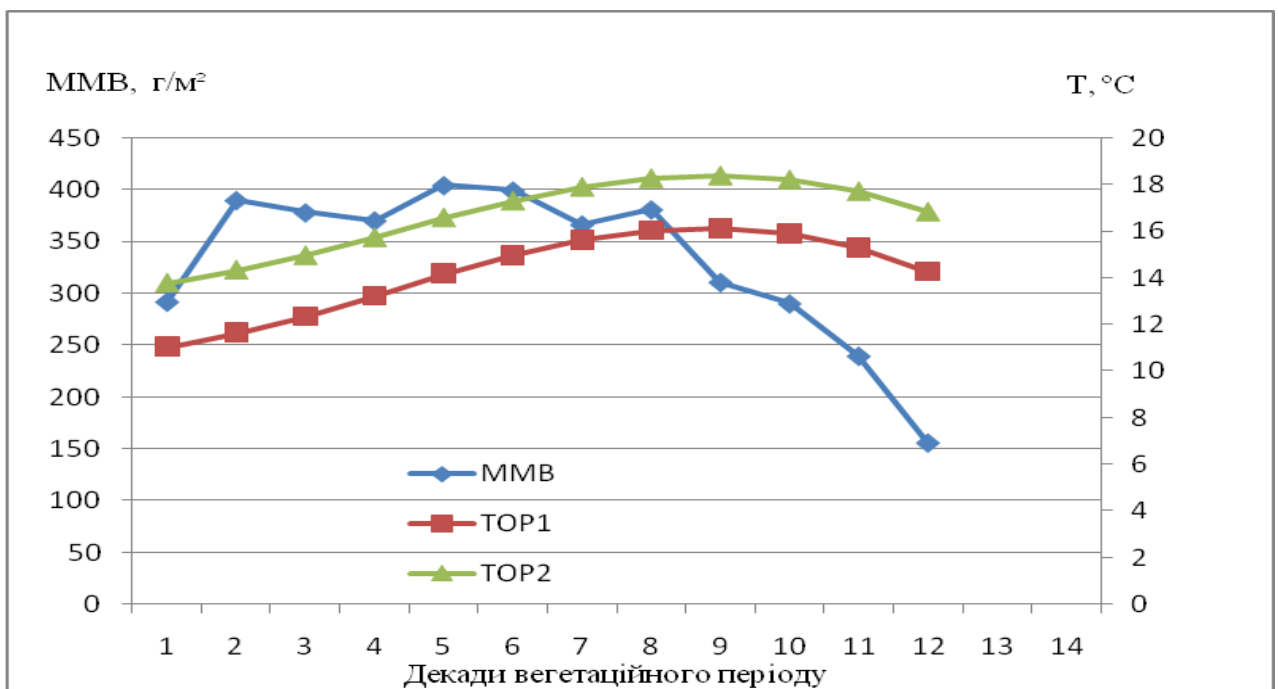


Рис 5.2 – Динаміка температурних показників і ММВ в Тернопільській області (А1В)

Третьою характеристикою екологічних врожаїв є дійсно можливий врожай (ДМВ). З рис 5.3 динаміка ДМВ і врожаю виробництва цукрового буряку в Тернопільській області видно, що приріст сухої маси ДМВ цукрового буряку нижчі за прирости ММВ і починаються з 257 г/м², різко підвищуються у другу декаду вегетації до 343 г/м². Далі зростання приростів сухої маси ДМВ проходить плавно до п'ятої декади, в яку становить 356 г/м². З шостої декади прирости сухої маси ДМВ знижуються і в останню декаду

вегетації перед збиранням врожаю становлять 137 г/м^2 . Крива приростів врожаю виробництва (ВВ) сухої маси буряку починається з відмітки 165 г/м^2 , підвищується у наступні чотири декади до 229 г/м^2 , потім плавно зменшується до 88 г/м^2 наприкінці вегетації.

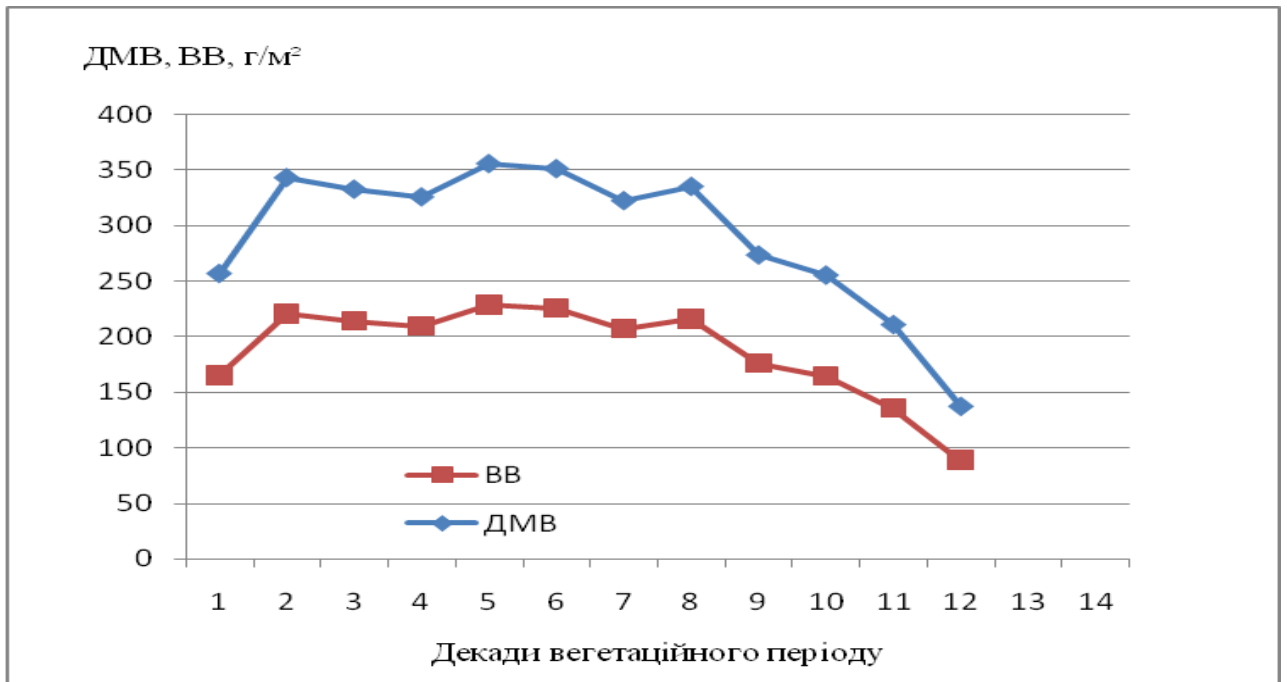


Рис. 5.3 - Динаміка ДМВ і врожаю у виробництві цукрового буряку в Тернопільській області (А1В)

Переходячи до характеристик випарування та випаровуваності, які представлені на рис. 5.4, можна відзначити, що в першу декаду після посіву цукрового буряку в ґрунт випарування становило 23 мм, а випаровуваність 14 мм. Але вже в другу декаду вегетації значення випарування різко спадає, а випаровуваність зростає і становлять 17 мм. В наступні декади спостерігається підвищення сумарного випаровування і з п'ятої декади по шосту спостерігається незначне зниження, максимум відзначається в дев'яту декаду та дванадцяту декаду 24 мм.

Випаровуваність на полі цукрового буряку впродовж всього періоду вегетації була майже однаковою з сумарним випаруванням. Тому і відношення E_f/E_0 становило близько одиниці.

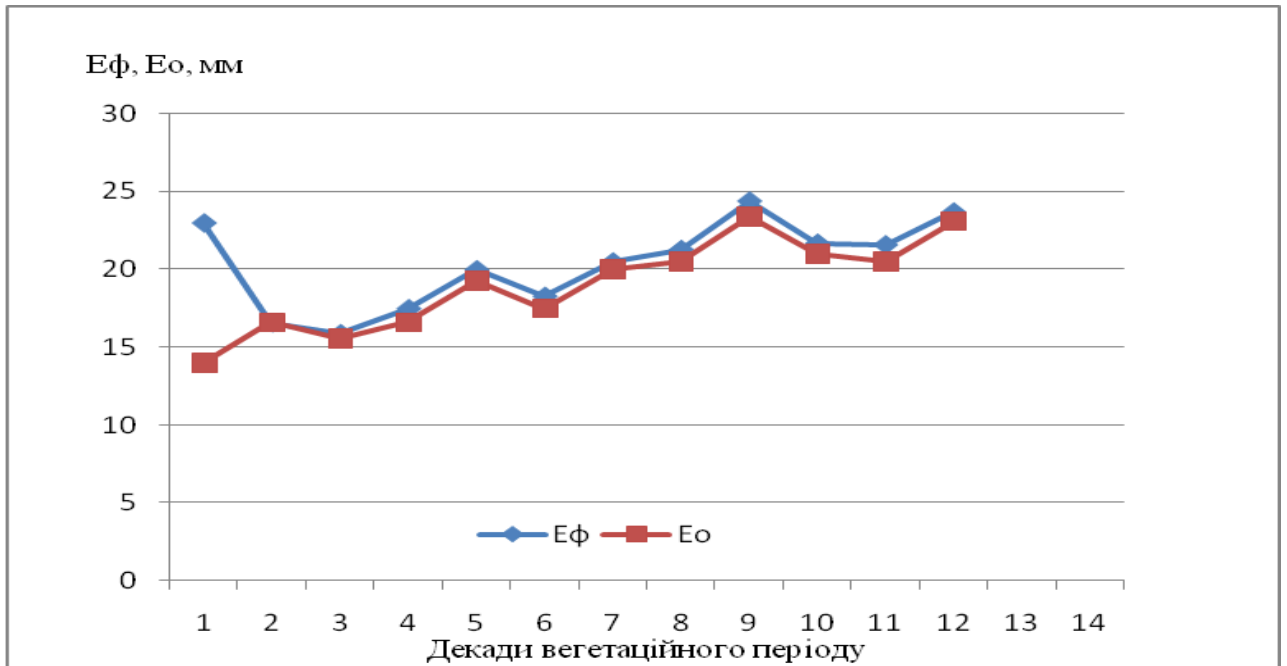


Рис. 5.4 – Динаміка показників зволоження цукрового буряку в Тернопільській області (A1B)

Порівняльна характеристика агрокліматичних умов формування продуктивності цукрового буряку за два періоди наведено в табл. 5.3

Таблиця 5.3 - Значення ПВ та ММВ за періоди з 1986 - 2005рр., та з 2021-2050рр.

Декади вегетації	ПВ за період (1986 -2005)	ПВ за період (2021 -2050)	ММВ за період (1986 -2005)	ММВ за період (2021 -2050)
1	15,927	401,418	8,678	292,106
2	173,57	529,29	173,57	390,107
3	197,893	513,031	197,521	378,274
4	187,416	502,014	187,416	370,417
5	196,17	548,154	196,17	404,462
6	221,811	541,138	221,811	399,285
7	216,724	496,793	216,724	366,564
8	234,469	516,472	234,469	381,085
9	233,064	421,514	233,064	311,019
10	209,884	392,842	209,884	290,423
11	193,491	332,057	193,491	239,813
12	161,368	217,322	161,368	156,166
13	118,167		118,167	
14	98,518		96,159	

Таблиця 5.4 - Значення ДМВ та ВВ за періоди з 1986 - 2005рр., та з 2021-2050рр.

Декади вегетації	ДМВ за період (1986 -2005)	ДМВ за період (2021 -2050)	ВВ за період (1986 -2005)	ВВ за період (2021 -2050)
1	7,637	257,053	4,909	165,242
2	152,742	343,294	98,167	220,68
3	173,819	332,881	111,736	213,986
4	164,926	325,967	106,02	209,541
5	172,63	355,926	110,972	228,8
6	195,194	351,371	125,476	225,872
7	190,717	322,576	122,599	207,362
8	206,333	335,354	132,637	215,576
9	205,097	273,696	131,842	175,94
10	184,698	255,572	118,729	164,289
11	170,272	211,035	109,456	135,66
12	142,003	137,426	91,284	88,341
13	103,987		66,846	
14	84,62		54,396	

Аналізуючи графік (рис.5.5), співставлень середньо багаторічних значень приросту врожаю цукрового буряку за період з 1986 по 2005рр., з сценарними даними приросту врожаю цукрового буряку в Тернопільській області за період з 2011 по 2050рр., можна зробити висновок, що приріст врожаю в період з 1986 по 2005рр., був значно меншим, а ніж за сценарний період з 2011- 2050рр. Значення середньо багаторічних та сценарних даних на початку вегетації цукрового буряку становили 16 г/м² і 401 г/м² відповідно. У другу декаду вегетації спостерігається різке зростання приросту врожаю цукрового буряку, після другої декади середньо багаторічні та сценарні значення приросту поступово збільшується і досягає максимальних значень у восьму та п'яту декаду 235 г/м² та 548 г/м² відповідно. Діапазон відмінностей максимальних значень приросту врожаю складає 313 г/м². Значення приросту за період з 1986- 2005рр., з восьмої декади поступово знижується і на дванадцяту декаду становить 161 г/м², а в період з 2011 – 2050рр., починаючи з восьмої декади спостерігається різкий

спад приросту врожаю і вже на дванадцяту декаду вегетації цукрового буряку становить 217 г/м^2 .

Порівняльна характеристика метеорологічно можливого врожаю (ММВ). Визначають величини приростів ММВ за обидва досліджувальні періоди 1986 – 2005рр. та 2011- 2050рр. Як видно із рис 5.6, прирости ММВ починаються з 9 г/м^2 та 292 г/м^2 відповідно, це говорить проте що прирост ММВ в період з 1986 – 2005 були значно низький порівняно з другим періодом 2011 - 2050рр. . В другій декаді вегетації буряку прирости ММВ різко зростають, максимум приросту ММВ цих періодів припадає на восьму та п'яту декаду відповідно і складає 235 г/м^2 та 404 г/м^2 . В наступні декади прирости сухої маси буряку зменшуються і досягає максимальних значень 235 г/м^2 в восьму декаду вегетації. Після восьмої декади прирости зменшуються і на дванадцяту декаду вегетації цукрового буряку значення приросту обох періодів майже однакові і становлять 161 - 156 г/м^2 .

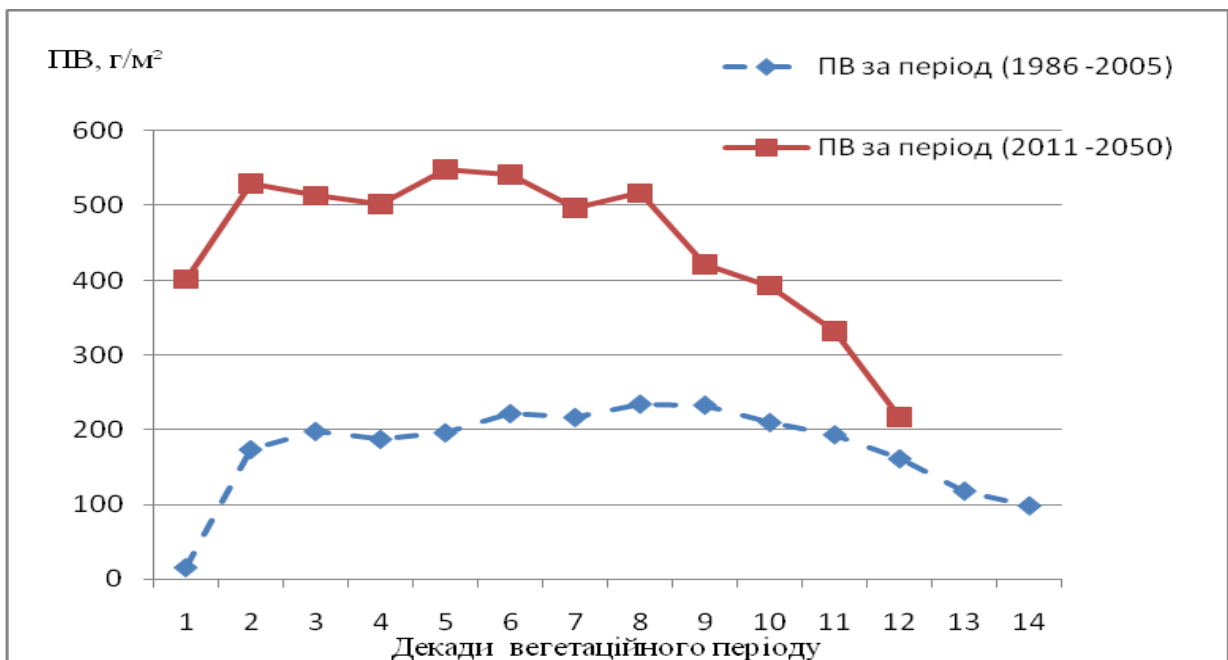


Рис 5.5 – Порівняльна характеристика середньобаторічних значень зі сценарними даними приросту ПВ цукрового буряку в Тернопільській області

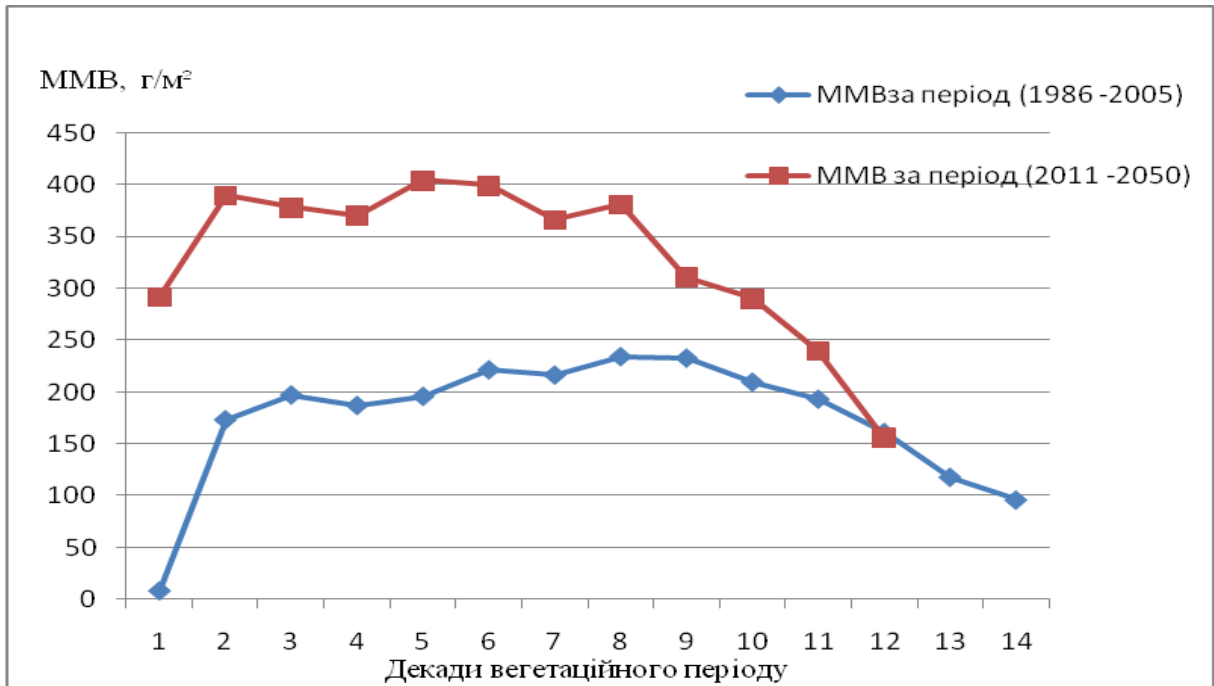


Рис 5.6 – Порівняльна характеристика середньобагаторічних значень зі сценарними даними ММВ цукрового буряку в Тернопільській області.

Порівняльна характеристика дійсно можливого врожаю (ДМВ). З рис 5.7 ДМВ цукрового буряку в Тернопільській області видно, що прирости сухої маси ДМВ цукрового буряку за періоди з 1986 - 2005рр та 2011 – 2050 рр. на початку вегетаційного періоду становлять 8 г/м² та 257 г/м², різко підвищуються у другу декаду вегетації до 153 г/м² 343 г/м² відповідно. Далі зростання приростів сухої маси ДМВ проходить плавно до восьмої декади в період 1986 – 2005рр., і становить 206 г/м². А в період по 2050 рік максимальні значення ДМВ спостерігаються в п'ятій декаді і становить 356 г/м². Після настання максимуму ДМВ прирости сухої маси цукрового буряку знижуються і на дванадцяту декаду вегетації перед збиранням врожаю становлять 142 - 137 г/м².

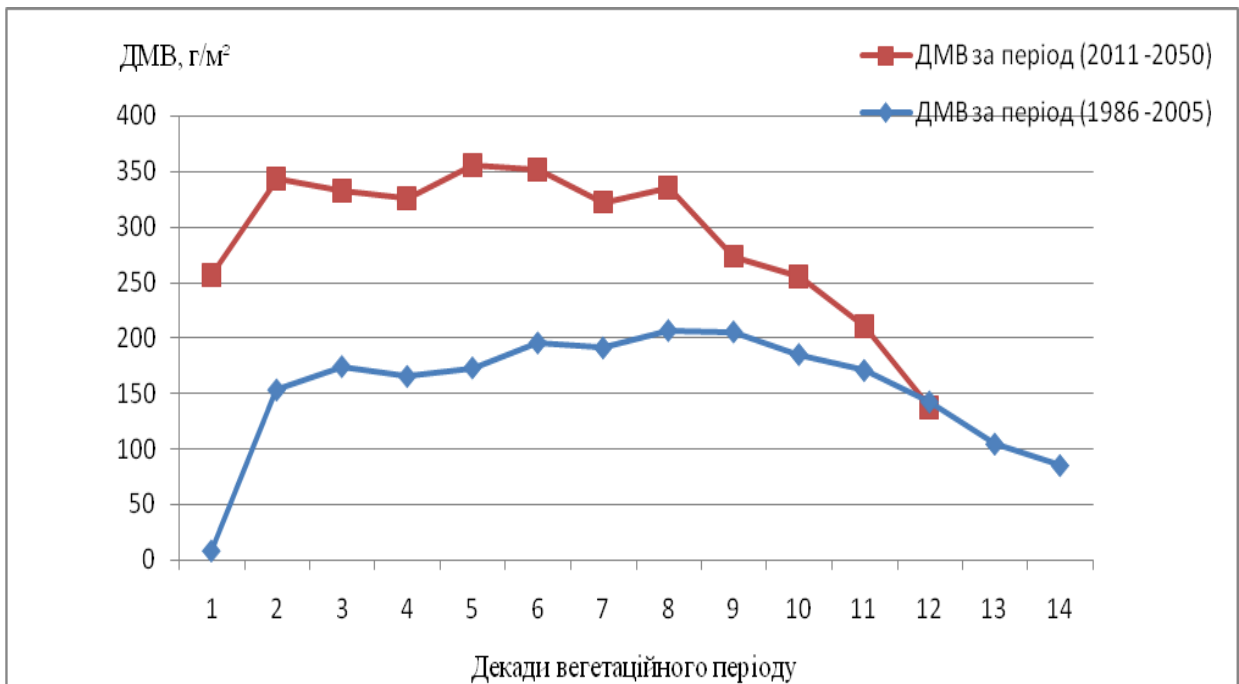


Рис. 5.7 - Порівняльна характеристика середньобагаторічних значень зі сценарними даними ДМВ цукрового буряку в Тернопільській області

Переходячи до порівняння кривих приростів врожаю виробництва (ВВ), які представлені на рис. 5.8, можна відзначити, що в першу декаду

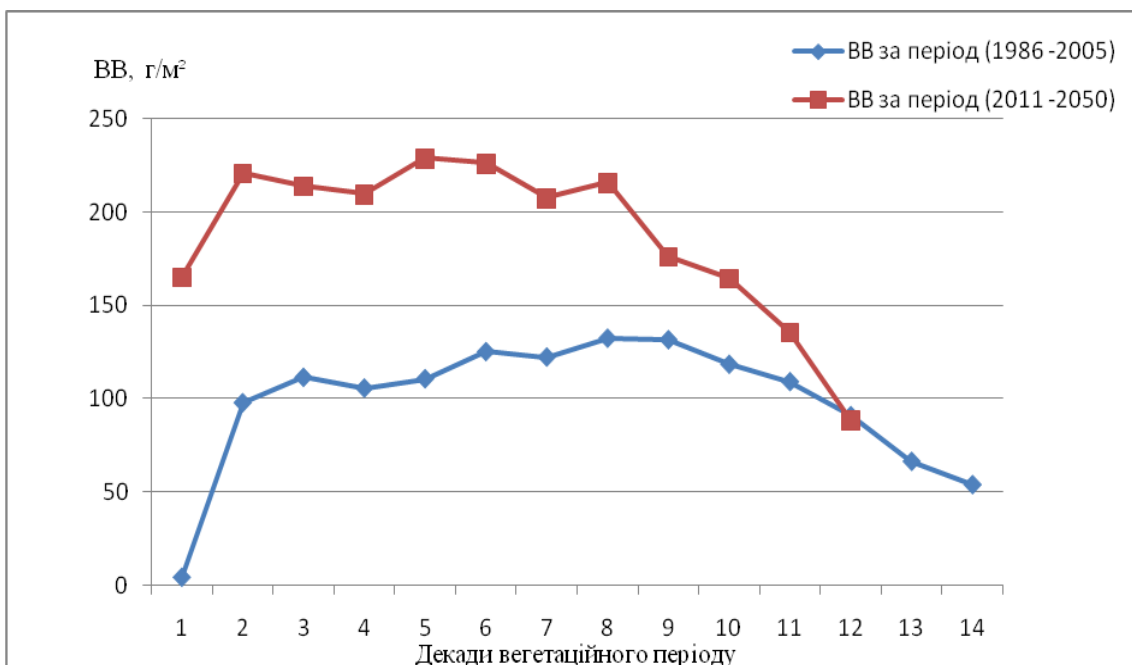


Рис. 5.8 – Порівняльна характеристика середньобагаторічних значень зі сценарними даними ВВ цукрового буряку в Тернопільській області.

після посіву цукрового буряку в ґрунт значення ВВ за період з 1986 – 2005рр., складає 5 г/м^2 , а за період з 2011- 2050рр. -165 г/м^2 . Криві приростів ВВ у наступні декади підвищуються до $133 - 226 \text{ г/м}^2$ у восьму і п'яту декаду відповідно. Потім плавно зменшується до $91 - 88 \text{ г/м}^2$ наприкінці вегетації.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Розрахований тренд врожайності цукрового буряку в Тернопільській області за період 1986 - 2015 р.р.
2. Визначена динаміка урожайності середнього по області врожаю цукрових буряків та розрахована лінія тренда. Знайдені відхилення щорічних врожаїв від лінії тренда.
3. Визначені провідні фактор формування продуктивності цукрового буряку в Тернопільській області.
4. За допомогою моделі розраховані прирости сухої маси різних категорій врожайності (ПВ, ММВ, ДМВ, ВВ) цукрового буряку по декадах вегетації за період з 1986 – 2005р. та за період з 2021 – 2050рр. і встановлено, що:
 - а) при співставленні кривих середньо багаторічних значень ПВ цукрового буряку за період з 1986 по 2005рр., з сценарними даними ПВ цукрового буряку в Тернопільській області за період з 2021 по 2050рр., можна зробити висновок, що ПВ в період з 1986 по 2005рр., був значно меншим, а ніж за сценарний період з 2021- 2050рр. Значення середньо багаторічних та сценарних даних на початку вегетації цукрового буряку становили 16 г/м^2 і 401 г/м^2 відповідно. У другу декаду вегетації спостерігається різке зростання приросту врожаю цукрового буряку, після другої декади середньо багаторічні та сценарні значення приросту поступово збільшується і досягає максимальних значень у восьму та п'яту декаду 235 г/м^2 та 548 г/м^2 відповідно. Діапазон відмінностей максимальних значень приросту врожаю складає 313 г/м^2 . Значення приросту за період з 1986-2015рр., з восьмої декади поступово знижується і на дванадцяту декаду становить 161 г/м^2 , а в період з 2021 – 2050рр., починаючи з восьмої декади спостерігається різкий спад приросту врожаю і вже на дванадцяту декаду вегетації цукрового буряку становить 217 г/м^2 .

б) Порівняння кривих метеорологічно можливого врожаю (ММВ). Визначили величини приростів ММВ за обидва досліджувальні періоди 1986 – 2005рр. та 2021- 2050рр.. Прирости ММВ починаються з 9 г/м^2 та 292 г/м^2 відповідно, це говорить проте що прирост ММВ в період з 1986 – 2005 були значно низький порівняно з другим періодом 2021 - 2050рр. . В другій декаді вегетації буряку прирости ММВ різко зростають, максимум приросту ММВ цих періодів припадає на восьму та п'яту декаду відповідно і складає 235 г/м^2 та 404 г/м^2 . В наступні декади прирости сухої маси буряку зменшуються і досягає максимальних значень 235 г/м^2 в восьму декаду вегетації. Після восьмої декади прирости зменшуються і на дванадцяті декаду вегетації цукрового буряку значення приросту обох періодів майже однакові і становлять $161-156 \text{ г/м}^2$.

в) Порівняння характеристика дійсно можливого врожаю (ДМВ). Прирости сухої маси ДМВ цукрового буряку за періоди з 1986 - 2005рр та 2021 – 2050 рр. на початку вегетаційного періоду становлять 8 г/м^2 та 257 г/м^2 , різко підвищуються у другу декаду вегетації до 153 г/м^2 343 г/м^2 відповідно. Далі зростання приростів сухої маси ДМВ проходить плавно до восьмої декади в період 1986 – 2005рр., і становить 206 г/м^2 . А в період по 2050 рік максимальні значення ДМВ спостерігаються в п'ятій декаді і становить 356 г/м^2 . Після настання максимуму ДМВ прирости сухої маси цукрового буряку знижуються і на дванадцяті декаду вегетації перед збиранням врожаю становлять $142 - 137 \text{ г/м}^2$.

г) Встановлено, що в першу декаду після посіву цукрового буряку в ґрунт значення ВВ за період з 1986 – 2005рр., складає 5 г/м^2 , а за період з 2011- 2050рр. -165 г/м^2 . Криві приростів ВВ у наступні декади підвищуються до $133 - 226 \text{ г/м}^2$ у восьму і п'яту декаду відповідно. Потім плавно зменшується до $91- 88 \text{ г/м}^2$ наприкінці вегетації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрокліматичний довідник по Тернопільській області. -Київ: 2012.
2. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України.- Київ: Вид. «Урожай». 1994.- 332 с.
3. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Підручник //Паламарчук В.Д. і ін.. –Вінниця, 2013. -720 с.
4. Польовий А.М., Сільськогосподарська метеорологія. Підручник /– Одеса. «ТЕС», 2012. – 612с.
5. Польовий А.М., Божко Л.Ю. Біологічні і екологічні основи продуктивності агроecosystem. Підручник. / Польовий А.М. і ін.. – Одеса: ТЕС, 2017. –С. 359.
6. Средние многолетние и вероятностные характеристики запасов продуктивной влаги под озимыми и ранними яровыми зерновыми культурами. Справочник. Том 1. //Под ред. Кельчевской.- Л.: Гидрометиздат, 1979.-292 с.
7. Конторщикова О.М. Методическое пособие по составлению средней областной урожайности сахарной свеклы в основных районах ее возделывания. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. - 25с.
8. Михайлова Н.И. Методика прогноза средней областной урожайности сахарной свеклы. //Труды УкрНИГМИ, 1978. – Вып.164. – С.90 – 96.
9. Польовий А.М., Божко Л.Ю. Довгострокові агрометеорологічні прогнози – Київ: КНТ 2007.-242с.
10. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. –Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 318 с.
11. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроecosystem. – Київ: КНТ, 2007. – 344 с.

12. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. -Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 263с.
13. Тооминг Х.Г. Метод эталонных урожаев //Вестник сельскохозяйственной науки. – 1982. - №3.
14. Манелля А.И. Динамика урожайности сельскохозяйственных культур в РСФСР. – М.: Статистика, 1972. – 192с.
15. Гойса Н.И., Перелет Н.А. Методические указания для расчета фотосинтетически активной радиации. – Киев: Изд-во Всесоюзного НИИ сахарной свеклы. 1977.-26с.
16. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України.// під ред.. Степаненка С.М., Польового А.М.- Одеса, «ТЕС», 2012.- 640 С.
17. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є. Практикум з сільськогосподарської метеорології. – Одеса, 2003
18. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України./ За ред.. С.М. Степаненка та А.М. Польового. Одеса.: «Екологія», 2011. – 694 с.
19. Шумова Н.А. Закономерности формирования водопотребления и водообеспеченности агроценозов в условиях юга Русской равнины. – М.:Наука, 2010. – 239 с.
- 20 <http://necu.org.ua/climate/>
- 21.<https://allatra.org/uk/pages/climate>

