

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра агрометеорології та агроєкології

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Оцінка агрокліматичних ресурсів вирощування
цукрового буряку в Поліссі

Виконала студентка групи МКА-41
Спеціальності 103 «Науки про Землю»

Мартінова Ніна Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник д.геогр.н., професор
Польовий Анатолій Миколайович

Консультант -

Рецензент д.геогр.н., професор
Лобода Наталія Степанівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут

Кафедра агрометеорологія та агроекології

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)

Освітня програма Гідрометеорологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри
агрометеорології та агроекології
Польовий А.М.**

« 05 » травня 2021 року

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

студентці Мартинівій Ніні Сергіївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оцінка агрокліматичних ресурсів вирощування цукрового буряку в Поліссі

керівник роботи Польовий Анатолій Миколайович, д.геогр.н., професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від « 18 » грудня 2020 року № 254 - С

2. Строк подання студентом роботи 10 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Агрокліматичні дані по Житомирській області за 1999 – 2020 рр.; 2. Програма базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування урожаю сільськогосподарських культур А.М. Польового

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Вивчити фізико-географічні умови Полісся; 2. Описати біологічні особливості цукрового буряку та його основні сорти; 3. Вивчити стан сучасних досліджень з оцінки впливу агрометеорологічних умов на продуктивність цукрового буряку; 4. Оцінити коливання середньої обласної урожайності цукрового буряку в Житомирській області; 4. Описати базову модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування урожаю сільськогосподарських культур А.М. Польового; 6. Оцінити рівні агроекологічних категорій урожайності цукрового буряку; 7. Оцінити агрокліматичні умови вирощування цукрового буряку в умовах Житомирської області.

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

1. Графіки динаміки урожайності та відхилень урожайності від тренду;
2. Графіки вологозабезпечення вегетаційного періоду культури, динаміки приростів агроекологічних рівнів урожайності цукрового буряку

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання « 05 » травня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання. Вивчити фізико-географічні умови Полісся.	05.05.2021 р.- 07.05.2021 р.	90	5 (відмінно)
2	Вивчити стан сучасних досліджень з оцінки впливу агрометеорологічних умов на продуктивність цукрового буряку	08.05.2021 р.- 10.05.2021 р.	90	5 (відмінно)
3	Описати біологічні особливості цукрового буряку та його основних сортів.	11.05.2021 р.- 13.05.2021 р.	90	5 (відмінно)
4	Описати базову модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування урожаю сільськогосподарських культур А.М. Польового	14.05.2021 р.- 16.05.2021 р.	90	5 (відмінно)
5	Рубіжна атестація	17.05.2021 р.- 22.05.2021 р.	90	5 (відмінно)
6	Оцінити коливання середньої обласної урожайності цукрового буряку.	23.05.2021 р.- 26.05.2021 р.	90	5 (відмінно)
7	Оцінити агрокліматичні умови вирощування цукрового буряку.	27.05.2021 р.- 31.05.2021 р.	90	5 (відмінно)
8	Опис отриманих результатів. Написання висновків.	01.06.2021 р.- 04.06.2021 р.	90	5 (відмінно)
9	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	05.06.2021 р.- 10.06.2021 р.	90	5 (відмінно)
10	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	10.06.2021 р.- 12.06.2021 р.	-	-
11	Підготовка паперової версії кваліфікаційної роботи бакалавра і презентаційного матеріалу до публічного захисту.	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	90,0	

Студентка _____ Мартінова Н.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Польовий А.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....		4
1	ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЇ ПОЛІССЯ.....	6
2	БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ.....	12
	2.1 Морфологічна характеристика цукрового буряку.....	12
	2.2 Відношення до тепла.....	13
	2.3 Відношення до вологи.....	15
	2.4 Відношення до світла	16
	2.5 Відношення до ґрунтів та живлення.....	17
	2.6 Характеристика вирощуваних сортів.....	19
3	ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ З ВПЛИВУ ПОГОДНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ.....	21
4	ОЦІНКА ДИНАМІКИ СЕРЕДНЬОЇ ОБЛАСНОЇ УРОЖАЙНОСТІ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ У ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	24
5	БАЗОВА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР А.М. ПОЛЬОВОГО...	30
	5.1 Концепція моделювання.....	30
6	АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	44
	6.1 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приросту урожайності цукрового буряку в Олевському районі.....	44
	6.2 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приросту урожайності цукрового буряку в Житомирському районі...	50
	6.3 Ґрунтові та агрокліматичні ресурси формування урожаю цукрового буряку.....	56
ВИСНОВКИ.....		61
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....		63

ВСТУП

Цукрові буряки – одна з найважливіших промислових культур у нашій країні. При врожайності 400 ц/га дають 50–55 ц цукру, 150–200 ц гички, 260–280 ц сирого жому, 15–18 ц мелясу, які використовують як корм [18].

Цукор є одним з основних продуктів у повсякденному житті. Він легко засвоюється організмом і є калорійним. Норма цукру для людини не перевищує 100 г на добу. Зловживання цукром викликає захворювання: діабет, високий кров'яний тиск, ожиріння, карієс зубів тощо.

У харчовому відношенні цукровий буряк значно перевищує кормовий. 100 кг коренеплодів відповідають 26 корм. од. і містять 1,2 кг засвоюваного білка та 100 кг листів – або 20 корм. од. і 2,2 кг протеїну. Це одна з найбільш урожайних культур в Україні [16].

Цукрові буряки мають велике агротехнічне значення [16]. Глибока оранка, використання великої кількості органічних та мінеральних добрив покращують структура ґрунту, підвищують його біологічну активність. Після цукрового буряку поле залишається чистим від бур'янів, бо застосовуються агротехнічні та хімічні методи боротьби з ними. Цукровий буряк є цінним попередником багатьох культур та підвищує загальну продуктивність сівозмін.

В останні роки урожайність цукрового буряку в Україні дещо знизилась і становить 45 т/га, а в минулі роки вона становила 60 т/га. Це свідчить про вагомому перспективу селекційних і агротехнологічних розробок, особливо зважаючи на колосальний біологічний потенціал пшениці.

Метою моєї кваліфікаційної роботи була оцінка агрокліматичних ресурсів вирощування цукрового буряку в умовах Полісся на прикладі Житомирської області. Вивчення біологічних особливостей цукрового буряку

та його вимог до умов навколишнього середовища, дослідження погодних умов на формування урожаю цукрового буряку.

Дослідження виконувались на основі багаторічних спостережень гідрометеорологічних станцій Житомирської області за період 1999–2020 рр. та даних про середньо обласну урожайність цукрового буряку в області. При виконанні дослідження використовувались методи аналізу часових рядів (метод гармонійних ваг) та базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів А.М. Польового.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЇ ПОЛІССЯ

Майже вся територія України знаходиться в межах помірного поясу, і тільки на Південному березі Кримських гір ландшафти мають риси субтропічних. Україна розташована в межах трьох фізико-географічних країн: Східноєвропейської рівнини, Українських Карпат і Кримських гір [7,8]

Рівнинна територія України - це частина Східноєвропейської фізико-географічної країни з чітко вираженою широтною зональністю. Тут виділяють три природні зони: мішаних хвойно-широколистих лісів, лісостепову та степову.

Зона мішаних хвойно-широколистих лісів займає північну частину України. Вона є частиною зони мішаних лісів Східноєвропейської рівнини, в межах якої виділяється Поліська провінція, що розташована на території України, Росії й Білорусі. Південна межа зони проходить поблизу Рави-Руської – Володимир-Волинського – Луцька – Житомира – Києва – Ніжина – Кроківця – Глухова.

Зона мішаних лісів займає близько 20 % території України. Для природних умов зони характерні низовинний рельєф, піщані і піщано-глинисті відклади, густа річкова сітка, широкі річкові долини, достатнє зволоження, високий рівень ґрунтових вод, переважання дерново-підзолистих ґрунтів, значне поширення соснових лісів. Більша частина зони в антропогені під час дніпровського зледеніння була вкрита льодовиком. У цей час сформувались піщані рівнини, моренні пасма, еолові форми рельєфу [7,8].

Клімат зони помірно-континентальний, літо тепле і вологе, зима порівняно м'яка. Середні температури січня змінюються із заходу на схід від -4,5...-5 °С до -7...-8 °С, липня – відповідно від 17 до 19,5 °С. Безморозний період триває 160–180 днів. У зоні мішаних лісів випадає найбільше опадів на

рівнинній частині країни, їх річні суми становлять 600–700 мм. Стійкий сніговий покрив тримається 90–100 днів [8].

Для річок характерні тривала весняна повінь з широкими розливами, зимова межень. Підземні води є джерелом живлення річок і озер. Значне поширення тут мають низинні болота.

У зоні переважають мішано-лісові, хвойно-широколисті ландшафти, які розвинулись в умовах помірно теплого вологого клімату на піщаних відкладах. Для них характерне значне поширення дерново-підзолистих ґрунтів під сосновими та сосново-дубовими лісами, складне перемежування льодовикових піщаних рівнин, долинно-терасових, лучних і болотних природних комплексів з меліоративними системами. На півдні зони трапляються островні опілля (безлісі ділянки) з ландшафтами північно-лісостепового характеру[7,8].

Лісистість зони змінюється від 10 до 60%. Тут ростуть сосна, береза, дуб, граб, липа, клен. Найпоширеніші дубово-соснові ліси, що займають 45 % лісопокритої площі. Соснові (борові) ліси розташовані на піщаних масивах. До 10 % території зони знаходяться під лучними ландшафтами в заплавах річок. У їхніх травостоях панують різнотравно-злакові угруповання. В ландшафті переважають болотні природні комплекси, серед яких основні площі зайняті низинними трав'яно-моховими і лісовими болотами [8].

Українське Полісся за особливостями поєднання ландшафтів поділяється на такі фізико-географічні області: Волинське Полісся, Житомирське Полісся, Київське Полісся, Чернігівське Полісся, Новгород-Сіверське Полісся. Їхнє географічне розташування показано на рис.1.1

Волинське Полісся розташоване в західній частині зони мішаних лісів у межиріччі Західного Бугу і Случі. Займає більшу частину Волинської і південно-східну частину Рівненської областей. Воно є найбільш зволеним, залісеним і заболоченим з фізико-географічних областей Українського Полісся [7].

Під лісами знаходиться понад 45 % площі Волинського Полісся, під заплавами лучно-болотного ландшафту – 10 %. В зв'язку з поширенням там тріщинуватих крейдяних порід розвиваються карстові процеси.

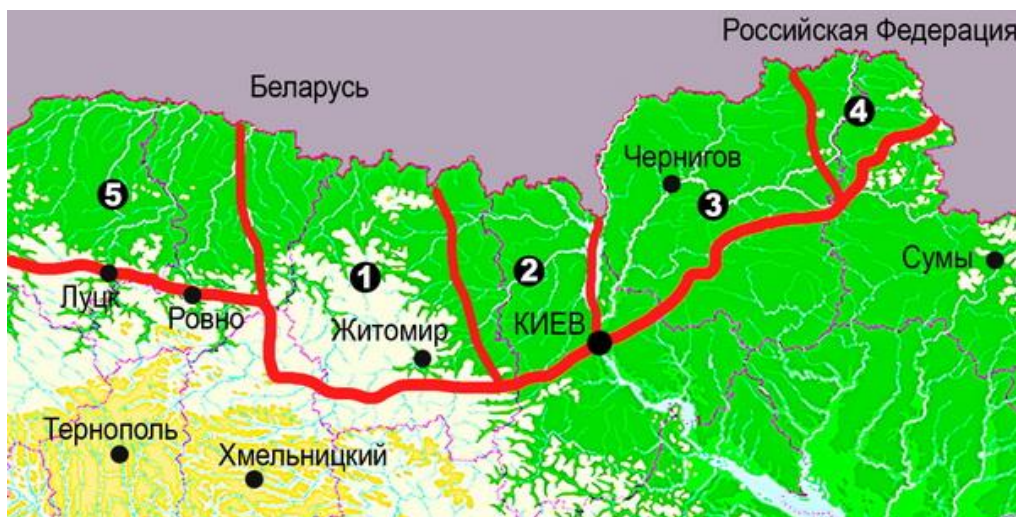


Рисунок 1.1 – Фізико-географічне районування території Полісся [7]

Природні умови Волинського Полісся сприятливі для сільсько- і лісгосподарського використання. Значні площі меліоровані. Тут створено Шацький природний національний парк, заказники Почаївський, озеро Нечимне, Переброди та ін.

Житомирське Полісся знаходиться на схід від Волинського. Воно займає більшу частину Житомирської та північно-східну частину Рівненської областей. Оскільки його територія розташована на Українському щиті, вона є більш піднятою порівняно з Волинським Поліссям. Річкові долини тут вузькі і глибокі, в них виходять на поверхню і відслонюються давні кристалічні породи [1,2].

Серед інших фізико-географічних областей Житомирське Полісся є найменш заболоченим – болота становлять близько 3 % його території. Великі площі займають піщані рівнини з сосновими та дубово-сосновими лісами. В східній частині Житомирського Полісся поширені моренно-піщані рівнини з

дерново-середньопідзолистими ґрунтами, які переважно розорані і зайняті сільськогосподарськими угіддями. Серед піщаних рівнин Житомирського Полісся помітно виділяється Словечансько-Овруцька височина, складена лесовими породами і розчленована глибокими річковими долинами, густою яружно-балковою мережею [1].

На території Житомирського Полісся знаходяться Поліський заповідник, заказники Городоцький, Дідове озеро, Поясківський та ін.

Київське Полісся знаходиться на схід від Житомирського і охоплює північну частину Київської та східну частину Житомирської областей. Його східною межею є р. Дніпро з Київським водосховищем. Область Київського Полісся розташована на схилі Українського щита, фундамент якого занурений на глибину 300–400 м. На ньому залягають породи крейдового, палеогенового, неогенового та антропогенного періодів. За рельєфом – це моренно-горбиста рівнина, помережена річковими долинами. Головними річками є Прип'ять, Уж, Тетерів, Здвиж, Ірпінь [7].

Безморозний період триває близько 165 днів. За рік у середньому буває 550–620 мм опадів [2]. У ландшафтній структурі території основними є природні комплекси піщаних та річкових піщаних рівнин, на яких розвинулись дерново-підзолисті ґрунти, соснові та дубово-соснові ліси. В південній частині Київського Полісся поширені моренно-піщані рівнини з дерново-середньопідзолистими ґрунтами, зайнятими тепер сільськогосподарськими угіддями. Природні умови Київського Полісся сприятливі для сільсько- і лісгосподарського використання, організації рекреації, природоохоронних об'єктів.

У Київському Поліссі проводять залісення пісків, протиерозійні заходи, регулювання водно-повітряного режиму ґрунтів. Тут знаходяться Дніпровсько-Тетерівське заповідне лісомисливське господарство, Іллінецький заказник та інші природоохоронні об'єкти і території. Частину Київського

Полісся вилучено з господарського обігу в зв'язку з радіаційним забрудненням внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС у 1986 році [7].

На схід від Київського лежить Чернігівське Полісся, що охоплює частину Дніпровсько-Донецької западини. Його східна межа проходить там, де Дніпровсько-Донецька западина переходить у схил Воронезького кристалічного масиву. Западина виповнена потужною товщею палеозойських, мезозойських і кайнозойських відкладів [7].

Чернігівське Полісся – це низовинна слабо хвиляста рівнина. Загальна рівнинність території порушується долинами річок Дніпра, Десни, Снову. Клімат помірно-континентальний. За рік в середньому буває 500–610 мм опадів. У долинах річок багато озер і боліт. Площа боліт становить 4,5 % території Чернігівського Полісся. Поширені дерново-підзолисті, болотні, сірі лісові ґрунти. Злісність території близько 25 %. Найбільші лісові масиви зберігаються на межиріччях Дніпра і Десни, Снову і Десни. Переважають соснові та дубово-соснові ліси [8].

В ландшафтній структурі Чернігівського Полісся головну роль відіграють природні комплекси моренно-піщаних та піщаних рівнин з дерново-підзолистими ґрунтами і боровими лісами. Острівне поширення мають лісостепові ландшафти, що розвинулись на лесових породах. Природні умови сприятливі для сільського і лісгосподарського природокористування, рекреації тощо [7,8].

У Чернігівському Поліссі знаходяться Каморетський заказник, Сосницький заказник і заказник Болото Мох, а також пам'ятки природи - Святе Озеро, болото Рильський Мох та урочище Гулине.

Новгород-Сіверське Полісся охоплює східну частину Чернігівської і північно-західну частину Сумської областей. За фізико-географічними умовами воно відрізняється від Чернігівського Полісся, оскільки лежить на схилі Воронезького кристалічного масиву, перекритого пермськими, юрськими, крейдовими, палеогеновими й антропогеновими відкладами.

У рельєфі Новгород-Сіверського Полісся помітно виділяється правобережжя р. Десни, територія якого порізана глибокими ярами і балками. На схід від Десни поверхня поступово піднімається і переходить у схили Середньоросійської височини. На Новгород-Сіверському Поліссі близько до поверхні залягають крейдові породи. Тому тут, як і на Волинському Поліссі, розвиваються карстові форми рельєфу - провалля, лійки та ін. [7,8].

Для кліматичних умов Новгород-Сіверського Полісся характерною є порівняно холодна зима. Середні температури січня становлять $-7...-8^{\circ}\text{C}$, а липня $+19^{\circ}\text{C}$. За рік у середньому випадає від 550 до 600 мм опадів [8].

У ландшафтній структурі Новгород-Сіверського Полісся переважають природні комплекси моренно-піщаних рівнин з дерново-підзолистими ґрунтами, що нині зайняті під сільськогосподарськими угіддями. Поширені також природні комплекси річкових терас із сосновими і дубово-сосновими лісами. На територіях, складених лесовими породами, трапляються лісостепові ландшафти. Природні умови сприятливі для сільськогосподарського виробництва, рекреації. У межах області знаходиться заказник Великий Бір [7].

2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ

2.1 Морфологічна характеристика цукрового буряку

Рід буряка *Beta* сімейства Маревні (*Chenopodiaceae*) представлений однорічними, дворічними і багаторічними видами [20].

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. В 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 коренеплодної форм буряка і покращений тривалою селекцією [2, 13].

Коренева система дорослої рослини цукрових буряків складається з потовщеного головного кореня і густий мережі тонких кореневих розгалужень, які відходять від головного кореня в площині розташування сім'ядоль проникаючих на глибину до 2,5 м, а в ширину на 40–50 см в обидві сторони. Головний корінь цукрових буряків має подовжену форму і кілька стислий з боків.

Листя цукрових буряків цільні, черешкові. Форма їх змінюється з віком: молодого листа черешки короткі пластинки округлої форми. у більш старих-черешки подовжуються, а пластинка набуває серцеподібну форму. По розташуванню листової пластинки розрізняють листки плоскі, що стеляться, коли вони майже лежать на землі, і стирчать, спрямовані вгору, властиві більш врожайним сортам. Рослини зі стоячою розеткою менше пошкоджуються під час догляду [18, 19].

Квітки у буряка пятерного типу з зеленуватим оцвітиною, рильце трехлопастьне. Знаходяться вони в пазухах листків уздовж всього стебла і його бічних розгалужень групами (по 2–6) у вигляді невеликих мутовок, утворюючи суцвіття – пухкий колос [18].

Плід – горішок з товстим двоскладовим околоплодником з пухкої здерев'янилої тканини.

Цукровий буряк – це дворічна рослина. В перший рік з насіння виростає потовщений коренеплід із запасами поживних речовин та розеткою прикореневих листків. Тривалість вегетаційного періоду у різних зонах бурякосіяння від 120–140 до 180–200 днів. На другий рік у висаджених у ґрунт коренеплідів із сплячих бруньок відростають листки і з'являються гіллясті високі (1,5 м і більше) стебла з квітками. Від висаджування до дозрівання насіння минає 100–125 днів. Рослини, в яких квітконосні стебла формуються вже в перший рік вегетації, називають цвітушними. Цвітушність спричинює зниження цукристості, здерев'яніння тканин і зменшення маси коренеплідів, утруднює переробку і зберігання буряків [20].

2.2 Відношення до тепла

По відношенню до тепла культура помірно вимоглива. Потреба у теплі цукровому буряку в протязі вегетаційного періоду потрібно 2340 °С (вище 5 °С) активних температур. Однак його врожайність в умовах правильної агротехніки є високою при середньодобових температур в межах 1900–3500 °С [20].

Зв'язок між цукровим буряком та температурою залежить від віку рослини, ґрунтових та погодних умов. Для проростання насіння потрібна загальна сума температур 100–125 °С. Сходи цукрового буряку, що знаходиться у фазі вилки, переносять пошкодження морозом до -3 °С, у фазі першої пари листя вони можуть переносити короткі заморозки до -5 °С і навіть

до -8°C . Тривалість від 2,5 до 4 тижнів впливу низьких температур ($2-8^{\circ}\text{C}$) на пророщуванні насіння та розсаді буряків викликає масовий прояв цвітущості рослин. Дорослі рослини гарні під час збирання буряків переносять морози до $-3...-5^{\circ}\text{C}$. При нижчій температурі корені замерзають. Вміст цукру в них не зменшується, але в результаті розморожування таких коренів відбувається інверсія сахарози, а це викликає значні втрати цукру під час переробки буряків на заводі [9].

Якщо постійно збільшувати під час росту цукрових буряків температуру ($15-18^{\circ}\text{C}$ і навіть більше $20-23^{\circ}\text{C}$), рослини кілька років (3–4) не дають плодів. Маточні коренеплоди буряка, які зберігаються при підвищеній температурі, висаджені в наступному році, не утворюють репродуктивні органи, тоді як коренеплоди, які зберігаються при температурі $6-10^{\circ}\text{C}$ цвітуть і дають насіння наступного року після посадки.

Насіння цукрових буряків починають проростати при температурі $4-6^{\circ}\text{C}$, але сходи з'являються лише через 20–22 дні. При температурі $10-12^{\circ}\text{C}$ сходи з'являються через 12–14 днів, а при $15-17^{\circ}\text{C}$ – через 7–8 днів [16].

У виловій фазі рослини чутливі до морозів і можуть пошкоджуватися при мінус $-3...-4^{\circ}\text{C}$. З появою першої пари справжніх листків сходи витримують зниження температури до мінус 8°C .

Восени, перед збиранням урожаю рослини витримують морози -5°C . При температурі нижче $6-8^{\circ}\text{C}$ накопичення цукру в коренях припиняється. Зібрані та неприкриті коріння пошкоджуються при температурі мінус 2°C .

Незважаючи на здатність переносити морози, буряк досить теплолюбна культура. Оптимальна температура для росту і розвитку рослин $20-22^{\circ}\text{C}$. Зниження температури уповільнює ріст. Рослинам першого року вегетації потрібна сума позитивних температур $2400-2800^{\circ}\text{C}$.

Цукровий буряк – це терmostійка культура. Він має високу максимальну температуру. Фотосинтез відбувається при підвищенні температури до 40°C .

2.3 Відношення до вологи

Цукрові буряки потребують значну кількість вологи з перших днів розвитку. 150–170 % води від маси з клубочка всмоктується бубнявіє і пророщує насіння. Цукрові буряки економно використовують воду. Коефіцієнт транспірації становить від 240 до 400 [16]. Однак загальне споживання води на 1 га є великим, оскільки в культурі утворюється значна кількість сухої органічної речовини. Для формування 1 т коренів і такої ж кількості гички з урожайністю 40–50 т/га використовується майже 80 т води.

Більша частина води витрачається під час інтенсивного росту коренів з липня по серпень. Відповідно до розподілу вегетаційного періоду на три стадії, співвідношення випаровуваної вологи таке: 1: 9: 3. Оптимальна вологість ґрунту складає 60-80 % НВ.

Порівняно менше зниження урожаю в сухих умовах порівняно з іншими культурами зумовлене високорозвиненою стрижневою системою, яка проникає на глибину до 2,5 м. З вологою глибших горизонтів ґрунту цукровий буряк може довго витримувати без дощів і може ефективно використовувати пізній літній дощ. У дощові роки з похмурою погодою цукристість коренеплодів зменшується.

Оскільки цукровий буряк утворює велику масу органічних речовин, він вимогливий до вмісту води у ґрунті. Цукровий буряк при масі коренеплоду 400–500 г витрачається на транспірацію, протягом всього вегетаційного періоду 30–35 літрів води. На одиницю урожаю цукрових буряків потрібно 70–80 одиниць води. Таким чином, при врожаї 40–50 т/га цукрових буряків протягом вегетації випаровується з ґрунту 3000–4000 т води. Слід мати на увазі, що в цей час волога також випаровується безпосередньо з ґрунту, що становить 25–30 % кількість води, витрачена рослиною на випаровування [5].

Слід зазначити, що залежно від концентрації ґрунту, погодних умов, сорту та інших факторів найвищі врожаї коренеплоду не при однаковій

вологості. Цукристість коренеплодів при зниженні вологості до певної межі дещо збільшується. Різне водопостачання рослин впливає на морфологію коренеплоду. При нестачі води в ґрунті розвивається видовжений корінь, коли надлишок води, то приймає укорочену круглу форму. Різні сорти цукрового буряку по-різному реагують на ступінь зволоження ґрунту [11].

Ступінь водопостачання рослин впливає не тільки на врожайність цукрових буряків, а також на технологічні якості коренеплоду. Встановлено, що при низьких концентраціях ґрунтового розчину з підвищення вологості ґрунту до оптимального, значення вмісту азоту в коренеплодах зменшується. При високій концентрації - кількість азоту в корінні зі збільшенням вологості збільшується.

На другому році життя рослини цукрового буряка втрачають воду більше, ніж рослини першого року життя. Коефіцієнт транспірації у насінників 725, а вода з одиниці рослини під час вегетації споживається 30–75 л. Кращий розвиток насінників та вищий урожай відмічається при 60 % НВ вологості ґрунту [9].

Цукровий буряк споживає велику кількість поживних речовин та води із ґрунту протягом вегетації. Це створює сприятливі умови для буряка на ґрунтах з високим вмістом води, які утримують достатню кількість води для забезпечення нею рослин протягом усього вегетаційного періоду. Ця культура віддає перевагу ґрунтам з потужним орним шаром, багатим поживними речовинами і маючи пухку структуру. Буряк має певні вимоги щодо аерації ґрунту. Кращі умови росту буряків визначаються співвідношенням води і повітря у ґрунті 1: 1.

2.4 Відношення до світла

Світло є не лише джерелом енергії для фотохімічних процесів. Воно також впливає на проникність і в'язкість клітинної плазми. Для нормального

життя рослин і забезпечення найвищої продуктивності буряків треба повне (змішане) світло оскільки окремі частини його спектра мають різні значення.

У природних умовах рослини переважно використовують розсіяне світло. Доведено, що при затіненні цукрових буряків вранці ріст їх уповільнюється більше, ніж при затіненні вдень, що свідчить про нерівність світла вдень [3].

Продуктивність цукрових буряків значною мірою залежить від щільності, посадки рослин і розміщення їх на площі, так як вони будуть утворювати різні умови освітлення листя, що вплине на інтенсивність фотосинтезу. Оптимальна площа листя цукрового буряку на 1 га повинен становити 35-40 тис. м² оскільки її подальші збільшення не збільшує поглинання сонячної енергії. В загущених посівах знижується чиста продуктивності фотосинтезу. Більш сприятливі умови освітлення формуються, коли зона подачі кожної рослини буряка мають квадратну форму або наближаються до неї [6].

Цукрові буряки є світлолюбною рослиною довгого дня. Інтенсивність накопичення цукру в коренях залежить від кількості сонячних днів у другій половині вегетації (серпень, вересень). Чим вищий рівень світла, тим кращий синтез вуглеводів. Велике зменшення освітленості знижує врожайність і цукристість коренів [9].

Похмура погода призводить до збільшення вмісту низькомолекулярних сполук азоту, що негативно позначається на технологічній якості коренів і зменшує вміст цукру.

2.5 Відношення до ґрунтів та живлення

Культура дуже вимоглива до родючості ґрунту. Найкраще росте на родючих, глибоких, багатих органікою речовинах: чорноземі, темно-сірому

опідзоленому. Найменший урожай отримують на сірих та світло-сірих підзолистих ґрунтах. Механічний склад - найкращі глинисті ґрунти.

Щільність ґрунту на чорноземах повинна становити $1,0-1,2 \text{ г/см}^3$ на сірих і світло-каштанових – $1,2-1,3 \text{ г/см}^3$, на дерново-підзолистих $1,3-1,4 \text{ г/см}^3$. Якщо щільність буде більшою, рослини не досягають довго, а корінь буде деформований. Надмірне ущільнення ґрунту та утворення плужної подошви знижують врожайність і призводять до роздвоєння коренів [11].

Цукрові буряки не витримують високого рівня кислотності, вони добре реагують на вапнування ґрунту. Оптимальна кислотність - pH 6,5-7,5.

Цукрові буряки є солестійкою культурою і застосовуються для опріснення ґрунту.

Цукрові буряки використовують велику кількість поживних речовин для отримання урожаю. Надмірне живлення азотом сприяє зростанню листя і коренів. Недостатнє надходження рослини до азоту проявляється у світло-зеленому кольорі надземної частини рослини, ранньому пожовтінні та загибелі більш старих листків. При недостатній кількості азоту зчитується, що жилка судини пучків пучків і прилеглих тканин вперше жовтіє, а частини листка, видалені з жилок, можуть зберігати світло-зелений колір. Незбалансований дефіцит азотного живлення знижує вміст цукру та знижує вихід білого цукру [9].

Недостатня кількість фосфору затримує ріст цукрових буряків, зменшує вагу кореня, листя додають цукор. Молоде листя та буряк потребують цього елемента шляхом повторного використання фосфору зі старих листя. Цей процес відбувається з достатнім вмістом фосфору в ґрунті, але він не такий інтенсивний. Якщо рослини цукрових буряків не будуть забезпечені фосфором з початку розвитку, вони помітно відставатимуть у рості і незабаром після появи набудуть тьмянний темно-зелений колір. При сильній нестачі фосфору на листках з'являються темно-коричневі плями, а краї нижніх

листіків стають темно-коричневими і відмирають. У ґрунтах основних районів розсади буряків мало фосфору.

Калій підвищує посухо- та морозостійкість. У Відсутність калію сушить листову пластинку по краях, починаючи з найбільш активних середніх листків, тоді як вміст цукру в корені значно знижується [9].

2.6 Характеристика вирощуваних сортів

Сорт – це сукупність 28 перехресно запилюваних рослин, схожих за фенотипом, які представляють собою складну популяцію, здатну зберігати характерні для неї ознаки протягом декількох поколінь (від селекційної еліти до першої репродукції). Зараз все без виключення країни сіють буряк, перейшли на застосування гібридного насіння. Гібрид – це сукупність рослин стабільними ознаками в першому поколінні. Отримують гібриди від схрещування двох або більше компонентів з метою отримання ефекту гетерозису (спалаху продуктивності) [12].

У випадку сортів напрямок урожаю характеризується великою масою коренеплоду і відносно низьким вмістом цукру. Однак вони забезпечують високий урожай коренеплодів, але вихід цукру на одиницю переробленої в них сировини низький.

До сортів цукрового буряку належать:

Білоцерковський односімянний 45. Сорт-популяція врожайного цукрового напрямку. Вміст цукру близько 17,6%, технологічні якості хороші, відносно стійкий до хвороб і цвітінню. Однонасінність 96-98%, схожість насіння - понад 85%. Рекомендується для вирощування в районі Полісся [12].

Ювілей. Диплоїдний гібрид на чоловічо-стерильній основі врожайно-цукровий напрямок. Згідно з державним сортовипробуванням, урожайність коренеплодів склала 514 ц/га при вмісті цукру 18,6%.

Однонасі́нність 95%, схожість насіння - понад 85%, стійкі до цвітіння. Рекомендується для вирощування у всіх ґрунтово-кліматичних зонах.

Брітні - внесена до державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2014 році. Дуже пластичний гібрид, чудово пристосовується до різних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Дає дружні сходи та забезпечує вирівняність посіви. Толерантний до церкоспорозу, ряду кореневих гнилей, парші та рамуляріоз, який забезпечує оптимальну щільність стояння на момент збору урожаю. Має чудову якість бурякового сік, технологічний для переробки. Форма кореня конічна, укорочений, глибина в ґрунті на 88%. Розетка проміжного типу, розмір листя середній. Гібрид добре реагує на високий рівень культури сільського господарства. Стійкий до негативних факторів. Дає стабільну врожайність коренеплодів та вихід цукру з тони сировини та 1 га посівів. Рекомендується для середнього та пізнього періодів збору урожаю [10].

Білоцерковський ЧС57. Гібрид був виведений Білоцерковською та Ялтушківською дослідно-селекційною станцією Інституту цукрового буряку. Це однонасі́нний триплої́дний гібрид ЧС з високим вмістом цукру. Характеризується підвищеною стійкістю до хвороб, цвітінням. Характеризується високою продуктивністю. Середній врожайність коренеплодів 555 ц/га, вміст цукру 17,3%, урожай цукру 96,0 ц/га [11].

Плутон. Одним з найпродуктивніших гібридів є Плутон. Гібрид урожайно-цукрового типу. Стійкий до цвітіння і слабо заражується хворобою коренеїд. Стійкість до церкоспорозу - 8,2 бала. Придатність до механізованого урожаю - 8,4 бала. Цей гібрид демонструє відмінні характеристики в різних ґрунтово-кліматичних умовах вирощування, урожайний гібрид із вмістом цукру вище норми, потенціал урожайності понад 90 т/га, перекопування коренеплодів можна проводити протягом усього сезону збору урожаю.

З ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ З ВПЛИВУ ПОГОДНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ

Основні райони вирощування цукрових буряків знаходяться в зоні недостатньої і нестійкої вологи і лише 20 % посівних площ розташовані в районах з достатньою вологістю. Більшість із них – західні регіони України – Волинська, Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька, Івано-Франківська та частково Львівська області.

Цукровий буряк є однією з провідних культур в Україні. Середня урожайність становить 140–300 ц/га. Вміст цукру в коренеплодах відіграє дуже важливу роль у формуванні цукрового буряку. Вміст цукру є однією з головних проблем буряководів.

Завдання агрометеорологічної служби України – дати не лише прогнози щодо очікуваного урожаю, а також вмісту цукру за весь вегетаційний період цукрового буряку.

На формування урожаю цукрових буряків впливають такі фактори, як волого- та теплозабезпечення посівів, щільність, вага коренеплоду. Щільність посівів та вага коренеплоду є інтегральними показниками агротехнічного впливу та погодних умов догляду за посівами впродовж всього вегетаційного періоду цукрового буряку.

Чисельні дослідження О.М. Конторщикової, А.І. Гришина, Н.І. Михайлової, Н.П. Шаповал, Н.І. Орловського показали, що цукрові буряки дуже чутливі до змін агрометеорологічних умов вирощування та до своєчасного впровадження агротехнічних заходів [4, 12].

Метод О.М. Конторщикової заснований на залежності урожаю цукрових буряків від теплових умов, вологи посівів та маси коренеплодів, сформованих 20 липня (прогнозована дата – 1 серпня) [9].

Розрахунок очікуваного урожаю цукрових буряків проводиться за рівнянням:

$$y = 1,05y_1 + 0,02\sum t + 0,92 v - 3,43, \quad (3.1)$$

де, y – очікувана середня регіональна урожайність, ц/га;

y_1 – середній по області біологічний урожай (маса коренів 20 липня, помножена на щільність посіву);

$\sum t$ – середня обласна сума середньодобових значень температури за період від декади, коли до 1 серпня було засіяно понад 50% площі;

v – середня вологозабезпеченість сільськогосподарських культур в регіоні за весь вегетаційний період (%).

Очікуваний запас води протягом усього вегетаційного періоду розраховується залежно від запасу води за період від посіву до дати складання прогнозу v_1 за допомогою рівнянь виду:

$$v = a v_1 + c, \quad (3.2)$$

Запас води розглядається як фактичне співвідношення загального випаровування з поля до повного випаровування при оптимальних умовах зволоження. Послідовно підсумовуючи значення вологозабезпечення за кожне десятиліття та діливши суму на кількість минулих десятиліть, визначають середню вологість посівів буряків за останній вегетаційний період [10].

Удосконалення методики прогнозування середнього регіонального урожаю цукрових буряків (Гришина А.І., 1987). Найближчий тісний позитивний зв'язок існує між середнім обласним показником урожайності цукрових буряків та масою кореня на кінець липня, а також щільність урожаю станом на 1 липня.

Одним із прогностичним фактором є біологічний урожай. Біологічний урожай – це добуток середньої маси кореня однієї рослини (на дату прогнозу – 1 серпня) на щільність посівів станом на 1 липня кількість рослин на 100 м². Біологічний урожай на дату прогнозу значною мірою відображає агротехнічні та метеорологічні умови минулого періоду. Під час вдосконалення методу прогнозування середнього регіонального урожаю цукрових буряків А.І. Гришин вперше використав такий додатковий інтегральний показник, як середня вага бадилля на рослину. Рослини з більшою кореневою масою і потужнішими листовий апаратом дають, як правило, більші прирости коренеплоду в наступний період росту [10].

Дослідженнями М.І. Орловського встановлено, що вміст цукру у коренеплодах тим більший, чим більше зберігається старе листя наприкінці вегетації та чим менше утворюється нових листків восени [5].

При в'яненні листя процес фотосинтезу уповільнюється і через те уповільнюється накопичення цукру. При вирощування цукрових буряків інколи складаються такі умови, за яких відбувається інтенсивний ріст коренеплоду, але накопичення цукру залишається незначним. Буває і навпаки, накопичення цукру відбувається інтенсивно, а приріст коренеплоду дуже незначний. Такі умови спостерігаються за ясної теплої погоди при недостатньому зволоженні ґрунту. Надмірне зволоження викликає зменшення вмісту цукру в буряках [5].

Дослідження впливу запасів продуктивної вологи у ґрунті на вміст цукру в коренеплодах показало, що зменшення цукру спостерігається як при значних запасах продуктивної вологи, так і при їх недостатній кількості. Якщо у період інтенсивного накопичення цукру запаси вологи в ґрунті більше 160 мм, вміст цукру зменшується на 15 %. Найбільший вміст 134 цукру спостерігається при запасах вологи 60мм у метровому шарі ґрунту. Запаси вологи шару 0 – 50 см на вміст цукру впливають мало [5].

4 ОЦІНКА ДИНАМІКИ СЕРЕДНЬОЇ ОБЛАСНОЇ УРОЖАЙНОСТІ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ У ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Для оцінки динаміки урожайності озимої пшениці за період 1999–2020 роки було отримано лінію тенденції урожаю за допомогою методу гармонійних зважень [15, 17]. Зупинимось коротко на описі цього методу.

Основна ідея методу гармонійних зважувань: спостереження часового ряду зважуються так, щоб більш пізнім спостереженням надавалася більша перевага, тобто вплив більш пізніх спостережень буде сильніше відбиватися на прогнозованій оцінці, ніж вплив більш ранніх.

Нехай є часовий ряд урожайності.

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

Відповідно до цього методу в якості деякого наближення $f(t)$ дійсного тренду $f(t)$ приймається ламана лінія, що згладжує задану кількість точок часового ряду y . Окремі відрізки ламаної лінії (ковзного тренду) представляють одну фазу. Кожна фаза ковзного тренду виражається рівнянням лінійних відрізків

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

де $k < n$ – кількість згладжуємих точок ряду.

Загальне число рівнянь дорівнює $n - k + 1$, причому для $i = 1; t = 1, 2, \dots, k$; для $i = 2, t = 2, 3, \dots, k + 1$; для $i = n - k + 1, t = n - k + 1, n - k + 2, \dots, n$. Параметри a і b рівняння (2) визначаються методом найменших квадратів. Значення кожної функції $y_i(t)$ визначаємо в точках $t = i + h - 1$ ($h = 1, 2, \dots, k$).

Кількість визначень $y_i(t)$ у кожній точці t позначимо через g_i . Точки ковзного тренду – це середні значення всіх $y_i(t)$, що позначаються $y_i(t)$ і визначаються за виразом

$$y_i(t) = \frac{1}{g_i} \sum_{j=1}^{g_i} y_i(t) \quad (j = 1, 2, \dots, g_i). \quad (4.3)$$

Передбачене значення часового ряду y_{t+1} визначається за формулою

$$\bar{y}_{t+1}(t) = y_t + \bar{\omega}_{t+1}, \quad (4.4)$$

де $\bar{\omega}_{t+1}$ – середнє приростів функції $f(t)$.

Обчислюється середній розмір приростів по виразу

$$\bar{\omega}_{t+1} = \sum_{t=1}^{n-1} c_{t+1}^n \omega_{t+1}, \quad (4.5)$$

де ω_{t+1} – прирости функції $f(t)$, обумовлені як

$$\omega_{t+1} = f(t+1) - f(t) = \bar{y}_{t+1} - \bar{y}_t; c_{t+1}^n - \text{гармонійні зважування.}$$

Гармонійні зважування визначаються по формулі

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

де m_{t+1} – гармонійні коефіцієнти.

При обчисленні гармонійних коефіцієнтів зберігається основна ідея методу – більш пізнім спостереженням надається більше переваги. Самі ранні спостереження мають вагу

$$m_2 = 1/(n-1), \quad (4.7)$$

а в наступний момент вага інформації m_3 буде визначатися як

$$m_3 = m_2 + 1/(n-2). \quad (4.8)$$

Таким чином, ряд зважувальних визначається за рівнянням:

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

із початковою величиною, вираженою рівнянням (4.7).

Часовий ряд урожайності цукрового буряку у Житомирській області за період 1999–2020 рр. та тенденція урожайності, яка визначена за методом гармонійних зважень, наведено на рис. 4.1. Як видно з даних рис. 4.1, на початку цього періоду урожайність складала 180 ц/га, притому, що зберігалась досить виразна тенденція зростання.

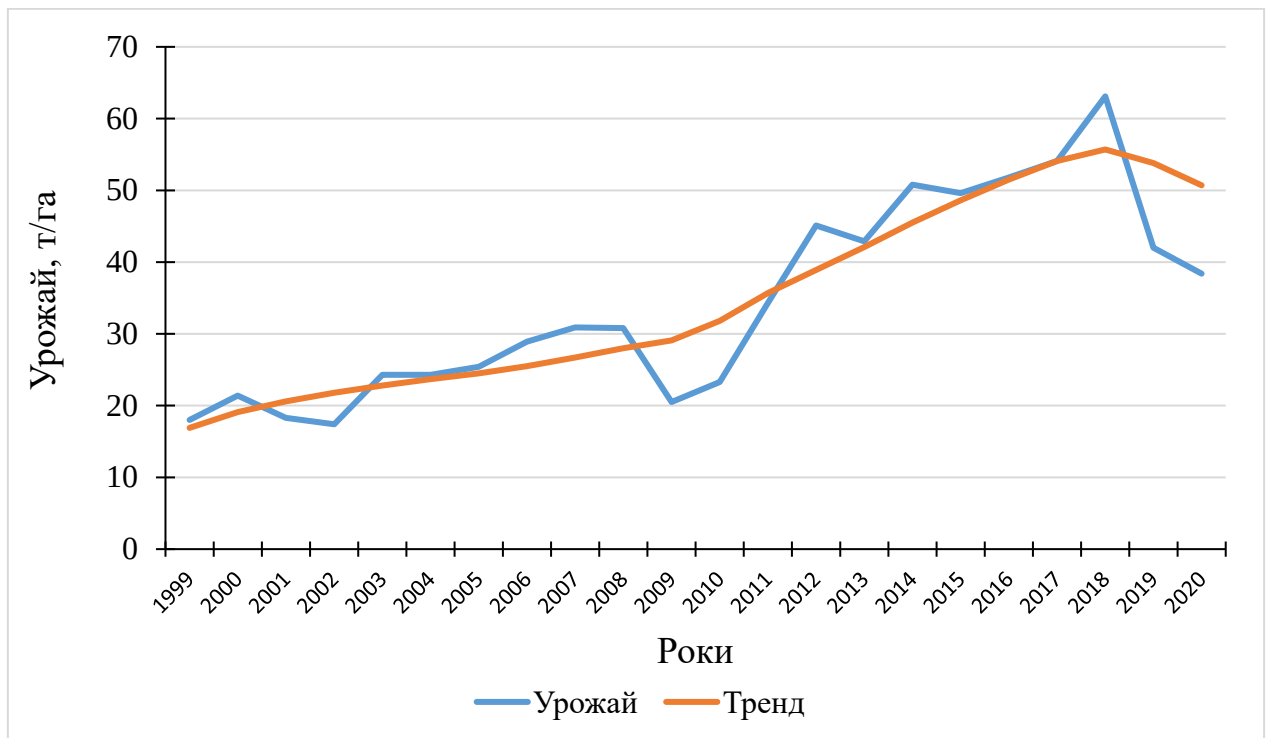


Рисунок 4.1 – Урожай цукрового буряку та його тенденція

За перше п'ятиріччя періоду (1999–2000 рр.) урожайність зросла до 180 ц/га. Надалі відбувалось поступове зростання, приріст тенденції за період 2001–2005 рр. склав 67 ц/га, що становить збільшення на 37 % порівняно з попереднім п'ятиріччям (табл. 4.1). В період 2006–2010 рр. тенденція зростання урожайності дещо сповільнилась, на початок п'ятиріччя вона становила 247 ц/га, а на кінець періоду 282 ц/га.

Таблиця 4.1 – Динаміка урожайності цукрового буряку у Житомирській області по п'ятиріччям

Показники	П'ятиріччя, роки				
	1996–2000	2001–2005	2006–2010	2011–2015	2016–2020
Середнє значення тренду, т/га	18,0	24,7	28,2	42,1	53,2
Абсолютний приріст, т/га		6,7	3,5	13,9	11,1
Відносний приріст, %		37	14,0	49,3	26,3

Величина абсолютного приросту становила (табл. 4.1) 35 ц/га, що становить 14 % відносного приросту. В подальшому (2011–2015 рр.) відбулося стійке зростання тенденції урожайності. Для початку періоду вона становила 282 ц/га, тоді як на кінець п'ятиріччя її значення сягало 421 ц/га. При цьому урожайність в 2013, 2014 та 2015 роках зросла від 400 ц/га до 500 ц/га. Абсолютний приріст тенденції складав 139 ц/га, а відносний приріст сягнув 49,3 %.

В той же час слід відмітити коливання урожайності із року в рік, які викликані впливом погодних умов (рис. 4.2). Як показано на рис. 4.2, спостерігалось 14 позитивних і 8 негативних відхилень від лінії тренду.



Рисунок 4.2 – Відхилення урожайності від тренду

Особливо значним було викликане несприятливими умовами відхилення урожайності в 2002, 2009-2010 та 2019-2020 роках, коли від'ємні відхилення від тренду становили до 123 ц/га. За період 1999-2020 рр спостерігалось 6 значних позитивних відхилень від тренду, які коливались від 42 до 62 ц/га. Це трапилось в 2006, 2007, 2008, 2012, 2014 та 2018 роках.

Таким чином, погодні умови досить суттєво впливають на мінливість урожаїв.

В роботі В.М.Пасова (1973) пропонується характеризувати кліматичну мінливість урожаїв величиною дисперсії σ_n^2 , яка розраховується за формулою

$$\sigma_i^2 = \sigma_{ia}^2 - \sigma_a^2, \quad (4.10)$$

де σ_{ia}^2 – загальна дисперсія урожаїв;

σ_a^2 – дисперсія урожаїв, виражена ростом культури землеробства.

Величини σ_{ia}^2 і σ_a^2 визначаються за такими формулами:

$$\sigma_{ia}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}; \quad (4.11)$$

$$\sigma_a^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y} - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (4.12)$$

де y_i – урожай конкретного року;

$\bar{y}$ – середній урожай;

$\hat{y}$ – динамічна середня величина урожаю;

n – довжина ряду.

Відомо, що природно-кліматичні ресурси різних районів країни неоднакові, вони відрізняються від рівня агротехніки та продуктивності районованих сортів. Тому для правильної оцінки мінливості урожаїв, крім дисперсії, необхідно враховувати рівень урожайності в кожному окремому районі. Для цього доцільно використовувати коефіцієнт варіації

$$C_n = \frac{1}{\bar{y}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (\hat{y} - \bar{y})^2}{n-1}}. \quad (4.13)$$

Показник мінливості урожайності цукрового буряку становить 0,11, який свідчить, що Житомирська область відноситься до зони найбільш стійких урожаїв цукрового буряку.

5 БАЗОВА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР А.М. ПОЛЬОВОГО

Однією з основних умов високої культури землеробства є найбільш повне використання кліматичних ресурсів. У цьому аспекті вивчення кліматичної забезпеченості формування урожаю сільськогосподарських культур з врахуванням особливостей мікроклімату конкретних територій має важливе наукове і практичне значення. При врахуванні впливу клімату на ефективність сільськогосподарського виробництва головним є визначення агрокліматичних ресурсів території, реалізоване шляхом їх агрокліматичного районування.

5.1 Концепція моделювання

Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур [17] заснована на концепції максимальної продуктивності рослин Х.Г. Тоомінга, результатах моделювання формування урожаю рослин А.М. Польового і методах оцінки мікрокліматичної мінливості елементів клімату у горбистому рельєфі Е.Н. Романової.

Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів [17] має блокову структуру і містить шість блоків (рис. 5.1):

- блок вхідної інформації;
- блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму;
- блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин;

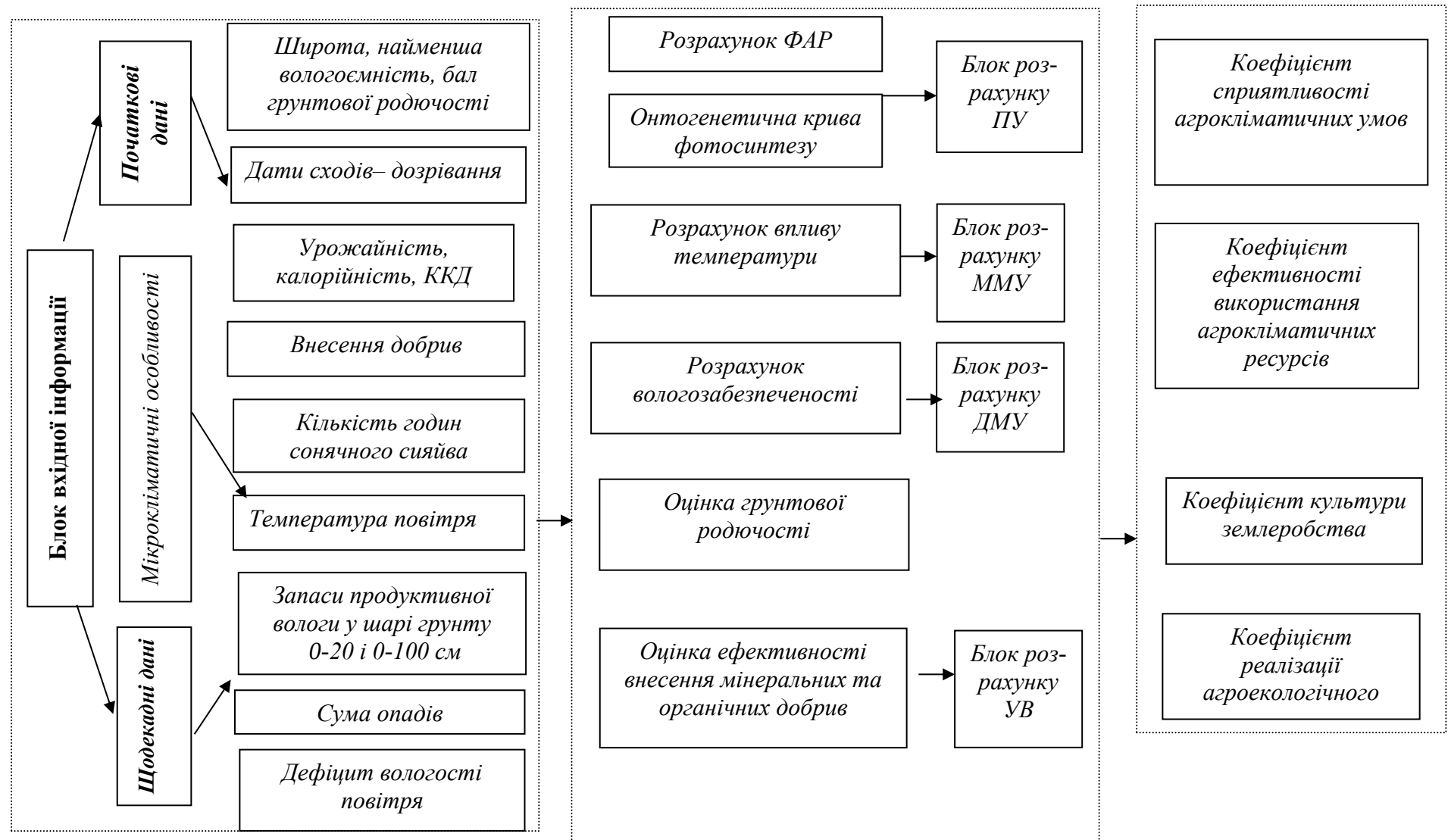


Рисунок 5.1 – Блок-схема базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування урожаю сільськогосподарських культур

- блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням;
- блок агроекологічних категорій урожайності;
- блок узагальнюючих оцінюючих характеристик.

Розглянемо більш докладно ці блоки.

Блок вхідної інформації.

Цей блок складається із даних стандартних метеорологічних і агрометеорологічних спостережень і містить d собі всі необхідні для виконання розрахунків характеристики. Вони поділяються на три групи:

Перша група – запаси продуктивної вологи у ґрунті, середньодекадна температура повітря, середня за декаду кількість годин сонячного сяйва, сума опадів за декаду, середній за декаду дефіцит насичення повітря, кількість днів у розрахунковій декаді.

Друга група – інформація про внесення доз азотних, фосфорних і калійних добрив, дані про оптимальні дози цих добрив, дані про внесення органічних добрив та їхній оптимальній дозі, рік внесення органічних добрив, бал ґрунтового бонітету.

Третя група – інформація про експозицію та крутість схилу, на якому розташоване поле, характеристика типу схилу і місця розташування поля на схилі.

Блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму.
Для розрахунку інтенсивності сумарної сонячної радіації використовується формула С.І. Сівкова

$$Q_o^j = 12,66 \cdot (SS^j)^{1,31} + 315 \cdot (A^j + B^j)^{2,1}, \quad (5.1)$$

де Q_o – сумарна сонячна радіація, що приходить на горизонтальну поверхню, кал/см²·доба;

SS – середня за декаду кількість годин сонячного сяйва;

j – номер розрахункової декади;

A і B – проміжні характеристики, що визначаються в залежності від широти місцевості та схилу Сонця.

Для розрахунку випаровуваності E_0 використовується метод А.М. Алпатьєва

$$E_O^j = 0,65 \cdot DWW^j \cdot dv^j \cdot 0,75, \quad (5.2)$$

де DWW – середній за декаду дефіцит насичення повітря, гПА;

dv – кількість днів у розрахунковій декаді.

Сумарне випаровування визначається за формулою С.І. Харченко

$$E^j = \frac{2W^j + O_S^j + P_{nor}^j}{1 + \frac{2W_{HB}}{E_O^j}}, \quad (5.3)$$

де E – сумарне випаровування на схилі, мм;

P_{nor} – норма вегетаційних поливів;

W_{HB} – найменша вологоємність у шарі ґрунту 0-100 см, мм;

O_S – сума опадів за декаду з урахуванням схилу, мм;

W – запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на схилі, мм.

Величина коефіцієнта для перерахунку випаровуваності на схилі k^E знаходиться в залежності від зволоження території, пори року, крутості схилу.

За допомогою наступного співвідношення розраховується інфільтрація у нижні шари ґрунту

$$F_{ilt}^j = W^j + O_S^j + P_{nor}^j - E^j - W_{HB}, \quad (5.4)$$

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

Для розрахунку запасів продуктивної вологи використовується рівняння водного балансу

$$W^{j+1} = W^j + O_S^j + P_{nor}^j - E^j - F_{ilt}^j \quad (5.5)$$

Блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин.

В основі продукційного процесу рослин лежить фотосинтез. Його інтенсивність обумовлюється фазою розвитку рослин і умовами навколишнього середовища. Для розрахунку онтогенетичної кривої фотосинтезу використовується формула

$$\alpha_{\Phi}^j = \exp \left[-a_{\Phi} \left(\frac{TS_2 - \Sigma t_1}{10} \right)^2 \right], \quad (5.6)$$

де величина α_{Φ} знаходиться за виразом

$$\alpha_{\Phi} = \frac{-100 \cdot \ln \alpha_{\Phi}^0}{(\Sigma t_1)^2}, \quad (5.7)$$

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

α_{Φ}^0 – початкове значення онтогенетичної кривої фотосинтезу, відн. од.;

Σt_{1_1} – сума ефективних температур повітря від сходів, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу рослин, °С;

TS_2 – сума ефективних температур, °С.

Функція впливу температури повітря на продукційний процес рослин визначається як

$$\psi_{\Phi} = \begin{cases} 13,7 \cdot \sin(0,077 \cdot x_1^j) & \text{при } (T^j - T_{\Phi}) < T_{opt1}^j, \\ 1 & \text{при } T_{opt1} \leq (T^j - T_{\Phi}) \leq T_{opt2}^j, \\ 1,13 \cdot \cos(1,570 \cdot x_2^j) & \text{при } (T^j - T_{\Phi}) > T_{opt2}^j, \end{cases} \quad (5.8)$$

де ψ_{Φ} – температурна крива фотосинтезу, відн. од.;

T – середньодекадна температура повітря, °C;

T_{Φ} – середньодекадна температура повітря, при якій починається фотосинтез, °C;

T_{opt1} – нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу, °C;

T_{opt2} – верхня межа температурного оптимуму для фотосинтезу, °C.

У рівнянні (5.8) проміжні величини знаходяться за формулами:

$$x_1^j = (T_s^j - T_{\Phi}) / (T_{opt1}^j - T_{\Phi}), \quad (5.9)$$

$$x_2^j = (T_s^j - T_{opt2}^j) / (T_{max}^j - T_{opt2}^j), \quad (5.10)$$

де T_{max} – середньодекадна температура повітря, при якій припиняється фотосинтез, °C;

T_s – температура повітря на горизонтальній поверхні, °C.

Значення нижньої і верхньої межі температурного оптимуму для фотосинтезу визначаються як функції часу.

Функція впливу вологості ґрунту на фотосинтез γ_{Φ} визначається як

$$\gamma_{\Phi} = \begin{cases} -1,163 \cdot (x_3^j)^2 + 2,187 \cdot x_3^j & \text{при } W^j < W_{opt1}^j, \\ 1 & \text{при } W_{opt1}^j \leq W^j \leq W_{opt2}^j, \\ -0,654 + 3,824 \cdot x_4^j - 2,633 \cdot (x_4^j)^2 + 0,467 \cdot (x_4^j)^3, & \\ & \text{при } W^j > W_{opt2}^j, \end{cases} \quad (5.11)$$

де W – запаси продуктивної води у метровому шарі ґрунту, мм;

W_{opt1} – нижня межа оптимальних запасів води, мм;

W_{opt2} – верхня межа оптимальних запасів води, мм.

$$x_3^j = W^j / W_{opt1}^j, \quad (5.12)$$

$$x_4^j = W^j / W_{opt2}^j. \quad (5.13)$$

Функція впливу вологозабезпеченості посівів розглядається як сполучення двох функцій. Враховується функція впливу вологості ґрунту на продуктивність рослин (за даними про фактичні запаси вологи) і відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності

$$FW = \left(\gamma_\phi^j \cdot \frac{E^j}{E_0^j} \right)^{0,5}, \quad (5.14)$$

де FW – відносна вологозабезпеченість посівів, відн. од.

Аналогічно визначається узагальнена функція впливу термічного режиму і вологозабезпеченості FTW_1 на фотосинтез:

$$FTW_1 = (\psi_\phi FW)^{0,5}. \quad (5.15)$$

До цієї функції вводиться корекція на рівень температури в сполученні з вологозабезпеченістю:

$$FTW_2 = \begin{cases} FTW_1[1 + (1 - \Psi_\phi)(1 - FW)] & \text{при } t_n < t_{opt1} \\ FTW_1 & \text{при } t_{opt1} \leq t_n \leq t_{opt2} \\ FTW_1[1 - (1 - \Psi_\phi)(1 - FW)] & \text{при } t_n > t_{opt2} \end{cases}. \quad (5.16)$$

Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням.

Родючість ґрунту характеризується вмістом у ній гумусу, що залежить від міри впливу ерозії ґрунту.

$$G_{um} = k_{er}^G \cdot G_{um}, \quad (5.17)$$

$$F_{G_{um}} = \frac{G_{um}}{G_{um\,opt}}, \quad (5.18)$$

де G_{um} – вміст гумусу у ґрунті, %;

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

$G_{um\,opt}$ – оптимальний для вирощування сільськогосподарської культури вміст гумусу у ґрунті, %.

Функція впливу вмісту гумусу у ґрунті визначається за формулою О.С. Образцова для розрахунку забезпеченості рослин елементами мінерального живлення

$$FW_{G_{um}} = (F_{G_{um}})^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_{G_{um}})], \quad (5.19)$$

де $FW_{G_{um}}$ – функція впливу вмісту гумусу у ґрунті на формування урожаю, відн. од.

Значення функцій оптимальності азотного, фосфорного і калійного живлення розрахується за методом О.С. Образцова з деякими модифікаціями:

$$F_N = \frac{N_m}{N_{opt}} \quad (5.20)$$

$$FW_N^j = \left\{ (F_N)^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_N)] \right\} \cdot k_{ef}^j, \quad (5.21)$$

де N_m – внесена доза азотних добрив, кг/га;

N_{opt} – оптимальна доза азотних добрив, необхідна для одержання максимального урожаю, кг/га;

FW_N – функції впливу забезпеченості азотом, відн. од.;

k_{ef} – коефіцієнт ефективності добрив в залежності від вологості ґрунту, відн. од.

Аналогічно визначаються функції впливу забезпеченості фосфором FW_P і калієм FW_K .

Вплив режиму зволоження ґрунту на ефективність добрив розраховується за виразом:

$$k_{ef}^j = \begin{cases} 1 & \text{при } \frac{W^j}{W_{opt1}^j} \geq 0,85, \\ 0,8 & \text{при } 0,70 < \frac{W^j}{W_{opt1}^j} < 0,85, \\ 0,6 & \text{при } \frac{W^j}{W_{opt1}^j} \leq 0,70, \end{cases} \quad (5.22)$$

Аналогічно визначається співвідношення дози органічних добрив до їх оптимальної величини і розраховується функція впливу внесення органічних добрив з врахуванням року внесення добрив

$$F_{Org} = \frac{O_{rg}}{O_{rg\,opt}}, \quad (5.23)$$

$$FW_{Org}^j = \left(F_{Org} \right)^{1,35} \cdot \exp \left[1,1 \cdot (1 - F_{Org}) \right] \cdot k_{Org}^g \cdot k_{ef}^j, \quad (5.24)$$

де FW_{Org} – функція впливу внесення органічних добрив на урожай;

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

$O_{rg\ opt}$ – оптимальна для вирощування сільськогосподарської культури

доза внесення органічних добрив, т/га;

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

Узагальнена функція впливу родючості ґрунту і внесення мінеральних та органічних добрив розраховується за принципом Лібіха

$$FWM_{ef}^j = \min \{ FW_{Org}^j, FW_N^j, FW_P^j, FW_K^j \}, \quad (5.25)$$

де FWM_{ef} – функція впливу ефективної родючості на урожай, відн. од.

Блок агроекологічних категорій урожайності.

Визначення величини різних агроекологічних категорій урожайності здійснюється з врахуванням внесених модифікацій, із залученням більш повної інформації і наповненням цих категорій новим змістом.

Збільшення потенційної урожайності загальної біомаси за декаду визначається в залежності від інтенсивності фотосинтетично активної радіації (ΦAP) і біологічних особливостей культури з врахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації

$$\frac{\Delta PY^j}{\Delta t} = \alpha_\phi^j \frac{\eta \cdot Q_{\phi ap}^j \cdot d\nu^j}{q}, \quad (5.26)$$

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

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

η – ККД посівів, відн. од.;

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

q – калорійність, кал/г.

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

$$\frac{\Delta MMU^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} \cdot FTW_2, \quad (5.27)$$

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

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

Формування дійсно-можливої урожайності загальної біомаси обмежується рівнем природної родючості ґрунту

$$\frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta MMU^j}{\Delta t} B_{nl} F_{Gum}, \quad (5.28)$$

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

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

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

$$\frac{\Delta UB^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} k_{земл} FWM_{ef}^j, \quad (5.29)$$

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

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

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

Різні агроекологічні категорії урожаю зерна при його стандартній 14 %-ій вологості визначаються за виразом

$$ПУ^i_{зерна} = k^i_{дозр} ПУ \cdot K^{ПУ}_{зосп} 1,14 \cdot 0,1 \quad (5.30)$$

де $ПУ^i_{зерна}$ – потенційний урожай зерна, який формується за i -ту фазу дозрівання зерна в волоті, ц/га;

$K^{ПУ}_{зосп.}$ – частка зерна в загальній масі потенційного урожаю, відн. од., яка визначається в залежності від розмірів урожаю загальної біомаси.

Аналогічно визначаються відповідно метеорологічно-можливий $ММУ_{зерна..}$, дійсно-можливий $ДМУ_{зерна}$ і урожай у виробництві $UB_{зерна}$ зерна.

Блок узагальнюючих оціночних характеристик.

Аналіз різноманітних агроекологічних категорій урожайності ($ПУ$, $ММУ$, $ДМУ$, UB), а також їхніх співвідношень і відмінностей дозволяє судити про природні й антропогенні ресурси сільського господарства, а також про ефективність господарського використання цих ресурсів стосовно вирощування сільськогосподарських культур.

Розглянемо п'ять узагальнених характеристик:

1) Ступінь сприятливості метеорологічних умов вирощування культури характеризує співвідношення метеорологічно-можливої урожайності і потенційної урожайності

$$K_M = MMU_{зерна}/ПУ_{зерна}, \quad (5.31)$$

де K_M – коефіцієнт сприятливості метеорологічних умов, відн. од.

2) Сприятливість ґрунтових умов показує відношення-дійсно можливої урожайності до метеорологічно-можливої урожайності

$$K_z = ДМУ_{зерна}/MMU_{зерна}, \quad (5.32)$$

де K_z – коефіцієнт сприятливості ґрунтових умов, відн. од.

3) Співвідношення урожайності у виробництві і метеорологічно-можливої урожайності встановлює ефективність використання агрокліматичних ресурсів. Якщо це співвідношення розраховується за середніми багаторічними даними, то воно відображає ефективність використання агрокліматичних ресурсів

$$K_{акл} = UB_{зерна}/MMU_{зерна}, \quad (5.33)$$

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

4) При реальних ґрунтових умовах співвідношення урожайності у виробництві і дійсно-можливої урожайності можна розглядати як показник досконалої агротехнології

$$K_{земл} = UB_{зерна}/ДМУ_{зерна}, \quad (5.34)$$

де $K_{земл}$ – коефіцієнт ефективності використання існуючих агрометеорологічних і ґрунтових умов (характеризує рівень культури землеробства з погляду ефективності господарського використання існуючого комплексу агрометеорологічних і ґрунтових умов), відн. од.

5) Величина відношення урожайності у виробництві до потенційної урожайності характеризує рівень реалізації агроекологічного потенціалу

$$K_{аек.пот} = UB_{зерна} / ПУ_{зерна}, \quad (5.35)$$

де $K_{аек.пот}$ – коефіцієнт реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од.

Підвищення рівня $UB_{зерна}$ і доведення його до $ДМУ_{зерна}$ вимагає ретельного дотримання всіх засобів агротехніки, виконання їх у повній відповідності з агрометеорологічними умовами на конкретному полі. Це є першочерговою задачею програмування урожаїв, спрямованого на усунення дії різноманітних господарських факторів, які знаходяться у мінімумі.

Наближення $ДМУ_{зерна}$ до $ММУ_{зерна}$ вимагає виконання різноманітних заходів для підвищення родючості ґрунту. Різниця між $ММУ_{зерна}$ і $ПУ_{зерна}$ компенсується за рахунок меліоративних заходів, а також внаслідок правильного підбору сортів і культур, що краще пристосовані до особливостей конкретного клімату. Підвищення рівня $ПУ_{зерна}$ забезпечується головним чином шляхом селекції нових сортів, які будуть мати більш високий рівень урожайності за рахунок ефективного використання сонячної радіації.

Формули (5.1)–(5.35) дозволяють визначити основні агроекологічні категорії урожайності сільськогосподарських культур для різних елементів рельєфу, що формуються під впливом ґрунтово-кліматичних умов і мікрокліматичних особливостей досліджуваних територій та виконати для цих територій оцінку агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур.

6 АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Для оцінки агрокліматичних умов формування продуктивності цукрового буряку в Житомирській області було розглянуто два адміністративні райони, які в свою чергу і є основними у вирощуванні культури в даній місцевості: Олевський (північний) та Житомирський (південний) адміністративні райони.

Розглянемо більш детально агрокліматичні умови вирощування цукрового буряку у даних районах.

6.1 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приросту урожайності цукрового буряку в Олевському районі

Як видно з даних рис. 6.1 у фазу сходів сума ФАР складає 10,0–10,5 кДж/см², а приростів ПУ складає 3000–3200 г/м²·дек. Від фази сходів до появи 3-го справжнього листа сума ФАР зростає від 10,0 кДж/см² до 11,1 кДж/см² за декаду.

За цей же період приріст ПУ зростає від 3200 г/м²·дек до 3300 г/м²·дек. У фазу закриття міжрядь (7-ма декада вегетації) приріст ПУ досягає свого максимуму і становить 3386 г/м²·дек. Починаючи з 6-ї декади і до кінця вегетації цукрового буряку відбувається старіння рослини, що зумовлює зниження приростів ПУ на фоні зниження значень суми ФАР (10,0–8,0 кДж/см²) і у фазі пожовтіння листа приріст становить 474 г/м²·дек.

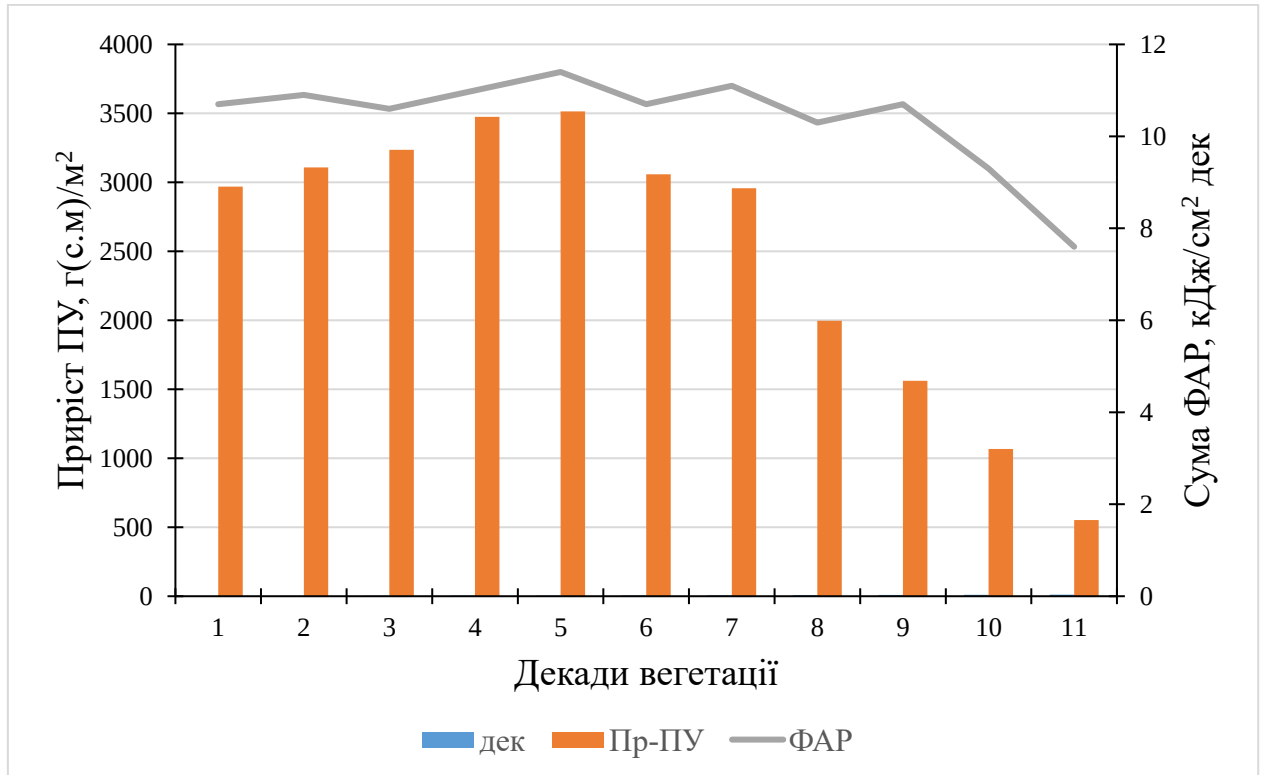


Рисунок 6.1 – Приріст ПУ цукрового буряку та сума ФАР за декаду.
Олевськ

На приріст ММУ головним чином впливає волого температурний режим.

Загальну характеристику режиму зволоження надає величина показника Селянинова ГТК (рис. 6.2). Як видно з даних рис. 6.2, ГТК протягом вегетаційного періоду утримувався на значному рівні, а в другій, третій, шостій декадах він дорівнював або перевищував значення 2,0 відн. од., що характеризує цей період як період перезволоження. Майже сім декад він утримувався на рівні вище 1,5 відн.од. і тільки в дев'ятій декаді знизився до 1,0 відн.од.

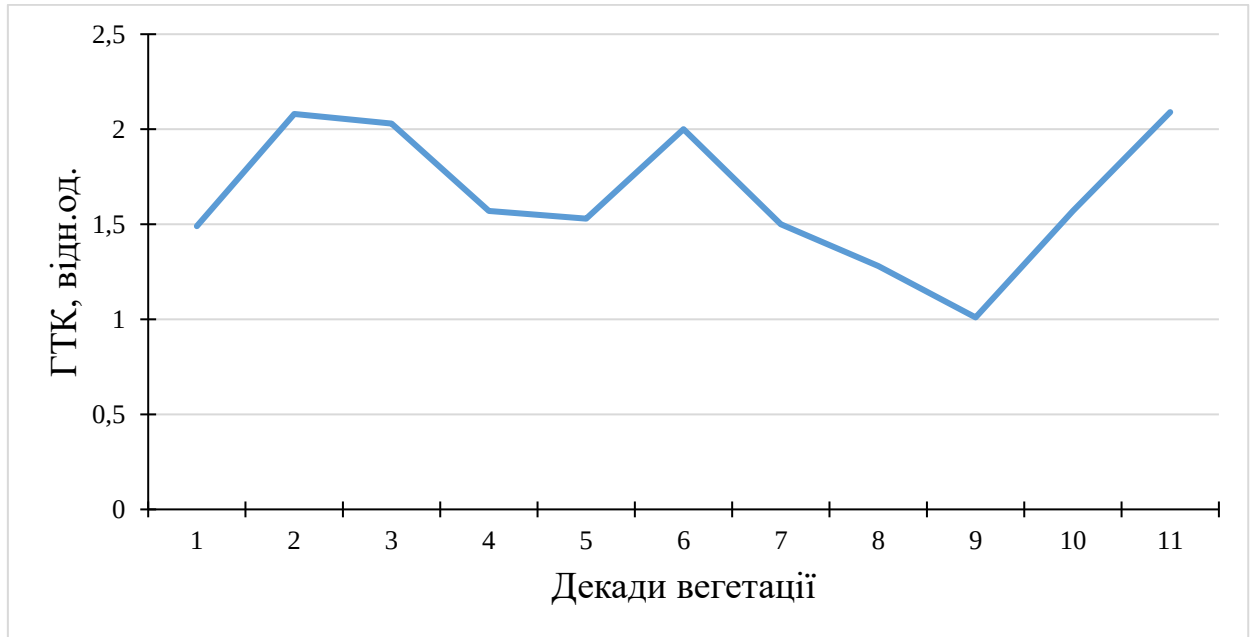


Рисунок 6.2 – Динаміка показника ГТК. Олевськ.

В перші декади вегетації сумарне випаровування посівів цукрового буряку (рис. 6.3) становило 27–30 мм, випаровуваність знаходилась в інтервалі від 29 до 34 мм. Найбільше значення випаровування спостерігається у період сходів, коли його значення складає 31 мм.

В період з 3-ї по 5-ту декади вегетації значення випаровування поступово зменшувалися від 30 мм до 22 мм. У міжфазний період початок росту кореня – закриття міжрядь значення випаровуваності дещо збільшилися, але не значно. Другий максимум випаровування припадає на 5-7 декади вегетації, коли значення становлять 23-24 мм.

Аналогічна ситуація спостерігається з випаровуваністю цукрового буряку. В період сходів – 3-й лист випаровуваність культури зростає від 32 мм до 34 мм. Потім її значення поступово зменшуються і у критичний період по відношенню до вологи (початок росту кореня – закриття міжрядь) значення випаровуваності становить 34 мм. Починаючи з фази закриття міжрядь (8-ма декада вегетації) і до 10 декади вегетації значення випаровуваності

утримувалось на рівні 32–34мм. В останню декаду вегетації (пожовтіння листя) її значення склали 19,5мм.

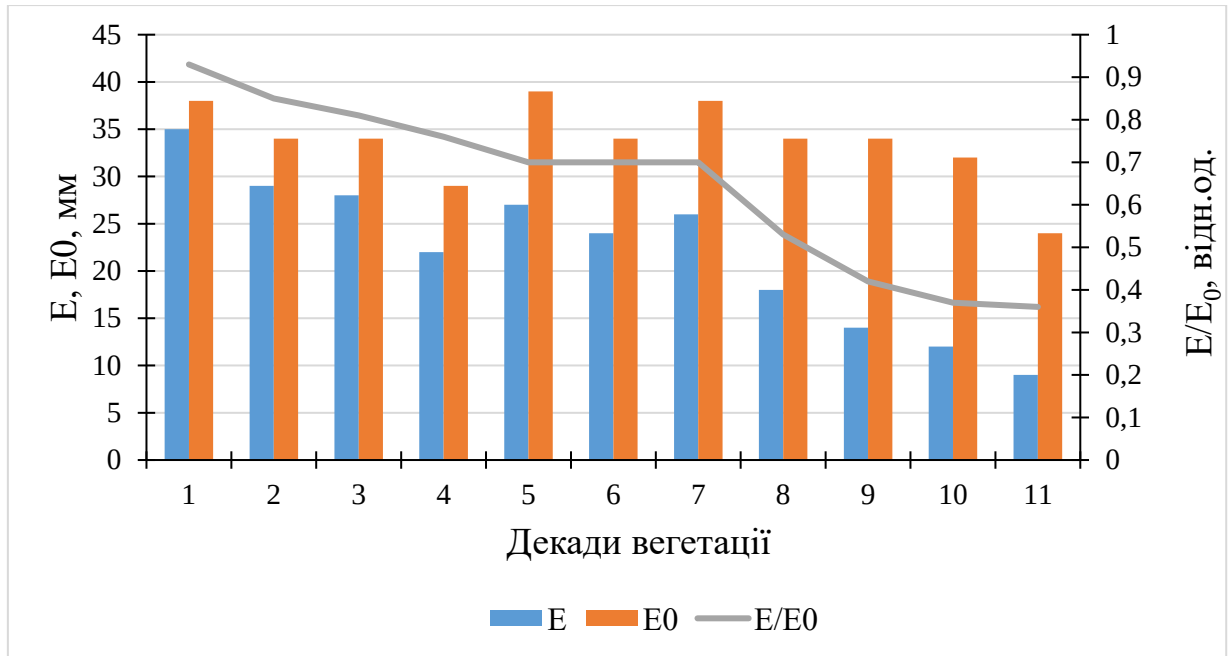


Рисунок 6.3 – Динаміка показників водного режиму посівів цукрового буряку. Олевськ.

Відносна вологозабезпеченість посівів цукрового буряку продовж всього вегетаційного періоду постійно зменшувалася. В перші декади вегетації її значення досягали максимуму і складали 0,9–0,8 відн.од., у міжфазний період 3-й справжній лист – початок росту кореня вологозабезпеченість зменшилася від 0,7 до 0,6 відн. од.. У критичний період по відношенню до вологи (5–8 декади вегетації) значення зменшувалися від 0,7 до 0,5 відн. од., і на кінець вегетаційного періоду склали 0,36 відн. од.

Температурний режим в період вегетації (рис. 6.4) був вищий за верхньою межою оптимальних температур для фотосинтезу. В період сходи – 3-й лист середня температура повітря складала 11,9–14,9 °C і знаходилась вище нижньої та верхньої межі оптимальних температур на 0,81–1,9°C. В період 3-й лист – початок росту кореня температура також вийшла (на 1,7–2,6 °C) за верхню межу оптимальних температур і змінилась від 16,3 до

18,4 °С. В період початок росту кореня – закриття міжрядь температура повітря була дещо вищою (на 0,6–1,7 °С) за верхню межу оптимальних температур і складала 18,4–19,8 °С. В період після закриття міжрядь до пожовтіння листя вона не перевищила верхній та нижній рівень оптимальної температури. В середньому за вегетаційний період температурний режим в районі був практично на межі оптимальних температур.

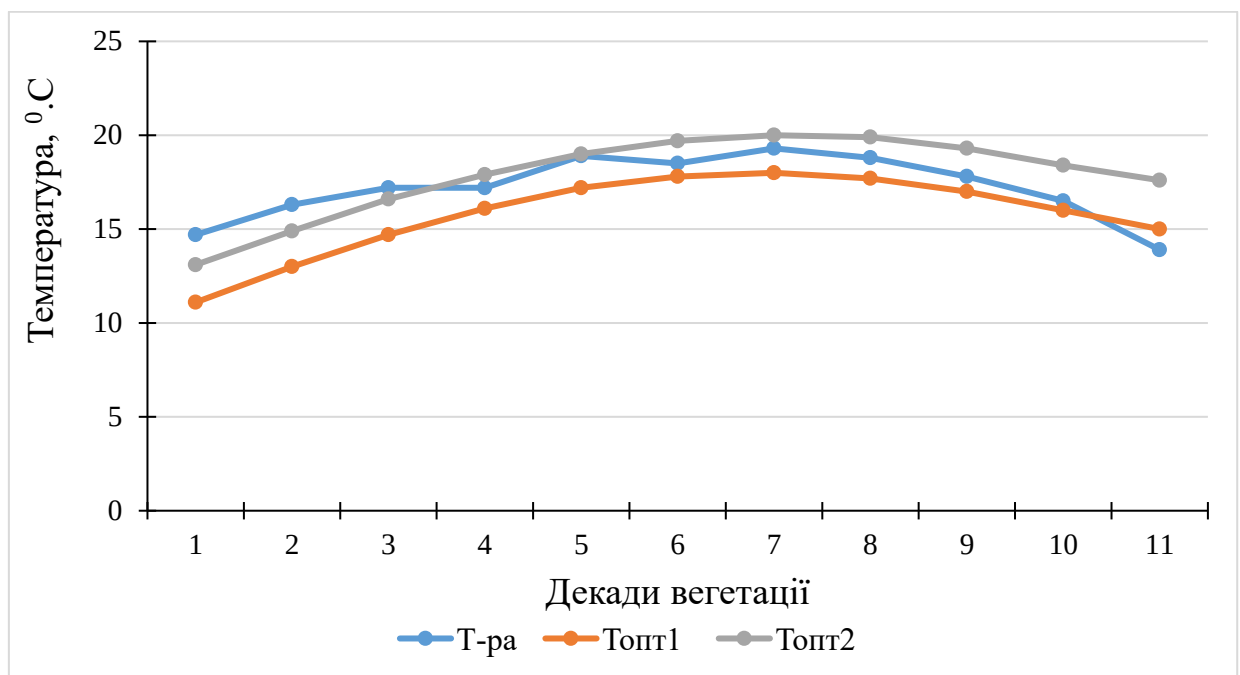


Рисунок 6.4 – Динаміка характеристик термічного режиму посівів цукрового буряку. Олевськ.

Хід температурного режиму визначив прирости метеорологічно-можливого урожаю ($\Delta\text{ММУ}$) цукрового буряку. Як видно на рис. 6.5, в перші декади вегетації культури прирости ММУ складають 2780–3000 г/м² за декаду. В наступних декадах вегетації прирости ММУ збільшилися, максимальними вони були у 6-й та 7-й декадах вегетації (фаза закриття міжрядь) і складала 2700 та 3150 г/м² за декаду.

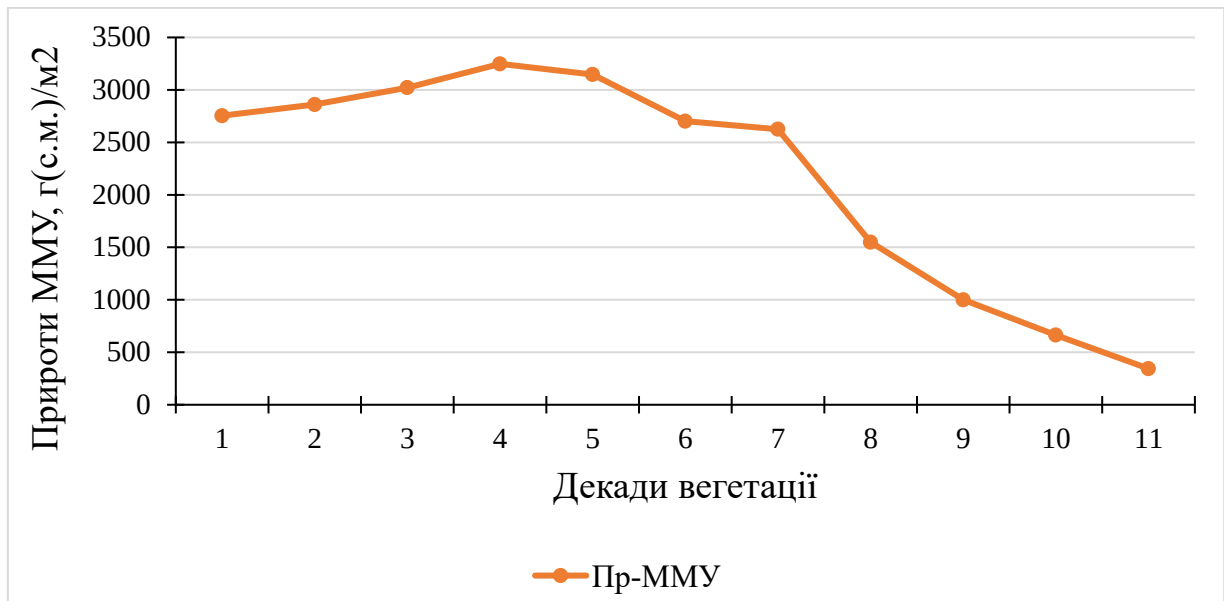


Рисунок 6.5 – Динаміка приростів ММУ цукрового буряку. Олевськ.

В міжфазний період закриття міжрядь – пожовтіння листя приріст метеорологічно-можливого урожаю (Δ ММУ) почав знижуватися від 2624 г/м² за декаду до 664 г/м² за декаду відповідно. В фазу пожовтіння листя приріс ММУ досяг свого мінімуму.

Прирости ДМУ лімітуються балом родючості ґрунтів. За рахунок цього рівень приростів ДМУ загальної та сухої біомаси буде суттєво нижчим в порівнянні з ММУ. В перші декади вегетації прирости ДМУ (рис. 6.6) склали 700–770 г/м² за декаду відповідно.

На фазу 3-й лист цей приріст збільшився до 1860 г/м² за декаду і в подальшому до 7-ї декади (фаза закриття міжрядь) прирости ДМУ поступово збільшуються від 1860 до 2007 г/м² за декаду. Починаючи з 8-ї декади вегетації прирости ДМУ поступово зменшуються від 1622 до 410 г/м² за декаду. В кінці вегетаційного періоду приріст ДМУ досягає свого мінімального значення і складає 212 г/м² за декаду.

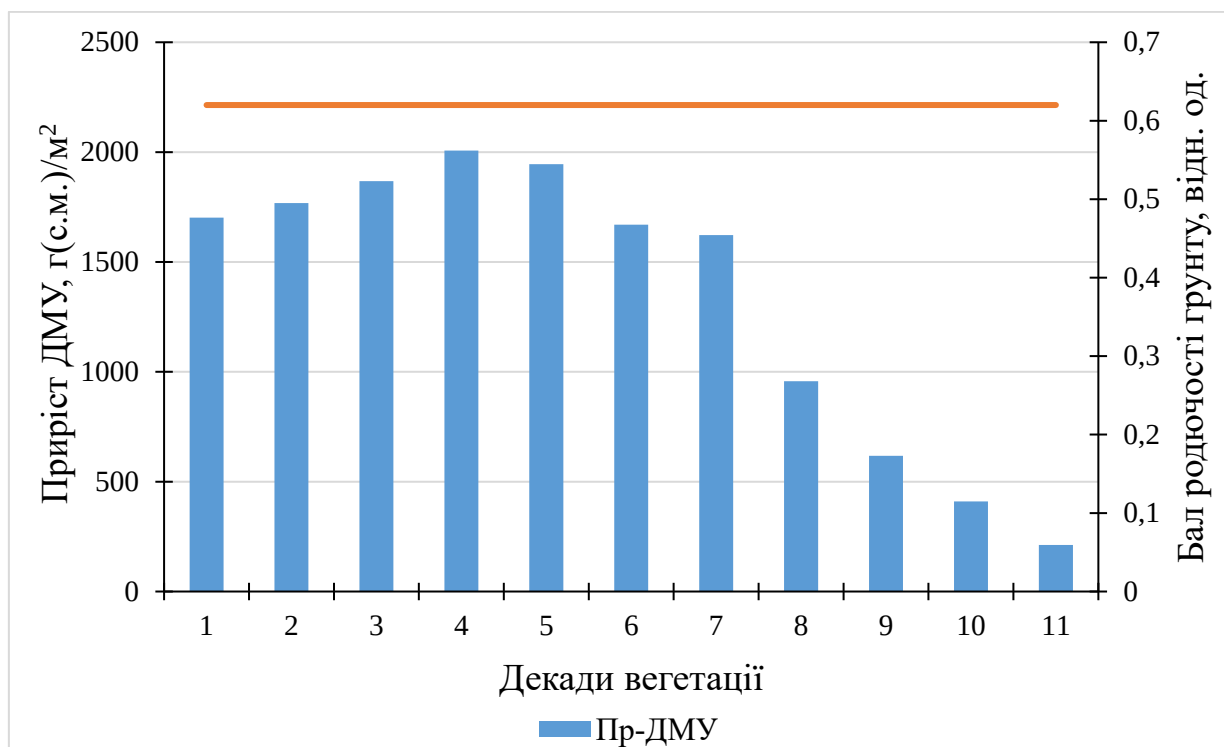


Рисунок 6.6 – Динаміка приростів ДМУ та бал родючості ґрунту. Олевськ.

6.2 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приросту урожайності цукрового буряку в Житомирському районі

При оптимальній забезпеченості рослин вологою, теплом та мінеральним ґрунтовим живленням максимальний приріст фітомаси цукрового буряку визначається приходом ФАР за період розвитку та коефіцієнтом її використання. Динаміка приростів потенційної урожайності (ДПУ) цукрового буряку та хід декадних сум ФАР за весь вегетаційний період наведені на рис. 6.7.

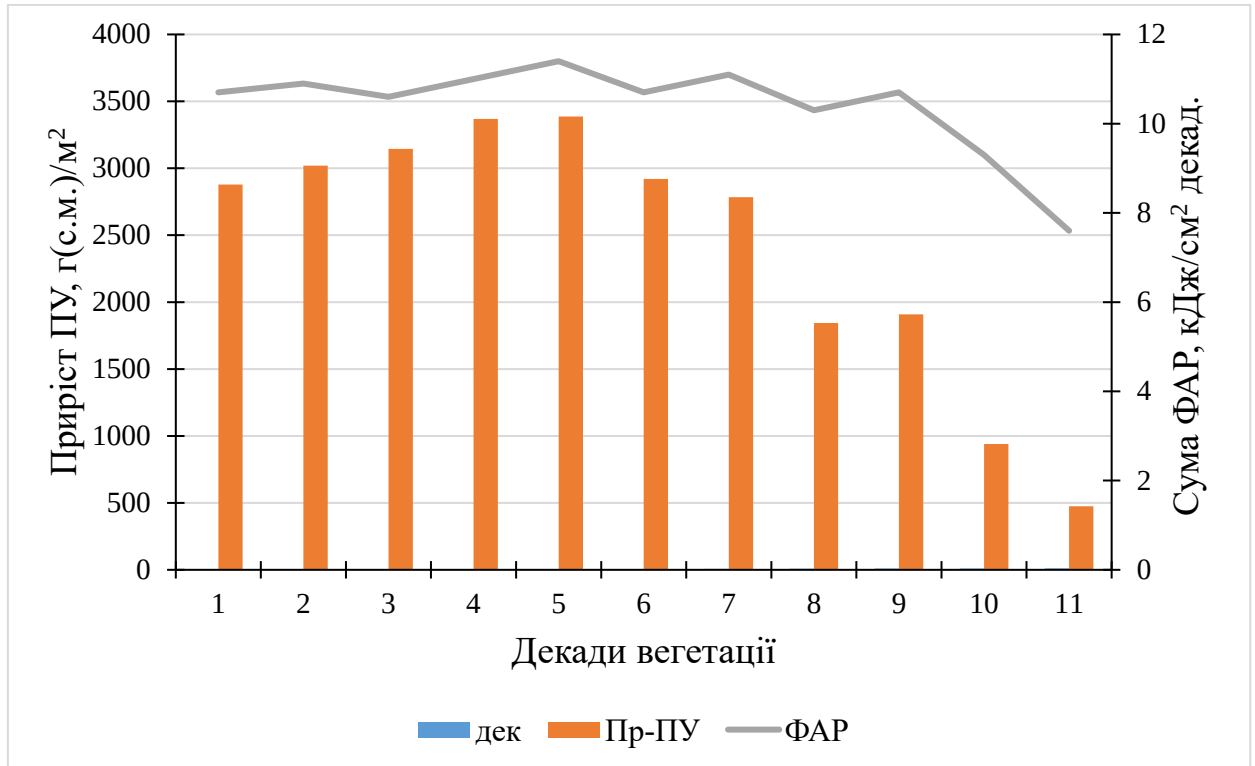


Рисунок 6.7 – Приріст ПУ цукрового буряку та сума ФАР за декаду.
Житомир

Як видно з рис.6.7 в перші декади вегетації рівень суми ФАР за декаду складає 10,0–10,5 кДж/см². Від фази сходи – 3-й лист сума ФАР за декаду постійно зростає від 10,5 до 11,0 кДж/см². В міжфазний період 3-й лист – закриття міжрядь відбувається незначне зниження суми ФАР до 10,5 кДж/см². В 11 декаді вегетації сума ФАР досягає свого мінімального значення і складає 8,5 кДж/см². В кінці вегетаційного періоду (фаза пожовтіння листя) сума ФАР знову знижується до 8,0 кДж/см².

Приріст потенційного урожаю в період сходів складає 2880–3020 г/м² дек. Після фази сходи – початок росту кореня спостерігається постійне зростання приростів ПУ від декади до декади від 3020 до 3370 г/м² дек. У 5–6 декадах вегетації приріст ПУ досягає свого максимуму (3390 г/м² дек). В подальшому з настанням фаз закриття міжрядь та пожовтіння листя спостерігається старіння рослин, що обумовлює зниження приростів ПУ на

фоні достатньо високих сум ФАР за декаду. У фазу закриття міжрядь прирости ПУ зменшились до $950 \text{ г/м}^2 \text{ дек}$ і до кінця вегетації склали $474 \text{ г/м}^2 \text{ дек}$. Рівень приростів ПУ лімітується фактором тепла та вологи. Ці два фактори визначають наступну агроекологічну категорію урожайності – ММУ.

Загальну характеристику режиму зволоження надає величина показника Селянинова ГТК (рис. 6.8).

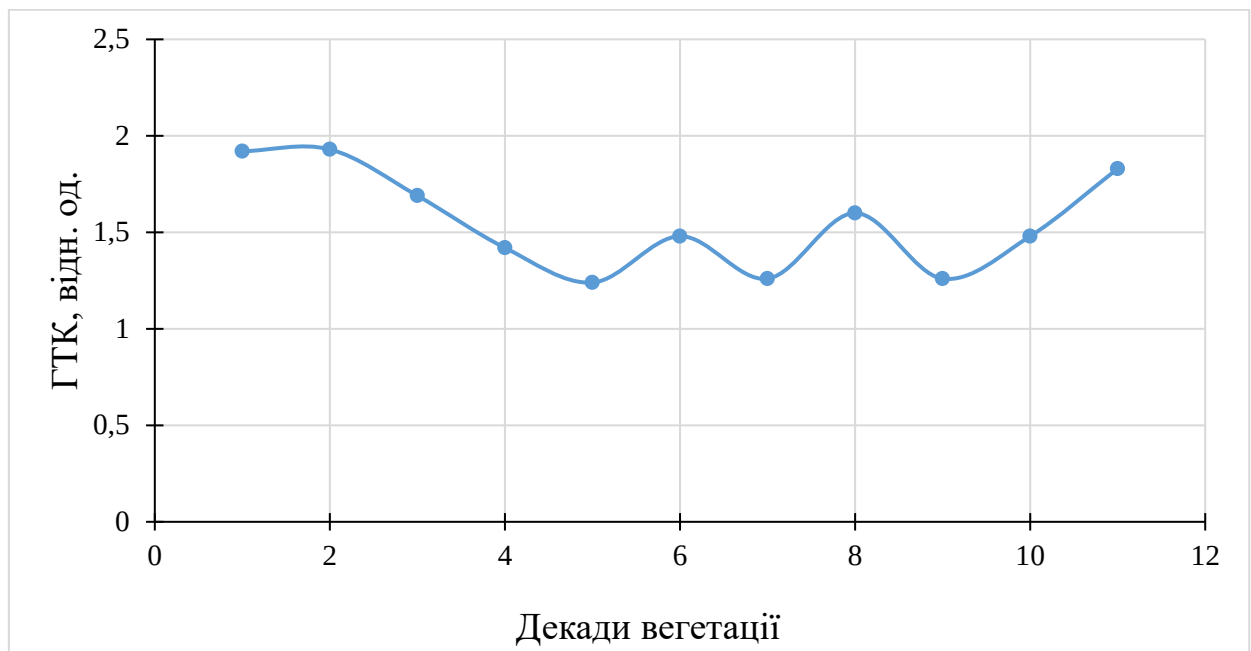


Рисунок 6.8 – Динаміка показників ГТК. Житомир.

Як видно з даних рис. 6.8, ГТК протягом вегетаційного періоду утримувався на значному рівні, а в першій-четвертій, шостій, восьмій, десятій та одинадцятій декадах він дорівнював або перевищував значення 1,5 відн. од., що характеризує цей період як період перезволоження. Майже сім декад він утримувався на рівні вище 1,5 відн. од. і тільки в п'ятій, сьомій та дев'ятій декаді знизився до 1,2 відн. од.

Сумарне випаровування посівів цукрового буряку (рис. 6.9) в перші декади вегетації (період сходів – 3-й лист) складає 28–30 мм., випаровуваність знаходиться у межах 32–34 мм. Найбільш значне випаровування

спостерігалось у фазі розвитку 3-й лист і складало 30 мм. В міжфазний період з 4 по 8 декади вегетації цукрового буряку сумарне випаровування поступово знижувалося і досягло свого мінімального значення у 8 декаді (17 мм). У міжфазному періоді закриття міжрядь – пожовтіння листя сумарне випаровування дещо підвищувалося, але не суттєво і на кінець вегетаційного періоду склала 7 мм.

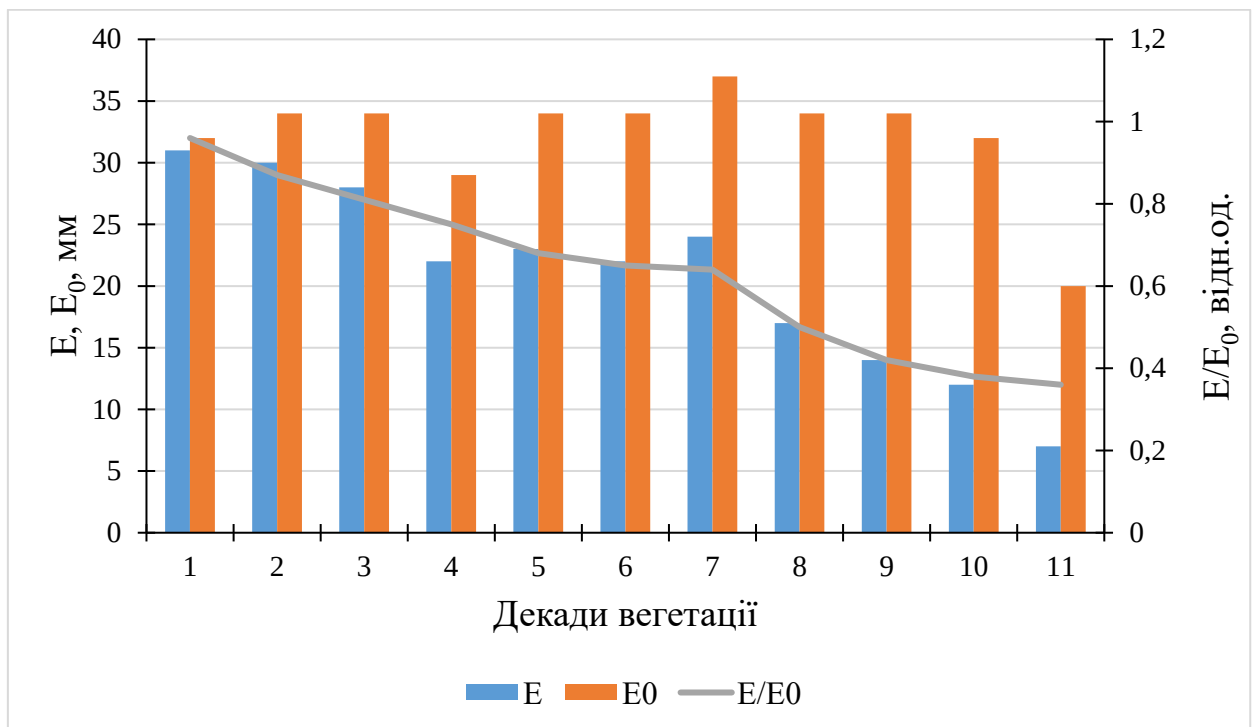


Рисунок 6.9 – Динаміка показників водного режиму посівів цукрового буряку. Житомир.

Випаровуваність в продовж вегетаційного періоду повторює тенденцію сумарного випаровування: в період з 1 по 4 декади вегетації значення величини збільшувалися до 34 мм, в 4 декаді відбувся незначний спад до 29 мм, в 6–7 декадах відбулося збільшення випаровуваності до 38 мм, в 8 декаді знову відбулося пониження до 34 мм. Починаючи з 9 до 11 декади знову відбувається зменшення випаровуваності до 20 мм.

Відношення сумарного випаровування до випаровуваності (E/E_0) характеризує вологозабезпеченість посівів.

Відносна вологозабезпеченість посівів на початку вегетації була достатньо висока, хоча і від декади до декади знижувалась. В період сходи – 3-й лист вона була найбільш високою і складала 0,80–0,67 відн. од. В період максимального наростання відносної маси від 3-го листа – змикання міжрядь вона знизилась від 0,67 до 0,41 відн. од. В подальші міжфазні періоди значення відносної вологозабезпеченості все більше знижувалися і фазі пожовтіння листя становила 0,37 відн. од.

Температурний режим в перші три декади періоду вегетації (рис. 6.10) був вищий за верхню межу оптимальних температур для фотосинтезу. В перші декади вегетації цукрового буряку середні значення температури повітря склали 15,1–17,7 °С, що вище за верхню оптимальну межу оптимальних температур на 2–3 °С. В період 3-й лист – закінчення вегетації температура повітря знаходилась в межах оптимальних температур.

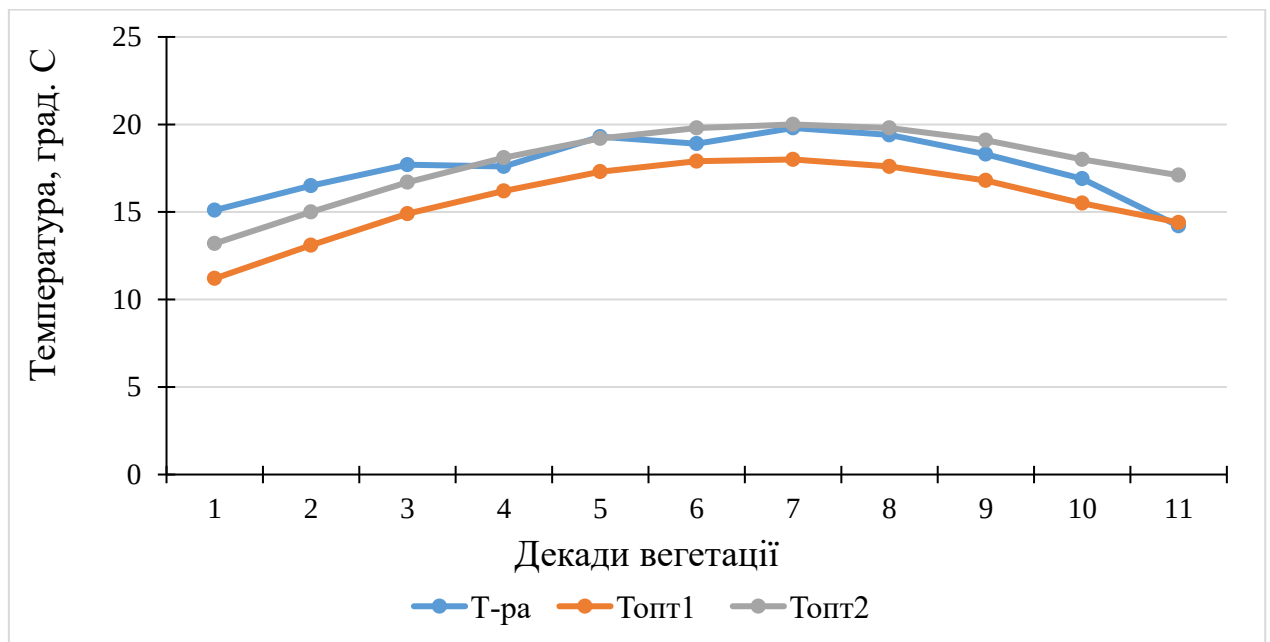


Рисунок 6.9 – Динаміка характеристик термічного режиму посіву цукрового буряку. Житомир.

Для характеристики приросту ММУ було розглянуто хід цього показника (рис.6.11). Як видно з рис. 6.11, з 1 по 3 декади вегетації прирости ММУ стрімко зростають від 2660 до 2900 г/м² за декаду.

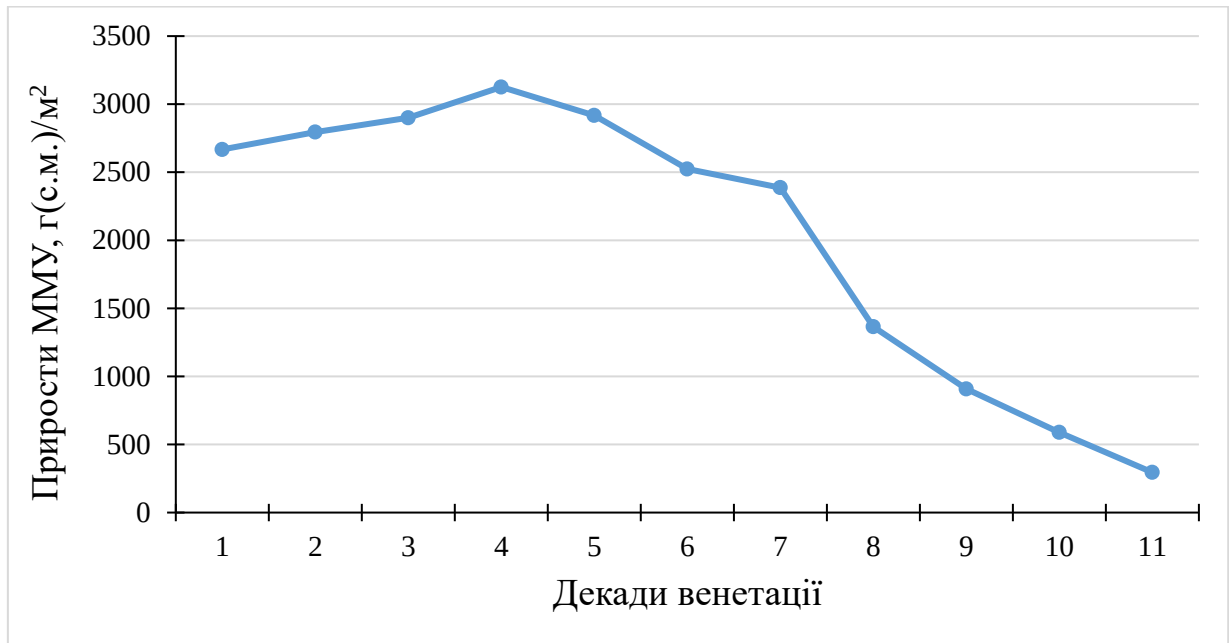


Рисунок 6.11 – Динаміка приростів ММУ цукрового буряку. Житомир.

В подальшому прирости ММУ зростають та досягають максимального значення в 4–5-й декадах і становлять 1290–3120 г/м² за декаду. Після шостої-сьомої декади відбувається поступове зниження приросту ММУ, яке триває до кінця вегетаційного періоду. Прирости в цей період зменшуються від 2500 до 300 г/м² за декаду.

Прирости ДМУ лімітуються балом родючості ґрунту. За рахунок цього рівень приростів в ДМУ загальної та сухої маси буде значно нижчим в порівнянні з ММУ. На початку вегетації культури прирости ДМУ складали 1650 – 1790 г/м² за декаду (рис. 6.12). На фазу 3-й лист цей приріст збільшився до 1930 г/м² та в подальшому до 7-ї декади (початок росту кореня) прирости ДМУ були на досить високому рівні. Починаючи з 8-ї декади прирости ДМУ поступово зменшуються. В фазу закриття міжрядь він склав 360 г/м² за декаду.

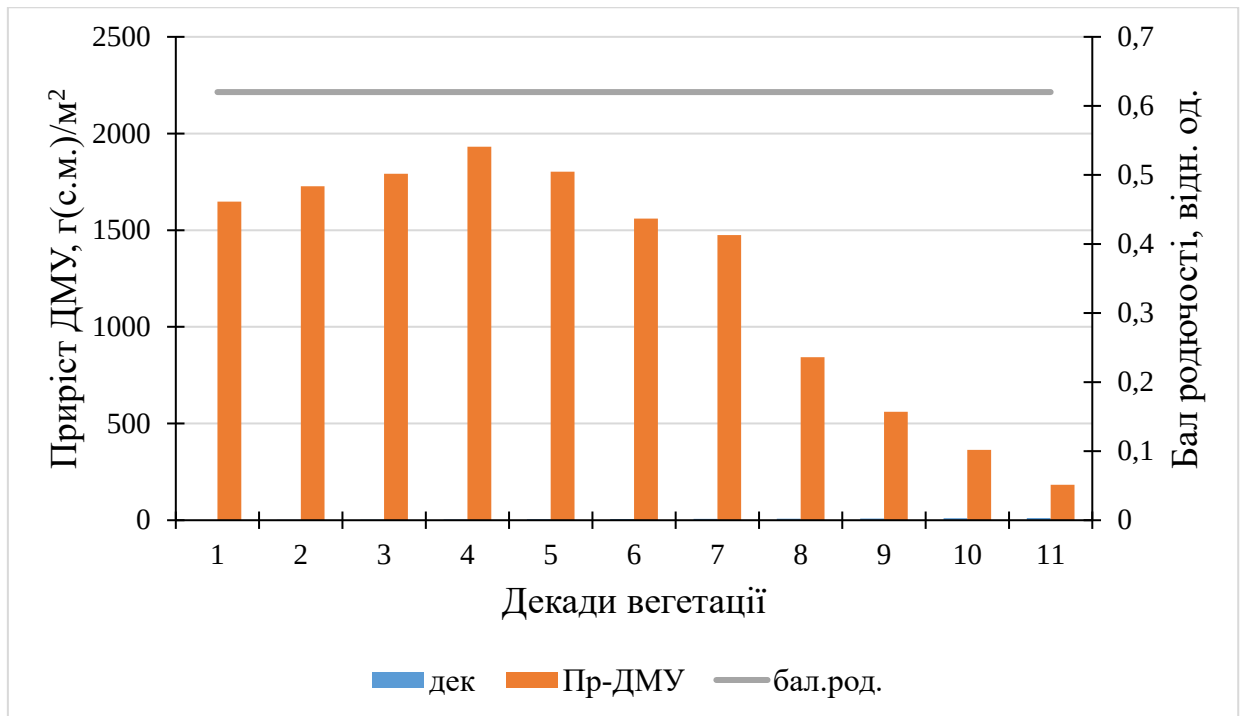


Рисунок 6.12 – Динаміка приростів ДМУ та бал родючості ґрунту. Житомир.

В наступні декади розвитку приріст ДМУ цукрового буряку знизився до 180 г/м² за декаду (у фазі пожовтіння листя).

6.3 Ґрунтові та агрокліматичні ресурси формування урожаю цукрового буряку

На основі виконаних розрахунків була зроблена оцінка узагальнюючих характеристик ґрунтово-кліматичних умов формування цукрового буряку та його продуктивності.

На відносно зниженій, рівнинній території поліської частини Житомирської області в умовах достатнього зволоження на легких за механічним складом і бідних основами водно-льодовикових відкладеннях під пологом лісів склалися сприятливі умови для розвитку підзолоутворювальних процесів. У результаті тут утворились

дерново-підзолисті ґрунти піщаного, глинисто-піщаного та супіщаного механічного складу. Піщані відміни залягають на других (борових) терасах рік, глинисто-піщані займають різного роду підвищені форми рельєфу серед моренно-зандрової рівнини, супіщані – переважно вирівняні ділянки.

Всі дерново-підзолисті ґрунти характеризуються рядом негативних властивостей: кислою реакцією ґрунтового розчину, бідністю на гумус та валові і легкокорозинні форми поживних речовин, несприятливим водно-повітряним режимом. У зв'язку з високим заляганням рівня ґрунтових вод більшість цих ґрунтів мають у різній мірі виражені ознаки оглеєння. Природна родючість дерново-підзолистих ґрунтів низька, особливо піщаних і глинисто-піщаних відмін. По видолинках, долинах річок, внизу схилів переважають дернові ґрунти.

Рівень родючості ґрунтів по області має деяку диференціацію. Бал родючості в досліджуваних районах Житомирської області є сталим і становить 0,62 відн. од. (табл. 6.1). Дози внесення мінеральних та органічних добрив однакові для всіх районів. Азотні добрива вносяться у дозах 90 кг(д.в.)/га, фосфатні та калійні – 40 кг(д.в.)/га. Норма внесення органічних добрив складає 30 т/га.

В табл. 6.1 представлені узагальнені показники ґрунтових та агрокліматичних ресурсів вирощування цукрового буряку в Житомирській області: тривалість вегетаційного періоду, сума ФАР, сума опадів, сумарне випаровування, потреба рослин у воді, дефіцит вологи та ГТК. З таблиці видно, що тривалість вегетаційного періоду цукрового буряку для Олевського і Житомирського району складає 113 діб.

Сума ефективних температур за вегетаційний період в досліджуваних територіях становить 1376–1423 °С.

Важливим фактором для життєдіяльності рослин являється не лише тепло, а й волога. Зволоження характеризується кількістю опадів.

Кількість опадів на території Житомирської області за вегетаційний період коливається від 298 мм до 310 мм.

Таблиця 6.1—Узагальнені характеристики ґрунтових та агрокліматичних ресурсів вирощування цукрового буряку в Житомирській області

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони	
		Олевський	Житомирський
1	Бал родючості ґрунту, відн.од.	0,62	0,62
2	Внесення азотного добрива (N), кг(д.в.)/га	90	90
3	Внесення фосфатного добрива (P), кг(д.в.)/га	40	40
4	Внесення калійного добрива (K), кг(д.в.)/га	40	40
5	Внесення органічного добрива (навоз), т/га	30	30
6	Сума ефективних температур вище 5 °С	1376	1423
7	Сума ФАР, Дж/см ² за період	97,4	99,6
8	Тривалість вегетаційного періоду, дів	113	113
9	Сума опадів, мм	310	298
10	Потреба рослин у воді, мм	399	400
11	Сумарне випаровування, мм	261	252
12	Дефіцит вологи, мм	138	148
13	ГТК, відн. од.	1,60	1,50

Проте, зволоження території залежить не тільки від кількості опадів, а й від того, скільки їх витрачається на випаровування та стік, тобто від ГТК – гідротермічного коефіцієнту – показника, який враховує одночасно надходження вологи у вигляді опадів та сумарні її витрати на випаровування. Гідротермічний коефіцієнт по агрокліматичних районах Житомирської області змінюється від 1,50 до 1,60 відн. од.

Відносна потреба цукрового буряку у воді в період вегетації становить 400 мм. Сумарне випаровування за період вегетації в досліджуваних районах майже не змінюється і становить 252–261 мм.

Аналіз максимальних приростів урожаю на рівні ПУ (табл. 6.2) показує, що вони майже не змінюються в досліджуваних районах і становлять 3513 та 3386 г/м² декада у Олевському та Житомирському районах відповідно.

Волого-температурний режим приводить до зниження приростів на рівні ММУ до 3248 г/м² декада (у Олевському районі), 3126 г/м² декада (у Житомирському).

Таблиця 6.2 – Узагальнені характеристики фотосинтетичної продуктивності цукрового буряку в Житомирській області

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони	
		Олевський	Житомирський
1	Максимальні прирости урожаю на рівні ПУ, г/м ² декада	3513	3386
2	Максимальні прирости урожаю на рівні ММУ, г/м ² декада	3248	3126
3	Максимальні прирости урожаю на рівні ДМУ, г/м ² декада	2007	1932
4	Максимальні прирости урожаю на рівні УП, г/м ² декада	967	931
5	К _{госп.} для ПУ, відн. од.	0,481	0,490
6	К _{госп.} для ММУ, відн. од	0,529	0,539
7	К _{госп.} для ДМУ, відн. од	0,577	0,588
8	К _{госп.} для УП, відн. од	0,625	0,637
9	ПУ всієї сухої біомаси, т/га	27,5	26,2
10	ММУ всієї сухої біомаси, т/га	23,9	22,5
11	ДМУ всієї сухої біомаси, т/га	14,8	13,9
12	УП всієї сухої біомаси, т/га	7,1	6,6
13	Оцінка ступеню сприятливості кліматичних умов вирощування культури цукрового буряку ($K_m = ММУ/ПУ$)	0,957	0,945
14	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів ($K_{акл} = УП/ММУ$)	0,346	0,347

Лімітуючий вплив родючості ґрунту призводить до зниження максимальних приростів біомаси на рівні ДМУ, а внесені дози мінеральних та органічних добрив корегують прирости на рівні ПУ. Таким чином на рівні ДВУ величина приростів змінюється від 2007 г/м² декада (Олевський район) до 1932 г/м² декада (Житомирський район).

Важливим показником продуктивності фітоценозів являється коефіцієнт господарської ефективності урожаю $K_{\text{хоз}}$, який показує відношення кількості сухої фітомаси господарської частини урожаю до маси загальної сухої маси.

Аналізуючи показник $K_{\text{хоз}}$, (табл. 6.2) видно, що в Олевському та Житомирському районах для усіх рівнів урожайності ця величина має різне значення: відповідно для ПУ- 0,481 і 0,490 відн.од., для МВУ – 0,529 і 0,539 відн. од., для ДВУ – 0,577 і 0,588 відн.од., а для УП – 0,625 і 0,637 відн.од.

Величини ПУ всієї сухої маси (табл. 6.2.) в Олевському районі області становить 27,5 т/га, а в Житомирському – 26,2 т/га.

Урожай всієї сухої біомаси на рівні ММУ складає 23,9 т/га та 22,5 т/га у Олевському та Житомирському районах відповідно.

Величина ДМУ всієї сухої маси складає відповідно 14,8 т/га та 13,9 т/га в досліджуваних районах області.

Описуючи урожай у виробництві (УП) всієї сухої біомаси, можна відмітити, що максимальне значення характерне для Олевського району, де рівень УП всієї біомаси складає 7,1 т/га, а мінімальне – 6,6 т/га для Житомирського району.

ВИСНОВКИ

На основі виконаних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Вивчені біологічні особливості цукрового буряку та його вимоги до умов навколишнього середовища.
2. Проведено аналіз часового ряду урожайності цукрового буряку в Житомирській області.
3. Вивчена структура базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування урожаю сільськогосподарських культур
4. За допомогою моделі проведена оцінка впливу агрокліматичних умов на формування урожайності цукрового буряку.
5. Надано оцінку тепло- та вологозабезпеченості вегетаційного періоду цукрового буряку.
5. Встановлено рівні максимальних приростів урожаю цукрового буряку для Олевського та Житомирського районів Житомирської області на рівні ПУ (3513-3386 г/м²), ММУ (3126-3248 г/м²), ДМУ (1932-2007 г/м²) та УВ (931-967 г/м²).
6. Отримано кількісні характеристики агроекологічних рівнів урожайності в Житомирській області. Величини ПУ всієї сухої маси в Олевському районі області становить 27,5 т/га, а в Житомирському – 26,2 т/га. Урожай всієї сухої біомаси на рівні ММУ складає 23,9 т/га та 22,5 т/га у Олевському та Житомирському районах відповідно.
7. Надано оцінку ступені сприятливості агрокліматичних ресурсів вирощуванню цукрового буряку в Житомирській області, що показує високу (0,945-0,957 відн.од.) ступінь сприятливості кліматичних умов вирощуванню культури.

8. Отримана оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів при вирощуванні цукрового буряку в Житомирській області, вона складає 0,346-0,347 відн. од. і показує на значний резерв для вирощування культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрокліматичний довідник по Житомирській області / за ред. Л.А. Черемиса, Л.М. Мяснікової. Житомир, 2010. 162 с.
2. Агрокліматичний довідник по території України (середні обласні показники 1986–2005 рр.) / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенка Кам'янець-Подільський, 2011. 108 с.
3. Алпатьев А.М. Влагооборот культурных растений. Ленинград: Гидрометеиздат, 1954. 248 с.
4. Божко Л.Ю. Агрометеорологічні розрахунки і прогнози. Київ: КНТ. 2007. 286 с.
5. Божко Л.Ю., Барсукова О.А. Агрометеорологічні прогнози: конспект лекцій. Одеса, 2010. 228 с.
6. Вериго С.А., Разумова Л.А. Почвенная влага и ее значение в сельскохозяйственном производстве. Ленинград: Гидрометеиздат, 1968. 232 с.
7. Географічна енциклопедія України: В 3-х т./ Редкол.: О.М. Маринич (відп. ред.) Київ: «Українська Радянська енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1989. Т.3: П-Я. 480 с.
8. Заставний Ф.Д. Географія України. Львів: Світоч, 1994. 327 с.
9. Конторщикова О.М. Методическое пособие по составлению прогноза среднеобластной урожайности сахарной свеклы в основной зоне свеклосеяния. Москва: Гидрометеиздат, 1965. 11 с.
10. Лебедева В.І., Страшная А.І.. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том II. Методы расчетов и прогнозов в агрометеорологии. Книга 2. Оперативное агрометеорологическое прогнозирование. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012. 216 с.

11. Михайлова Н.И. О некоторых закономерностях в колебании урожаев сахарной свеклы. Труды УкрНИГМИ, 1967. Вып. 68.
12. Михайлова Н.И. Методика прогноза средней областной урожайности сахарной свеклы. Труды УкрНИГМИ, 1978. Вып. 164. С. 90-96.
13. Паламарчук В.Д. Біологія і екологія сільськогосподарських рослин. Вінниця: 2013. 690 с.
14. Петров В.А. Свекловодство: [2-е изд., перераб. и доп.] / В.А. Петров, В.Ф.Зубенко. Москва: Агропромиздат, 1991. 191 с.
15. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є. Практикум із сільськогосподарської метеорології. Одеса. 2002. 400 с.
16. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. Одеса: «ТЕС», 2012. 626 с.
17. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем – Одеса: «Екологія». 2013. 430 с.
18. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В. Грищенко, В.С. Кузнецов и др. // Под ред. П.П. Вавилова-5е изд. Москва: Агропромиздат, 1986. 512 с.
19. Рослинництво: підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко/ //за ред. О.І. Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001.
20. Філоненко С.В., Кочерга А.А., Ляшенко В.В. Буряківництво: навчальний посібник. Полтава, 2007. 219 с.