

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут
Кафедра Агрометеорології та агроєкології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: Вплив змін клімату на формування продуктивності сочевиці в
Південному Степу України

Виконав студент 2 курсу групи МЗА-21
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
Освітня програма «Агрометеорологія»

Черновалюк Роман Геннадійович

Керівник канд. геогр. наук, доцент
Барсукова Олена Анатоліївна

Консультант _____ - _____

Рецензент канд. геогр. наук, доцент
Недострелова Лариса Василівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут _____
Кафедра _____ агрометеорології та агроекології _____
Рівень вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 103 «Науки про Землю» _____
(шифр і назва)
Освітня програма _____ Агрометеорологія _____
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агрометеорології та агроекології
Польовий А.М.
« 10 » жовтня 2022 року

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

студенту _____ Черновалюку Роману Геннадійовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вплив змін клімату на формування продуктивності сочевиці в Південному Степу України

керівник роботи _____ Барсукова Олена Анатоліївна, канд. геогр. наук, доцент _____,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від “ 30 ” вересня 2022 року № 166 «С»

2. Строк подання студентом роботи _____ 17 листопада 2022 р. _____

3. Вихідні дані до роботи: 1. Середньобагаторічна метеорологічна та агрометеорологічна інформація в Південному Степу, дані про фенологію сочевиці, часові ряди середньообласної урожайності сочевиці з 2001 по 2021 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Фізико-географічна та агрокліматична характеристика території Південного Степу; 2. Біологічні особливості сочевиці та її вимоги до умов вирощування; 3. Визначити параметри моди і функції впливу агрокліматичних умов на продуктивність сочевиці; 4. Умови формування сочевиці в Південних областях

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

1.Графіки динаміки урожайності сочевиці, лінії тренду та відхилень від тренду; ймовірнісні криві урожайності сочевиці; 2. Динаміка декадних приростів ПВ і сум ФАР сочевиці в Південному Степу; 3. Декадний хід приростів ММВ сочевиці і характеристик водно-теплового режиму в Південному Степу; 4. Графіки декадного ходу водного режиму сочевиці в Південному Степу за базовий період та за сценаріями змін клімату RCP4.5 та RCP8.5

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 10 жовтня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Отримання завдання та збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою кваліфікаційної роботи бакалавра.	10.10.2022 р. - 17.10.2022 р.	92	5 (відмінно)
2.	Ознайомлення з фізико-географічними особливостями території дослідження.	17.10.2022 р. - 22.10.2022 р.	92	5 (відмінно)
3.	Біологічні особливості сочевиці та їх вимоги до навколишнього середовища. Підготовка банку даних.	23.10.2022 р. - 30.10.2022 р.		
	Рубіжна атестація	1.11.2022 р. - 5.11.2022 р.	92	5(відмінно)
4.	Виконання розрахунків, побудова графіків, таблиць. Аналіз отриманих результатів, написання основного тексту роботи	6.11.2022 р. - 12.11.2022 р.	92	5 (відмінно)
5.	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	13.11.2022 р. - 17.11.2022 р.	92	5 (відмінно)
	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	18.11.2022 р. - 21.11.2022 р.	-	-
	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		92,0	

Студент _____

(підпис)

Черновалюк Р.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Барсукова О.А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Черновалюк Р.Г. «Вплив змін клімату на формування продуктивності сочевиці в Південному Степу України»

Сочевиця - однорічна рослина родини бобових. В харчуванні використовується її насіння, яке характеризується високим вмістом білка. Сочевиця є однією з перших окультурених рослин. Сочевиця може вільно рости, розвиватися і формувати врожай в кліматичних умовах України. Середня урожайність сочевиці становить 1,5 т/га. Проте, закупівельні ціни на її зерно досить високі, майже в 3 рази перевищують ціни на зерно пшениці озимої. Це характеризує сочевицю не лише як корисну, але и прибуткову культуру. Так як насіння сочевиці багате на білок і в поєднанні з зерновими культурами забезпечує необхідну кількість незамінних амінокислот для нормального функціонування організму, то найбільше поширення вона має в країнах, де споживання м'яса серед населення низьке. Проте, останнім часом зростає споживання сочевиці і в заможних країнах. Сочевицю часто використовують в здоровому харчуванні та вегетаріанських дієтах.

Метою кваліфікаційної роботи магістра є вивчення біологічних особливостей сочевиці, природно-кліматичних особливостей Південного Степу, дослідити динаміку сочевиці в Південному Степу, оцінка впливу кліматичних змін в Південному Степу.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання: дати кількісну оцінку впливу агрометеорологічних умов на темпи розвитку рослин і формування врожаю; оцінити просторово-часову мінливість врожайності сочевиці в Південному Степу; адаптувати і модифікувати стосовно до культури сочевиці модель оцінки агрокліматичних ресурсів; оцінити вплив агрокліматичних умов на динаміку формування приростів різних рівнів агроекологічної врожайності;

Об'єкт дослідження - агрокліматичні умови формування урожайності сочевиці в умовах зміни клімату.

Предмет дослідження - оцінка впливу агрокліматичних умов на урожайність сочевиці в Південному Степу.

Методи дослідження - методи математичного моделювання продукційного процесу рослин, статистичні та ймовірнісні методи.

Вперше: встановлені закономірності впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування сочевиці та їх продуктивність в Південному Степу.

Отримані результати можуть бути використані при виконанні комплексної оцінки агрокліматичних ресурсів стосовно вирощування сочевиці та оптимізації розміщення посівних площ цієї культури.

Робота складається із вступу, 5 розділів, висновків та переліку посилань. Повний обсяг роботи становить 73 сторінок, 22 рисунків, 7 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 34 найменувань.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: метеорологічні умови, сочевиця, динаміка, урожай, вирощування, модель, зміна клімату.

SUMMARY

Chernovalyuk R.G. "The impact of climate change on the formation of lentil productivity in the Southern Steppe of Ukraine"

Lentil is an annual plant of the legume family. Its seeds, which are characterized by a high protein content, are used in food. Lentils are one of the first domesticated plants. Lentils can freely grow, develop and form a crop in the climatic conditions of Ukraine. The average yield of lentils is 1.5 t/ha. However, the purchase prices for its grain are quite high, almost 3 times higher than the prices for winter wheat grain. This characterizes lentils not only as a useful, but also a profitable crop. Since lentil seeds are rich in protein and, in combination with cereals, provide the necessary amount of essential amino acids for the normal functioning of the body, it is most widespread in countries where meat consumption among the population is low. However, recently the consumption of lentils has been increasing in wealthy countries as well. Lentils are often used in healthy eating and vegetarian diets.

The purpose of the master's thesis is to study the biological features of lentils, the natural and climatic features of the Southern Steppe, to investigate the dynamics of lentils in the Southern Steppe, and to assess the impact of climate changes in the Southern Steppe.

To achieve the set goal, it was necessary to solve the following tasks: to provide a quantitative assessment of the impact of agrometeorological conditions on the rates of plant development and crop formation;

to estimate the spatio-temporal variability of lentil yield in the Southern Steppe;

to adapt and modify the agroclimatic resource assessment model in relation to lentil culture; to assess the influence of agro-climatic conditions on the dynamics of the formation of increments of different levels of agro-ecological productivity;

The object of the study is agroclimatic conditions for the formation of lentil productivity under climate change conditions.

The subject of the study is an assessment of the impact of agro-climatic conditions on the yield of lentils in the Southern Steppe.

Research methods - methods of mathematical modeling of the production process of plants, statistical and probabilistic methods.

For the first time: the regularities of the impact of climate change on the agroclimatic conditions of growing lentils and their productivity in the Southern Steppe have been established.

The obtained results can be used in performing a comprehensive assessment of agroclimatic resources in relation to the cultivation of lentils and optimization of the placement of sowing areas of this crop.

The work consists of an introduction, 5 chapters, conclusions and a list of references. The full volume of the work is 73 pages, 22 figures, 7 tables. The list of used literary sources contains 34 names.

KEY WORDS: meteorological conditions, lentil, dynamics, harvest, cultivation, model, climate change.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	6
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ПІВДЕННОГО СТЕПУ..	8
2 БОТАНІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОЧЕВИЦІ...	14
2.1 Морфологічні особливості культури.....	14
2.2 Біологічні особливості сочевиці.....	20
3 АНАЛІЗ ДИНАМІКИ УРОЖАЙНОСТІ СОЧЕВИЦІ В ПІВДЕННИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ.....	26
3.1 Методика статистичного аналізу часових рядів урожайності.....	31
3.2 Аналіз динаміка урожайності сочевиці в Одеській області	
3.3 Аналіз динаміка урожайності сочевиці в Миколаївській області.....	35
3.4 Аналіз динаміка урожайності сочевиці в Херсонській області.....	38
3.5 Коливання врожайності сочевиці в Південних областях...	41
4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ СОЧЕВИЦІ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЇЇ ПОСІВІВ У ПІВДЕННИХ ОБЛАСТІ..	46
5 ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ТЕРИТОРІЇ ПІВДЕННОГО СТЕПУ СТОСОВНО ДО КУЛЬТУРИ СОЧЕВИЦІ.....	59
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	70

ВСТУП

Сочевицю (*Lens culinaris* D.) вирощують для продовольчого використання і як кормову культуру. Насіння її багате на білок (до 34 %), містить близько 1,5 % жиру, багато безазотистих речовин (близько 55 %), має високі смакові якості, швидко розварюється. У харчовій промисловості з насіння сочевиці виготовляють консерви, ковбаси, білкові препарати, шоколад, печиво, супи тощо. Особливо цінним для цього є насіння крупнонасінної сочевиці. Насіння дрібнонасінної сочевиці є цінним концентрованим кормом. Сочевицю вирощують також на зелений корм і сіно, яке містить до 16 % протеїну і характеризується високою перетравністю поживних речовин. На корм худобі використовують також соломку й полову сочевиці, вміст білка в яких становить відповідно 14 і 18 % [1, 2, 3].

Сочевиця, як і всі бобові, збагачує ґрунт на азот, є одним з кращих попередників для озимої пшениці та інших сільськогосподарських культур. У культурі сочевиця відома за 2 тис. років до н. е. Крупнонасінна сочевиця походить із Середземномор'я, а дрібнонасінна — з Південно-Західної Азії. Тепер поширена в Азії (Індія, Туреччина та ін.), Латинській Америці (Чилі), Європі (Словаччина, Іспанія, Румунія). Світова площа посівів сочевиці близько 1 млн га [1, 2, 3].

В Україні на невеликих площах її сіють у Вінницькій, Полтавській, Київській, Дніпропетровській, Кіровоградській, Одеській, Хмельницькій областях. Середня врожайність зерна – 12-13 ц/га, окремі господарства збирають по 20-25 ц/га і більше. Основна причина недостатнього поширення цієї культури – її низькорослість, що створює проблеми при збиранні врожаю [1, 2, 5].

Найвищі урожаї сіна (30 – 35 ц/га) дає при вирощуванні у сумішах з вівсом або ячменем [1, 4].

За середньою врожайністю зерна (12 – 13 ц/га) сочевиця поступається іншим зерновим бобовим культурам [1, 4].

Метою кваліфікаційної роботи магістра є вивчення біологічних особливостей сочевиці, природно-кліматичних особливостей Південного Степу, дослідити динаміку сочевиці в Південному Степу, оцінка впливу кліматичних змін в Південному Степу.

Для виконання дослідження використовувались матеріали спостережень за період з 2001 по 2021 роки за врожайністю сочевиці, фенологічні та метеорологічні спостереження по станціях Південного Степу та дані за сценаріями зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС ТА АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІВДЕННОГО СТЕПУ

Степова зона України займає південну та південно-східну частини України і становить 46,5% площі сільськогосподарських угідь країни. За умовами ґрунтового покриття, теплового режиму та зволоження території зону поділяють на північну та південну підзони. Природною межею між ними є лінія переходу чорноземів звичайних у південні [6, 7, 8, 9, 10].

Північний Степ. До підзони входять Дніпропетровська, Луганська, Донецькі області, південні та південно-східні райони Кіровоградської, Полтавської і Харківської областей, північні райони Миколаївської, Херсонської та Запорізької областей, північна і центральна частини Одеської області [9,10, 11, 12].

Клімат підзони континентальний. Середньомісячна температура повітря в січні перебуває в межах $-4 - 8^{\circ}\text{C}$, у липні – від 21 до 23°C . Середньомісячна кількість опадів 425–450 мм. Розподіляються вони протягом року нерівномірно, бездощові періоди часто тривають 25–30 днів. Високі температури при низькій відносній вологості повітря нерідко спричиняють посуху, особливо в другій половині літа. Сильні вітри призводять до дефляції ґрунту [9, 10,].

Рельєф зони переважно рівний порушений по околицях Донецьким кряжем і відрогами Середньоросійської, Приазовської та Подільської височини.

Південний Степ об'єднує південні та південно-західні райони Одеської області, південні райони Херсонської області та Автономну Республіку Крим. Для цієї підзони характерні температури повітря в літні місяці, низька відносна вологість повітря, часті суховії, ґрунтові та повітряні посухи. У січні середня температура повітря становить від мінус 1,5 до мінус 5°C , у липні від 23 до 24°C . Середньорічна кількість опадів становить 300–450 мм, з

них у теплий період року – 200–250 мм, часто у вигляді злив, які супроводжуються градом, грозою чи бурею, що завдають значної шкоди сільському господарству. Бездощові періоди різної тривалості протягом року можуть тривати понад 40 днів [6, 8, 9, 10].

На більшій території Степу характерні бурі. Особливо часто вони повторюються в Херсонській, Миколаївській і Запорізькій областях, у центральних районах Криму і східних районах Луганської області (рис.1.1) [6, 8, 9, 10].



Рисунок 1.1 – Фізико-географічне положення Степової зони України

Серед різноманітних природних багатств вагоме місце займають кліматичні ресурси. Від їх відповідного використання значною мірою залежать результати господарської діяльності людини. Встановлено, що одержувати високі врожаї можна лише в разі застосування

сільськогосподарських культур на належному агротехнічному рівні з урахуванням особливостей погоди та клімату [8, 9].

Комплексна оцінка закономірностей формування врожаю рослин у системі ґрунт — рослина — атмосфера, його прогнозування та програмування можливі лише на підставі кількісної оцінки кліматичних факторів [9, 11, 12].

Ґрунтовий покрив Степу. Степова зона розміщена на південь від Лісостепу. Вона простягається з південного заходу на північний схід на 1100 км, а з півночі на південь — до 500 км. Загальна територія Степу 25 млн га (40% території республіки), сільськогосподарські угіддя займають 16,4 млн га з яких рілля 13,3 млн га, або 82%. Зона розташована на території Одеської, Миколаївської, Херсонської, Кіровоградської, Запорізької, Донецької, Дніпропетровської, Луганської областей та АР Крим [9, 11, 12].

Рельєф зони не одноманітний. Це зумовлено тим, що українські степи розміщені на чотирьох різних за будовою геоморфологічних рівнях: бузько-дністровському, донецькому, придніпровському і причорноморському. Їхня структура, висота і характер поверхні та генетична різноманітність визначилися своєрідністю неотектонічних та екзогенних процесів. У центральній і південно-західній частинах зони розкинулась плоска або незначно розчленована неглибокими балками Причорноморська низовина. Характерними для чорноморського степу є поди — западини площею до кількох гектарів і більше, що простяглися в південно-західному напрямку з пологими лівими і досить крутими правими схилами. Північна частина зони на Правобережжі Дніпра розчленована відрогами Придніпровської височини, на Лівобережжі в її межі заходять південні окраїни Придніпровської низовини. На північному заході розчленований глибокими балками рельєф визначили південні відроги Подільської і Центрально-молдавської височин. На сході зони Донецька і Приазовська височини порізані глибокими річковими долинами [6, 7, 9].

Ґрунтоутворювальними породами в Степу є лесоподібні, алювіальні, озерні, сольові, делювіальні, пролювіальні відклади. Серед них важлива роль належить лесам, які шаром 10–30 м вкривають територію Степу, за винятком молодих терас річкових долин та місць активної сучасної денудації. Для порід властивий важкосуглинковий гранулометричний склад, пористість, карбонатність [6-12].

Рослинність степової зони, під впливом якої сформувався ґрунтовий покрив, представлена трав'яною формацією – головним чином багаторічними сухолюбними видами. Серед них переважають ковила, типчак, кореневищні злаки, а також дводольні та ефемери. Деревна рослинність трапляється лише в глибоких долинах, на заплавах річок, чагарники – в ярах і балках [6-12].

У степовій зоні сформувались чорноземи звичайні, які займають 66,3% серед сільськогосподарських угідь і 66% серед орних земель, та чорноземи південні — відповідно 20,2 і 22,7% [9].

Ці ґрунти мають високу природну родючість. В них порівняно великі запаси основних поживних елементів. Вміст азоту в межах 0,17–0,24%, причому більшість його міститься в шарі 0–50 см, де розташована основна маса кореневої системи. Запаси фосфору (0,13–0,15%) зосереджені переважно у верхньому гумусному горизонті як результат біологічної акумуляції, причому серед них переважають важкорозчинні, малодоступні для рослин сполуки з кальцієм. Чорноземи звичайні добре забезпечені калієм, в тому числі й рухомими та обмінними формами. Сума ввібраних основ — до 40, гідролітична кислотність 1,0–2,5 мг.-екв. на 100 г ґрунту. Ступінь насичення основами понад 95% [9, 11].

Степові чорноземи давно зазнали антропогенного впливу. З введенням їх у сільськогосподарське виробництво, як і інших типів ґрунтів, змінився характер кругообігу речовин, органічних речовин надходить менше, ніж на природних угіддях. Крім того, розорювання та внесення добрив значно

підвищили їх біологічну активність, що прискорює мінералізацію органічних решток і веде до поступової втрати гумусу [8, 9].

Чорноземи південні також мають порівняно високу потенційну родючість, високий вміст азоту, фосфору, калію та інших елементів, вони здатні забезпечувати високі врожаї районованих культур [6-10].

Сухий Степ України займає крайню південну частину Причорноморської низовини і прилегло до неї вузьку смугу Кримського степу над Сивашем на площі 4,7 млн га, в тому числі сільськогосподарські угіддя 1,8 млн га, з них ріллі 1,2 млн га, або 85%. Перехід від степової зони як з півночі в Причорномор'ї, так і з півдня Криму неширокий — до 25 км, де солонцюваті чорноземи переходять у темно-каштанові слабосолонцюваті ґрунти [7-9].

Сухостепові ґрунти утворилися за умов посушливого клімату, зрідженої трав'яної рослинності з поверхневою кореневою системою і висхідної течії ґрунтових вод, яка підтягувала до поверхні легкорозчинні солі.

Переважаючими ґрунтами в сухому Степу, на фоні яких сформувалися ґрунтові комплекси, є темно-каштанові, що займають 70,2% в сільськогосподарських угіддях, або 76% серед орної землі, та каштанові — відповідно 5,8 і 5,2% [9].

Характерною морфологічною ознакою темно-каштанових ґрунтів є диференціація профілю за елювіальним типом. Особливо вона добре помітна на цілинних ґрунтах, які не зазнали впливу агрокультури.

Легкорозчинні солі і гіпс зосереджені на глибині 150–200 см, а на правобережжі Дністра навіть глибше. Реакція водного розчину нейтральна або слаболужна (рН водне 6,8–8,0). Ці ґрунти поділяються на слабо- і сильно-солонцюваті [7-9].

Каштанові ґрунти утворилися в найпосушливіших районах сухо-степової підзони — на території, що прилягає з півночі і з півдня до Сиваша. Серед сільськогосподарських угідь зони їх площа 100 тис. га, з яких 80 тис. га перебуває в обробітку. Суцільних масивів вони не мають, а залягають у

комплексі із солонцями каштановими. Профіль цих ґрунтів, на відміну від темно-каштанових, слабший і на меншу глибину гумусований. Солі вимиті на значну глибину (70–80 см), за ступенем солонцюватості поділяються на каштанові слабо- і сильносолонцюваті [9-12].

Фосфатний режим орного шару окультурених ґрунтів значною мірою визначається не тільки характером використання природних запасів, а й системою удобрення, особливістю перетворення внесених добрив.

Калійний режим для більшості каштанових ґрунтів склався досить сприятливо. Це зумовлено значним вмістом калію в мінералах материнської породи, тому валові запаси його досягають 2,1–2,3%. За тривалий час використання загальний вміст калію змінився мало, але водорозчинних його сполук помітно зменшилося [9].

Поліпшення засолених ґрунтів пов'язано із складними меліоративними заходами, які потребують значних матеріальних витрат.

Використання солончаків і сильно засолених ґрунтів можливе лише після промивання їх прісною водою. Найкраще це робити в осінньо-зимовий період, коли підґрунтові води найглибше, а випарування з поверхні найменше. При цьому дуже важливо правильно встановити норму води для поливу, не допустити з'єднання її з підґрунтовою, яка може підніматися вгору капілярами і призводити до поверхневого засолення. Промивні води відводяться з поля за допомогою дренажу [9, 11].

Продуктивність ґрунтів сухого Степу визначається насамперед забезпеченістю посівів польових культур вологою. Тому агротехнічні заходи повинні бути спрямовані на нагромадження, збереження чистих парів, посів куліс із високостеблових культур, безполицевий обробіток ґрунту. Вирішальним фактором у підвищенні родючості ґрунтів цієї зони є зрошення [9, 12].

2 БОТАНІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОЧЕВИЦІ

2.1 Морфологічні особливості культури

Звичайна сочевиця - *Lens esculenta* Moench (синоніми: *Lens cultenars* Mdc, *vm lens* L). Однорічна рослина висотою у поширених у виробництві сортів від 25 до 50 см, з чотиригранними, тонкими, прямостоячими або злегка вилягаючими, рідше лежачими, гіллястими, опушеними короткими волоссям, червоними стеблами і тонким малогіллястим стрижневим коренем. Листочки складні, парноперисте, нижні з 2-3 парами листочків, верхні з 4-8 парами. Черешок листа закінчується простим або розгалуженим вусиком. Листочки овальні, лінійні. Прилистники списоподібні, цілокраї [1, 2, 5].

У різних сортів сочевиці листя, листочки і прилистки різної величини і форми, квітконоси коротше листа, 1-4 квіткові, дрібні, довжина 5-8 мм, білі, сині, рожеві або фіолетові. Боби одногніздові, двостулкові, ромбічні, сплюснуті або слабо опуклі, 1-3 насінневі, голі, солом'яно-жовті, іноді перед дозріванням фіолетові. Насіння сплюснуті або округлі, великі чи дрібні, однотонні (жовті, зелені, рожеві, сірі, коричневі, чорні) або з малюнком у вигляді мраморності, точкове або плямистості. Рубчик лінійний, на ребрі насіння, однаковою забарвленням з насінням або світліше їх. Маса 1000 насінин 10-99 г. Сім'ядолі жовті, рідше помаранчеві або зелені. Назви сочевиці: в Росії чечевіка, Чевік; на Україні – сочевіка, сачавія, лінди; в Молдові – лінта; у Вірменії - сприймали; в Азербайджані – мерджі; в Середній Азії – ясму, ясмик, адас, насп [1, 2, 13].

Підвиди сочевиці діляться на різновиди за забарвленням сім'ядолі і насіння, малюнку на насінні, забарвленням квітів, довжині зубів чашечки, забарвленням незрілих і зрілих бобів, забарвленням рубчика насіння, опушеності рослин, формі листа і забарвленням сходів. Всього встановлено

59 різновидів, з них 12 – великонасінні, і 47 – дрібносем'яних. Найважливіші різновиди сочевиці розрізняються за трьома основними ознаками – забарвленні сім'ядолі і насіння і малюнку на насінні [1 -5, 13-17].

Біологія цвітіння і запліднення. Сочевиця – рослина самоzapильна. Однак природні гібриди у сочевиці спостерігаються не настільки рідко, як це думали раніше. Особливо часто природні гібриди з'являються в посушливих районах. Сочевицю відвідують бджоли, дрібні метелики, мурахи, трипси, тому можливість перехресного запилення у неї не виключена. Віночок квітки у сочевиці, як і у інших бобових рослин, метеликового типу, складається з п'яти пелюсток, що утворюють вітрило, два крила і човник, зрощений з двох пелюсток. Парус округлий, на верхівці з виїмкою і дуже коротким вістрям; крила коротші вітрил, зрощені з човником, який є коротшим злегка загострених крил. Тичинок 10, з них одна вільна, а решта зрощені в трубку. Маточки від верху до низу сплюснені, зав'язь майже сидяча, з двома насінняніжками. Стовпчик зігнутий, з внутрішньої сторони опушений короткими волосками. Рильце маленьке, злегка головатої форми. Період цвітіння у сочевиці розтягнутий і триває $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{3}$ усього вегетаційного періоду. Починається на нижніх гілках, потім на наступних. У межах окремої гілки квітки розташовуються послідовно знизу вгору, а з двох – трьох квіток окремого суцвіття першим починає цвісти найнижча квітка. Цвітіння окремої гілки триває 9-11 днів. Найбільш інтенсивне утворення квіток збігається з періодом швидкого росту рослин і не припиняється на верхніх гілках до кінця вегетації. Переважна кількість квіток розквітає в п'ять - сім годин, окремі квітки розкриваються до 14-15 годин. Через добу квітка в'яне. Якщо цвітіння сочевиці збігається з посушливим періодом, то квітка в'яне не через добу, а через 10-12 годин, у дощову погоду в'янення квітки розтягується до двох - трьох днів. Слід зазначити, що у верхній частині рослини багато квіток опадають, не зав'язуючи плодів. Особливо цей процес проявляється в роки, коли у період цвітіння стоїть суха спекотна погода. Плодоносними є переважно квітки, розташовані в нижній частині рослини. Пильники у

сочевиці розтріскуються до розкриття квітки, ще в бутоні. Після запліднення зав'язь квіток починає швидко розростатися і через шість - сім днів біб досягає нормальної величини. Зав'язь іноді розвивається і у незапліднених квіток, але незабаром вона засихає і обпадає [1, 2, 3, 18-25]. Бульбочкові бактерії. Корінь у сочевиці стрижневий, сильно розгалужений, з великою кількістю корінців, розташованих головним чином у шарі ґрунту 0-40 см. На коренях сочевиці поселяються бульбочкові бактерії, які здатні засвоювати азот з повітря. У результаті їх життєдіяльності клітини кореня починають посилено ділитися і розростатися в бульбочки, в яких накопичується азот. Велика частина його використовується бактеріями і рослинами для росту, розвитку і формування врожаю, а частина залишається в бульбочках. У зв'язку з цим ґрунт після збирання сочевиці збагачується азотом; тому сочевиця, як і інші бобові культури, є добрим попередником для всіх наступних за нею культур. Бульбочки на коренях сочевиці утворюються у всіх зонах її вирощування. Ф.Л. Залкінд вивчав кількість бульбочок на коренях сочевиці та інших зернобобових культур. За його даними, сочевиця за кількістю бульбочок не поступається гороху, але значно поступається бобам і особливо чині, причому у останньої їх не тільки більше, але вони і крупніші [2, 25].

Фенологічні ознаки. Період вегетації. Вегетаційний період різних форм і сортів сочевиці колекції ВІР коливається від 65 до 105 днів. Всі ці форми і сорти за його тривалістю можна розділити на п'ять груп: 1 – ранньостиглі – мають вегетаційний період 60-69 днів, 2 – середнерані – 70-75, 3 – середньостиглі – 76-80, 4 – середньопізні – 81-85, і 5 – пізньостиглі 86-90 днів. До ранньостиглих належать форми сочевиці з країн Аравійського півострова, Сирії, Палестини, Індії і Східного Афганістану; до середньоранніх – форми і сорти республік Середньої Азії і Закавказзя, Західного Афганістану, Ірану, Єгипту та дрібнонасіненні сортотразки з Малої Азії; середньостиглі та середньопізні включають генетичне різноманіття сочевиці з країн колишнього СРСР (крім республік середньої Азії і

Закавказзя) і держав Європи та Америки, а також крупнонасінневі форми з Малої Азії; до пізньостиглих – форми сочевиці середземноморських країн – Іспанії, Італії, Тунісу, Алжиру та ін. Форми і сорти крупнонасінневої сочевиці, як правило більш пізньостиглі, ніж дрібнонасінневі. Період «сівба-цвітіння» у дрібнонасінневих форм і сортів сочевиці довший або такої ж тривалості як і фаза «цвітіння-дозрівання»; у крупнонасінневої він значно коротший. Період «сівба-цвітіння» у дрібнонасінневих форм коливається від 39 до 47 днів, а у крупнонасінневих – від 41 до 47 днів. Отже, у сочевиці суттєвої різниці між ранньостиглими і пізньостиглими сортами (на відміну від гороху, квасолі, нуту) до початку цвітіння не спостерігається. Вона стає помітною лише в момент дозрівання, досягаючи у наведених у таблиці зразків майже трьох тижнів. Таким чином, пізньостиглість сочевиці пов'язана з більш розтягнутим періодом «цвітіння – дозрівання». У одних і тих же форм і сортів сочевиці, вирощених у різні роки в одному і тому ж пункті, вегетаційний період залежно від погодних умов часто змінюється; в посушливі роки всі сортозразки дозрівають на два – три тижні раніше, ніж у вологі роки. Тривалість його знаходиться в зворотній залежності від температурних умов: чим вища середньодобова температура повітря, тим коротший вегетаційний період і, навпаки, чим вона нижча, тим вегетаційний період довший [2, 4, 13-25].

Фази розвитку. У сочевиці, як і у інших зернобобових культур, розрізняють чотири фази розвитку: 1 – набухання і проростання насіння, 2 – сходи, 3 – цвітіння, 4 – дозрівання. Необхідно відзначити, що у бобових культур чіткої послідовності настання фаз розвитку, як у зернових злаків, не спостерігається. Фази цвітіння і плодоутворення у них проходять майже одночасно. Тривалість цих періодів залежно від зовнішніх умов середовища схильна до значних коливань. Так, наприклад, період від сівби до появи сходів різко змінюється залежно від вологості й температури ґрунту. Якщо вологість ґрунту достатня, то сходи сочевиці з'являються швидко (за відповідності температури ґрунту біологічним вимогам цієї культури).

Показниками швидкості появи сходів у цей час прийнята сума активних температур за період сівба – сходи, тобто сума таких середньодобових температур, які дорівнюють або перевищують мінімальні біологічні вимоги культури для цієї фази розвитку. Для сочевиці до активних температур належать середньодобові температури вище 4-5°C. Як показали дослідження П.С. Бубкова, сума активних температур від сівби до появи сходів сочевиці становить 110 - 125°C (за даними В.М. Степанова – 120°C). Сума цих температур для проходження цієї фази є досить постійною величиною. Період «сівба – сходи» залежно від термінів посіву значно змінювався за незначних коливань середньодобових температур [15, 18, 25].

Тривалість періоду «сходи – цвітіння» залежить від ряду умов (температури, вологості, доступності поживних речовин, світла), але вирішальні з них для нормального росту і розвитку рослин є тривалість денного освітлення, тому що в цей період проходить світлова стадія. У сочевиці вона нормально протікає лише за умов довгого дня (природного освітлення). Підвищення середньодобових температур за цих умов сприяє скороченню періоду «сходи – цвітіння», а зниження - його збільшенню. За умов скороченого (дев'яти-годинного) дня цвітіння рослин затримується або вони зовсім не цвітуть, а період «сходи – цвітіння» значно збільшується. Значення температурного чинника в умовах скороченого дня невелика, тому що навіть значне підвищення середньодобових температур не прискорює проходження світлової стадії. Таким чином, тривалість періоду «сходи – цвітіння» у сочевиці регулюється тривалістю денного освітлення. Температурний фактор за умов природного дня також має велике значення, сприяючи скороченню цього періоду. Тривалість фази «сходи – цвітіння» у одного і того ж сорту сочевиці закономірно змінюється також залежно від широти місцевості [2, 17, 19, 25].

В одному і тому ж пункті вирощування сочевиці тривалість періоду «сходи – цвітіння» у одного і того ж сорту змінюється переважно залежно від температурних умов і вологості. У сухі роки з підвищеною температурою

цей період зазвичай буває коротшим, ніж у вологі роки зі зниженою температурою [20, 23, 25].

Тривалість періоду «цвітіння – дозрівання» залежить переважно від температурного фактора. За даними П.С. Бубкова у сочевиці (сорт Народна) за середньодобової температури 19°C тривалість цього періоду становила 31 день, за 18°C – 34 дні, за 17°C – 35 днів і за 16°C - 39 днів. Отже, зі зниженням температури період «цвітіння – дозрівання» збільшується. У зв'язку з цим при просуванні сочевиці на північ ця ознака значно подовжується і в результаті навіть скоростиглі сорти на північ від 55° північної широти дозрівають не завжди [1,2, 13-25].

Стадії розвитку. У сочевиці, як і у інших культур, вивчені поки дві стадії розвитку рослин: стадія яровизації і світлова стадія. Стадія яровизації у сочевиці коротка: за природних умов вона відбувається в період проростання насіння. За дослідженнями І.М. Коновалова, проведеними в Інституті землеробства Півдня - Сходу (Саратов), різні форми і сорти сочевиці реагували на яровизацію неоднаково. Ранньостиглі форми сочевиці на яровизацію реагують негативно, подовжуючи період вегетації на три – п'ять днів; середньоранні – не реагують або реагують слабо, прискорюючи період вегетації на один – два дні, середньостиглі – скорочують при яровизації період вегетації на три – чотири дні, середньопізні – на п'ять – шість днів і пізньостиглі – на сім - вісім днів. Стадія яровизації у різних сортів сочевиці починається одночасно з проростанням насіння і відбувається за температури 5-8°C протягом 10-12 днів. За знижених температур стадія яровизації сповільнюється або зовсім припиняється. Яровизація сочевиці має особливо велике значення в тих районах, де її цвітіння і налив насіння збігаються з періодом посухи. Яровизація, прискорюючи розвиток сочевиці, пересуває період цвітіння на більш сприятливий час, а це сприяє підвищенню врожаю насіння. У досліджах І.М. Коновалова, реагуючи на яровизацію, сорти підвищували урожай насіння на 13-21%. Світлова стадія у сочевиці довга. Для її проходження сочевиця потребує тривалого денного освітлення і

середньодобової температури 18-22°C. За умов скороченого (дев'ятигодинного) дня світлова стадія у більшості форм і сортів не відбувається і рослини у зв'язку з цим не зацвітають. Темпи росту. Сочевиця до появи на рослинах перших бутонів росте повільно, потім темпи її до кінця цвітіння збільшуються, а потім знову знижуються. У всіх фазах розвитку сочевиця росте значно повільніше гороху; середньодобові прирости її у висоту в два - три рази менші, ніж у гороху. У зв'язку з низькорослістю і повільними темпами росту сочевиця легко пригнічується бур'янами [1, 2, 3, 4, 5, 13-25].

2.2 Біологічні особливості сочевиці

Вимоги до світла. Світлова стадія розвитку сочевиці тривала і для її проходження, і для нормального цвітіння і плодоутворення, вона потребує тривалого денного освітлення. Тому сочевиця належить до рослин довгого дня. Всі відомі в цей час форми і сорти цієї культури є типовими довгоденними рослинами, хоча реакція окремих з них на тривалість денного освітлення неоднакова. Установлено, що сочевиця значно сильніше реагує на скорочений день, ніж інші довгоденні культури: горох, нут, чина, боби. За умов скороченого дев'яти годинного дня деякі форми зовсім не цвітуть або починають цвісти зазвичай значно пізніше, ніж за умов природного дня. При цьому багато з цих форм в результаті впливу післядії скороченого дня або зовсім не дозрівають, або дозрівають на два-дев'ять тижнів пізніше, ніж вирощені за природного дня. Затримка рослин у цвітінні може досягати 75 днів у порівнянні з періодом природного освітлення [25]. Рослини сочевиці в умовах скороченого дня ростуть і розвиваються значно повільніше, ніж за природного дня, зелене забарвлення їх поступово зникає, листя жовтіє або червоніє і рослини в кінці кінців гинуть. Особливо вимогливі до тривалості освітлення дрібнонасінневі сорти. За природного дня за нормального росту і розвитку цих рослин мали переваги малогіллясті форми з середнім розміром листків; через скорочений день у них сильно гіллясте стебло з дуже дрібним

листя, що стелилося по землі. Отже, під впливом скороченого дня зовнішній вигляд цих рослин змінювався настільки сильно, що їх можна було віднести до різних форм. У інших сортозразків сочевиці (переважно крупнонасіньних) таких різких морфологічних змін не спостерігали. Від рослин, вирощених в умовах природного дня, вони відрізнялися дещо меншою висотою і збільшеною гіллястістю. Форми сочевиці європейської частини (а також палестинські та єгипетські) хоча на скорочений день реагують так само сильно, як і більшість інших форм, але за зовнішнім виглядом не відрізняються від рослин, вирощених за природного дня. Із цих узагальнень можливо зробити висновок, що дрібнонасіньні форми сочевиці реагують на скорочений день, як правило, більш різко, ніж крупнонасіньні. Сочевиця, як і деякі інші зернобобові культури (горох, чина, боби), бере своє походження з гірських районів. Тому її вимоги до умов тривалого освітлення цілком природні. Високогірні форми сочевиці на скорочений день реагують сильніше, ніж долинні [1-5, 19, 25].

Вимоги до тепла. У перші фази онтогенезу (проростання насіння, сходи) до тепла сочевиця не має суттєвих вимог, але все ж є більш теплолюбивою культурою, ніж горох. За літературними даними, насіння сочевиці починає проростати при 3 - 4°C. За даними ВІР, насіння сочевиці за температури 12-15°C проростало на шостий-сьомий день, за 9-11 °C - на восьмий-дев'ятий, за 7-8 °C - на 10-12 й за 5-6 °C – на 13–15-й день. За сівби в більш холодний ґрунт польова схожість насіння, особливо у крупнонасіньних сортів, різко знижується. Під час пророщування за температури 1-2 °C проросла лише невелика частина насіння, а потім спостерігали масове загнивання. За цього режиму тепла повного проростання насіння в дослідках не спостерігалось. Дрібнонасіньна сочевиця менш вимоглива до тепла, ніж крупнонасіньна. Заморозки до -5-6 °C сходи сочевиці переносять легко: за невисокої відносної вологості повітря вони витримують короткочасні заморозки -8-10 °C. На Петровській державній дослідній станції протягом більш ніж 40 років жодного разу не спостерігали загибелі сочевиці від весняних заморозків, які

доходили до $-8,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, крім того, в окремі роки ранні сходи були під снігом. Таким чином, порівняльна невимогливість сочевиці до тепла в період проростання насіння і висока стійкість молодих рослин до заморозків вказують, що сочевиця як і горох, належить до групи рослин ранніх строків сівби. До заморозків стійкі не тільки молоді, а й дорослі рослини сочевиці. Однак холодостійкість рослин у наступні фази розвитку після появи сходів дещо знижується [25]. За даними П. С. Голубкова, сочевиця за стійкістю до заморозків наближається до гороху, а горох у фазі сходів переніс заморозки – $13,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, у фазі бутонізації – $7,5 - 8,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, у фазі цвітіння – $6,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ і у фазі дозрівання – $7,5 - 8,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1, 23, 25]. Після появи сходів сочевиця до тепла більш вимоглива, ніж горох, а оптимальна середньодобова температура становить $17 - 19\text{ }^{\circ}\text{C}$. Експериментально встановлено, що в середньому за чотири роки випробування сортам сочевиці необхідна сума температур за період їх вегетації (він коливався у різних сортів від 81 до 99 днів) від 1458 до 1782 $^{\circ}\text{C}$. Однак у різні роки залежно від метеорологічних умов, вона у тих же сортів коливалась від 1350 до 1900 $^{\circ}\text{C}$, причому в посушливі роки сума температур у одного і того ж сорту на $100 - 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ була меншою, ніж у вологі. Сочевиця особливо вимоглива до тепла в період наливу і дозрівання насіння. Оптимальна середньодобова температура у цей період становить $19 - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. З середньодобової температури менше $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ період дозрівання сочевиці подовжується, за температури $14- 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ різко затримується, а за температури менше $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ – припиняється. У дослідях П.С. Бубкова дозрівання сочевиці за середньодобової температури $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ відбувалося на вісім днів пізніше, ніж за $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ [2, 3, 4, 25].

Вимоги до вологи. Сочевиця найбільш вимоглива до вологи в перший період її росту. Для набухання насіння вона, як й інші зернобобові культури, що містять велику кількість білків, вимагають значно більше води, ніж зерно злакових культур, у складі яких переважає крохмаль. Однак кількість води, поглиненої насінням і використаної під час проростання, у сочевиці, менша ніж у гороху та інших зернобобових культур. Якщо вирахувати, яку вологість

має проростаюче насіння, то вона буде 87,3%. Але за цієї вологості насіння лише підготовлене до проростання, але ще не проростає. Воно почне проростати тільки в тому випадку, якщо буде забезпечене подальше безперервне зволоження і процес проростання буде проходити тим швидше, чим краще буде задоволена його потреба у воді. Тому сочевицю треба сіяти рано не тільки тому, що вона під час проростання насіння порівняно маловимоглива до тепла, а й тому, що вона в цей період дуже вимоглива до вологи [1, 2, 24, 25].

У наступні фази розвитку вимоги сочевиці до вологи знижуються і вона переносить її недостачу в ґрунті значно краще, ніж горох, квасоля і боби. За посухостійкістю сочевиця поступається тільки чині й нуту. Дуже добре сочевиця відгукується на зрошення. У дослідях, проведених в Інституті землеробства ЦЧЗ ім. В.В. Докучаєва, сочевиця слабо відгукувалася на зрошення, що на перший погляд, було пов'язано з несвоєчасністю її поливу. Посуху в різні періоди життя сочевиця переносить по-різному. Найбільш критичним періодом за вологістю для неї є період до цвітіння. Якщо в цей час вологи в ґрунті досить для нормального росту і вкорінення рослин, то в період цвітіння – дозрівання сочевиця переносить посуху порівняно легко і дає хороший урожай насіння високої якості. Таким чином, ґрунтову посуху від сходів до цвітіння сочевиця переносить гірше, ніж у період цвітіння – дозрівання [1-4, 13, 25]. Крупнонасінні сорти до цвітіння виявилися більш вимогливі до вологи, ніж дрібнонасінні. Ґрунтову посуху в період цвітіння сочевиця переносить легше, ніж атмосферну. Особливо велику шкоду в цей період приносять суховії, під впливом яких квітніжки швидко підсихають і скручуються. Це спричиняє значне опадання бутонів і квіток, а отже, знижує врожай насіння сочевиці. Тому на ділянках, розташованих серед лісових полів, де дія суховіїв ослаблена, а відносна вологість повітря підвищена, урожай сочевиці значно вищий, ніж на ділянках, які знаходяться на відкритому місці, поза межами лісових посадок. Так в Інституті землеробства ЦЧЗ ім. В.В. Докучаєва урожай сочевиці на ділянці серед лісових смуг

становив 17,5 ц / га, а на відкритій ділянці – 10,1 ц / га. У період наливу – дозрівання насіння надлишок вологи в ґрунті для сочевиці несприятливий, оскільки в цьому випадку вегетаційний період її подовжується, вона сильно пошкоджується іржею, розвиває велику зелену масу, а урожай насіння і його якість різко знижуються (насіння буріє) [1, 2, 13, 14, 16, 22-25].

Вимоги до ґрунту. Сочевиця – рослина невибаглива; до ґрунтів вона великих вимог не пред'являє, але найбільш високі врожаї дає на суглинних і піщаних різновидах чорноземів, каштанових і підзолистих ґрунтів. На сухих піщаних і низинних ґрунтах з близьким заляганням ґрунтових вод, схильних до заболочування, а також на засолених і важких глинистих і кислих ґрунтах сочевиця росте погано і дає низькі врожаї насіння. Навіть на слабозасолених ґрунтах (вміст хлору 0,02-0,03%), за даними І.І. Мірошніченко (ВІР), сочевиця росте значно повільніше, ніж квасоля, чина, вика і арахіс, і дає в порівнянні з ними дуже низький урожай насіння. Разом з тим для сочевиці непридатні багаті азотом ґрунти, на яких вона розвиває потужну зелену масу («жирує») на шкоду зерновій продукції. З цих же обставин сочевиця не переносить свіжого гною і високих норм азотних і мінеральних добрив. Кращими ґрунтами для неї є багаті вапном звичайні чорноземи [1-5, 13, 22-25]. Сочевиця – рослина дрібнолиста, низькоросла і в перший період свого життя росте повільно. У зв'язку з цим вона легко пригнічується бур'янами. Тому сочевиця пред'являє високі вимоги до чистоти полів. Коренева система сочевиці в порівнянні з її наземною масою більш розвинена і вирізняється високою здатністю до засвоєння елементів живлення. Тому сочевиця менш вимоглива, ніж горох до ґрунтів і живильних речовин, хоча останніх вона споживає менше, ніж горох. Найбільш чутлива сочевиця на внесення фосфорно-калійних добрив. В останні роки виявлена важлива роль різних мікроелементів в житті рослин. Для посилення росту і збільшення врожаю насіння сочевиці суттєве значення мають бор і, особливо, молібден. За нестачі бору в рослинах сочевиці точка росту основного стебла відмирає. У результаті цього з пазушних бруньок утворюються бічні гілки, але точки

росту згодом відмирають і у них. Це призводить до відмирання тканин камбію, руйнування оболонок паренхімних клітин і недостатнього розвитку судинно-волокнистих пучків. Ріст і розвиток рослин порушуються і продуктивність їх знижується. Найбільше значення з мікроелементів у житті бобових рослин має молібден, який бере участь в білковому обміні рослин. Він спочатку концентрується в бульбочках, що утворюються на коренях рослин, сприяючи засвоєнню бактеріями азоту повітря і фіксації його спочатку в бульбочках, а потім у насінні. У досліджах Х.Г. Виноградової, за відсутності молібдену в ґрунті, бульбочки у бобових рослин не розвивались. У разі внесення ж у ґрунт (0,1-0,2 мг/м²) молібдену бульбочки формувались і вміст азоту у вегетативних органах, насінні та коріннях збільшувався приблизно в два рази; урожай зеленої маси зріс на 27%, насіння – на 22%, коріння – на 48% [1, 2, 3, 4, 16, 17, 25].

3 АНАЛІЗ ДИНАМІКИ УРОЖАЙНОСТІ СОЧЕВИЦІ В ПІВДЕННИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ

Найбільш результативні показники сільськогосподарського виробництва вважається урожайність та урожай. Урожай - це валовий (загальний) збір рослинницької продукції, отриманої в результаті вирощування певної сільськогосподарської культури з усієї площі її посіву (посадки) у господарстві, регіоні або в країні. Для більшості культур врожай прийнято вимірювати в тонах. Урожайність – це середній обсяг продукції з одиниці посівної площі. Рівень урожайності відображує вплив економічних і природних умов, а також якість організаційно-господарської діяльності сільськогосподарських підприємств і господарств. Для культур, що вирощуються у відкритому ґрунті, урожайність визначають з розрахунку на 1га, а у закритому ґрунті – на 1 м². Урожайність безпосередньо прямо пропорційно впливає на розмір валового збору. Підвищення урожайності на даний час є найбільш актуальною проблемою для сільськогосподарських товаровиробників, оскільки підвищення врожайності впливає не тільки на збільшення валового збору, а й відповідно на зменшення собівартості продукції [2, 26-32].

3.1 Методика статистичного аналізу часових рядів урожайності

Питання аналізу часових рядів урожайності, встановлення закономірностей її мінливості цікавлять багатьох дослідників. В їхніх роботах розглядаються різні аспекти цієї проблеми – від аналізу складових часових рядів до можливих шляхів прогнозування урожайності на основі використання закономірностей, закладених в самих часових рядах [26-29].

Як відмічають вищевказані дослідження, формування врожаю сільськогосподарських культур - складний процес, що залежить від ряду

природно-кліматичних і економічних факторів. Прогнозування урожаю ведеться двома взаємодоповнюючими одне одного методами, які враховують основні групи впливаючих факторів: природно-кліматичних і господарчо-економічних. Прогнозування врожаю на перспективу засновано на урахуванні змінних господарчо-економічних умов. Головна увага приділяється екстраполяції і прогнозуванню господарсько-економічних умов, що визначають загальний рівень землеробства, на фоні якого розгортається дія природно-кліматичних факторів вплив цих суттєвих факторів, широко використовується в агрометеорології поняття «тенденція» та «тренд урожайності» [29]. Одні виключають з розгляду зміни ґрунтово-кліматичних умов, визначаючи тренд при умові збереження їх середнього рівня, інші розуміють під трендом функцію, що описує загальну середньостатистичну зміну рівня урожайності.

Використання трендів при прогнозуванні урожайності має подвійну мету: 1) вибором тренда елімінувати ту долю врожаю, яка визначається рівнем землеробства в широкому розумінні слова; 2) екстраполяцію динаміки тренда на перспективу. Постановка цієї задачі обумовлена тим, що в агрометеорологічній літературі розглядають динамічний ряд урожайності як нестационарний процес:

$$Y(t) = f(t) + U_i, \quad (3.1)$$

де t – приймає значення з натурального ряду чисел;

$f(t)$ – стаціонарна складова, випадкова функція;

U_i – випадкова функція часового ряду,

$y(t)$ – урожайність.

Функцію $f(t)$ визначають як тренд урожайності, що характеризує зміну рівня землеробства. Дискретна функція $y(t)$ описує випадкові функції урожайності під впливом метеорологічних факторів у вегетаційний період конкретного року.

Більш прийнятною була б модель урожайності

$$Y(t) = f(t) + \delta(t) + U_i, \quad (3.2)$$

де $\delta(t)$ – випадкова функція, що характеризує вплив метеорологічних умов на ефективність використання землеробства.

Тренд, отриманий будь-яким способом для рішення другої задачі при агрометеорологічному прогнозуванні, зазвичай, екстраполюється за часом на крок вперед, аби отримати значення рівня тренда на рік складання прогнозу.

При виділенні трендів потрібний об'єктивний аналіз умов, в яких розгортається часовий ряд урожайності, розуміння основних закономірностей і факторів, що впливають на динаміку урожайності. При цьому важливо правильно обрати довжину часового ряду. При різній його довжині можуть бути отримані тренди з неоднаковою динамікою, що описують «об'єктивно» існуючі закономірності. Необхідно використовувати ряд такої довжини, аби його було достатньо для виявлення закономірностей в зміні рівня землеробства. На поведінку трендів мають бути накладені певні умови «доволі» поступових змін, відповідних нашим уявленням про властивості інерційності культури землеробства [2, 28 -32].

В останні роки для аналізу динаміки урожайності і оцінки культури землеробства використовують метод гармонійних вагів (Польовий А.М.) [29].

Основна ідея метода гармонійних вагів полягає в тому, що в результаті зважування певним методом окремих спостережень часового ряду, більш пізнім спостереженням надаються більші ваги. Тобто, вплив більш пізніх спостережень має сильніше відображатися на прогнозованій оцінці, ніж вплив більш ранніх.

При використанні МГВ в якості деякого приближення $\hat{f}(t)$ істинного тренду $f(t)$ часового ряду урожайності сільськогосподарських культур

$$Y_i(t = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (3.3)$$

приймається ламана лінія, що згладжує задане число точок часового ряду Y_t . Окремі відрізки ламаної лінії (ковзаючого тренда) представляють його окремі фази. Для визначення окремих фаз ковзаючого тренда обирається число $k < n$ і знаходиться рівняння лінійних відрізків:

$$Y_i(t) = a_i + b_i(t), \quad t = 1, 2, \dots, n - k + 1, \quad (3.4)$$

причому,

для $i=1, t=1, 2, \dots, k$;

для $i=2, t=2, 3, \dots, k+1$;

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

Параметри a_i і b_i рівняння (4.10) визначаються методом найменших квадратів.

Значення кожної функції $Y_i(t)$ визначається в точках

$$t=i+h-1, \quad (h=1, 2, \dots, k). \quad (3.5)$$

Кількість визначень $Y_i(t)$ в кожній точці t позначається через g_i , а через $Y_i(t)$ – значення функції $Y_i(t)$ для $t=i$. Точки ковзаючого тренда – це середні значення усіх $Y_i(t)$, які визначаються з виразу:

$$\bar{Y}_i = \frac{1}{g_i} \sum_j^{g_i} Y_i(t), \quad (j=1, 2, \dots, g_i). \quad (3.6)$$

Прирости ω_{t+1} функції $f(t)$ визначаються як

$$\omega_{t+1} = f(t+1) - f(t) = \bar{Y}_{t+1} - \bar{Y}_t, \quad (3.7)$$

Середня приростів визначається

$$\bar{\omega} = \sum_{t+1}^{n-1} C_{t+1}^n \cdot \omega_{t+1}, \quad (3.8)$$

де C_{t+1}^n – коефіцієнти, що задовольняють наступним умовам:

$$C_{t+1}^n > 0 \quad (t=1, 2, \dots, n-1), \quad (3.9)$$

$$\sum_{t=1}^{n-1} C_{t+1}^n = 1. \quad (3.10)$$

Гармонійні коефіцієнти визначаються по формулі

$$C_{t+1}^n = \frac{m_{t+1}}{(n-1)}, \quad (3.11)$$

де m_{t+1} – гармонійні ваги.

Якщо самі ранні спостереження мають вагу

$$m_2 = \frac{1}{(n-1)}, \quad (3.12)$$

то вага інформації m_3 , що відноситься до наступного моменту часу, визначатиметься як

$$m_3 = \frac{m_2 + 1}{(n-2)}. \quad (3.13)$$

Таким чином, ряд гармонійних вагів визначається рівнянням

$$m_{t+1} = m_t + \frac{1}{n-t} \quad (t = 2, 3, \dots, n-1) \quad (3.14)$$

з початковим значенням, вираженим рівнянням (3.12).

Екстраполяція тенденції часового ряду урожайності проводиться по виразу

$$\bar{Y}_{t+1} = \bar{Y}_t + \bar{\omega} \quad (3.15)$$

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

За даними Польового А.М. [29] при розрахунку тенденції урожайності сільськогосподарської культури на прогнозуємий рік необхідно враховувати, що часовий безперервний інтервал, в якому розглядається середньообласна урожайність культури, має нараховувати не менше 18 років. При цих умовах, років, що формують одну фазу ковзаючого тренда, має бути 16 ($k = 16$).

3.2 Аналіз динаміка урожайності сочевиці в Одеській області

Урожайність сочевиці залежить від великої кількості факторів. Динаміка врожаїв сочевиці розглядається як зміна культури землеробства, на фоні якої відбуваються випадкові коливання, що пов'язані переважно з особливостями погодних умов окремих років.

На підставі досліджень особливостей динаміки врожаїв сочевиці по території області появилася можливість оцінити приріст врожаїв окремо за рахунок культури землеробства та погодних умов. Для цього були побудовані графіки динаміки врожаїв сочевиці в окремих районах за досліджуваний період.

Для аналітичного вирівнювання тенденції врожаїв сочевиці використовувалось рівняння прямої або параболи другого порядку (рис. 3.1). На графіках динаміки врожаїв на осі x відкладаються порядкові номери років спостереження. По осі y - урожайність за кожен рік, ц/га. Лінія тренда характеризує тенденцію зростання врожаїв за досліджуваний період за рахунок культури землеробства. За характером ломаної визначається вид рівняння лінії тренду [2].

Урожайність сочевиці за досліджуваний період у Одеській області коливалася від 3,0 до 23 ц/га. На рис. 3.1. представлена динаміка урожайності. Лінія тренду вказує на те, що урожайність сочевиці по області має тенденцію до зменшення.

Аналізуючи лінію тренда, обираємо періоди рівномірних змін урожайності та розраховуємо приріст урожайності за періоди таблиця 3.1.

Амплітуда коливань урожайності сочевиці на початку досліджуваного періоду складає в середньому (3 – 7 ц/га), а в середині періоду вона збільшується і досягає 22 ц/га. Це говорить про те, що навіть за високого рівня культури землеробства ці відхилення залишаються значними, що підкреслює роль погодних умов на формування урожайності сочевиці.

На рисунку 3.2. в чистому вигляді показано вплив агрометеорологічних умов окремих років на формування врожаю. На цьому рисунку зображено відхилення врожаю в окремі роки від точок лінії тренду, т. $\Delta \hat{I}_i$. За період з 2001 по 2021 рр. 10 років спостерігались позитивні відхилення. В ці роки складались сприятливі умови тепло та вологозабезпеченості для росту та формування сочевиці. За цей же період 11 років спостерігались від'ємні відхилення, складались несприятливі умови погоди (посухи, суховії, град).

Але відхилення від тренду можуть бути як від'ємними, так і додатними, що ускладнює проведення агрометеорологічних розрахунків. Щоб позбутися знаку, використали коефіцієнт (K), який розраховується по формулі 3.1 як відношення фактичної урожайності до врожаю по тренду.

$$K = \frac{I_i}{\hat{I}_i} \quad (3.1)$$

де K – коефіцієнт, що оцінює сприятливість погодних умов конкретного року;

I_i – фактичний урожай конкретного року;

\hat{I}_i – урожай по тренду.

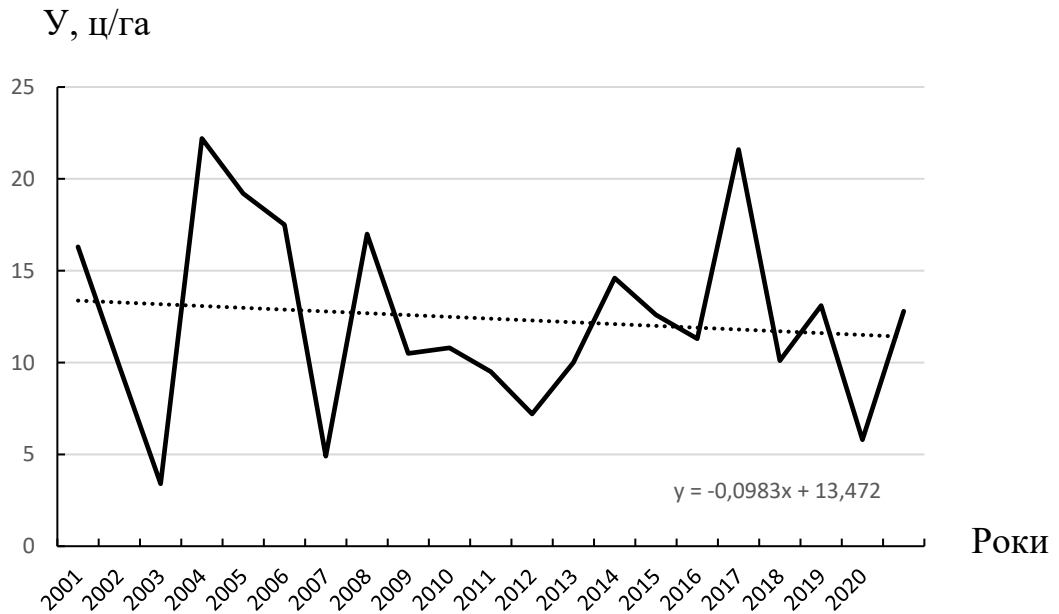


Рисунок 3.1 – Динаміка врожайності сочевиці та лінія тренду в Одеській області

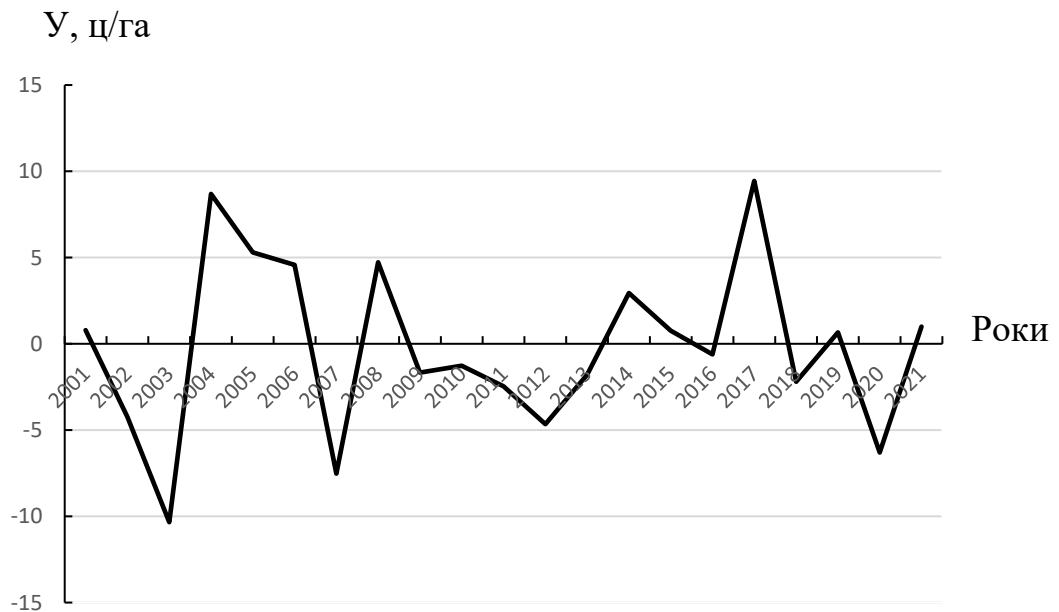


Рисунок 3.2 – Відхилення врожайності сочевиці в окремі роки від лінії тренда в Одеській області

Величина (K) близька до 1 – відповідає середнім умовам погоди, $K < 1$ відповідає несприятливим умовам погоди для формування урожаю сочевиці і $K > 1$ - сприятливим.

Таблиця 3.1 – Оцінка сприятливості погодних умов формування урожайності сочевиці в Одеській області

№п/п	Рік	Фактична врожайність	Врожайність по тренду	Відхилення від тренду	$K_{обл} = U_{п}/U_{н}$
		$U_{п}$	$U_{н}$	$\Delta U_{н}$	
1	2001	16,3	15,51	0,79	1,05
2	2002	9,8	14,03	-4,23	0,70
3	2003	3,4	13,74	-10,34	0,25
4	2004	22,2	13,52	8,68	1,64
5	2005	19,2	13,9	5,3	1,38
6	2006	17,5	12,93	4,57	1,35
7	2007	4,9	12,43	-7,53	0,39
8	2008	17	12,28	4,72	1,38
9	2009	10,5	12,17	-1,67	0,86
10	2010	10,8	12,07	-1,27	0,89
11	2011	9,5	11,97	-2,47	0,79
12	2012	7,2	11,86	-4,66	0,61
13	2013	10	11,79	-1,79	0,85
14	2014	14,6	11,66	2,94	1,25
15	2015	12,6	11,84	0,76	1,06
16	2016	11,3	11,91	-0,61	0,95
17	2017	21,6	12,16	9,44	1,78
18	2018	10,1	12,3	-2,2	0,82
19	2019	13,1	12,44	0,66	1,05
20	2020	5,8	12,1	-6,3	0,48
21	2021	12,8	11,81	0,99	1,08

Ймовірність появи років зі сприятливими та середніми агрометеорологічними умовами складає 48 % та рівень урожайності при цьому коливається від 12,0 до 22,2 ц/га.

Роки з несприятливими агрометеорологічними умовами зростання сочевиці займають 52 % всіх випадків урожайності. В ці роки урожайність змінювалась від 3,4 до 10,8 ц/га.

3.3 Аналіз динаміка урожайності сочевиці в Миколаївській області

На рисунку 3.3 представленні данні, що характеризують динаміку урожайності сочевиці по Миколаївській області за досліджуваний період. Урожайність коливається в межах від 5 до 23,6 ц/га. Лінія тренду показує результати того, що урожайність з 2001 р. по 2021 р. поступово зменшується.

В 2003 та в 2007 роках була встановлена мінімальна урожайність, а в 2004 році спостерігалась максимальна і складала 22,2 ц/га (табл. 3,2 та рис.3.3.). Середня урожайність за досліджуваний період становила 13,6 ц/га.

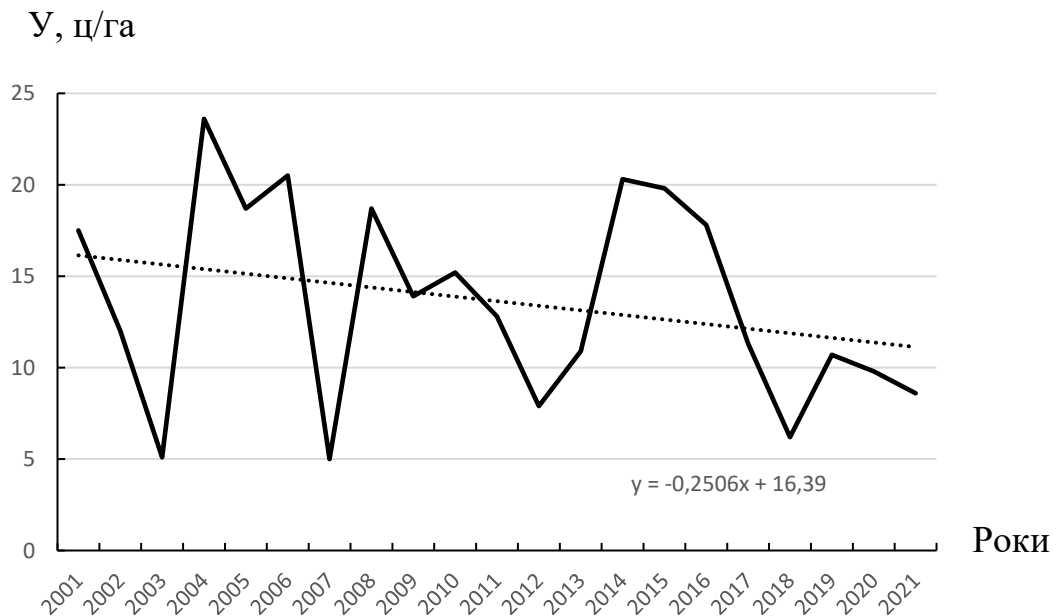


Рисунок 3.3 – Динаміка врожайності сочевиці та лінія тренду в Миколаївській області

На початок дослідження 2001 -2021 рр. амплітуда коливань урожайності в середньому становила 17,5 ц/га, а у 2003 р. знизилася до 5,1 ц/га. Надалі у 2004-2006 рр. вона вже становила 23,6 ц/га та 20,5 ц/га. Як видно із рисунка 3.3, у 2007 р. урожайність сочевиці в Миколаївській області знижується до нижньої межі 5,0 ц/га. В середині періоду з 2008 по 2010 рр. урожайність сочевиці спостерігається вище середнього по області урожаю. Надалі в період з 2011 по 2013 відбувається зниження врожайності до

7,9 ц/га. В 2014 році відбувається збільшення урожайності до 20,3 ц/га. Потім з 2015 року відбувалось поступове зменшення врожаю до кінця досліджуваного періоду. В кінці періоду урожайність в Миколаївській області знижується майже до мінімальних врожаїв.

Таблиця 3.2 – Оцінка сприятливості погодних умов формування урожайності сочевиці в Миколаївській області

№п/п	Рік	Фактична врожайність	Врожайність по тренду	Відхилення від тренду	$K_{обл} = U_{п} / U_{n}$
		$U_{п}$	U_{n}	ΔU_{n}	
1	2001	17,5	15,15	2,35	1,16
2	2002	12	14,35	-2,35	0,84
3	2003	5,1	14,25	-9,15	0,36
4	2004	23,6	15,06	8,54	1,57
5	2005	18,7	15,23	3,47	1,23
6	2006	20,5	15,16	5,34	1,35
7	2007	5	14,85	-9,85	0,34
8	2008	18,7	14,95	3,75	1,25
9	2009	13,9	14,8	-0,9	0,94
10	2010	15,2	14,65	0,55	1,04
11	2011	12,8	14,49	-1,69	0,88
12	2012	7,9	14,34	-6,44	0,55
13	2013	10,9	14,19	-3,29	0,77
14	2014	20,3	14,04	6,26	1,45
15	2015	19,8	13,92	5,88	1,42
16	2016	17,8	13,45	4,35	1,32
17	2017	11,3	12,66	-1,36	0,89
18	2018	6,2	12,14	-5,94	0,51
19	2019	10,7	11,76	-1,06	0,91
20	2020	9,8	11,27	-1,47	0,87
21	2021	8,6	9,91	-1,31	0,87

Щорічне відхилення врожайності від лінії тренда обумовлюється впливом погодних умов за вегетаційний період на формування продуктивності сочевиці.

Були розглянуті відхилення фактичних урожаїв від лінії тренду (рис. 3.4) для виявлення в чистому виді погодних умов окремих років формування врожаю сочевиці в Миколаївській області.

За період з 2001 по 2021 рр. 9 років спостерігались позитивні відхилення. В ці роки складались сприятливі умови тепло та вологозабезпеченості для росту та формування сочевиці. За цей же період 12 років спостерігались від'ємні відхилення, складались несприятливі умови погоди (посухи, суховії, град).

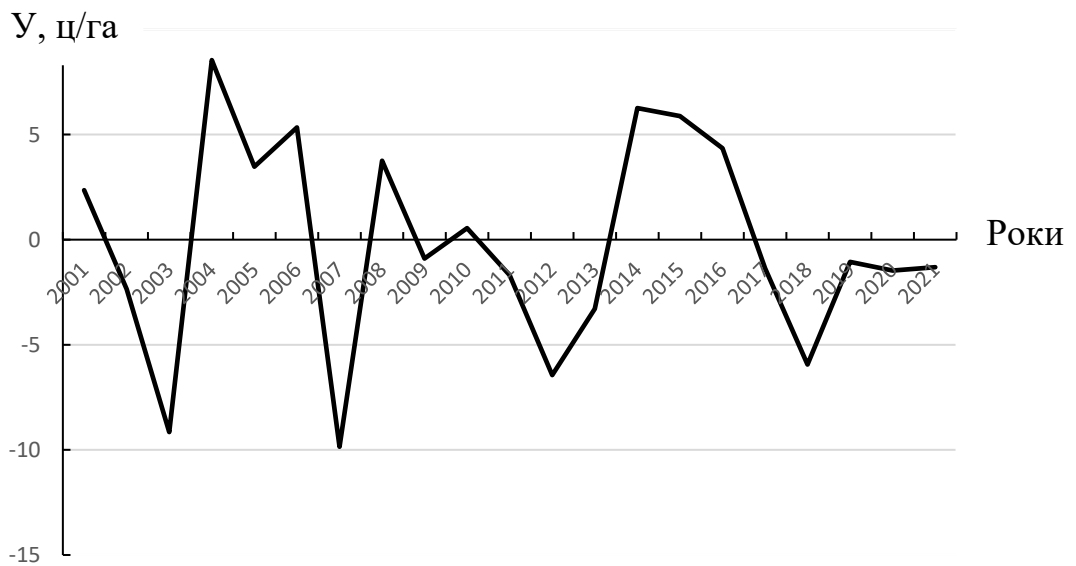


Рисунок 3.4 – Відхилення врожайності сочевиці в окремі роки від лінії тренда в Миколаївській області

Ймовірність появи років зі сприятливими та середніми агрометеорологічними умовами складає 43 % та рівень урожайності при цьому коливається від 15,2 до 23,6 ц/га.

Роки з несприятливими агрометеорологічними умовами зростання сочевиці займають 57 % всіх випадків урожайності. В ці роки урожайність змінювалась від 5,0 до 13,9 ц/га.

Як видно із рисунку, найбільш сприятливими для вирощування сочевиці був 2004 рік, коли позитивне відхилення від лінії тренду склало 8,54 ц/га.

Найбільш несприятливими для вирощування сочевиці були 2003 та 2007 роки, саме у ці роки відмічалися максимальні відхилення від лінії тренду – 9,15 та 9,85 ц/га відповідно. Тому можна зробити висновок, що в ці роки спостерігалися несприятливі погодні умови.

3.4 Аналіз динаміка урожайності сочевиці в Херсонській області

Для Херсонської області було побудований графік динаміка врожайності сочевиці та лінія тренду за період 2001 по 2021 роки. Як видно з рис. 3.5 та табл. 3.3, з 2001 до 2021 року відмічалось поступове зменшення трендової компоненти, що говорить про зниження рівня культури землеробства за цей період.

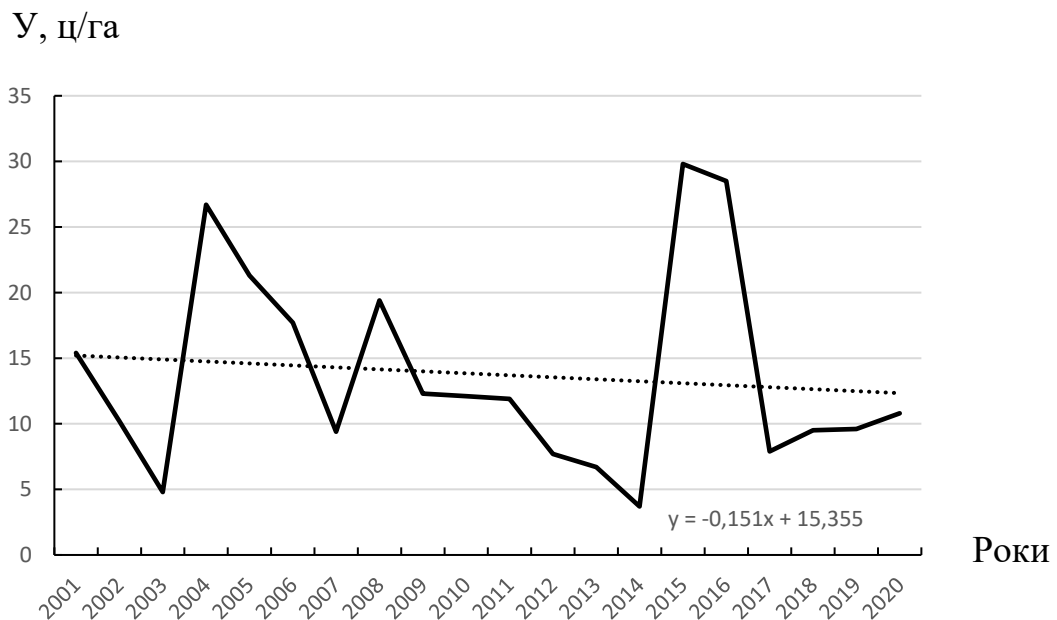


Рисунок 3.5 – Динаміка врожайності сочевиці та лінія тренду в Херсонській області

Як показано на рисунку 3.5, на початку періоду дослідження урожайність за трендом складала 15,4 ц/га. За весь період відзначалися коливання врожайності. В 2003 році відмічався самий низький врожай в Херсонській області за досліджуваний період і становив 4,8 ц/га. А в 2004, 2014 та 2016 роках відмічались найбільші врожаї і становили 26,7, 29,8 та 28,5 відповідно. Починаючи з 2017 року врожайність сочевиці в Херсонській області відмічається нижче за середню по області. Середня по області за роки дослідження становила 13,5 ц/га.

Таблиця 3.3 – Оцінка сприятливості погодних умов формування урожайності сочевиці в Херсонській області

№п/п	Рік	Фактична врожайність	Врожайність по тренду	Відхилення від тренду	$K_{обл} = U_{п} / U_{т}$
		$U_{п}$	$U_{т}$	$\Delta U_{т}$	
1	2001	15,4	17,38	-1,98	0,89
2	2002	10,2	15,69	-5,49	0,65
3	2003	4,8	14,87	-10,07	0,32
4	2004	26,7	15,44	11,26	1,73
5	2005	21,3	15,2	6,1	1,40
6	2006	17,7	14,75	2,95	1,20
7	2007	9,4	14,29	-4,89	0,66
8	2008	19,4	14,11	5,29	1,37
9	2009	12,3	13,92	-1,62	0,88
10	2010	12,1	13,73	-1,63	0,88
11	2011	11,9	13,54	-1,64	0,88
12	2012	7,7	13,36	-5,66	0,58
13	2013	6,7	13,17	-6,47	0,51
14	2014	3,7	12,98	-9,28	0,29
15	2015	29,8	13,55	16,25	2,20
16	2016	28,5	13,54	14,96	2,10
17	2017	7,9	12,83	-4,93	0,62
18	2018	9,5	12,71	-3,21	0,75
19	2019	9,6	12,53	-2,93	0,77
20	2020	10,8	12,27	-1,47	0,88
21	2021	9,5	11,5	-2	0,83

Також були розглянуті відхилення фактичних урожаїв від лінії тренду (рис. 3.6) для виявлення в чистому виді погодних умов окремих років формування врожаю сочевиці в Херсонській області.

За досліджуваний період з 2001 по 2021 рр. 6 років спостерігались позитивні відхилення. В ці роки складались сприятливі умови тепло та вологозабезпеченості для росту та формування сочевиці. За цей же період 15 років спостерігались від'ємні відхилення, складались несприятливі умови погоди.

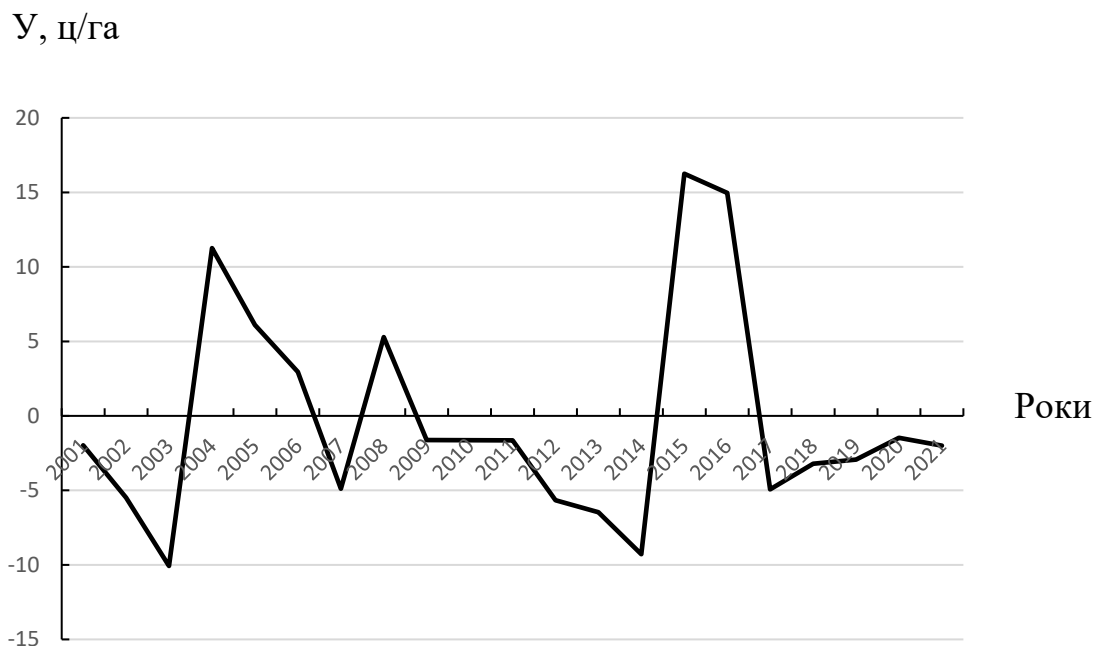


Рисунок 3.6 – Відхилення врожайності сочевиці в окремі роки від лінії тренда в Херсонській області

Ймовірність появи років зі сприятливими та середніми агрометеорологічними умовами складає 29 % та рівень урожайності при цьому коливається від 17,7 до 29,8 ц/га.

Роки з несприятливими агрометеорологічними умовами зростання сочевиці займають 71 % всіх випадків урожайності. В ці роки урожайність змінювалась від 4,8 до 15,4 ц/га.

Як видно із рисунку, найбільш сприятливими для вирощування сочевиці були 2004, 2015 та 2016 роки, коли позитивне відхилення від лінії тренду склало 11,3, 16,5 та 15,0 ц/га відповідно.

Найбільш несприятливими для вирощування сочевиці були 2003 та 2013 роки, саме у ці роки відмічалися максимальні відхилення від лінії тренду – 10,1 та -9,28 ц/га відповідно. Тому можна зробити висновок, що в ці роки спостерігалися несприятливі погодні умови. Це вказує на необхідність більш детального вивчення впливу агрометеорологічних показників на формування сочевиці.

3.5 Коливання врожайності сочевиці в Південних областях

Для виявлення просторово-часової мінливості агрокліматичних показників в агрокліматології широко використовується графоаналітичний метод Алексєєва [27]. Виходячи з теоретичних та практичних міркувань, Г.А. Алексєєв запропонував для побудови емпіричної кривої забезпеченості використовують рівняння:

$$P_{(x_m)} = \frac{m - 0,25}{n + 0,50} \cdot 100\% \quad , \quad (3.2)$$

де $P_{(x_m)}$ – забезпеченість в відсотках, значення якої послідовно зростають, $m = 1, 2, \dots, n$ - порядковий номер членів статистичного ряду, розташованих в порядку убавання, n - число років або спостережень в ряду.

Цей метод був застосований нами для визначення міжрічної мінливості урожаю сочевиці в Південних областях. Використовувалися щорічні дані про урожайність за період з 2001 по 2021 роки. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.4

За цими даними були побудовані криві сумарної ймовірності можливих урожаїв сочевиці щодо середніх багаторічних значень (рис. 3.7-3.9). При цьому ставилася задача виявити особливості в розподілі можливих урожаїв різної забезпеченості в порівнянні з середньою багаторічною величиною.

Потім з кривої сумарної імовірності знімалися значення урожаю сочевиці різної забезпеченості з кроком 5, 10, 20, ... 90, 95%. Результати цієї роботи були представлені в табл. 3.5.

На рис. 3.7 показано, що в Одеській області, урожаї сочевиці порядку 22 ц/га отримують з ймовірністю 5% (тобто раз в двадцять років), а щорічно тут забезпечені урожаї лише 3,4 ц/га. Ймовірність отримання урожаїв порядку 10 ц/га – 70%, тобто 7 разів за 10 років, а ймовірність отримання урожаїв 21 ц/га – 10%, тобто 1 раз в 10 років.

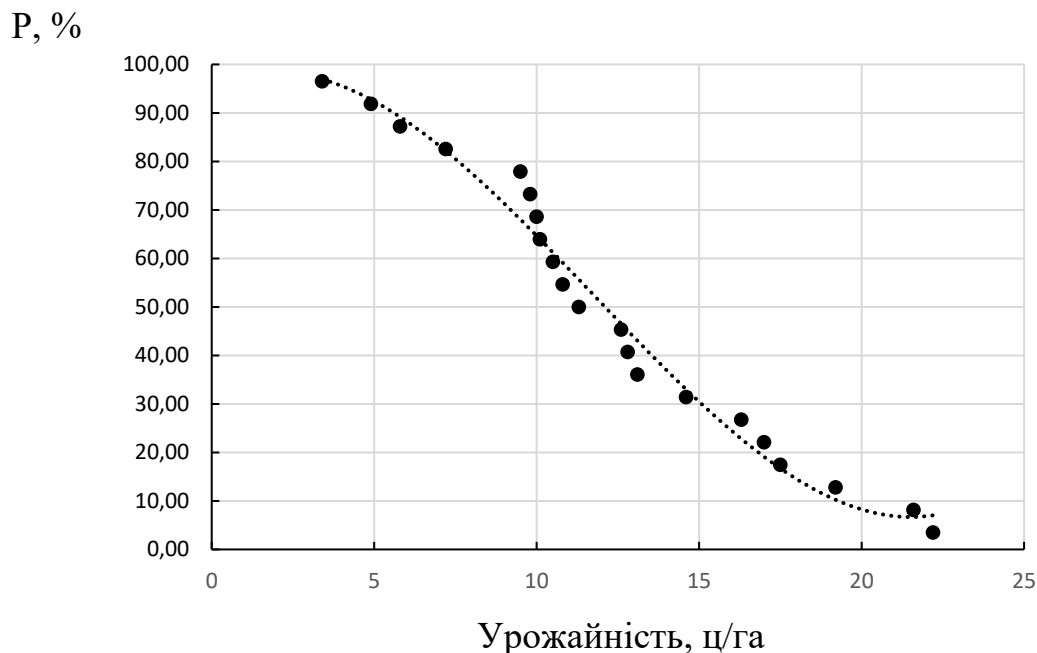


Рисунок 3.7 – Крива сумарної ймовірності урожайності сочевиці в Одеській області

Таблиця 3.4 – Розрахунок ймовірнісних характеристик урожайності сочевиці у Південних областях

Роки	Одеська		Херсонська		Миколаївська		P_x , %	N
	У, ц/га	У, убув.	У, ц/га	У, убув.	У, ц/га	У, убув.		
2001	16,3	22,2	15,4	29,8	17,5	23,6	3	1
2002	9,8	21,6	10,2	28,5	12	20,5	8	2
2003	3,4	19,2	4,8	26,7	5,1	20,3	13	3
2004	22,2	17,5	26,7	21,3	23,6	19,8	17	4
2005	19,2	17	21,3	19,4	18,7	18,7	22	5
2006	17,5	16,3	17,7	17,7	20,5	18,7	27	6
2007	4,9	14,6	9,4	15,4	5	17,8	31	7
2008	17	13,1	19,4	12,3	18,7	17,5	36	8
2009	10,5	12,8	12,3	12,1	13,9	15,2	41	9
2010	10,8	12,6	12,1	11,9	15,2	13,9	45	10
2011	9,5	11,3	11,9	10,8	12,8	12,8	50	11
2012	7,2	10,8	7,7	10,2	7,9	12	55	12
2013	10	10,5	6,7	9,6	10,9	11,3	59	13
2014	14,6	10,1	3,7	9,5	20,3	10,9	64	14
2015	12,6	10	29,8	9,5	19,8	10,7	69	15
2016	11,3	9,8	28,5	9,4	17,8	9,8	73	16
2017	21,6	9,5	7,9	7,9	11,3	8,6	78	17
2018	10,1	7,2	9,5	7,7	6,2	7,9	83	18
2019	13,1	5,8	9,6	6,7	10,7	6,2	87	19
2020	5,8	4,9	10,8	4,8	9,8	5,1	92	20
2021	12,8	3,4	9,5	3,7	8,6	5	97	21

Розглядаючи результати розрахунків у Херсонській області (рис.3.8), можна сказати, що на 50% тут забезпечена урожайність сочевиці, рівна

10,8 ц/га. Як видно із рис. 3.8 в Херсонській області урожаї сочевиці порядку 29,0 ц/га отримують з ймовірністю 5% (тобто раз в двадцять років), а щорічно тут забезпечені урожаї лише 3,7 ц/га. Ймовірність отримання урожаїв порядку 9,5 ц/га – 70%, тобто 7 разів за 10 років, а ймовірність отримання урожаїв 27 ц/га – 10%, тобто 1 раз в 10 років.

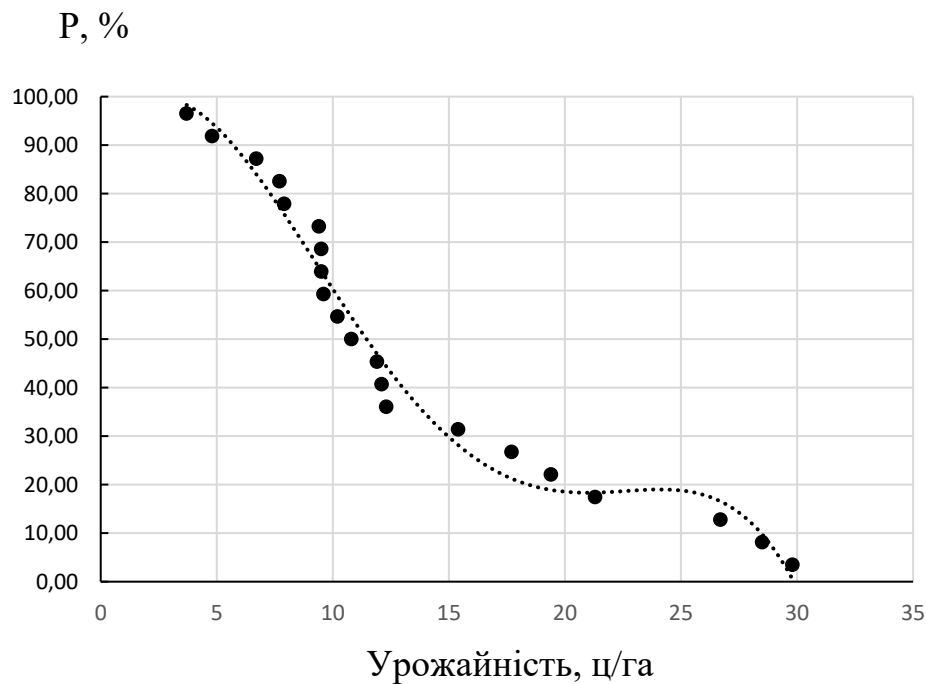


Рисунок 3.8 – Крива сумарної ймовірності урожайності сочевиці в Херсонській області

Як видно із рисунку 3.9, в Миколаївській області урожайність сочевиці забезпечена на 50% становить 10,8 ц/га. За досліджуваний період урожаї сочевиці порядку 29,0 ц/га отримують з ймовірністю 5% (тобто раз в двадцять років), а щорічно тут забезпечені урожаї лише 5,0 ц/га. Ймовірність отримання урожаїв порядку 10,0 ц/га – 70%, тобто 7 разів за 10 років, а ймовірність отримання урожаїв 20 ц/га – 10%, тобто 1 раз в 10 років.

З даних розрахунків по аналізу ймовірності фактичних урожаїв сочевиці в Південних області можна зробити висновок, що не звертаючи на деякі незначні зниження урожаїв протягом останніх років, несприятливі погодні умови здатні знизити урожайність майже у два рази у порівнянні з середньо

багаторічною урожайністю. Тому при вирощуванні сочевиці необхідно детально оцінювати агрокліматичні ресурси території.

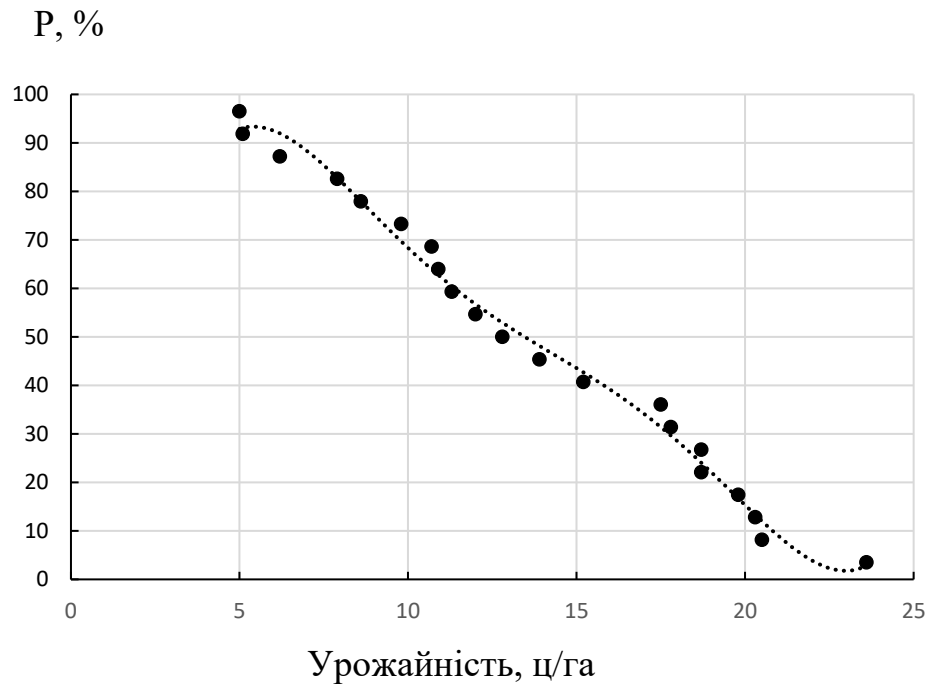


Рисунок 3.9 – Крива сумарної імовірності урожайності сочевиці в Миколаївській області

Таблиця 3.5 - Забезпеченість можливих урожаїв сочевиці (ц/га) в Південних областях

Період	Забезпеченість, %										
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
Одеська область											
2001-2021	22,0	18,6	17,3	15,2	13,0	11,3	10,3	9,9	8,4	5,3	3,4
Херсонська область											
2001-2021	29,0	27,0	20,4	16,0	12,2	10,5	9,5	9,3	7,5	5,5	3,7
Миколаївська область											
2001-2021	22,3	20,4	19,0	18,0	16,0	12,8	11,0	10,0	8,4	5,7	5,0

4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ СОЧЕВИЦІ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЇЇ ПОСІВІВ У ПІВДЕННИХ ОБЛАСТІ

Наприкінці минулого і початку поточного століття науковцями відзначаються значні зміни кліматичних умов на всій Земній кулі через потепління. Під впливом зміни клімату змінюються агрокліматичні умови росту, розвитку і формування продуктивності всіх сільськогосподарських культур [26, 28].

В умовах зміни клімату через зростання потепління важливим чинником підвищення ефективності сільського господарства України є науково обґрунтоване розміщення посівних площ сільськогосподарських культур з врахуванням кліматичних змін, адаптація рослинництва до цих змін, що дозволить найбільш ефективно використовувати природні ресурси в нових кліматичних умовах, добиватися стійкого зростання величини і якості врожаю, підвищувати віддачу сировинних, енергетичних і трудових ресурсів [26, 28].

Розглянемо в даній роботі, як впливає зміна клімату на агрокліматичні умови вирощування та урожайність сочевиці в Південних областях (прикладі Одеської області). Дослідження проводились в період з 1986-2010 рр. та сценарних варіантів. Розглядалися два сценарних періоди: RCP4.5 та RCP8.5 за 2021-2050 рр. За теоретичну основу для виконання розрахунків та порівняння результатів була використана та розроблена А.М. Польовим модель агроекологічних врожаїв сільськогосподарських культур.

При оптимальній забезпеченості рослин вологою, теплом і мінеральним ґрунтовим живленням максимальний приріст фіто маси посівів ярого ячменю визначається приходом ФАР за період і коефіцієнтом її використання.

Динаміка приростів потенційної врожайності сочевиці та хід декадних сум ФАР за вегетаційний період представлена на рис. 4.1.

На початку вегетаційного періоду рівень сум ФАР становить 112 кал/(см²·добу). У наступній декаді ця сума збільшується до 160 кал/(см²·добу). Далі спостерігається повільне зростання до кінця вегетації сочевиці. В останню декаду сума ФАР досягає максимуму і складає величину 262 кал/(см²·добу).

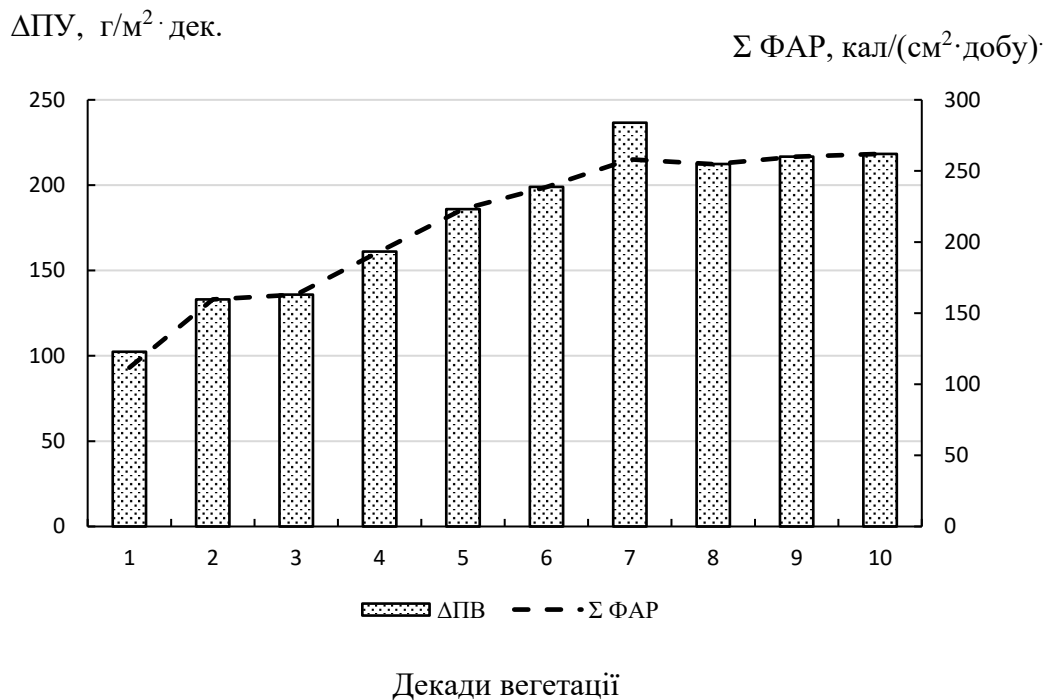


Рисунок 4.1 – Динаміка приростів урожаю і сум ФАР (ΣФАР) сочевиці в Одеській області за період 1986 – 2010 рр.

В першій декаді вегетації приріст ПУ, рис.4.1, становить 102 г/м². дек. У другій декаді приріст сочевиці зростає до 133 г/м². дек. Період розвитку 3-й справжній листок – поява суцвіть відзначений плавним ходом кривої динаміки приростів ПУ. В сьомій декаді спостерігається підвищення ΔПУ до максимального значення і складає 236 г/м².дек. Після настання фази утворення плодів рівень приростів ПУ починає знижуватися і до кінця вегетації становить 218 г/м². дек.

Декадний приріст метеорологічно можливої урожайності та середньої температури повітря представлений на рис. 4.2. В Одеській області приріст метеорологічно можливого урожаю в першу декаду становить 27,7 г/м². дек. У наступні періоди спостерігається її плавне зростання. В сьомій декаді спостерігається максимальне значення і становить 179,7 г/м².дек. До кінця вегетаційного періоду прирости МВУ поступово знижуються і склали 42,2 г/м². дек.

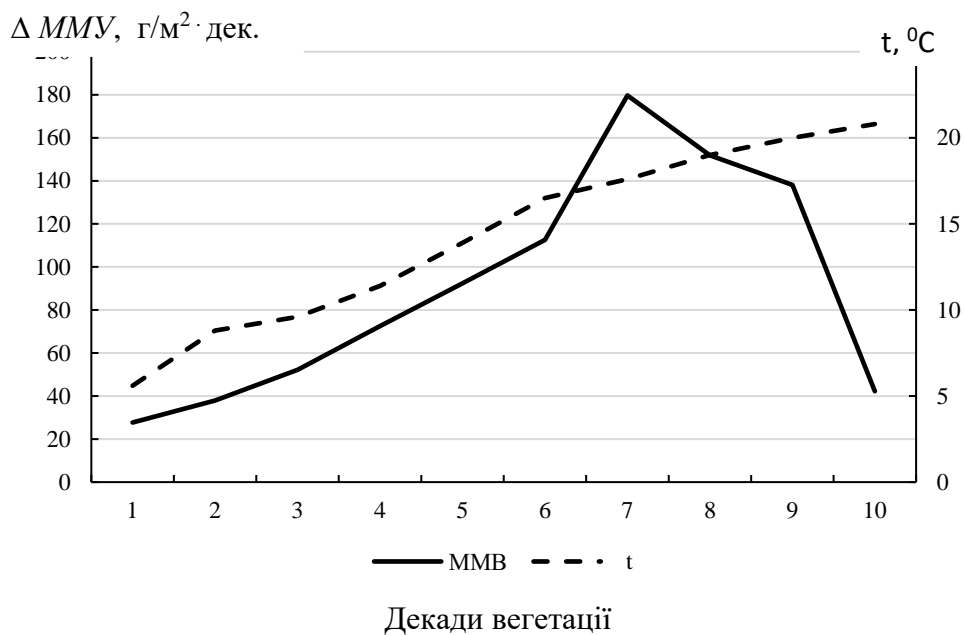


Рисунок 4.2 – Декадний хід приростів (Δ ММУ) та середньої температури сочевиці в Одеській області за період 1986 – 2010 рр.

В Одеській області декадний хід середньої температури повітря за період 1986 – 2010 рр. починається з позначки 5,6 °С, поступово піднімаючись і досягаючи найвищої величини в десятій декаді та складає 20,8 °С.

Якщо розглядати результати приростів ДМУ, то можна сказати, що вони лімітуються балом родючості ґрунтів. І тому рівень приростів ДМУ загальної та сухої біомаси буде суттєво нижчим в порівнянні з ММУ.

На рис. 4.3 показаний хід динаміки приросту ДМУ сочевиці в Одеській області. На початку вегетації приріст ДМУ склав 17,6 г/м² за декаду. В другій

декаді цей приріст піднявся до $24,0 \text{ г/м}^2$ за декаду. В наступних декадах дійсно-можливий урожай середньо багаторічних значень збільшується. В фазі цвітіння ДМУ досягає найбільшої величини і складає $114,1$ за декаду. В кінці спостерігаючого періоду з настанням фази досягання прирости ДМУ знизилась до $26,8 \text{ г/м}^2$ за декаду. Бал родючості становить $0,635$ відн.од (рис.4.3 та табл. 5.1).

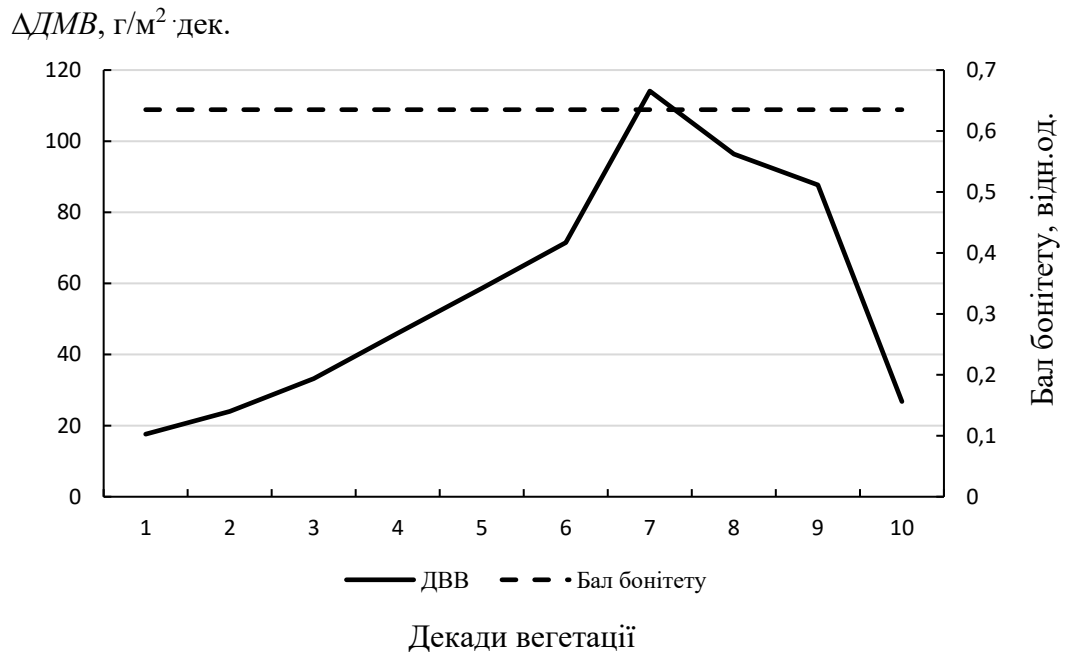


Рисунок 4.3 – Динаміка декадних приростів ДМВ сочевиці в Одеській області за період 1986 – 2010 рр.

Сочевиця не дуже вимоглива до вологи. Потреба її у волозі змінюється в онтогенезі. У сочевиці особливо в період цвітіння та утворення бобів, споживання води сильно зростає.

Із рисунка 4.4 видно, що сумарне випаровування (E_{ϕ}) в перші декади вегетації становить 10 мм . Далі спостерігається збільшення у міру зростання вегетативної маси і температури повітря сумарне випаровування зростає до максимуму у кінці вегетаційного періоду і складало 31 мм .

Випаровуваність (E_o) на початку періоду вегетації становить 16 мм . В наступні декади аналізуючого періоду сочевиці випаровуваність поступово

збільшується. В кінці фази досягання відмічається максимальна величина випаровуваності, яка становить 44,0 мм (рис. 4.4).

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

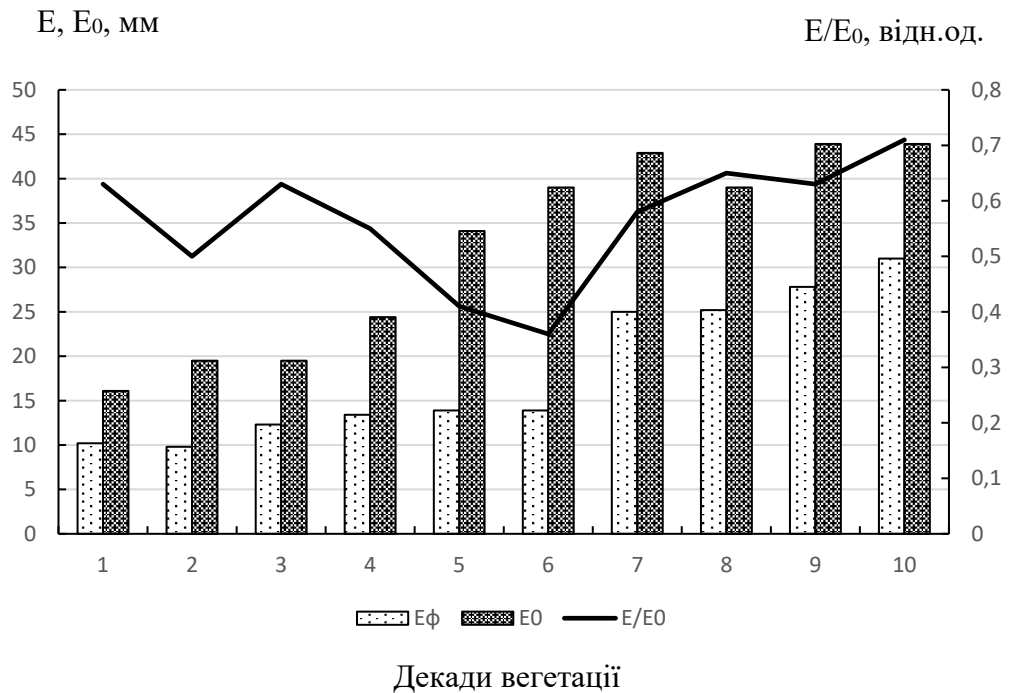


Рисунок 4.4 – Декадний хід водного режиму сочевиці в Одеській області за період 1986 – 2010 рр.

Аналіз відношення сумарного випаровування до випаровуваності показує, що спочатку вегетації сочевиці вона починає з позначці 0,63 відн.од. (рис.4.4). Поступово знижуючись до шостої декади досягає мінімального значення яке складало 0,36 відн.од. В наступних декадах розглядаючого періоду відбувається зростання вологозабезпеченості посівів і досягає найбільш високих значень за весь період сочевиці і становить 0,71 відн. од.

На рис. 4.5 представлена динаміка надходження ФАР за вегетаційний період сочевиці та прирости сухої маси його еталонних врожаїв в умовах зміни клімату за сценарієм RCP4.5 в Одеській області. Можна відмітити, що динаміка декадного ходу ФАР протягом вегетаційного періоду сочевиці за сценарний період повторює хід кривої середньо багаторічної величини.

Сума ФАР на початку вегетаційного періоду складає 195 кал/(см²·добу). У наступній декаді ця сума збільшується до 218 кал/(см²·добу). На рисунку видно, що спостерігається повільне зростання до кінця вегетації сочевиці. В кінці декади за сценарієм RCP4.5 сума ФАР досягає максимуму і становитиме 315 кал/(см²·добу).

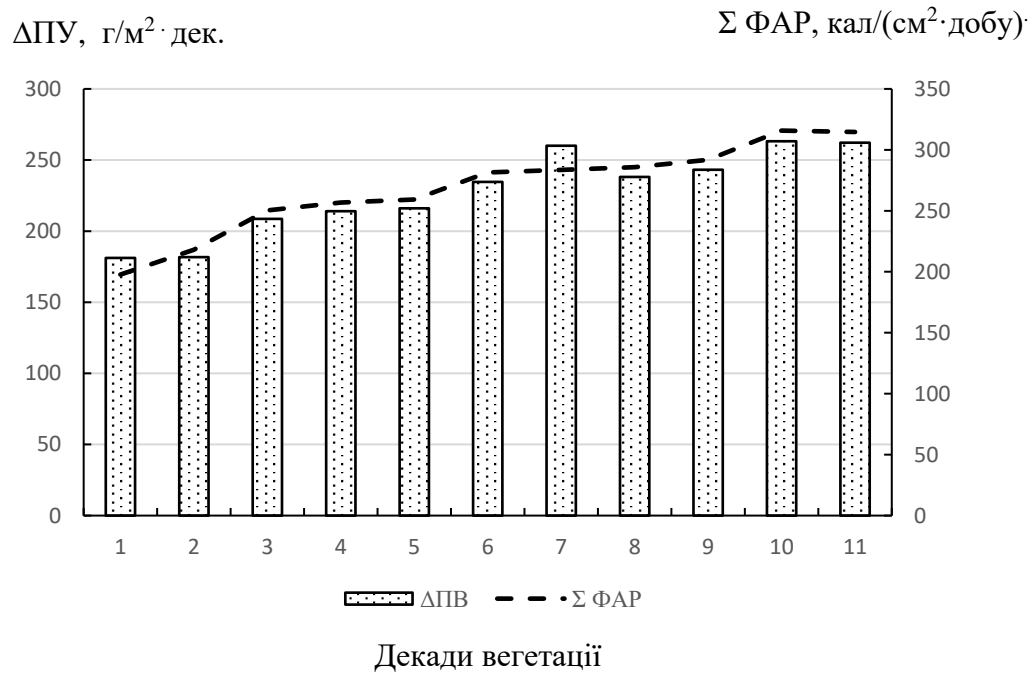


Рисунок 4.5 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР (ΣФАР) сочевиці в Одеській області за сценарний період RCP4.5 (2021-2050 рр.)

На початку вегетації приріст сухої маси потенційної врожайності за сценарний період RCP4.5 (2021-2050 рр.) становитиме 181 г/м²·дек. Далі спостерігається збільшення ПУ у сьомій декаді і складатиме 260 г/м²·дек. В наступних 8 та 9 декадах відмічається зниження потенційного врожаю за сценарний період RCP4.5 і становитиме 238 та 243 г/м²·дек. відповідно. В наступній декаді вегетації сочевиці спостерігається максимальний приріст потенційної урожайності за сценарний період RCP4.5 і становитиме 263 г/м²·дек. І на кінець декади прирости ПУ складатимуть 262 г/м²·дек.

За вегетаційних період сочевиці за сценарієм RCP4.5 декадний приріст метеорологічно можливої урожайності та середньої температури повітря представлений на рис. 4.6. Приріст метеорологічно можливого врожаю

сочевиці в Одеській області за сценарний період RCP4.5 в першу декаду становитиме 49,1 г/м². дек. У наступні декади ММУ спостерігається поступове зростання. В сьомій декаді відмічається максимальне значення і становитиме 206 г/м².дек. До кінця періоду вегетації прирости МВУ повільно знижуються і складатимуть 18 г/м². дек.

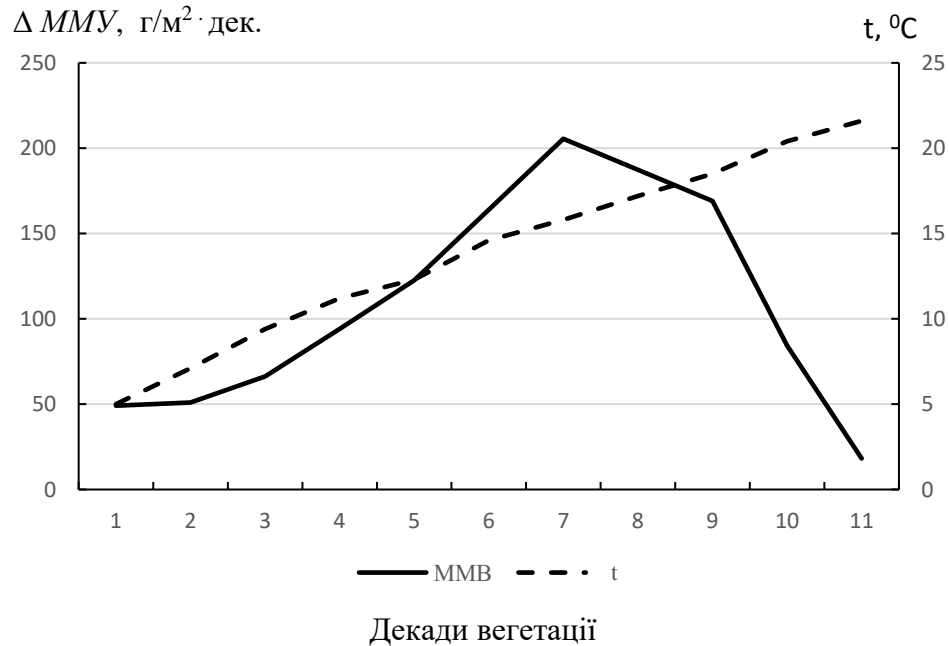


Рисунок 4.6 – Декадний хід приростів (Δ ММВ) та термічного режиму сочевиці в Одеській області за сценарний період RCP4.5 (2021-2050 рр.)

За умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 у 2021-2050 рр. на рис. 4.7 показаний хід динаміки приросту ДМУ сочевиці в Одеській області. В першу та другу декади вегетації приріст ДМУ дорівнюватиме 31,2 та 32,4 г/м² за декаду відповідно. В третій декаді цей приріст збільшиться до 42,1 г/м² за декаду. В наступних декадах дійсно-можливий урожай за сценарієм RCP4.5 збільшується. В сьомій декаді вегетації ДМУ спостерігається найбільша величини і складатиме 131 г/м² за декаду. В кінці періоду за сценарієм RCP4.5 відмічається повільний спад приростів ДМУ до 11,6 г/м² за декаду. На рисунку 4.8 представлений хід показників зволоження розвитку сочевиці за умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 у 2021-2050 рр. На початку вегетації сумарне випаровування (E_{Φ}) посіву становитиме 10 мм.



Рисунок 4.7 – Динаміка декадних приростів ДМУ сочевиці в Одеській області за сценарний період RCP4.5 (2021-2050 рр.)

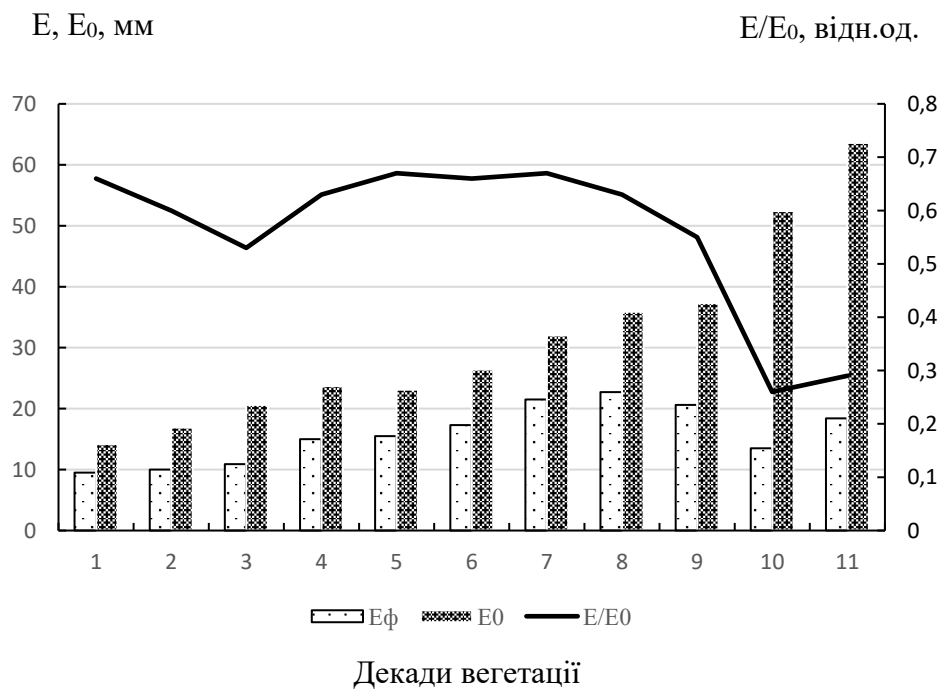


Рисунок 4.8 – Декадний хід водного режиму сочевиці в Одеській області за сценарний період RCP4.5 (2021-2050 рр.)

За умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 сумарне випаровування сочевиці буде збільшуватися з наростанням температури повітря та рослинної маси протягом 2-8 декад вегетації і зростатиме до 21,5 мм. В

дев'яту декаду вегетації відмічатиметься максимальна величина сумарного випарування і складатиме 27,5 мм. Далі спостерігатиметься зниження сумарного випарування і в останню декаду вегетації складатиме 18,4 мм.

На початку періоду вегетації випаровуваність (E_0) за умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 становитиме 14 мм. В наступні декади вегетаційного періоду сочевиці випаровуваність поступово збільшується. В кінці аналізуючого періоду спостерігається максимальна величина випаровуваності, яка складатиме 64,0 мм (рис. 4.8).

За умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 у 2021-2050 рр. відношення сумарного випарування до випаровуваності (E/E_0) характеризує вологозабезпеченість посівів.

Як що аналіз відношення сумарного випарування до випаровуваності, то можна сказати, що спочатку вегетації сочевиці вона починає з позначці 0,66 відн.од. (рис.4.8). В третій декаді відмічатиметься зниження E/E_0 і становитиме 0,53 відн.од. Далі в наступних декадах вегетаційного періоду сочевиці за умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 спостерігатимуться коливання відношення сумарного випарування до випаровуваності. Саме мінімальне значення відмічатиметься в десятій декаді у фазі досягання і складатиме 0,29 відн.од.

За умов зміни клімату за сценарієм RCP8.5 у 2021-2050 рр. на рис. 4.9 представлена динаміка надходження ФАР за вегетаційний період сочевиці та прирости сухої маси його еталонних врожаїв в Одеській області.

Як видно із рис. 4.9, сума ФАР на початку вегетаційного періоду складає 192 кал/(см²·добу). У наступній декаді ця сума збільшується до 218 кал/(см²·добу). На рисунку видно, що спостерігається повільне зростання до кінця вегетації сочевиці. В кінці декади за сценарієм RCP8.5 сума ФАР досягає максимуму і становитиме 315 кал/(см²·добу).

Приріст сухої маси потенційної врожайності на початку вегетації за сценарійний період RCP8.5 (2021-2050 рр.) становитиме 176 г/м². дек. Далі спостерігається збільшення ПУ у сьомій декаді і складатиме 260 г/м². дек.

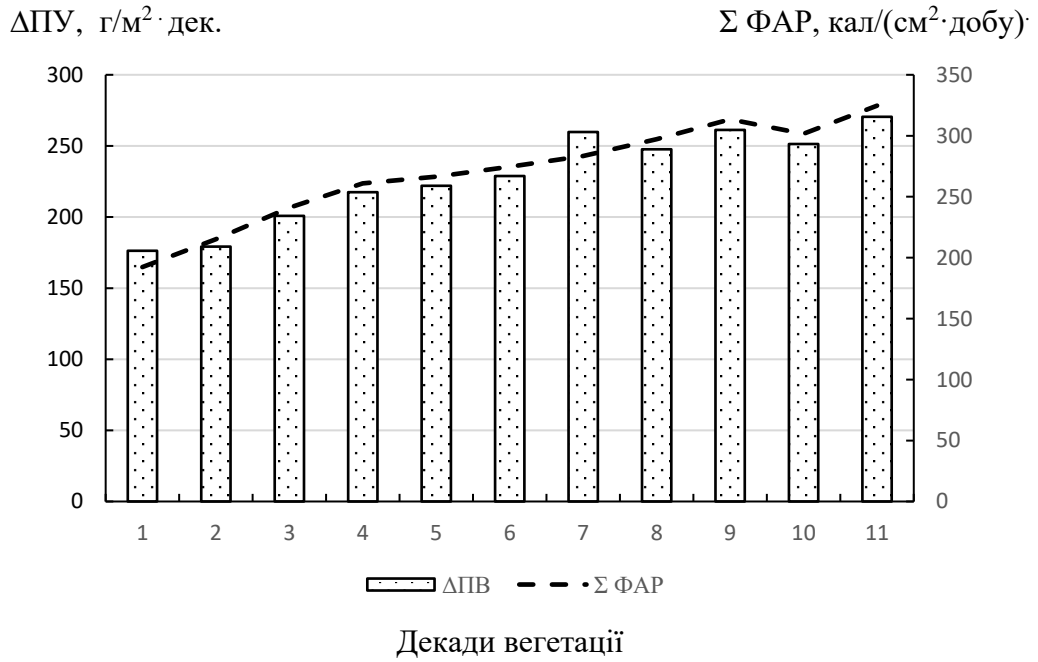


Рисунок 4.9 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР ($\Sigma ФАР$) сочевиці в Одеській області за сценарний період RCP8.5 (2021-2050 рр.)

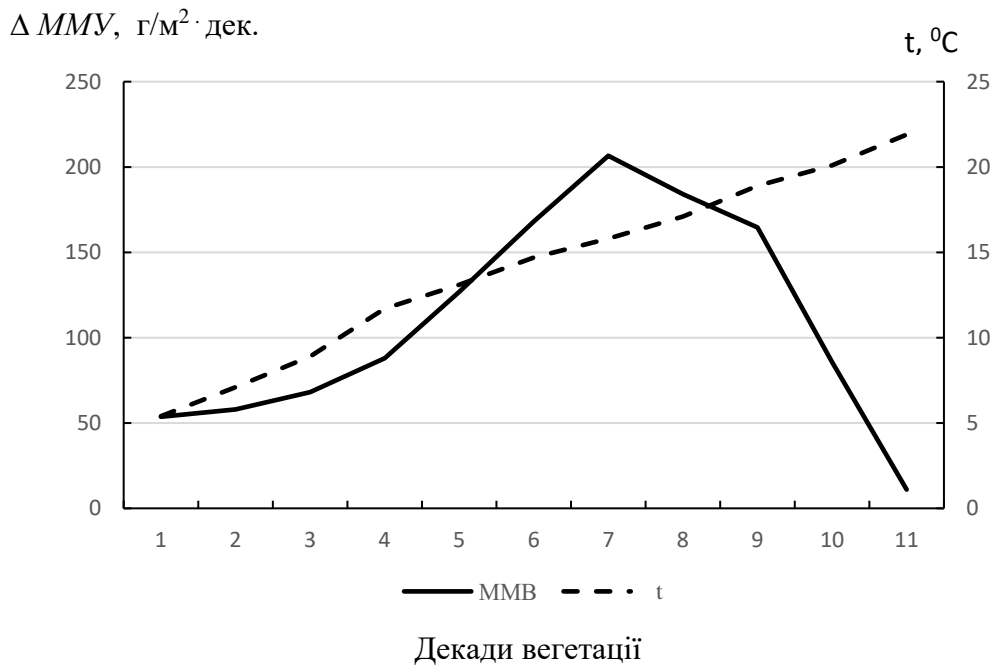


Рисунок 4.10 – Декадний хід приростів ($\Delta ММВ$) та термічного режиму сочевиці в Одеській області за сценарний період RCP8.5 (2021-2050 рр.)

В наступних декадах відмічаються коливання потенційного врожаю за сценарний період RCP4.5 і на кінець декади буде спостерігатися максимальне значення – 271 г/м² дек.

Декадний приріст метеорологічно можливої урожайності та середньої температури повітря за вегетаційний період сочевиці за сценарієм RCP8.5 представлений на рис. 4.10.

Декадний приріст метеорологічно-можливого урожаю сочевиці в Одеській області за сценарний період RCP8.5 в першу декаду становитиме 53,6 г/м² дек. У наступні декади ММУ спостерігається поступове зростання. В сьомій декаді відмічається максимальне значення і становитиме 206 г/м²дек. До кінця періоду вегетації прирости МВУ повільно знижуються і складатимуть 11 г/м² дек.

За умов зміни клімату за сценарієм RCP8.5 у 2021-2050 рр. на рис. 4.11 показаний хід динаміки приросту ДМУ сочевиці в Одеській області.



Рисунок 4.11 – Динаміка декадних приростів ДМУ сочевиці в Одеській області за сценарний період RCP8.5 (2021-2050 рр.)

В першу початку вегетації приріст ДМУ склав 34,0 г/м² за декаду. В другій декаді цей приріст піднявся до 36,9 г/м² за декаду. Дійсно-можливий

урожай в наступних декадах за сценарієм RCP8.5 значень збільшується. В фазі цвітіння ДМУ спостерігатиметься найбільша величина і складає 131,2 за декаду. В кінці вегетаційного періоду з настанням фази досягання прирости ДМУ знизилась до 7,0 г/м² за декаду.

Із рисунку 6.12 видно, що за умов зміни клімату за сценарієм RCP8.5 у 2021-2050 рр. сумарне випаровування (E_{ϕ}) посіву на початку вегетації складатиме 11,5 мм. Сумарне випаровування посіву коливаючись зростатиме в наступних декадах і досягатиме максимальної величини в десятій декаді та становитиме 21,9 мм. За сценарієм RCP8.5 в останню декаду вегетації сумарне випаровування зменшиться до 12 мм.

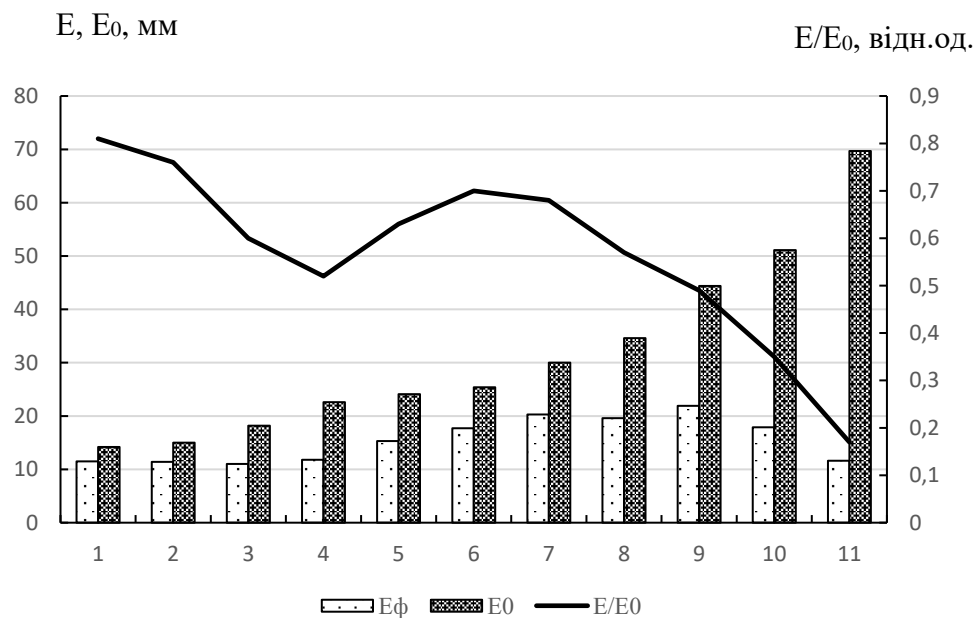


Рисунок 4.12 – Декадний хід водного режиму сочевиці в Одеській області за сценарний період RCP8.5(2021-2050 рр.)

За сценарієм RCP8.5 на початку періоду вегетації випаровуваність (E_0) становитиме 14,2 мм (рис. 4.8). В наступні декади вегетаційного періоду сочевиці випаровуваність поступово збільшується. В фазу дозрівання сочевиці спостерігається максимальна величина випаровуваності, яка складатиме 70мм.

Розглядаючи динаміку сценарного відношення E/E_0 показує (рис. 4.13), що спочатку вегетації сочевиці вона відмічається на позначці 0,81 відн.од.

Далі в наступних декадах вегетаційного періоду сочевиці за умов зміни клімату за сценарієм RCP8.5 спостерігатимуться коливання відношення сумарного випаровування до випаровуваності. В одинадцятій декаді у фазі досягання відмічатиметься саме мінімальне значення і складатиме 0,17 відн.од.

5 ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ТЕРИТОРІЇ ПІВДЕННОГО СТЕПУ СТОСОВНО ДО КУЛЬТУРИ СОЧЕВИЦІ

Багатьма дослідниками визнається, що кращим інтегральним показником ступеня сприятливості ґрунтово-кліматичних умов території стосовно до сільськогосподарським культурам є їх врожайність. Вперше П.І. Колосков [34] запропонував використовувати врожайність як важливий агрокліматичний показник. Їм спільно з В.А.Смірновой і Т.А. Никифоровою виконано агрокліматичне районування території колишнього СНГ в дрібному масштабі по врожайності 11-ти зернових і зернобобових культур. Встановлена пряма залежність врожаїв ряду культур від показників зволоження і зворотна - від температури повітря і її сум.

Однак без залучення повної інформації про умови навколишнього середовища і, в першу чергу, від тепло- та вологозабезпеченості культурних рослин неможливо дати конкретних рекомендацій щодо раціонального використання агрокліматичних ресурсів у тому чи іншому регіоні з метою отримання стабільних урожаїв високої якості. У цьому зв'язку заслуговують на увагу підходи щодо кількісної оцінки впливу агрокліматичних умов на продуктивність сільськогосподарських культур.

Так як найбільш адекватним вираженням агрокліматичних ресурсів може бути здійснено в агрокліматичних категоріях врожайності, з урахуванням цього нами була проведена оцінка продуктивності сочевиці по території Південного Степу в розрізі основних категорій врожайності, а саме:

1) Потенційна врожайність (ПВ) - врожайність, яка може бути отримана в оптимальних ґрунтово-метеорологічних умовах і яка лімітована тільки приходом ФАР, тривалістю вегетаційного періоду і біологічними особливостями сочевиці [29].

2) Метеорологічні можлива врожайність (ММВ) - врожайність, яка може бути отримана в оптимальних ґрунтових і реальних метеорологічних умовах.

3) Дійсно можлива врожайність (ДМВ) - максимальна врожайність, яка може бути отримана на конкретному полі в реальних метеорологічних і ґрунтових умовах.

4) Урожайність у виробництві (УВ) - фактична врожайність, одержувана в господарстві при існуючій агротехніці.

Зупинимося детальніше на характеристиці розподілу агроекологічних категорій врожайності по території Південного Степу.

На підставі виконаних розрахунків була зроблена оцінка узагальнених характеристик ґрунтово-кліматичних умов вирощування сочевиці і її продуктивності.

Розглянуті області характеризуються досить високим рівнем ґрунтової родючості. Бал ґрунтової родючості змінюється від 0,612 відн.од. в Херсонській області до 0,640 відн. од. в Миколаївській області (табл. 5.1).

У табл. 5.1 представлені узагальнені показники агрокліматичних ресурсів вирощування сочевиці: тривалість вегетаційного періоду, сума ефективних температур за вегетацію, сума ФАР, сума опадів, потреба рослин у волозі, сумарне випаровування, дефіцит вологи і ГТК. Як видно з табл. 5.1, тривалість вегетаційного періоду сочевиці за середніх багаторічних даних коливається від 89 днів у Херсонській до 95 днів в Миколаївській області.

За умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 у 2021-2050 рр. тривалість вегетаційного періоду сочевиці коливається від 95 днів в Херсонській області до 103 дні в Миколаївській області, це майже на десять днів більше ніж за середньо багаторічних значень.

Як видно із таблиці 5.1, тривалість вегетаційного періоду за сценарієм RCP8.5 змінюється від 95 днів в Херсонській області до 104 днів в Одеській області.

Середня температура повітря за середніми багаторічними значеннями в період від сходів до досягання складала 13,8°C в Одеській області, 14,5 в Херсонській та Миколаївській (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Узагальнені характеристики ґрунтових та агрокліматичних ресурсів вирощування сочевиці в Південному Степу

№	Загальні показники за період вегетації	Райони								
		Одеська область			Херсонська область			Миколаївська область		
		1986-2010	RCP4.5	RCP8.5	1986-2010	RCP4.5	RCP8.5	1986-2010	RCP4.5	RCP8.5
1	Бал родючості ґрунту, відн.од.	0,635	0,635	0,635	0,612	0,612	0,612	0,640	0,640	0,640
2	Сума температур вище 5 °С	1451	1497	1568	1469	1329	1403	1475	1504	1517
3	Сума ФАР, кДж/см ² за період	351	608	707	442	385	573	443	603	602
4	Сума ефективних температур вище 5 °С	945	992	1008	959	874	893	965	999	1012
5	Тривалість вегетаційного періоду, діб	91	100	104	89	95	93	95	103	100
6	Середня температура повітря за період, °С	14,3	13,9	14,1	14,5	13,6	13,8	14,5	14,9	15,1
7	Сума опадів, мм	150	138	149	134	115	135	144	129	137
8	Потреба рослин у волозі, мм	322	332	349	332	317	336	322	346	350
9	Сумарне випаровування, мм	183	165	170	168	147	162	181	165	165
10	Дефіцит вологи, мм	139	167	179	164	170	174	141	181	185
11	ГТК, відн.од	0.93	1.1	0.97	0,95	0,90	0,87	0,93	0,93	0,94

За сценарієм зміни клімату RCP4.5 від сходів до дозрівання середня температура коливатиметься від 13,9 °С в Одеській області до 14,9 в Миколаївській області

Розрахунки за сценарієм RCP8.5 показують, що за вегетаційний період середня температура буде спостерігатися нижче на 0,2°C від середньої багаторічної в Одеській області, на 0,7°C нижче середньої багаторічної в Херсонській області, на 0,6 °С вище середньої багаторічної в Миколаївській області.

Сума ефективних температур вище 5°C за середніх багаторічних значень коливається від 945°C в Одеській області до 965°C в Миколаївській області.

Якщо розглядати суму ефективних температур вище 5°C за сценарієм RCP4.5, то можна відмітити, що в Одеській та Миколаївській областях вона підвищиться і складатиме 992 та 999°C відповідно. В Херсонській області навпаки суму ефективних температур вище 5°C знизиться – 874°C.

Крім тепла важливим фактором в розвитку рослин становить і волога.

За середніх багаторічних величини сума опадів складала 150 мм в Одеській області, а в Херсонській та Миколаївській областях відбуватиметься зниження до 134 та 144 мм відповідно.

Сума опадів за сценарієм зміни клімату RCP4.5 у 2021-2050 рр. становила 138 мм в Одеській області, а в Херсонській та Миколаївській областях спостерігатиметься зниження до 115 та 129 мм відповідно.

За сценарієм зміни клімату RCP8.5 сума опадів в Херсонській області буде більша, чим в сценарії RCP4.5 і складатиме 893°C, але менша за середню багаторічну. Збільшення відбуваються за сценарними даними і Одеській та Миколаївській областях становитимуть 1008°C та 1012°C відповідно.

Сумарне випаровування за середніх багаторічних даних коливалась в межах від 168 мм в Херсонській області до 183 мм в Миколаївській області. За сценарієм RCP4.5 сумарне випарування становитиме однакове у Одеській та Миколаївській областях – 165 мм. В Херсонській області сумарне

випарування відмічатиметься нижче середнього багаторічного – 147 мм. Сумарне випарування за сценарієм RCP8.5 спостеригатиметься майже однакове у всіх розрахункових областях і коливатиметься в межах 162 – 170 мм.

Дефіцит вологи в середньо багаторічний період з 1986-2010 рр. в Одеській області становив 139 мм, за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 становитиме 167 та 179 мм.

Херсонській області дефіцит вологи в середньо багаторічний період з 1986-2010 рр. становив 164 мм, за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 становитиме 170 та 174 мм.

Як видно із табл. 5.1, дефіцит вологи в середньо багаторічний період з 1986-2010 рр. в Миколаївській області становив 141 мм, за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 становитиме 181 та 185 мм відповідно.

В якості величини, що характеризує ступінь зволоження території, використовують умовний показник зволоження - гідротермічний коефіцієнт (ГТК), що враховує одночасно прихід вологи у вигляді опадів і сумарний її витрата на випаровування, в середньо багаторічний період з 1986-2010 рр. ГТК в Одеській області становив 0,93 відн.од, за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 становитиме 1,1 та 0,97 відн.од.

ГТК за середньо багаторічний період становив 0,95 відн.од. в Херсонській області, за сценарієм зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5 відмічатиметься зниження 0,90 та 0,87 відн.од. відповідно.

В Миколаївській області ГТК за середньо багаторічний період та за сценарієм RCP4.5 становитиме 0,93 відн.од., за сценарієм зміни клімату RCP8.5 складатиме 0,94 відн.од.

Досліджені вище особливості агрокліматичних ресурсів вирощування сочевиці визначили максимальні прирости врожаю на різних рівнях (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування і продуктивності сочевиці у Південному Степу

№	Загальні показники за період вегетації	Райони								
		Одеська область			Херсонська область			Миколаївська область		
		1986-2010	RCP4.5	RCP8.5	1986-2010	RCP4.5	RCP8.5	1986-2010	RCP4.5	RCP8.5
1	Максимальні прирости врожаю на рівні ПУ, г/м ² декада	237	263	271	203	229	223	193	206	214
2	Максимальні прирости врожаю на рівні ММУ, г/м ² декада	180	205	207	149	151	178	152	150	154
3	Максимальні прирости врожаю на рівні ДМУ, г/м ² декада	114	131	131	91	93	108	97	96	107
4	ПУ всій сухої біомаси, г/м ²	1802	2503	2515	1594	2178	2185	1453	1834	1847
5	ММУ всій сухої біомаси, г/м ²	907	1212	1215	733	928	935	708	862	880
6	ДМУ всій сухої біомаси, г/м ²	546	769	772	449	568	572	453	552	562
7	УВ зерна, ц/га	12,8	17,1	17,5	10,2	13,0	13,3	9,8	11,9	12,2
8	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов, відн.од. (СВУ)	0,504	0,484	0,483	0,460	0,426	0,428	0,488	0,470	0,476
9	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн. од.(C _o)	0,635	0,635	0,635	0,612	0,612	0,612	0,640	0,640	0,640
10	Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од. (C _d)	0,524	0,377	0,376	0,688	0,504	0,502	0,667	0,529	0,525
11	Оцінка рівня господарського використання метеорологічних і ґрунтових умов, відн. од.(C _a)	0,741	0,800	0,778	0,796	0,881	0,853	0,669	0,725	0,702

За середній багаторічний період з 1986-2010 рр. в Одеській області максимальні прирости врожаю на рівні потенційного урожаю становили 337 г/м²дек., за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 становитимуть 263 та 271 г/м²дек. На рівні метеорологічно можливого урожаю максимальні прирости врожаю коливаються в межах від 180 до 207 г/м²дек. Максимальні прирости врожаю на рівні ДМУ в середній багаторічний період з 1986-2010 рр. становив 114 г/м²дек., за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 відмічаються на одному рівні і становитиме 131 г/м²дек.

Максимальні прирости врожаю на рівні потенційного урожаю за середній багаторічний період з 1986-2010 рр. в Херсонській області становили 203 г/м²дек., за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 становитимуть 229 та 223 г/м²дек. На рівні метеорологічно можливого урожаю максимальні прирости врожаю за середній багаторічний період з 1986-2010 рр. в Херсонській області становили 149 г/м²дек., за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 збільшаться і становитимуть 151 та 178 г/м²дек. На рівні ДМУ максимальні прирости врожаю в середній багаторічний період з 1986-2010 рр. становив 91 г/м²дек., за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 збільшаться і становитимуть 93 та 108 г/м²дек.

В Миколаївській області за середній багаторічний період з 1986-2010 рр. максимальні прирости врожаю на рівні потенційного урожаю становили 193 г/м²дек., за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 становитимуть 206 та 214 г/м²дек. На рівні метеорологічно можливого урожаю максимальні прирости врожаю відмічаються на одному рівні в межах від 150 до 154 г/м²дек. Максимальні прирости врожаю на рівні ДМУ в середній багаторічний період з 1986-2010 рр. становив 97 г/м²дек., за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 збільшаться і становитимуть 96 та 107 г/м²дек.

Аналізуючи потенційну урожайність всієї сухої біомаси за середній багаторічний період з 1986-2010 рр. видно (табл. 5.2), що в Миколаївській області вони найнижча (1453 г/м²), а найвище значення спостерігатиметься в Одеській області (1802 г/м²).

За сценарієм зміни клімату RCP4.5 потенційна урожайність всієї сухої маси становитиме в Миколаївській області вони найнижча (1834 г/м²), а найвище значення спостерігатиметься в Одеській області (2503 г/м²).

Потенційна урожайність всієї сухої маси за сценарієм зміни клімату RCP8.5 буде відмічатися в Одеській області (2515 г/м²), в Херсонській області (2178 г/м²) та в Миколаївській області (1847 г/м²).

Описуючи метеорологічно можливу урожайність всієї сухої біомаси за середній багаторічний період з 1986-2010 рр. видно, що в Миколаївській області вони найнижча (708 г/м²), а найвище значення спостерігатиметься в Одеській області (907 г/м²).

Метеорологічно можливої урожайності всієї сухої біомаси за сценарієм зміни клімату RCP4.5 спостерігатиметься в Миколаївській області вони найнижча (862 г/м²), а найбільше значення відмічатиметься в Одеській області (1212 г/м²).

За сценарієм зміни клімату RCP8.5 метеорологічно можлива урожайність всієї сухої маси буде відмічатися в Одеській області (772 г/м²), в Херсонській області (572 г/м²) та в Миколаївській області (562 г/м²).

Характеризуючи дійсно-можливу урожайність всієї сухої біомаси за середній багаторічний період з 1986-2010 рр. видно, що в Херсонській області вони найнижча (449 г/м²), а найвище значення спостерігатиметься в Одеській області (546 г/м²).

За сценарієм зміни клімату RCP4.5 дійсно-можлива урожайність всієї сухої маси буде відмічатися в Одеській області (769 г/м²), в Херсонській області (568 г/м²) та в Миколаївській області (552 г/м²).

Дійсно-можлива урожайності всієї сухої біомаси за сценарієм зміни клімату RCP8.5 спостерігатиметься в Миколаївській області вони найнижча (562 г/м²), а найбільше значення відмічатиметься в Одеській області (772 г/м²).

Значення урожаю в виробництві (УВ) в Південних областях коливається від 10,2 до 12,8 ц/га. Найбільший показник за середній багаторічний період з

1986-2010 рр. відмічається в Одеській області і становить 12,8 ц/га, а найменший в Миколаївській області – 9,8 ц/га.

Дана комплексна оцінка агрокліматичних ресурсів для сочевиці в Південних області. Оцінюючи ступінь сприятливості кліматичних умов (СВУ) сочевиці, із табл. 5.2 видно, що саме найбільше значення становить в Одеській області (0,504 відн.од.), поступово знижуючись до 0,488 відн.од. в Миколаївській області та до 0,460 відн.од. в Херсонській області.

Ступінь сприятливості кліматичних умов сочевиці за сценарієм зміни клімату RCP4.5 показує, що саме найбільше значення становитиме в Одеській області (0,484 відн.од.), поступово знижуючись до 0,470 відн.од. в Миколаївській області та до 0,426 відн.од. в Херсонській області.

За сценарієм зміни клімату RCP8.5 ступінь сприятливості кліматичних умов сочевиці спостерігатиметься найвище в Одеській області (0,483 відн.од.), поступово зменшуючись до 0,476 відн.од. в Миколаївській області та до 0,428 відн.од. в Херсонській області.

За середній багаторічний період оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів становить в Одеській області (0,635 відн.од.), в Херсонській області (0,612 відн.од.) в Миколаївській (0,640 відн.од.)

Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу (C_d) за середній багаторічний період спостерігається в Одеській області (0,524 відн.од.), в Херсонській області (0,688 відн.од.) в Миколаївській (0,667 відн.од.)

За сценарієм зміни клімату RCP4.5 оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу коливатиметься від 0,377 відн.од. в Одеській області до 667 відн.од. в Миколаївській області.

Описуючи оцінку рівня реалізації агроекологічного потенціалу за сценарієм зміни клімату RCP8.5 видно, що коливатиметься від 0,376 відн.од. в Одеській області до 525 відн.од. в Миколаївській області.

ВИСНОВКИ

Вивчення літературних джерел, обробка і аналіз багаторічних матеріалів агрометеорологічних спостережень та продуктивності сочевиці в Південному Степу дозволяють зробити такі висновки:

1. Вивчені фізико-географічні особливості Південного Степу.
2. Вивчені біологічні особливості сочевиці та її вимоги до умов навколишнього середовища.
3. Вивчена динаміка врожайності сочевиці за допомогою методу гармонійних вагів в Південних областях України за період з 2001 по 2021 роки, за даними обласного управління статистики та розраховані лінії тренду.

В Південних областях середня урожайність сочевиці за період з 2001 по 2021 рр. складає 13,2 ц/га, а саме: в Одеській області 12,3 ц/га, в Миколаївській 13,5 ц/га, в Херсонській області 13,6 ц/га. Відхилення урожайності сочевиці від лінії тренду складає $\pm 10 - 16$ ц/га.

Щорічні відхилення врожаю зумовлені впливом погодних умов, середня урожайність за лінією тренду визначає врожайність сочевиці за рахунок культури землеробства.

4. Досліджена модель агрокліматичної оцінки умов формування різних агроекологічних категорій урожайності сочевиці.

В основу дослідження було покладено кліматичний сценарій RCP4.5 і RCP8.5. та удосконалену нами модель кругообігу вуглецю у ґрунті RothC-26.3, яка описує динаміку чотирьох активних компартментів органічної речовини ґрунту та інертної органічної речовини.

Були проаналізовані всі розрахунки шляхом порівняння середніх багаторічних характеристик метеорологічних та агрометеорологічних показників із сценаріями змін клімату в Південному Степу RCP4.5 та RCP8.5 на період 2021-2050 рр.

5. Визначено вплив агрокліматичних умов на динаміку формування приростів різних рівнів агроекологічної урожайності. Так, для Одеської області при середньобогаторічних значеннях максимальні прирости потенційного урожаю (237 г/м^2), метеорологічного можливого урожаю (180 г/м^2), дійсно можливого урожаю (114 г/м^2) спостерігаються при сумі ФАР 351 кДж/см^2 . За сценарієм зміни клімату RCP4.5 максимальні прирости потенційного урожаю для Одеської області (263 г/м^2), метеорологічного можливого урожаю (205 г/м^2), дійсно можливого урожаю (131 г/м^2) спостерігаються при сумі ФАР 608 кДж/см^2 .

За сценарієм зміни клімату RCP8.5 максимальні прирости потенційного урожаю для Одеської області (271 г/м^2), метеорологічного можливого урожаю (207 г/м^2), дійсно можливого урожаю (131 г/м^2) спостерігаються при сумі ФАР 707 кДж/см^2 .

6. Оцінена подекадна динаміка показників приростів агроекологічних категорій урожайності під впливом радіаційного, теплового та водного режимів для Південних областей.

7. Виконана оцінка агроекологічних категорій урожайності всієї сухої маси та урожаю зерна сочевиці. Урожай зерна сочевиці в виробництві за сценарієм зміни клімату RCP4.5 коливатиметься від $11,9 - 17,1 \text{ ц/га}$. За сценарієм зміни клімату RCP8.5 складатиме від $11,9 - 17,1 \text{ ц/га}$.

8. Виконана для сочевиці комплексна оцінка агрокліматичних ресурсів в Південних областях.

9. Для території Південних областей за сценаріями зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5 встановлено, що утворюються сприятливі умови для отримання високих і сталих врожаїв сочевиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
2. Черновалюк Р. Г. Характеристика агроєкологічних умов формування продуктивності сочевиці в Одеській області: кваліфікаційна робота бакалавра. Одеса. 2021. 58 с.
3. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ “Українські технології”, 2002. 800 с.
4. Бірта Г.О., Бургу Ю.Г. Основи рослинництва і тваринництва: навчальний посібник, 2013. 338 с.
5. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: підручник / В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова. Вінниця, 2013. 724 с.
6. Адаменко Т.І. Агрокліматичний довідник по території України. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіда, А.Л. Прокопенко, Кам’янець-Подільський, 2011. 107 с.
7. Кліматична характеристика зони – Студопедія. https://studopedia.com.ua/1_161108_klimaticzna-harakteristika-zoni.html
8. Довгань Г.Д. Д58 Географія: підруч. для 8 класу загальноосвіт. навч. закладів / Г. Д. Довгань, О. Г. Стадник. Харків : Вид-во «Ранок», 2016. 272 с.
9. Гудзь В.П., Примак І.Д., Будьонний Ю. В., Танчик С.П. Землеробство: підручник. 2-ге вид. перероб. та доп. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 464 с.
10. Справочник по географії України (укр.).pdf <http://liceymilicii.edu.kh.ua/Files/downloads/%20%D0%A1%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%B3%D0%B5%D0%B>

[E%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%B8%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B8%D0%BD%D1%8B%28%D1%83%D0%BA%D1%80%29.pdf](https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/13108)

11. Природні зони України. Степ.
<https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/13108>
12. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Видавництво Раєвського, 2003. 343 с.
13. Орехівський В.Д., Січкач В.І., Овсянникова Л.К., Маматов М.О., Соломонов Р.В. Сочевиця джерело рослинного білка. Зернові продукти і комбікорми, Вип.17, Т. 4. 2017. С. 22-29.
14. Петкевич З.З., Мельниченко Г.В. Нут, сочевиці – перспективні зернобобові культури для вирощування на Півдні України. Зрошуване землеробство. Збірник наукових праць. Меліорація, землеробство, рослинництво. Херсон. 2016. Вип. 65. С. 102-104.
15. Клиша А.І. Вихідний селекційний матеріал сочевиці і новий сорт Лінза / А.І. Клиша, О.О. Кулініч // Зрошуване землеробство. Херсон: Айлант, 2009. Вип. 51. С. 171-176.
16. Калашникова С.В. Изучение качества чечевицы. Растениеводство и селекция. 2008. №2. С. 37-38.
17. Каленська С.М. Продуктивність сочевиці залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння в умовах правобережного Лісостепу України / С.М. Каленська, Н.В. Шихман // Наук. Доповіді НУБІП. 2011. 4(26).
18. Черенков А.В., Клиша А.І., Гирка А. Д., Кулініч О.О., Сидоренко Ю.Я., Бочевар О.В., Ільєнко О.В., Кулик А.О. Сучасна технологія вирощування сочевиці. Науково-виробниче видання. Дніпропетровськ. 2013. 46 с.
19. The lentil botany, production and uses / [Erskine W., Muehlbauer F. J., Sarker A, Sharma B.]. CAB International, 2009. 457 p.
20. Lentil production manual. Saskatchewan pulse growers. Saskatoon, 2011. 60p.

21. Yadav S. S. Lentil: An Ancient Crop for Modern Times / Yadav S. S., McNeil D. L., Stevenson P. C. Berlin: Springer Verlag, 2007. 604 p.
22. Січкач В.І. Бобова для сівозмін Півдня [Текст] // Farmer. 2017. №10 (94) жовтень. С. 68-72.
23. Развадовський А.М. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві. Київ: Урожай, 1990. С. 174.
24. Овсянникова Л.К. Фізико-технологічні властивості сучасних сортів дрібнонасіньових культур [Текст] // Зернові продукти і комбікорми. Volume 17, Issue 1. 2017. № 65. /Березень/March/ С. 9-15.
25. Січкач В.І., Орехівський В.Д., Кривенко А.І., Маматов М.О., Соломонов Р.В. Особливості біології розвитку сочевиці. Вісник Харківського національного аграрного університету Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання». 2018. Вип.1. С. 190-203.
26. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. Одеса, 2005. 345 с.
27. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Ленинград: Гидрометеоздат, 1971. 362 с.
28. Барсукова О.А. Божко Л.Ю., Мисків Е.Ю. Вплив змін клімату на продуктивність ярого ячменю в степовій зоні України. Матеріали X Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії» // Збірник наукових праць. Переяслав-Хмельницький, 2018 р. С.33-35.
29. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. Ленинград: Гидрометеоздат, 1986. 152с.
30. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія: підручник. Одеса: ТЕС. 2012. 612 с.
31. Тооминг Х. Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Ленинград: Гидрометеоздат, 1984. 264 с.
32. Полевой А.И. Теория и расчет продуктивности

сельскохозяйственных культур. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. 286 с.

33. Сепп Ю. В., Тооминг Х. Г. Использование климатических ресурсов для получения высокой продуктивности картофеля (на примере Прибалтики). Сельскохозяйственная биология, 1984, № 9. С. 26–31.

34. Колосков П.И. Климатический фактор сельского хозяйства и агроклиматическое районирование. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. 328 с.