

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут
Кафедра Агromетеорології та агроекології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: **Вплив змін клімату на формування продуктивності винограду**
в Миколаївській області України

Виконала студентка 2 курсу групи МЗА-20
Спеціальності 103 «Науки про Землю»
Освітньої програми «Агromетеорологія»

Білик Анастасія Сергіївна

Керівник канд.геогр.наук, ст. викладач
Данілова Наталія Василівна

Консультант _____ - _____

Рецензент доктор геогр.наук, професор
Лобода Наталія Степанівна

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.
« 28 » жовтня 2021 року

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

Студентці _____ Білик Анастасії Сергіївни _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Вплив змін клімату на формування продуктивності
винограду в Миколаївській області України _____

керівник роботи _____ Данілова Наталія Василівна, канд.геогр.наук, ст. викладач _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від “ 18 ” жовтня 2021 року № 216 «С»

2. Строк подання студентом роботи _____ 08 грудня 2021 р. _____

3. Вихідні дані до роботи: декадні дані тривалості сонячного сяйва, середньої температури повітря, дефіциту насичення водяної пари повітря, кількості опадів, запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту та дат сокоруху і технічної стиглості винограду _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Вивчити природні умови Миколаївської області та методи оцінки агрокліматичних умов формування врожайності сільськогосподарських культур; 2. Ознайомитися з особливостями поширених сценаріїв зміни клімату (A1B, A2, RCP4.5 і RCP8.5); 3. Виконати розрахунки показників агрокліматичних ресурсів по 7-ми метеорологічних станцій Миколаївської області і узагальнення їх по 3-м агрокліматичним районам; 4. Виконати розрахунки забезпечених агрокліматичними ресурсами потенційної і можливої врожайності винограду за базовий період (1986-2005 рр.) і за сценаріями зміни клімату на 2050 рік. _____

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

1. Графіки ходу температури повітря, тривалості сонячного сяйва і гістограми кількості опадів, порівняльні діаграми потенційної і можливої _____

врожайності винограду за базовий період (1986-2005 рр.) і за сценаріями зміни клімату на 2050 рік

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2021 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 опрацювання спеціальної література за темою роботи	28.10.2021 р. - 04.11.2021 р.	92	5 (відмінно)
2.	Робота над характеристикою природних умов досліджуваної території	05.11.2021 р. - 10.11.2021р.	92	5 (відмінно)
3.	Вивчення методів агрокліматичної оцінки формування врожайності сільськогосподарських культур	11.11.2021р.- 13.11.2021р.	90	5 (відмінно)
4.	Ознайомлення з поширеними сценаріями зміни клімату	14.11.2021р.- 16.11.2021р.	88	4 (добре)
5.	Розрахунки потенційної і забезпеченої агрокліматичними ресурсами врожайності винограду за базовий період (1986-2005рр.)	17.11.2021р.- 21.11.2021р.	88	4 (добре)
	Рубіжна атестація	22.11.2021 р. - 26.11.2021 р.	90	5 (відмінно)
6.	Розрахунки потенційної і забезпеченої агрокліматичними ресурсами врожайності винограду за сценаріями зміни клімату на 2050 рік	27.11.2021р.- 05.12.2021р.	90	5 (відмінно)
7.	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	06.12.2021р.- 08.12.2021 р.	90	5 (відмінно)
8.	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	09.12.2021 р. - 10.12.2021 р.	-	-
9.	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

Студентка _____
(підпис)

Білик А.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Данілова Н.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Білик А.С. Вплив змін клімату на формування продуктивності винограду в Миколаївській області України.

Актуальність

Метою кваліфікаційної роботи є визначення впливу зміни клімату на показники агрокліматичних ресурсів і забезпечених ними врожаїв винограду в Миколаївській області України. *Об'єкт дослідження* – врожайність винограду, *предмет дослідження* – вплив зміни клімату на зміну агрокліматичних ресурсів і врожайності винограду в Миколаївській області України.

Дослідження виконуються за даними 7-ми гідрометеорологічних станцій Миколаївської області, угрупованих в 3 агрокліматичні райони, за базовий період (1986-2005 рр) із застосуванням методів агрокліматичних розрахунків, методу моделювання формування продуктивності сільськогосподарських культур і сценаріїв зміни клімату *A1B, A2, RCP4.5 і RCP8.5*.

В кваліфікаційній роботі надається аналіз загальних природних умов, вимог винограду до умов середовища та методи дослідження формування врожайності сільськогосподарських культур за агрокліматичними ресурсами і особливості деяких сценаріїв зміни клімату. Представлено результати розрахунку зміни показників ресурсів світла, тепла і вологи за період вегетації винограду та величини потенційного кліматично можливого врожаїв винограду й коефіцієнту сприятливості клімату для винограду в межах 3-х агрокліматичних районів Миколаївської області України на 2050 рік.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: виноград, врожайність, агрокліматичні ресурси, зміна клімату, Миколаївська область, Україна.

Обсяг 70 стор., рис. 17, табл. 10, бібліогр. 44 найменувань

SUMMARY

Bilik A.S. Impact of climate change on the formation of grape productivity in the Mykolaiv region of Ukraine. Manuscript of master's work.

The purpose of the qualification work is to determine the impact of climate change on the indicators of agroclimatic resources and their harvests of grapes in the Mykolaiv region of Ukraine. The object of the study is the yield of grapes, the subject of the study is the impact of climate change on the change of agroclimatic resources and grape yields in the Mykolaiv region of Ukraine.

Studies are carried out according to the data of 7 hydrometeorological stations of the Mykolaiv region, grouped into 3 agroclimatic areas, for the base period (1986-2005) using methods of agroclimatic calculations, the method of modeling the formation of crop productivity and climate change scenarios *A1B*, *A2*, *RCP4.5* and *RCP8.5*.

The qualification work provides an analysis of the general natural conditions, requirements of grapes to environmental conditions and methods for researching the formation of crop yields by agroclimatic resources and features of some climate change scenarios. The results of calculation of changes in indicators of resources of light, heat and moisture for the growing season of grapes and the size of potential climatically possible grape harvests and the coefficient of favorable climate for grapes in the boundary of 3 agroclimatic regions of Mykolaiv region of Ukraine for 2050 are presented.

KEYWORDS: grapes, yield, agroclimatic resources, climate change, Mykolaiv region, Ukraine.

Volume 70 pages, Fig 17, Table. 10, 44 items.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА КУЛЬТУРИ ВИНОГРАД.....	9
1.1 Загальна характеристика природних умов території Миколаївської області.....	9
1.2 Загальні кліматичні і агрокліматичні умови на території Миколаївської області.....	16
1.3 Вимоги винограду до клімату і ґрунтів.....	20
2 МЕТОДИ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР І ХАРАКТЕРИСТИКА СЦЕНАРІЇВ ЗМІНИ КЛІМАТУ.....	26
2.1 Методи визначення забезпечених агрокліматичними умовами врожаїв сільськогосподарських культур.....	26
2.2 Характеристика поширених сценаріїв зміни клімату.....	28
3 АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ СТОСОВНО КУЛЬТУРИ ВИНОГРАД.....	31
3.1 Умови морозо- і заморозконебезпеченості.....	33
3.2 Ресурси світла і тепла.....	36
3.3 Ресурси вологи.....	41
4 ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА АГРОКЛІМАТИЧНІ РЕСУРСИ В МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	45

5 ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЇВ ВИНОГРАДУ В МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	51
5.1 Характеристика біоекологічних показників винограду.....	51
5.2 Вплив зміни клімату на зміну показників агрокліматичних ресурсів стосовно винограду.....	52
5.3 Зміна потенційних і кліматично можливих врожаїв винограду під впливом зміни клімату.....	54
ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	66

ВСТУП

Вплив клімату на різні галузі економіки будь-яких країн вважається загальновідомим фактом. Тому до актуальних проблем сьогодення слід віднести оцінку впливу зміни клімату на агрокліматичні ресурси територій і, як наслідок, на ефективність аграрної галузі, зокрема, стан і продуктивність сільськогосподарських культур.

У структурі сільськогосподарського виробництва України виноградарська галузь. За незначних площ під виноградні насадження, переважно, в Причорномор'ї (Одеська, Миколаївська, Херсонська області і Крим) та в Закарпатті, є досить прибутковою.

Виноград є важливою багаторічною сільськогосподарською культурою, який має звичайні харчові властивості і значне лікарське значення, яке втілюється у відомій усьому світі галузі енотерапії. Крім самих плодів винограду цінність мають і продукти переробки ягід винограду – виноградні соки, варення, джеми, вино й виноградний спирт.

Загальні природні умови, в тому числі агрокліматичні й ґрунтові, цілком придатні для вирощування кондиційного врожаю винограду. Проте в окремі роки відзначаються значні коливання врожаїв, які зумовлені міжрічною мінливістю умов перезимівлі, заморозконебезпечності й зволоження. Зміна клімату, яку відзначає наукова спільнота і практики – аграрії, звичайно буде відбиватися на стані виноградарської галузі. Тому дослідження впливу зміни клімату на стан виноградних насаджень є дуже актуальними.

Метою кваліфікаційної роботи є визначення зміни показників агрокліматичних ресурсів і зумовлених ними врожаїв винограду під впливом зміни клімату в Миколаївській області до 2050 року.

Об'єкт дослідження – врожайність винограду, *предмет дослідження* – вплив зміни клімату на зміну агрокліматичних ресурсів і

врожайності винограду в Миколаївській області України.

Дослідження виконуються за даними 7-ми гідрометеорологічних станцій Миколаївської області, угрупованих в 3 агрокліматичні райони, за базовий період (1986-2005 рр). Вихідною інформацією стали середньобагаторічні дані з температури повітря, кількості опадів, середнього із абсолютних річних мінімумів температури повітря, дат заморозків весною, дат фенологічних фаз винограду.

При виконанні роботи застосовувалися методи агрокліматичних розрахунків і узагальнень, метод моделювання формування врожайності для базового періоду (1986-2005 рр.) і на 2050 рік за сценаріями зміни клімату *A1B*, *A2*, *RCP4.5* і *RCP 8.5*.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- виконати аналіз загальних фізико-географічних, агрокліматичних умов і ґрунтового покриву та вимог винограду до умов середовища;

- вивчити методи оцінки агрокліматичних умов формування врожайності сільськогосподарських культур і особливості поширених сценаріїв зміни клімату;

- провести розрахунки показників ресурсів світла, тепла і вологи за період вегетації винограду в поточний період і на 2050 рік за різними сценаріями зміни клімату;

- здійснити розрахунки потенційних і кліматично можливих врожаїв винограду в поточний період і їх зміну на 2050 рік під впливом зміни клімату;

- надати характеристику сприятливості клімату стосовно винограду в межах виділених трьох агрокліматичних районів в базовий період і на 2050 рік.

Розрахунки виконувалися із використанням стандартних комп'ютерних програм.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА КУЛЬТУРИ ВИНОГРАД

Миколаївська область входить в Степову природну зону України (Північно- і Середньостепову підзону).

1.1 Загальна характеристика природних умов території Миколаївської області

Миколаївська область розташована між $46^{\circ} 30'$ і $48^{\circ} 15'$ північної широти та між $30^{\circ} 15'$ і $33^{\circ} 5'$ східної довготи в басейні Південного Бугу і його притоки Інгулу та почасти в басейні Інгульця. Простягнулася вона з півночі на південь майже на 194 км, а з заходу на схід - на 204 км. Площа області дорівнює 24,6 тис. км² (2458,5 тис. га), що становить 4,6 % території України і займає 14 місце серед областей України (рис. 1.1) [1].



Рисунок 1.1 - Загальне положення Миколаївської області в Україні

Область межує на південному заході і заході з Одеською областю, на півночі - з Кіровоградською, на сході і південному сході – з Дніпропетровською і Херсонською областями, а на півдні омивається водами Чорного моря. В адміністративному сенсі область поділена на 19 адміністративних районів (рис. 1.2) [1].



Рисунок 1.2 - Адміністративний поділ Миколаївської області

Загальні природні умови Миколаївської області складаються як результат географічного положення, геологічної структури, клімату, гідрографії і ґрунтів (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 - Фізико-географічні умови Миколаївської області

Докембрійським фундаментом території Миколаївської області є Український кристалічний щит (великий виступ Руської платформи) і Причорноморська тектонічна западина (частина Руської платформи, що опустилась). Український кристалічний щит – головний елемент в геологічній структурі України, який простягається з північного заходу (Рівненська і Житомирська області) на південний схід близько 1000 км у довжину і від 100 до 200 км у ширину через центральну частину України і майже досягає Азовського моря.

У північній частині Миколаївської області Український кристалічний щит доходить по Бугу до Вознесенська. Щит складається з твердих докембрійських порід (гранітів, гнейсів, кварцитів і ін.).

Поверхня в цій частині області найбільш розчленована. Велика порізаність рельєфу і щільність річкової мережі на Придніпровській височині пояснюються тим, що ця територія раніше від південної частини стала сушею, бо Понтичне море заливало тільки Причорноморську западину.

Зовнішні сили природи почали свою роботу на півночі раніше, ніж на півдні, та й опадів у підвищеній північній частині випадало (і випадає) більше, ніж на півдні [1].

На території Придніпровської височини в місцях, де четвертинні породи розмиті, – по берегах річок, схилах балок і в степу, кристалічні породи виходять на поверхню. На заході до Придніпровської височини прилягає Волино-Подільська, що має слабохвилясту поверхню з найбільш розчленованими окраїнами на заході і південному заході.

На південь від Придніпровської і Волино-Подільської височин розташована Причорноморська низовина. Вона утворилась на місці Причорноморської тектонічної западини в кайнозойську еру. Кристалічний фундамент Причорноморської низовини залягає на глибині до 4000 м. Причорноморську западину в третинний період (неоген) не раз заливало море, і в ній поступово нагромаджувались відкладення, що перетворювалися у вапняки та інші осадові породи. Відкладення залягали горизонтально, богоротворні процеси в той час (альпійський орогенез) відбувались на окраїнах Причорноморської западини – в Добруджі, Карпатах, на Кавказі, в Криму. Так поступово Причорноморська западина заповнювалась палеозойськими, юрськими, крейдяними, третинними і четвертинними відкладеннями і утворилась сучасна Причорноморська низовина з широкими рівними вододілами.

На півдні Причорноморської низовини суша поступово опускалась (і опускається досі). В результаті опускання суші і підняття рівня Чорного моря та з'єднання його з Середземним морем в недавню геологічну епоху гирлові річкові долини залило море (морська інгресія) і утворилися сучасні причорноморські лимани.

Причорноморську низовину з кінця третинного періоду не заливало море, але поверхню її значно змінили наземні води. По всій території Причорноморської низовини знаходять понтичні вапняки; тільки на ділянці Миколаїв– Дніпровський лиман вони розмиті. В межах Причорноморської

низовини найбільш поширені четвертинні відкладення. Вони вкривають всю поверхню Миколаївської області і представлені червоно-бурими глинами, лесовидними суглинками, що лежать на понті, алювіальними морськими і дюнними еоловими відкладеннями.

На території Миколаївської області в багатьох районах, особливо на півночі, водними потоками розмило гірські породи і утворились, переважно біля річок, яри та балки. На північному заході і півночі області поверхня порізана багатьма ярами, великими і малими балками з пологими схилами. Територія області має загальний похил з північного заходу на південний схід, а також до долини Південного Бугу. На півночі області найбільші висоти досягають до 240 м, а на крайньому півдні вони не перевищують 20–40 м. На півдні, приблизно від лінії с. Мостового на заході і від Нового Буга на сході, поверхня менш розчленована, кількість балок і їх величина зменшуються, поверхня стає більш рівнинною і, нарешті, переходить у горизонтальну рівнину – степ [1].

На півдні області, у Баштанському, Снігурівському, Миколаївському і Очаківському районах, на широких міжрічкових просторах зустрічаються неглибокі замкнуті зниження – «поди». Поди навесні заповнюються талими сніговими водами і утворюють тимчасові озера. Найбільше подів у східній частині області, – на вододілі Інгул – Інгулець. На заході вони зустрічаються рідше. Але поди і неглибокі балки не порушують рівнинності степу.

Рівнинність рельєфу сприяє кращому обробітку поверхні ґрунту під час весняних польових робіт та збереженню вологи в ньому. При рівнинному рельєфі ерозійні процеси відбуваються повільніше, ніж при гористому.

По території області протікають 110 великих, середніх та малих річок загальною довжиною 34380 км. Серед них р. Південний Буг (257 км в межах області), її притоки – середні річки: Інгул (179 км), Чичикля (86 км), Кодима (59 км), Чорний Ташлик (41 км), Синюха (24 км), а також середні річки басейну р. Дніпро: Інгулець (96 км) з притокою Висунь (195 км). В області нараховується 18 озер, їх загальна площа становить 11,6 км². Площі, зайняті

водними об'єктами, становлять 150,5 тис. га (6,1 % території області). В області побудовано 45 водосховищ і 933 ставків загальною площею 15,8 тис. га, серед водосховищ найбільші Ташлицьке, Софіївське, Октябрьське, Олександрівське, Щербанівське, Степовське, Катеринівське [1].

Ґрунти утворюються в результаті взаємодії клімату, материнської гірської породи, рослинних і тваринних організмів, а також діяльності людини. Вплив господарської діяльності людини на утворення ґрунту дуже великий. В окультурених ґрунтах знижується кислотність в результаті внесення мінеральних і органічних добрив, збільшується кількість поживних речовин, поліпшується структура і підвищується їх родючість.

На північному заході, у Первомайському, Врадіївському, а також у більшій частині Арбузинського, Доманівського, Братського районів, тобто в північній, байрачній, степовій зоні і в ряді суміжних з нею районів, ґрунти – звичайні середньогумусні чорноземи з глибиною гумусових горизонтів 60–70 см і з 5–5,5 % перегною. Ці ґрунти характеризуються високою родючістю. На південь, південний схід і схід від звичайних середньогумусних чорноземів, у Вознесенському, Єланецькому, Новобузькому і Казанківському та частково в Новоодеському, Братському, Арбузинському, Доманівському районах залягають звичайні малогумусні чорноземи, які охоплюють центральну степову зону області. Глибина гумусового горизонту їх досягає 55–60 см, а кількість гумусу – 4,5 – 5 %. Родючість їх висока, але дещо менша, ніж у середньогумусних [1].

На південь від району поширення чорноземів звичайних малогумусних, у Веселинівському, Новоодеському (північна частина), Баштанському, Доманівському, Березнегуватському районах залягають чорноземи південні. Південна межа їх поширення проходить в напрямі із заходу на схід по лінії Широкий Лан – Березнегувате.

У південній частині Веселинівського, Новоодеського і Баштанського районів, а також у північній половині Березанського та Жовтневого і майже скрізь у Миколаївському та Снігурівському районах широкою смугою

залягають південні малогумусні чорноземи, що містять від 3 до 3,5 % гумусу. Чорноземи південні бідніші, ніж чорноземи звичайні, на гумус і поживні речовини. Чорноземи південні малогумусні на півдні змінюються чорноземами південними солонцюватими із вмістом гумусу 1–3 %. Вони мають незначне поширення у північній частині Березанського і Очаківського районів, у Жовтневому районі і частково у Миколаївському по узбережжю Бузького лиману. Водно-фізичні властивості несприятливі для вирощування с.-г. культур. Основними агротехнічними заходами по підвищенню родючості цих ґрунтів є нагромадження вологи, внесення органічних і мінеральних добрив, своєчасний обробіток, захист від водної та вітрової ерозії.

На узбережжі Чорного моря чорноземи південні переходять у темно-каштанові ґрунти та їх солонцюваті відміни. Ці ґрунти бідніші за чорноземи південні і зустрічаються в південній частині Березанського і Очаківського районів, проте придатні під усі вирощувані в області культури. Головною умовою підвищення їх родючості є висока агротехніка богарного та зрошувального землеробства в поєднанні із внесенням добрив, у першу чергу фосфорних і азотних [1].

На надрічкових терасах Південного Бугу та Інгулу розвинуті лучно-чорноземні, лучні та їх солонцюваті відміни, сформовані на сучасних алювіальних відкладеннях. Солонцюваті відміни цих ґрунтів потребують хімічної меліорації. На засолених ґрунтах необхідні як хімічні, так і гідротехнічні меліоративні заходи. На них можна вирощувати зернові культури, а ще краще – овочеві.

На призаплавних терасах Бузького лиману та Південного Бугу, Інгулу та Інгульця, в межах Жовтневого, Миколаївського, Новоодеського, Веселинівського, Снігурівського районів зустрічаються дернові супіщані ґрунти та виходи піщаних порід. На схилах балок сформувалися еродовані ґрунти різного ступеню змитості та з малою кількістю гумусу [1].

Із загальної площі області землі сільськогосподарського призначення складають 2058,1 тис. га, сіножаття – 4,1 тис.га, вигони і пасовища – 268,4 тис. га, сади і виноградники 22,5 і 9,4 тис. га відповідно, інші багаторічні насадження – 4,1 тис.га, перелоги – 3,4 тис.га.

1.2 Загальні кліматичні і агрокліматичні умови на території Миколаївської області

Клімат Миколаївської області є помірно-континентальний з порівняно теплою зимою і спекотним, з частими суховіями, літом.

Середня річна температура повітря по області коливається в межах 9.3–10.4 °С. Середня температура найхолоднішого місяця січня коливається від -1,3 до -2,7 °С, а найтеплішого місяця липня – від 21,9 до 23,4 °С. Абсолютний мінімум температури повітря за весь період спостережень (з 1945 по 2005р.) становить -30,0 °С і відзначався у січні 1950 року на метеостанції Первомайськ. Абсолютний максимум в 41,3 °С відзначався у липні 2007 на метеостанції Вознесенськ [1, 2].

Зимовий період на Миколаївщині триває 72–81 діб і, в середньому багаторічному, по області триває з 4–10 грудня до 20–23 лютого.

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5°С і вище) триває 232–235 діб і починається, в середньому багаторічному, по області від 21–22 березня, а закінчується 9–11 листопада. Сума активних температур повітря вище 5 °С за цей період змінюється від 3555 °С на півночі області до 3835 °С - на півдні.

Період активної вегетації сільськогосподарських культур (період із середніми добовими температурами повітря 10 °С і вище) триває 186–191, а в окремі роки тривалість періоду може коливатися від 163 до 219 діб, Починається період з 13–15 квітня і закінчується 17–21 жовтня. Сума активних температур повітря вище 10 °С за цей період змінюється від 3255 °С

на півночі області до 3540 °С – на півдні. В окремі роки ця сума коливається від 2970 до 3805 °С [1-2].

Період літа (із середніми добовими температурами повітря 15 °С і вище), триває в області 131–140 діб – з 10–15 травня до 20–27 вересня. Сума активних температур повітря вище 15 °С за цей період змінюється з півночі на південь від 2520 до 2855 °С.

Середня кількість опадів змінюється по області від 404 до 578 мм, а середня для області величина за рік становить 469 мм. По рокам річна кількість опадів коливається від 246 до 777 мм. Близько 70 % від річної кількості опадів випадає в теплий період року.

Помірна і сильна атмосферна посуха, яка часто поєднується з ґрунтовою у період активної вегетації сільськогосподарських культур (з ГТК Селянінова 0.3-0.7), має ймовірність 90 % по всій території області.

Відносна вологість повітря в період з квітня по жовтень коливається по області від 66 % весною до 73 % восени, а кількість діб із відносною вологістю повітря 30 % та менше за цей період становить 32-41 день [1, 2].

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації сільськогосподарських культур на території Миколаївської області за сумою активних температур, кількістю опадів і гідротермічним коефіцієнтом виділено три агрокліматичних райони: високого рівня теплозабезпечення і недостатнього зволоження; високого рівня теплозабезпечення посушливого; високого рівня теплозабезпечення, дуже посушливого.

Перші осінні заморозки в повітрі в області відзначаються в кінці другої декади жовтня, а останні весняні – в середині другої декади квітня. Найпізніший весняний заморозок у повітрі зафіксовано 7 травня 1999 року, а на поверхні ґрунту – 25 травня 1998 року. Найранній осінній заморозок у повітрі спостерігався 28 вересня 1986 року, а на поверхні ґрунту – 11 вересня 2004 року. Середня тривалість беззаморозкового періоду по області в повітрі становить 179–203 доби, на поверхні ґрунту – 157–179 доби [1, 2].

У вегетаційний період на території області спостерігається від 16 до 28 днів із суховіями різної інтенсивності. Серед інших несприятливих для сільськогосподарських культур явищ погоди на території області у вегетаційний період спостерігається град, сильний вітер, дуже сильний дощ та зливи.

Сніговий покрив утворюється на більшій частині території області в першій декаді січня, а в північно-західних районах – в другій декаді грудня. Його руйнування спостерігається в північній частині області в першій декаді березня, а в південній – в третій декаді січня. Загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму складає по області 34–61 добу. Середня висота снігу за зиму складає 5–9 см, а максимальна висота в окремі роки досягає 17–29 см. В останні десятиріччя досить часто спостерігаються роки без сталого снігового покриву або взагалі безсніжні зими.

Середня глибина промерзання ґрунту по області за зиму коливається від 16 до 31 см, а максимальне промерзання спостерігалось у 1987 р. і склало 109 см.

По області в залежності від типу й гранулометричного складу середня із мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см за зиму становить мінус 2,2–3,6 °С. Найнижча температура ґрунту на глибині 3 см спостерігалася в 1994 р. і становила мінус 15,0 °С [1, 2].

Узимку зазвичай спостерігаються відлиги, кількість днів з якими за період грудень – лютий по області коливається від 39 до 55. Відлиги, які тривають більше ніж 5 днів, зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин. Після тривалих відлиг за наявності снігового покриву існує значна ймовірність його руйнування, що сприяє утворенню льодяної кірки на полях. Небезпечно для посівів льодяна кірка товщиною 10 мм і більше та тривалістю залягання три декади і більше спостерігається в 10 % років [1, 2].

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації сільськогосподарських культур територію Миколаївської області поділено на три агро кліматичних райони (рис. 1.4, табл. 1.1).

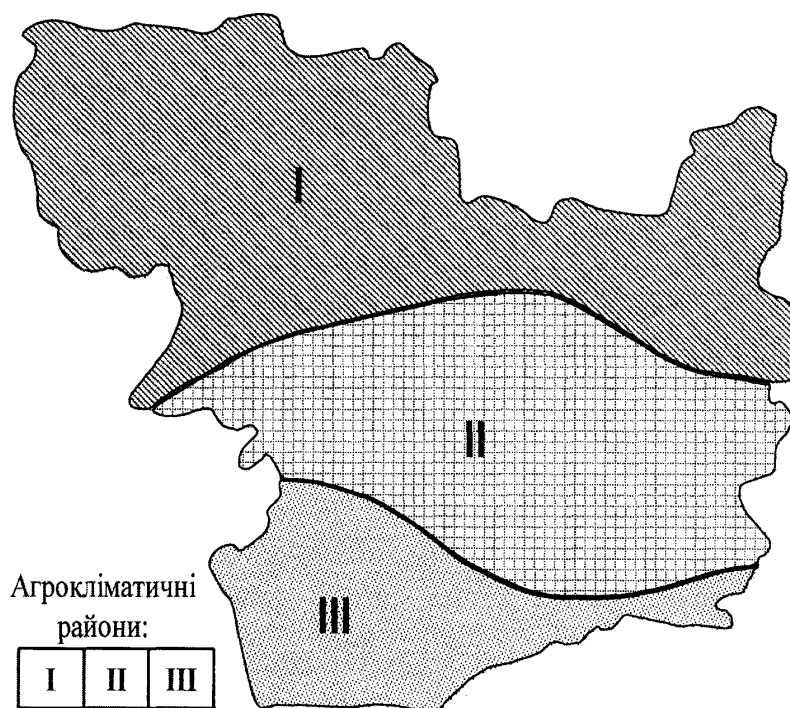


Рисунок 1.4 - Агрокліматичні райони Миколаївської області [1]

Таблиця 1.1 – Агрокліматичне районування Миколаївської області

Агрокліматичний район	Показники агрокліматичних ресурсів за теплий період		
	Сума температур за період з $T \geq 10$ °С	Кількість опадів (мм)	Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)
I. Високого рівня теплозабезпечення, недостатнього зволоження	3250-3450	350-400	1,0-1,1
II. Високого рівня теплозабезпечення, посушливий	3300-3450	290-320	0,8-0,9
III. Високого рівня теплозабезпечення, дуже посушливий	3450-3550	250-280	0,7-0,8

1.3 Вимоги винограду до клімату і ґрунтів

Виноград росте в самих різних кліматичних зонах земної кулі, як у жарких і посушливих країнах, так і у відносно холодних областях. Кліматичні умови визначають напрям виробництва, тобто будуть вирощуватися столові, родзинкові, кишмишні, винні сорту або сорту для виробництва соку. Якість виноградної продукції та враження виноградної рослини хворобами і поява шкідників визначається також кліматичними умовами. Вологий теплий клімат сприятливий для появи грибних хвороб. Сухий клімат сприяє розмноженню виноградних шкідників [3-5, 8-10, 23, 25-27].

Для кожної кліматичної зони люди відібрали сорти, які дозрівають найбільш регулярно і дають найкращий продукт. На підставі багаторічного досвіду агротехніка і система формування були пристосовані до місцевих кліматичних умов.

Основними кліматичними факторами є світло, тепло і волога. Так як ці фактори мають спільну дію на ріст і розвиток виноградної рослини, роль і значення кожного з них окремо може бути визначено за допомогою багатовимірних аналізів при системному підході до дослідницької роботи [3-5, 8-10, 23, 25-27].

Виноград - рослина помірно-теплого клімату. Можливість промислової його культури в якій-небудь місцевості визначається, насамперед, температурними умовами у вегетаційний період. Температурні умови місцевості повинні забезпечувати дозрівання плодів і досить повне визрівання деревини.

Вплив умов середовища зростання на величину врожаю найчастіше проявляється сильніше в порівнянні з сортовими особливостями. Один і той же сорт, що вирощується в різних природно-кліматичних зонах, іноді дає абсолютно різну продукцію за величиною і якістю. Ось чому вивчення комплексу природних умов має визначальне значення для об'єктивного

вирішення питання спеціалізації і районування сортів винограду [2-5, 8-10, 23, 25-27].

Світло – важливий енергетичний фактор у життєдіяльності винограду. Виноград – світлолюбна рослина і тільки за достатньої освітленості кущів можна одержати високоякісний врожай винограду. Найкращі умови для фотосинтезу складаються при освітленні листків 30-40 тис. люксів [3, 4].

Промислові виноградні насадження являють собою досить недосконалі фотосинтетично діючі системи. Коефіцієнт використання ФАР становить 0,5-2 % [3, 4], що дає можливість використовувати потенціал урожайності сортів винограду лише на 15-20%. Тому весь комплекс агротехнічних заходів спрямовується на максимальне використання космічних факторів (світла, тепла).

В умовах України фотоперіодизм не впливає на продуктивність винограду. Разом з тим відомо, що при короткому дні пагони ростуть менш інтенсивно і добре визрівають, краще розвивається коренева система в порівнянні з довгим днем. Затінення пагонів винограду викликає припинення росту листків і суцвіть, вони спочатку жовтіють, а потім опадають. На таких пагонах у бруньках зимуючого вічка припиняється формування суцвіть – урожаю наступного року. Недостатнє освітлення негативно впливає на накопичення цукру, забарвлення та досягання ягід, якість винограду і вина [12, 14-17, 23, 41].

Температурний режим повітря, ґрунту і рослин насамперед зумовлюється надходженням тепла від сонця, його випромінювання ґрунтом та поверхнею рослин. Початок вегетації кущів (сокорух) і розпускання бруньок починається коли температура ґрунту становить 7-8 °С, а повітря – 10-12 °С. У виноградарстві за біологічний нуль прийнято температуру 10 °С [2-5, 8-10, 23, 25-27].

Для кожної фази вегетації визначені оптимальні температури, при яких тривалість тієї чи іншої фази найменша. Так, найактивніше ріст пагонів і коренів відбувається за температури 28 - 30 °С, цвітіння – 20 - 30 °С, а

достигання ягід – за 28 - 32 °С. За температури нижче оптимальних, значно подовжується тривалість фенофаз. Крім того, за температури 15 °С виноград не цвіте, а за низьких температурах повітря (12-15 °С) у фазі достигання ягід слабо накопичується цукор, погано визрівають пагони і рослини ослабленими йдуть на зимівлю [7-10, 12, 19-20].

Високі температури (понад 35-40 °С) також негативно впливають на виноград - різко послаблюються фізіологічні процеси, припиняється ріст пагонів, спостерігаються опіки листя та ягід. Восени при зниженні температури ґрунту і повітря нижче 8 °С, припиняється ріст коренів, різко знижується інтенсивність фізіологічних процесів.

У період глибокого спокою винограду морозостійкість окремих частин і органів виноградного куща найбільша. У амурського винограду вічка гинуть при температурі -40 °С, у американських (підщепних) сортів – при мінус 35 °С, у європейських сортів залежно від умов підготовки до зимівлі та сорту – при -18...-22 °С. Повна загибель вічок у європейських сортів спостерігається при температурі нижче -24 °С. Після частих відлиг а також наприкінці зими морозостійкість рослин знижується. Значно меншу морозостійкість мають корені винограду. У європейських сортів вони гинуть за температур -5...-7 °С, а в підщепних американських – при -9...-11 °С [7 – 10, 12-13, 19-20, 23, 25-26].

За даними Давітая Ф.Ф. [9-10] для сортів дуже раннього строку достигання сума активних температур становить 2200-2400, раннього – 2400-2600, середнього – 2700-2800, пізнього і дуже пізнього – 2900-3000 °С і більше. В ННЦ «ІВіВ ім.В.Є.Таїрова» виконана екологічна паспортизація найбільш поширених сортів винограду (табл. 1.2) [8].

Вологість ґрунту та повітря – дуже важливі екологічні фактори, які зумовлюють довговічність та продуктивність винограду. Порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами виноград відзначається підвищеною посухостійкістю, яка зумовлена сильним розвитком та глибоким проникненням кореневої системи, великою сисною силою коренів,

раціональною роботою внутрішніх водо регулюючих систем [3-5, 8-10, 23, 25-27].

Таблиця 1.2 - Екологічна характеристика поширених сортів винограду [8]

Сорти винограду	Строки дозрівання, діб	$\sum T \geq 10^{\circ}\text{C}$	Морозостійкість, $T_{\text{кр}}, ^{\circ}\text{C}$	Урожайність, т/га	Вміст цукру, г/100 см ³	Кислотність, г/дм ³
Мускат одеський	Ранній 135-145	2700-2800	-27	8,0-11,0	20-21	7,7-8,0
Шардоне	Ранній 138-145	2800-2900	-21	7,0-9,0	18-20	7-9
Сухолиманський білий	Середній 145-150	2850-2900	-22	8,0-12,0	17-19,0	8-10
Одеський чорний	Пізній 160-165	3000-3200	-23	11,0-13,0	18,0-20,0	6-9
Каберне Совіньон	Пізній 155-165	3100-3300	-23	7,0-10,0	20-22	8-9

Найбільш негативно на ріст, розвиток і плодоношення винограду впливає нестача вологи в ґрунті у першій половині вегетації – від початку сокоруху до кінця цвітіння. Пагони, досягнувши 30-40 см довжини, припиняють ріст, під час цвітіння пилок втрачає фертильність, спостерігається масове обсіпання кіток. Посуха у другій половині вегетації негативно впливає на масу ягід та грон, накопичення цукру та запасних поживних речовин, морозостійкість кущів.

Проте в дуже посушливі роки спостерігалось різке зменшення приросту пагонів, урожайності й навіть масова загибель кущів [3-5, 8-10, 23, 25-27]. Виноград найкраще росте і плодоносить тоді, коли річна сума опадів становить 700-800 мм і якщо вони рівномірно розподіляються впродовж року. Потреба винограду у воді значно змінюється за фазами вегетації. На зрошувальних та незрошувальних ділянках зображення середніх

добових витрат води протягом вегетації має характер одновершинної кривої. Після початку сокоруху водоспоживання кущів поступово зростає, а потім потреба у воді зменшується.

Вологість повітря суттєво впливає на ріст і розвиток винограду. Оптимальні умови для життєдіяльності кущів тоді, коли вологість не нижче 60%. Це можливо лише на узбережжі морів, великих озер і водойм, а також при застосуванні зволожувальних поливів. Така вологість позитивно впливає на якість винограду і вина. Протягом вегетації на винограднику треба підтримувати оптимальну вологість ґрунту. Невеликий її дефіцит допустимий лише під час досягання ягід і збирання винограду [3-5, 8-10, 23, 25-27].

Для винограду дуже шкідливі різкі зміни вологості ґрунту і повітря. Швидка зміна дощової погоди посушливою в період активного росту може викликати запалення листків і молодих пагонів. Значні опади під час цвітіння винограду негайно впливають на фертильність пилку та запліднення квіток. Наслідком цього є значне обсіпання квіток та зав'язей. У період досягання ягід нерідко на виноградниках запаси продуктивної ґрунтової вологи майже вичерпуються. Швидке підвищення її у цей час викликає масове розтріскування та загнивання ягід [3-5, 8-10, 23, 25-27].

Різні сорти винограду по різному вибагливі до ґрунтових умов. Одні добре ростуть на суглинистих і легкоглинистих чорноземах і погано на перегнійно-карбонатних (Каберне Совіньон, Гаме), інші – на пісках (Сенсо, Шасла біла), треті дають добру продукцію на сірих карбонатних і перегнійно-карбонатних ґрунтах з великим вмістом вапна (група Піно, Шардоне), на середньо- та важкосуглинистих ґрунтах – сорти Аліготе, Каберне Совіньон, Ркацтелі.

Поряд з гранулометричним складом важливою умовою прояву агровиробничих властивостей ґрунтів є ступінь їх еродованості. Досліди показали, що на слабкозмитих чорноземах врожайність винограду майже не відрізняється від врожайності на повно-профільних ґрунтах. На середньозмитих чорноземах спостерігається зниження врожаю винограду в

межах 10-20 %, а на сильнозмитих – 20-30 % і більше. На сильнозмитих ґрунтах необхідно вносити підвищені дози органо-мінеральних добрив і розміщати тільки технічні сорти з великою силою росту (Совіньон, Фетяска та ін.). Ґрунти з більшою потужністю сприятливі для винограду, оскільки вони характеризуються великими запасами вологи та поживних речовин. Ґрунти рихлі, незасолені, з достатньою кількістю поживних речовин, оптимально зволожені сприяють сильному росту винограду, активному плодоношенню та довголіттю насаджень.

Висока пластичність винограду дає можливість вирощувати його на різних типах ґрунтів. В межах України промислові насадження винограду культивують на чорноземах (легких-, середньо- та важкосуглинистих), каштанових, буроземних ґрунтах, пісках та інших. В різноманітних зонах виноградарства найвищі врожаї винограду одержують на легких та теплих ґрунтах з доброю водопроникністю. Не росте виноград на засолених та заболочених ґрунтах, де створені несприятливі умови для росту та розвитку коренів [8, 25].

Цінність різних ґрунтів для винограду визначається їх структурою, гранулометричним і хімічним складом. Оптимальна вологість ґрунту від сокорух до початку досягання ягід складає від 50% від найменшої вологоємкості на пісках до 75% - на важко суглинкових чорноземах [9, 25].

Повітряний режим ґрунту має забезпечувати оптимальні умови життєдіяльності кореневої системи та мікробіологічних процесів. При ущільненні ґрунту на винограднику (коли щільність перевищує 1,5-1,6 г/см³, а вміст повітря при найменшій вологоємкості менше 14%) припиняється ріст коренів, зростає кількість недоокислених сполук. Це викликає різке послаблення росту пагонів та зниження урожайності винограду.

Велике значення при оцінці ґрунтів для виноградників має карбонатність. При надлишку активних карбонатів у ґрунтах спостерігається захворювання рослин хлорозом. Визначення вмісту активних карбонатів в ґрунті необхідне для вибору підщепи винограду [8, 25].

2 МЕТОДИ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР І ХАРАКТЕРИСТИКА СЦЕНАРІЇВ ЗМІНИ КЛІМАТУ

2.1 Методи визначення забезпечених агрокліматичними умовами врожаїв сільськогосподарських культур

Теоретичні і методологічні основи агрокліматичної оцінки формування продуктивності сільськогосподарських культур базуються на законах землеробства і теорії фотосинтетичної діяльності рослинного покриву (РП) [24].

Процес формування продуктивності культур представляється як оптимальне поєднання інтенсивності процесів формування органічної речовини (фотосинтезу) і її витрат внаслідок процесів дихання, який, за Тоомінг Х.Г. [24], має такий математичний вираз:

$$\Phi_c(L_0, t) = \int_0^{L_0} \int_{t_1}^{t_2} [\Phi_L(L, t) - R(L, t)] dt dL, \quad (2.1)$$

де $\Phi_c(L_0, t)$ - сумарний газообмін CO_2 у фітоценозі в момент часу від t_1 до t_2 ;

$\Phi_L(L, t)$ і $R(L, t)$ - відповідно інтенсивність фотосинтезу і дихання одиниці поверхні біоелементу в момент часу t ;

L - відносна площа біоелементів, в основному, листя, яка збільшується з глибиною рослинного покриву;

L_0 - відносна площа біоелементів взагалі.

Розрахунок потенційного рівня врожаїв виконується за формулою Тоомінг Х.Г. [24], а для розрахунку забезпечених агрокліматичними

ресурсами врожаїв запропоновано модифікаційний метод, модель якої має такий вигляд [6, 12]:

$$PU = 10^4 \cdot \eta \cdot k_m \cdot \sum_{i=1}^m \frac{\Sigma Q_f}{q} \quad (2.2)$$

$$KVU = 10^4 \cdot \eta \cdot k_m \cdot \sum_{i=1}^m \frac{\Sigma Q_f}{q} \cdot \frac{W}{W_{HB}} \quad (2.3)$$

де KVU , PU - відповідно врожаї, забезпечені агрокліматичними умовами;

η, k_m, q - біометричні характеристики конкретних культур: потенційний коефіцієнт засвоєння фотосинтетично активної радіації, коефіцієнт господарської цінності врожаю і теплотворна здатність одиниці господарсько-цінної частини врожаю;

$i (1, 2, \dots, m)$ - декади або міжфазні періоди;

$\Sigma Q_f, \frac{W}{W_{HB}}$ - сумарна фотосинтетично активна радіація і

вологозабезпеченість як відношення фактичних запасів продуктивної вологи у ґрунті до найменшої польової вологоємності;

Таким чином, запропонована модель направлена на комплексне врахування біометричних і екологічних властивостей сільськогосподарських культур та особливостей агрокліматичних умов. Останні, значною мірою, визначаються типом підстильної поверхні, особливо розмаїттям ґрунтового покриву [12].

Осереднення агрокліматичних умов за часом базується на екологічних особливостях конкретної сільськогосподарської культури і пов'язаний з початком та тривалістю вегетаційного періоду.

Визначення інтегральної продуктивності культур обумовлене величиною загальних агрокліматичних ресурсів за період вегетації культури. Подальша детальна агрокліматична оцінка формування продуктивності базується на врахуванні агрокліматичних умов на рівні сезонів та декад.

Параметрами моделі є такі біометричні показники культур:

- температура початку розвитку,
- діапазон оптимальних температур і запасів продуктивної вологи;
- суми температур на дату максимального фотосинтезу і за весь вегетаційний період;
- теплотворна здатність одиниці врожаю;
- коефіцієнт господарської цінності врожаю, який залежить від співвідношення загальної біомаси і господарсько- цінної частини культури;
- відсотку вмісту сухої біомаси і вологи.

2.2 Характеристика поширених сценаріїв зміни клімату

В останні два століття зросла важливість досліджень особливостей процесів, що проходять в атмосфері і особливо тих, що спонукають зміну режиму температур і вологи в зональному і меридіональному розрізі та різних підстильних поверхонь [11, 21-22, 29-41]. За встановленої тенденції глобального потепління відзначається зміна великомасштабної атмосферної циркуляції. Особливо значні зміни в атмосферних процесах відзначаються в останні 30 років, що проявляється у підвищенні температури, нерівномірному розподілі у часі і просторі режиму опадів і, як наслідок, у збільшенні частоти екстремальних метеорологічних явищ та усіх природних процесів [11, 21-22].

Для вивчення зміни клімату розробляються глобальні і регіональні моделі, які визначають зміну режимів температури і вологи. Саме ці моделі є інструментарієм вивчення напрямку, особливостей й інтенсивності часових і просторових змін з метою вивчення тривалості та інтенсивності змін в майбутньому. Розроблені моделі характеризуються різним рівнем складності – від простих кліматичних до моделей середньої складності і до повних кліматичних моделей Земної кліматичної системи. Ці моделі розраховують майбутні кліматичні режими на основі низки сценаріїв зміни астрономічних, геофізичних і антропогенних факторів. Ці моделі дозволяють оцінювати глобальні й регіональні зміни клімату. В останні роки моделям, які спрямовані на врахування впливу антропогенних факторів, надається велике значення.

Міжнародною Робочою групою експертів зі змін клімату були розроблені чотири основних сюжетних лінії для послідовного виявлення зв'язків між факторами викидів газів у атмосферу та зміною режиму температур і вологи. Кожна сюжетна лінія має декілька різних сценаріїв з використанням різних концепцій моделювання можливої зміни клімату. Ці сценарії уявляють собою проєкції можливого розвитку стану атмосфери в майбутньому у зв'язку зі збільшенням викидів газів з парниковим ефектом [11, 21-22, 29-40].

При прогнозуванні змін за різними сценаріями використовуються різні моделі. Так, сценарій *A2* – «жорсткий» представляється в регіональній кліматичній моделі *RCA3*. Сценарій зміни клімату *A1B*, який розглядається як помірний, в рамках проекту Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (*CMIP5*) Всесвітньої програми досліджень клімату (World Climate Research Programme), використовується новий набір сценаріїв, а саме Репрезентативні траєкторії концентрацій (Representative Concentration Pathways – *RCP*). Розрахунки за сценаріями *RCP* ґрунтуються на комбінації простих кліматичних моделей, комплексних оціночних моделей і моделей атмосферної хімії та глобального вуглецевого циклу [11, 21-22, 29-40].

Різні сюжетні лінії та різні сценарії надають опис різноманітних варіантів майбутнього, які охоплюють широкий діапазон розрахункових характеристик. Сценарій зміни клімату *A1B* передбачає рівновагу між усіма джерелами енергії. Сценарій *A2* передбачає дуже неоднорідний світ, в якому першорядною темою буде самозабезпечення та збереження місцевої самобутності, сценарій *RCP4,5* передбачає стабілізацію викидів парникових газів в атмосферу, а сценарій *RCP8,5* передбачає дуже високі рівні викидів парникових газів [11, 21-22, 29-40]. І навіть якщо *RCP* охоплюють широкий діапазон значень сукупних впливів, вони не включають весь спектр викидів, описаних в літературі, особливо по аерозолях. В усіх сценаріях *RCP* атмосферна концентрація CO_2 є вищою за сьогоднішній рівень внаслідок зростання сукупних викидів CO_2 впродовж XXI століття.

Розроблені чотири сценарії *RCP*:

- сценарій зменшення викидів, який передбачає низький рівень впливу (*RCP2.6*);
- сценарії стабілізації (*RCP4.5* і *RCP6.0*);
- сценарій з дуже високим рівнем викидів парникових газів (*RCP8.5*)

За сценаріями *RCP6.0* і *RCP8.5* радіаційний вплив не досягає максимального значення до 2100 р., а продовжує постійно збільшуватись. За *RCP2.6* цей вплив досягає максимуму і потім знижується, а за сценарієм *RCP4.5* він стабілізується до 2100 р.

Для досліджень слід використовувати дані гідрометеорологічних параметрів, які реалізовані в регіональній кліматичній моделі *RACMO2* і поєднує в собі фізичні схеми, розроблені Європейським центром середньострокових прогнозів погоди (*ECMWF*) [7] та динамічну основу від моделі *HIRLAM* [11, 21-22, 29-41].

3 АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ СТОСОВНО КУЛЬТУРИ ВИНОГРАД

Найбільші площі під виноградними плантаціями знаходяться в південних районах Миколаївської області, проте невеликі промислові насадження є в центральних і північних районах. Тому представляє інтерес характеристика агрокліматичних ресурсів стосовно до всієї Миколаївської області.

Розрахунки складових агрокліматичних ресурсів на території Миколаївської області виконувалися за даними 7-ми гідрометеорологічних станцій, опис географічних параметрів яких надано в табл. 3.1 та 3-х агрокліматичних районів області (рис. 1.4, табл. 1.1), які охоплюють територію усіх адміністративних районів.

Оцінка агрокліматичних умов на території Миколаївської області стосовно винограду виконувалася за такими факторами і показниками.

Фактор перезимівлі і заморозконебезпечності:

- тривалість зимового періоду;
- середній із абсолютний мінімум температури повітря за зиму;
- дати останніх весняних і перших осінніх заморозків;
- тривалість беззаморозкового періоду.

Ресурси світла і тепла:

- дати початку і кінця розвитку винограду;
- тривалість сонячного сяйва;
- сума фотосинтетично активної радіації;
- суми температур вище 10 °С за вегетаційний період винограду.

Таблиця 3.1 – Характеристика гідрометеорологічних станцій на території Миколаївської області

Метеостанції	Географічна широта,°	Географічна довгота,°	Висота над рівнем моря, м	Адміністративні райони
1.Первомайськ	48 03	30 51	103	Первомайський, Кривоозерський, Врадіївський, Арбузинський, Братський
2.Вознесенськ	47 34	31 20	35	Вознесенський, Еленецький, Доманівський, Веселинівський
3.Баштанка	47 25	32 28	84	Баштанський, Новобузький, Казанківський, Березнегуватський
4.Снігурівка	47 05	32 50	61	Снігурівський, східна частина Жовтневого
5.Миколаїв	46 58	31 59	52	Миколаївський, Новоодеський, західна частина Жовтневого
6.Очаків	46 36	31 33	27	Очаківський
7.Березанка	46 50	31 24	42	Березанський

3.1 Умови морозо- і заморозконебезпечності

Умови морозо- і заморозконебезпечності відносяться до лімітуючих агрокліматичних факторів, які визначають принципову можливість вирощування винограду на конкретній території. У цьому сенсі важливо розглядати не середньобагаторічні характеристики показників зимового періоду, а такі, які можуть відзначатися один раз в 10 років (10-% імовірності).

До основних показників умов перезимівлі відносять такі, як тривалість холодного періоду, середній із абсолютних мінімумів температури повітря, абсолютний мінімум температури повітря. Треба зазначити, що середній із абсолютних мінімумів температури повітря на 5-6 °С нижче ніж середні мінімальні температури.

Показник тривалості холодного періоду або періоду з температурами повітря нижче 0 °С становить в середньому по Миколаївській області за даними метеорологічних станцій за період з 1986 по 2005 рік 77 діб. В окремі роки він складає від 13 до 128 діб (відповідно в 1990 і 1993 роках). Найбільша тривалість холодного періоду відзначається на метеостанції Первомайськ, Вознесенськ, Снігурівка і Миколаїв з середньою тривалістю 81 і 79 діб. В окремі роки на цих метеостанціях тривалість періоду як зростала, так і зменшувалася до 123-128 і 23-28 доби. Найменша тривалість відзначається на метеостанціях Очаків і Березанка з середньою тривалістю холодного періоду 72 доби і до 10 діб – в окремі роки (рис. 3.1) [6].

Середні мінімальні температури взимку по області знаходяться в межах -10,0...-13,1 °С, а абсолютний мінімум – в межах -22...-27 °С. Нийнижчий рівень мінімальних температур відзначається на метеостанціях, які розташовані в північних районах області (Первомайськ, Вознесенськ), а найвищі - на метеостанції, що розташовані на узбережжі Чорного моря (Очаків). Найнижчі температури відзначалися за період з 1986 по 2005 роки в 1987 році, а найвищі – в 1997 році. Зважаючи на те, що

величина середнього із абсолютних мінімумів температури повітря нижче середніх мінімальних температур повітря на 5-6 °С, вона для вказаних гідрометеорологічних станцій коливається від -15 до -18 °С, а з 10% імовірністю - від -18 до -21 °С (рис. 3.2).

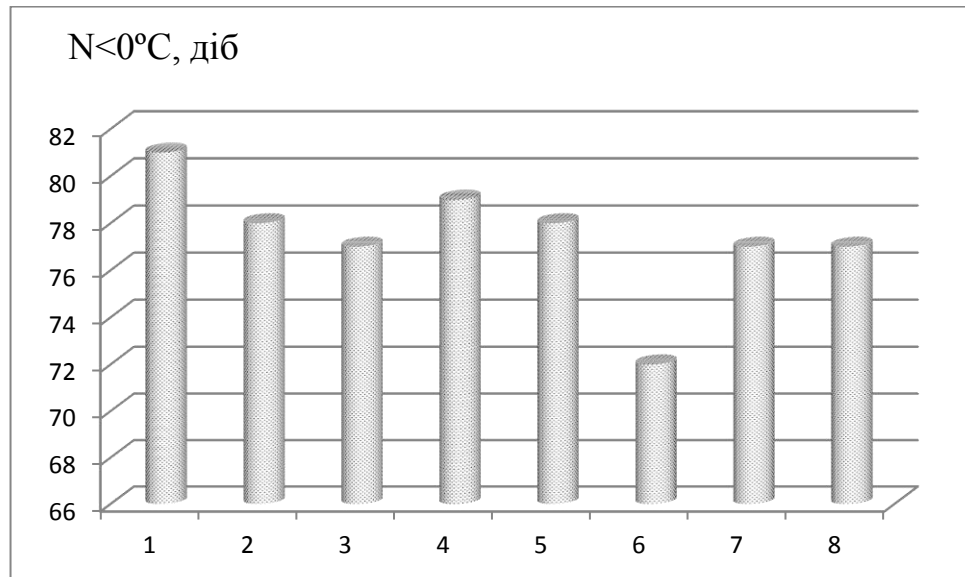


Рисунок 3.1 - Тривалість холодного періоду. Гідрометеорологічні станції Миколаївської області: 1 – Первомайськ, 2 – Вознесенськ, 3 – Баштанка, 4 – Снігурівка, 5 – Миколаїв, 6 – Очаків, 7- Березанка, 8 – середня по області.

За кліматичними і агрокліматичними довідниками з початку ХХ століття рівень мінімальних температур значно нижчий – абсолютний мінімум на таких метеостанціях як Первомайськ, Вознесенськ і Баштанка знижувався до -32...-35 °С. Що вказує на значне підвищення температури повітря в останні 30 років. Причому, найбільше підвищення температур припадає на зимові місяці.

Отримані результати вказують на необхідність орієнтації при розміщення цінних теплолюбних культур, до яких відноситься виноград, на мінімальні температури й за попередні роки, які обов'язково будуть враховуватися при визначенні ймовірності пошкодження винограду взимку. В іншому випадку зростає ризик пошкодження винограду

північних районах 70-80%, а в південних і центральних районах імовірність не перевищує відповідно 10-20 %.

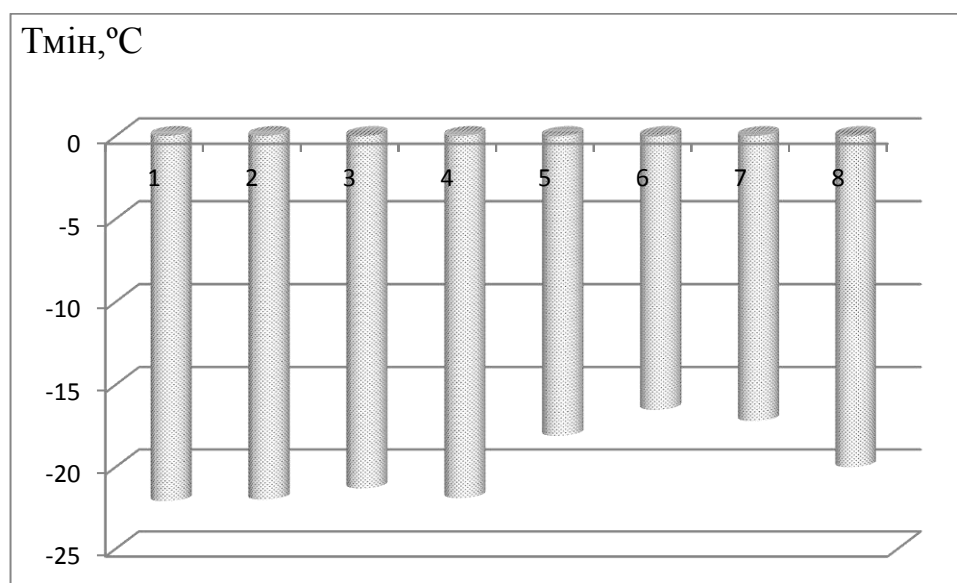


Рисунок 3.2 - Середній із абсолютних мінімумів температури повітря (10-% ймовірності). Гідрометеорологічні станції Миколаївської області:

1 – Первомайськ, 2 – Вознесенськ, 3 – Баштанка, 4 – Снігурівка, 5 – Миколаїв, 6 – Очаків, 7- Березанка, 8 – середня по області.

Заморозки – це зниження мінімальних температур у повітрі й на поверхні ґрунту або травостою на тлі додатних середньодобових температур. В Миколаївській області заморозки відзначаються в третій декаді березня – третій декаді квітня весною і в першій- третій декадах жовтня.

Найбільшої шкоди винограду заморозки наносять весною в фазу набухання і розпускання бруньок, а восени – в період повної стиглості. Набухання і розпускання бруньок у винограду сортів середньої стиглості на території області відзначається в центральних і південних районах області в другій і третій декадах квітня, а в північних районах – на 3-5 діб пізніше. Звичайно в ранньостиглих сортів ці фази наступають на 3-7 діб раніше, ніж у пізньостиглих сортів. Технічна або повна стиглість винограду пізньостиглих сортів в центральних і південних районах

відзначається в другій декаді вересня, а у ранньостиглих - на 10-15 діб раніше.

Дати останніх заморозків весною в середньому за 1986-2005 роки весною відзначаються в області 13-15 квітня, в окремі роки вони можуть відзначатися в третій декаді березня і в третій декаді квітня, а в північних районах – навіть в першій декаді травня (табл. 3.2).

Восени перші заморозки спостерігаються майже одночасно по всій території в другій декаді жовтня (17-20 жовтня). В окремі роки вони можуть наступати як 8-12 жовтня, так і 2-6 листопада (табл. 3.2). Тривалість беззаморозкового періоду по території області коливається від 184 до 187 діб, а в окремі роки – від 154 до 198 діб.

Встановлено, що найбільш небезпечні весняні заморозки в період розпускання бруньок. Імовірність пошкодження винограду в цю фазу заморозками досягає 50-60%. В період технічної стиглості заморозки небезпечні для пізньостиглих сортів, проте ймовірність пошкодження винограду не перевищує 10-20% [6].

3.2 Ресурси світла і тепла

За літературними джерелами відомо, що ресурси світла і тепла на території Миколаївської області цілком достатні для вирощування винограду. Прямі спостереження за показниками ресурсів світла, насамперед тривалістю сонячного сяйва, сумарною і фотосинтетично активною радіацією та радіаційним балансом, проводяться на обмеженій кількості гідрометеорологічних станцій. Тому для усіх 7-ми

Таблиця 3.2 – Дати весняних і осінніх заморозків на території Миколаївської області

	Веснянні			Осінні		
	середні	ранні/рік	пізні/рік	середні	ранні/рік	пізні/рік
1.Первомайськ	13.04	29.03	2.05	17.10	8.10	2.11
		1990	1987		2002	2004
2.Вознесенськ	13.04	29.03	30.04	19.10	9.10	16.11
		1986	1987		2002	1998
3.Баштанка	14.04	29.03	30.04	18.10	9.10	2.11
		1986	1987		2002	2004
4. Снігурівка	13.04	26.03	30.04	20.10	11.10	2.11
		1986	1987		2002	2004
5.Миколаїв	14.04	29.03	30.04	20.10	9.10	6.11
		1986	1987		1996	1998
6.Очаків	15.04	29.03	30.04	21.10	11.10	6.11
		1986	1987		1992	1998
7.Березанка	13.04	29.03	30.04	21.10	12.10	6.11
		1986	1992		1992	1998
Діапазон мінливості	2	3	3	4	4	4

гідрометеорологічних станціях інформація про ці показники отримують опосередкованим методом, базуючись на інформації з показників термічного режиму, а кумулятивні (сумарні) отримують за величиною сум температур за окремі сезони або в цілому за теплий період з температурою вище 10 °C [12-13]. Рівняння має вигляд:

$$\sum Qf = 0,60 \sum T \geq 10^{\circ}\text{C} - 266, \quad (3.1)$$

де Qf – сума фотосинтетично активної радіації,

$\sum T \geq 10^{\circ}\text{C}$ – сума температур за теплий період.

Тривалість теплового періоду, яка майже співпадає з вегетаційним періодом винограду, коливається по території Миколаївської області в середньому багаторічному від 186 до 191 доби. В окремі роки тривалість періоду може як знижуватися до 163-167 діб, так і збільшуватися до 206-219 доби.

Середні температури повітря за теплий період змінюються по території області від 9,6 до 23,4 °C (рис. 3.3). Найбільша різниця середніх температур відзначається в квітні і складає по метеостанціям 1,7 °C. Найвищі температури повітря спостерігаються на метеостанції Вознесенськ і Снігурівка, а найменші – на метеостанціях Очаків і Баштанка. Найвищі середні температури на всіх метеостанціях відзначалися в липні і становили 21,9 - 23,4 °C. Максимальні температури відзначалися на метеостанціях Снігурівка і Миколаїв, а найменші – на метеостанції Первомайськ.

Середньобагаторічні суми температури за теплий період коливалися по території від 3255 °C на метеостанції Первомайськ до 3540 °C на метеостанції Снігурівка. Різниця сум температур по території Миколаївської області складає 285 °C (рис. 3.4). В окремі роки суми температур змінюються від 2970 до 3800 °C. Найбільша різниця між

максимальною і мінімальною сумами температур відзначається за даними на метеостанціях Снігурівка і Миколаїв, які відповідно склали 705 (3805 і 3100) і 665 (3740 і 3075) °С. За період з 1986 по 2005 роки найвищі суми температур повсюдно спостерігалися в 1986 і 1999 роках, а найнижчі – в 1987 і 1997 роках.

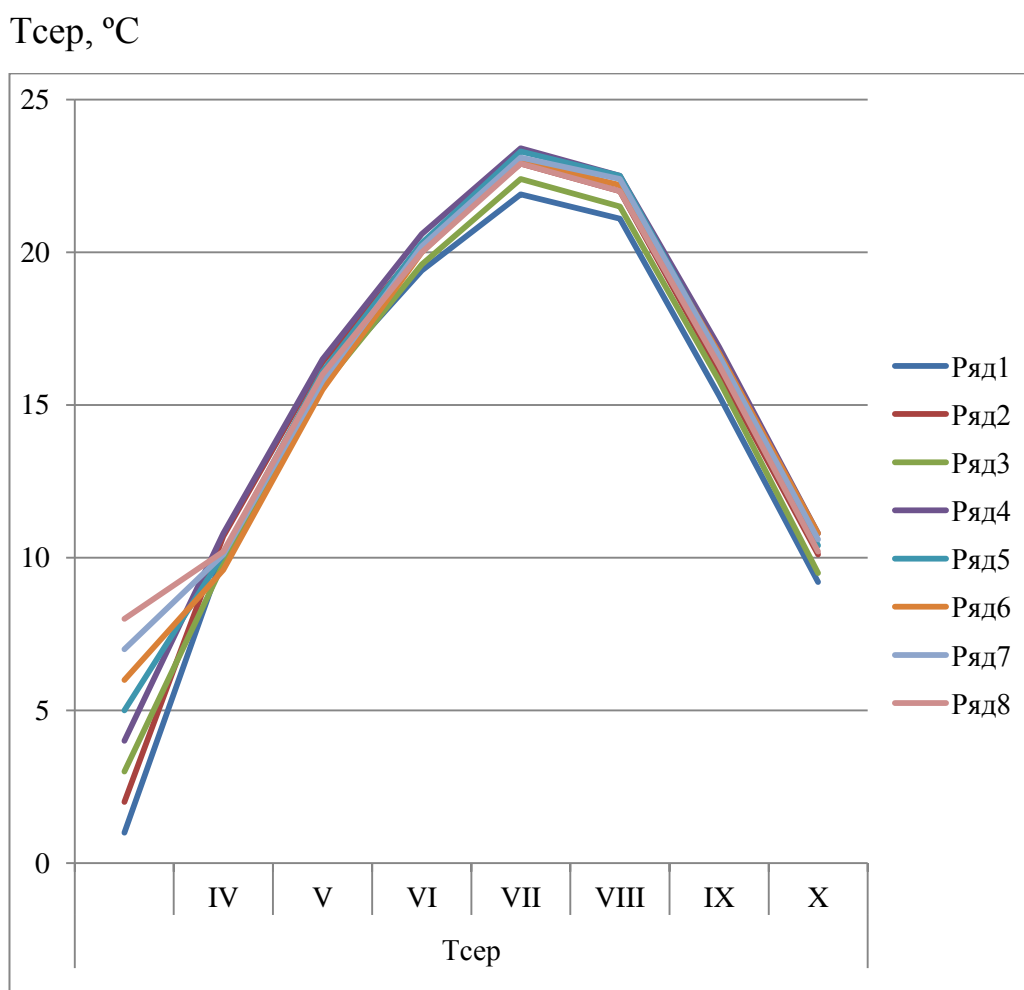


Рисунок 3.3 - Хід середньомісячних температур повітря по даним метеостанцій Миколаївської області. 1 – Первомайськ, 2 – Вознесенськ, 3 – Баштанка, 4 – Снігурівка, 5 – Миколаїв, 6 – Очаків, 7- Березанка, 8 – середня по області.

Сума фотосинтетично активної радіації, розрахована за формулою 3.1. По гідрометеорологічним станціям Миколаївської області сума фотосинтетично активної радіації змінюється від 1688 МДж/м²·період на

метеостанції Первомайськ до 1858 МДж/м²·період - на гідрометеорологічній станції Снігурівка (рис. 3.5).

$\Sigma T, ^\circ\text{C}$

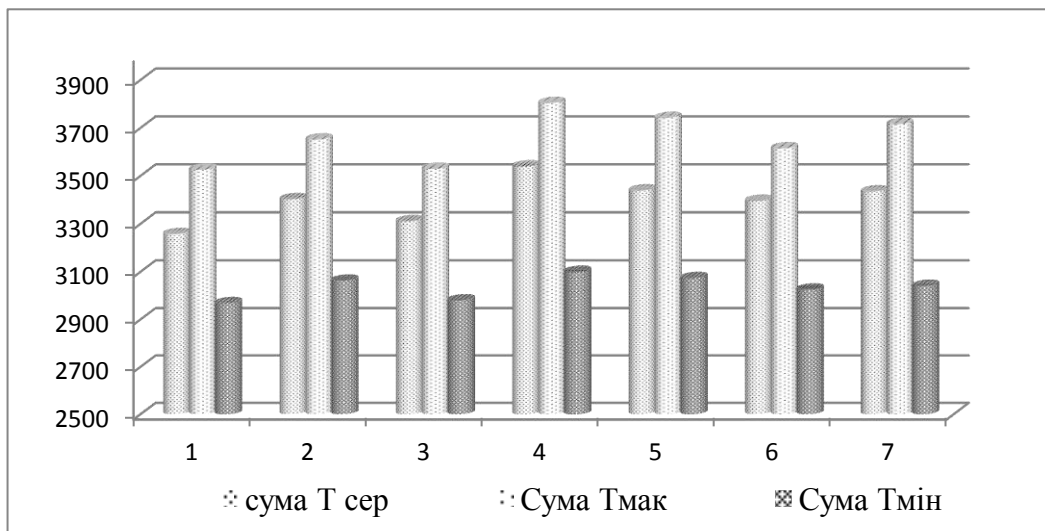


Рисунок 3.4 - Ресурси тепла за даними метеостанцій Миколаївської області. 1 – Первомайськ, 2 – Вознесенськ, 3 – Баштанка, 4 – Снігурівка, 5 – Миколаїв, – 6 Очаків, 7- Березанка.

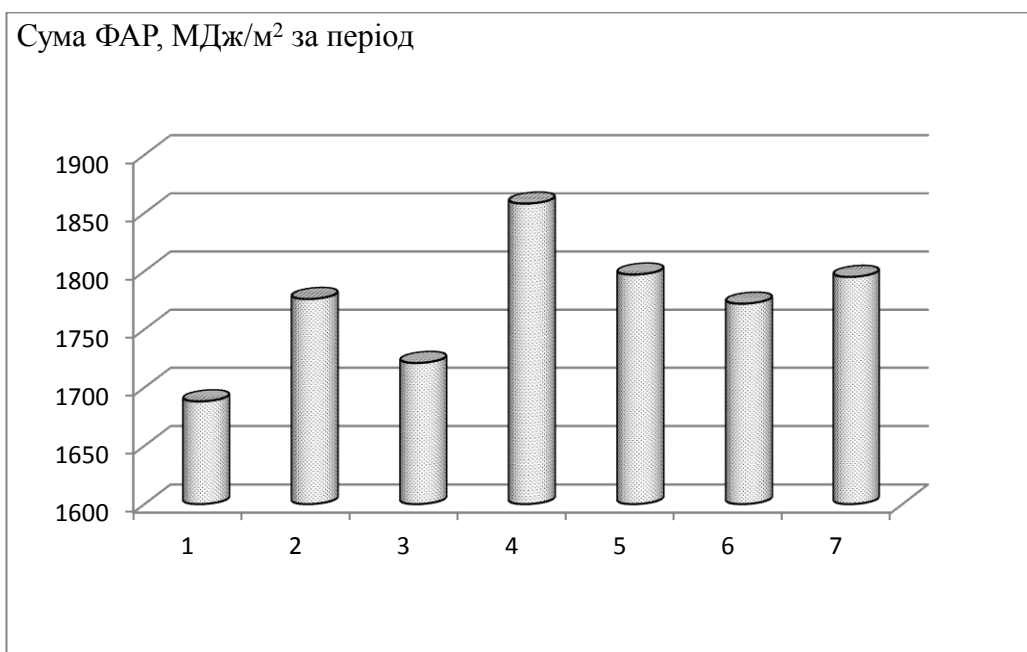


Рисунок 3.5 – Ресурси світла за даними метеостанцій Миколаївської області. 1 – Первомайськ, 2 – Вознесенськ, 3 – Баштанка, 4 – Снігурівка, 5 – Миколаїв, 6 – Очаків, 7- Березанка.

3.3 Ресурси вологи

Виноград відноситься до групи мезофітів, тобто до групи відносно посухостійких рослин. Це пов'язано як з глибиною проникнення кореневої системи, так і будовою листя. Проте виноград дуже добре відкликається на достатнє зволоження, особливо в період формування вегетативної маси і росту ягід культур. Тому дослідження умов зволоження входять важливою частиною до оцінки агрокліматичних умов території стосовно винограду.

За результатами досліджень Давітая Ф.Ф. [11-12] оптимальна кількість опадів за рік - 700 мм, а за теплий період – 500-550 мм і ГТК в межах 1,0-1,1. Запаси вологи у метровому шарі ґрунту повинні не опускатися нижче 0,50-0,60 % НВ в залежності від типу і гранулометричного складу ґрунту.

Виконано розрахунки кількості опадів по гідрометеорологічним станціям Миколаївської області в розрізі теплої і холодної періодів та за рік, а також величина гідротермічного коефіцієнту Селянінова та запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту у відсотках від найменшої вологоємності (% НВ) за вегетаційний період винограду.

Розрахунки свідчать, що кількість опадів за теплий період коливається в середньому за 1986-2005 роки від 253 мм на гідрометеорологічній станції Очаків до 398 мм – на гідрометеорологічній станції Первомайськ. В окремі роки кількість опадів за теплий період може зростати до 453-587 мм та зменшуватися до 137-215 мм. В холодний період кількість опадів майже в два рази менше, ніж за теплий період і складає від 138 мм на гідрометеорологічній станції Березанка до 180 мм – на гідрометеорологічній станції Первомайськ. В окремі роки кількість опадів за холодний період збільшується до 187-254 мм та зменшується до 42-104 мм (рис. 3.6).

Опади, мм

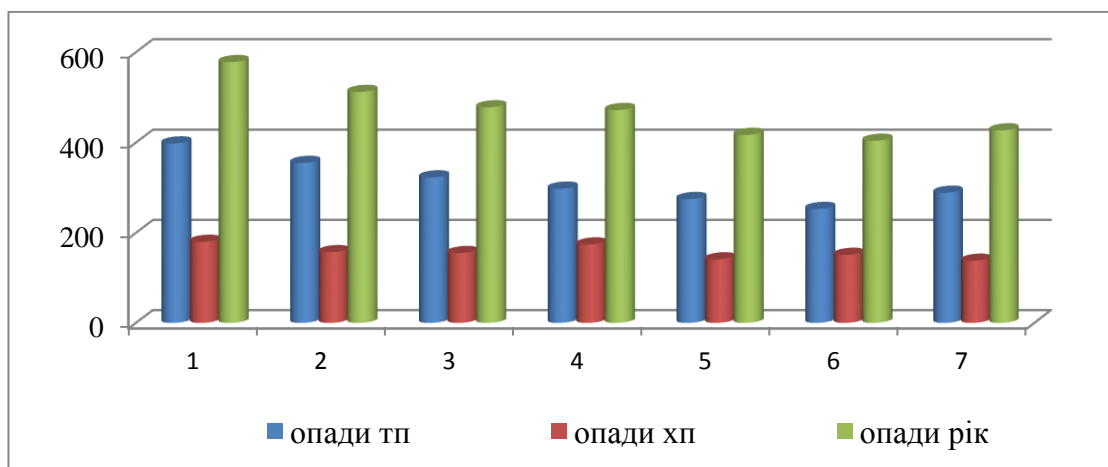


Рисунок 3.6 – Кількість опадів за даними метеостанцій Миколаївської області: 1 – Первомайськ, 2 – Вознесенськ, 3 – Баштанка, 4 – Снігурівка, 5 – Миколаїв, 6 – Очаків, 7- Березанка.

Величини гідротермічного коефіцієнта Селянінова (ГТК) по області змінюється від 0,7 до 1,1. Максимальна величина ГТК відзначається на гідрометеорологічній станції Первомайськ, а мінімальна – на гідрометеорологічних станціях Миколаїв і Очаків. В окремі роки коефіцієнт як збільшується до 1,5-2,0, так і зменшується до 0,2 – 0,5 (рис. 3.7).

ГТК, відн. од.

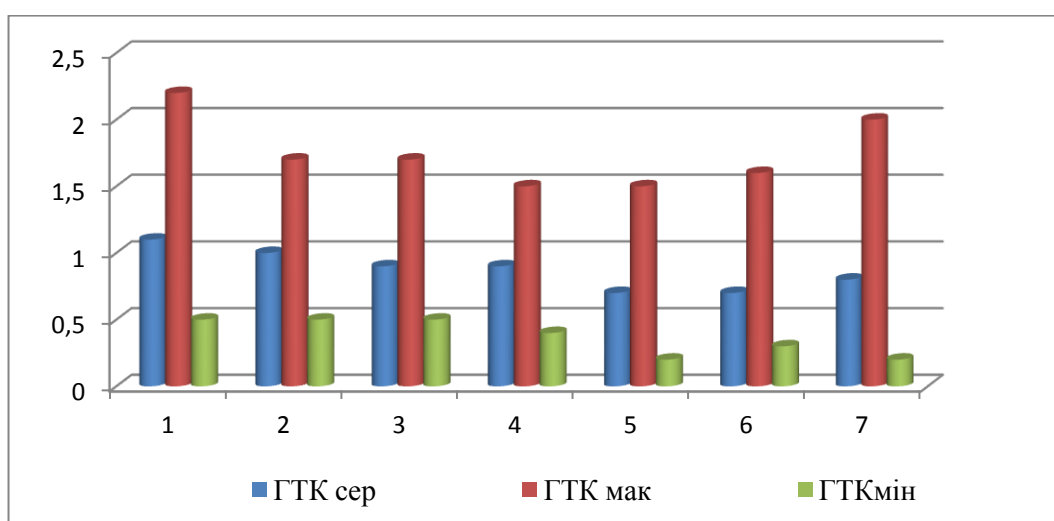


Рисунок 3.7 – ГТК Селянінова за даними метеостанцій Миколаївської області: 1 – Первомайськ, 2 – Вознесенськ, 3 – Баштанка, 4 – Снігурівка, 5 – Миколаїв, 6 – Очаків, 7- Березанка.

Останнє свідчить про високу імовірність на території всієї області посух.

Найкращим показником ресурсів вологи є запаси продуктивної вологи у ґрунті, представлені у відсотках до найменшої польової вологоємності (% НВ). Проведено аналіз типу та гранулометричного складу ґрунту в районах дії метеостанції Миколаївської області та із довідника агрогідрологічних властивостей ґрунту визначено показники найменшої і повної польової вологоємності ґрунтів (табл. 3.3).

По території області найменша польова вологоємність змінюється від 166 до 141 мм, а повна польова вологоємність – від 328 до 383 мм. Максимальні величини на чорноземах важкосуглинкових, а найнижчі – на чорноземах південних легкоглинистих, які спостерігаються відповідно на метеостанціях Первомайськ і Вознесенськ та Миколаїв і Очаків.

У відсотках від найменшої польової вологоємності запаси вологи у ґрунті запаси вологи у ґрунті нижче оптимальних і змінюються по території від 54 до 67 %.

Як і величини агрогідрологічних показників, максимальні величини показника запасів вологи у відсотках від НВ відзначаються на чорноземах важкосуглинкових, а найнижчі – на чорноземах південних легкоглинистих, які спостерігаються відповідно на метеостанціях Первомайськ і Вознесенськ та Миколаїв і Очаків.

Таблиця 3.3 – Умови зволоження на території Миколаївської області

Метеостанція	Агрогідрологічні константи			Ґрунти	
	Найманша польова вологоємність	Повна польова вологоємність	Середні запаси вологи, 0-100 см, мм і в % НВ	тип	гранулометричний склад
1. Первомайськ	156	383	98 / 63	Чернозем звичайний	Крупнопиловата легкосуглинкова
2. Вознесенськ	163	361	92 / 56	Чорнозем звичайний малогумусний вилужений	важкосуглинковий
3. Баштанка	142	375	95 / 67	Чернозем південний малогумусний	легкоглинистий
4. Снігурівка	150	330	90 60/	Чорнозем південний	Пилуватий важкосуглинковий
5. Миколаїв	151 160	325 330	88 / 58 / 55	Чернозем південний	важкосуглинковий
6. Очаків	161 166	352 361	90 / 56 / 54	Чернозем звичайний	Середньо суглинковий
7. Березанка	141 149	396 328	92 / 65 / 62	Чорнозем південний	важкосуглинковий

4 ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА АГРОКЛІМАТИЧНІ РЕСУРСИ В МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Розрахунки зміни агрокліматичних ресурсів під впливом зміни клімату в Миколаївській області на 2050 рік виконувалися в межах виділених агрокліматичних районів (рис.1.4, табл.1.1) [1]. Насамперед була виконана ідентифікація гідрометеорологічних станцій. Встановлено, що перший агрокліматичний район характеризується даними трьох станцій – Первомайськ, Вознесенськ і Баштанка, другий район – Миколаїв і Снігурівка, а третій – Березанка і Очаків.

Здійснено розрахунки показників морозо- і заморозконебезпечності, ресурсів світла, тепла і вологиз в межах виділених агрокліматичних районів.

Надалі проводилися розрахунки температури й опадів за сценаріями зміни клімату *A1B*, *A2*, *RCP4.5* і *RCP8.5* з подальшим визначенням дат переходу температури повітря через 10 °С, тривалості теплого періоду (з температурами вище 10 °С, сум температур і фотосинтетично активної радіації та кількості опадів і величини ГТК Селянінова за цей період (табл. 4.1).

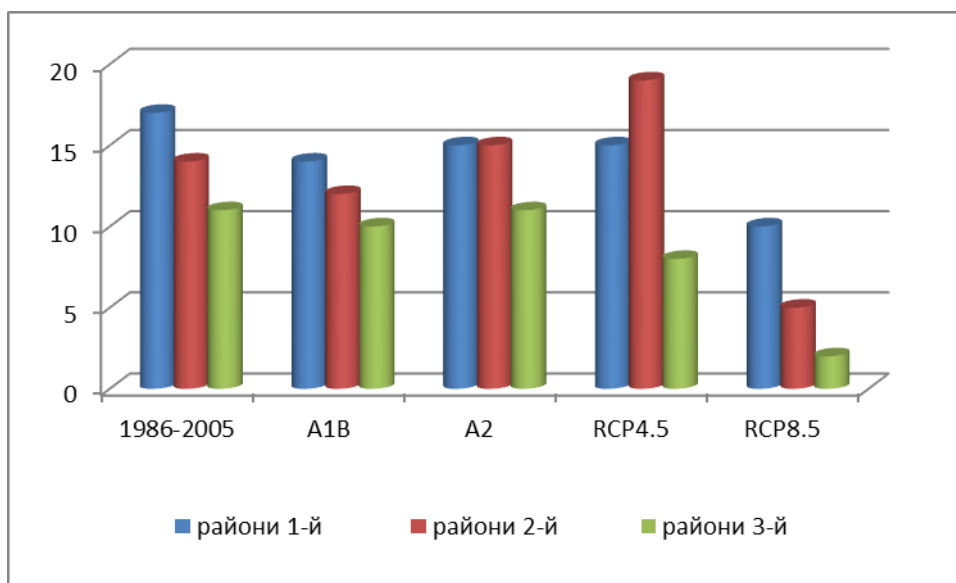
Наочно видно, що на 2050 рік найбільша різниця в датах переходу температури повітря через 10 °С весною відзначається в усіх агрокліматичних районах за сценарієм зміни клімату *RCP8.5*. Так в першому районі різниця порівняно із базовим періодом (1986-2005рр.) складає 7 діб, а в другому і третьому районах – 9 діб. За іншими сценаріями ця різниця не перевищує 2-4 доби, причому в бік більш ранніх дат (табл. 4.1, рис. 4.1а).

Таблиця 4.1 – Характеристика показників ресурсів тепла і вологи за теплий період ($T \geq 10 \text{ C}^\circ$) по агрокліматичним районам Миколаївської області за різними сценаріями зміни клімату на 2050 рік

Сценарії зміни клімату на 2021-2050р.	Агрокліматичні показники					
	Дати переходу температури повітря через 10 C°		Тривалість теплового періоду	Сума температур за теплий період	Кількість опадів за теплий період	ГТК
	весною	восени				
1. Високого рівня теплозабезпеченості, недостатнього зволоження						
Базовий період (1986-2005pp)	17.04	7.10	172	3301-3400	350-400	1,0-1,1
<i>A1B</i>	14.04	9.10	177	3401-3500	251-300	0.8-0.9
<i>A2</i>	15.04	11.10	178	3451-3450	301-350	0.7-0.8
<i>RCP4,5</i>	15.04	10.10	177	3401-3550	201-250	0.7-0.8
<i>RCP8,5</i>	10.04	14.10	186	3501-3600	161-200	0.5-0.6
2. Високого рівня теплозабезпеченості, посушливий						
Базовий період (1986-2005pp)	14.04	10.10	179	3301-3450	290-320	0,8-0,9
<i>A1B</i>	12.04	12.10	183	3401-3550	261-270	0.7-0.8
<i>A2</i>	15.04	11.10	178	3451-3500	281-300	0.6-0.7
<i>RCP4,5</i>	10.04	13.10	185	3401-3600	251-280	0.7-0.8
<i>RCP8,5</i>	5.04	17.10	194	3501-3700	151-180	0.5-0.6
3. Високого рівня теплозабезпеченості, дуже посушливий						
Базовий період (1986-2005pp)	11.04	18.10	189	3451-3550	250-280	0,7-0,8
<i>A1B</i>	10.04	21.10	194	3401-3500	251-300	0.6-0.7
<i>A2</i>	11.04	19.10	190	3451-3550	301-350	0.6-0.7
<i>RCP4,5</i>	8.04	22.10	196	3401-3650	221-250	0.5-0.6
<i>RCP8,5</i>	2.04	26.10	206	3501-3750	131-170	0.4-0.5

а)

Дати, квітень



б)

Дати, жовтень

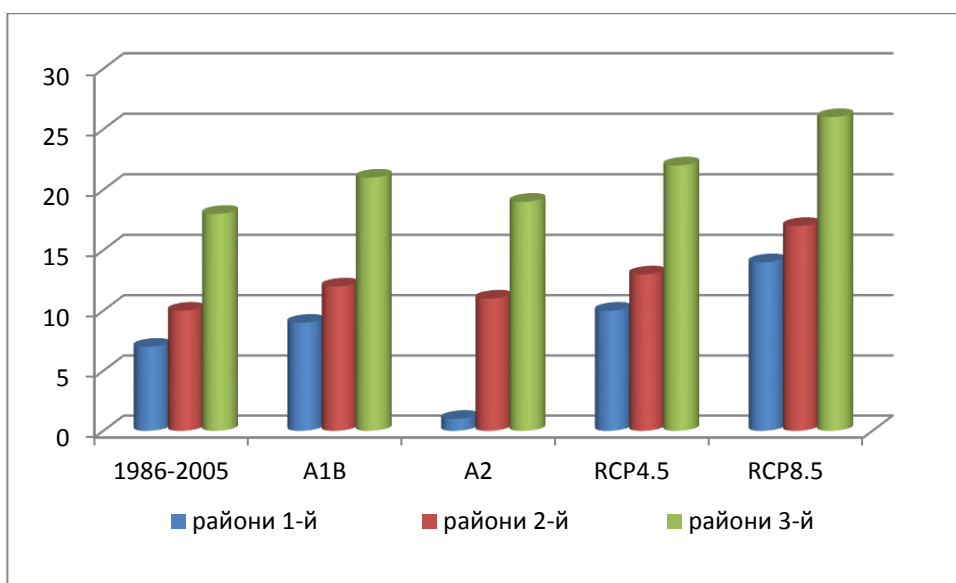


Рисунок 4.1 - Тенденція зміни дат переходу температур повітря через 10 °С весною (а) і восени (б) по агрокліматичним районам Миколаївської області на 2050 рік

Майже така ж тенденція відзначається і з датами переходу через 10 °С восени, тільки в бік більш пізніх дат (табл. 4.1, рис. 4.1б). Так, в першому і другому районах ця різниця складає 7 діб, а в третьому – 8 діб.

Тривалість теплового періоду збільшується на 5-7 діб в усіх районах за сценаріями А1В, А2 і RCP4.5і до 14-15 діб – за сценарієм RCP8.5 (табл. 4.1, рис. 4.2).

N, діб

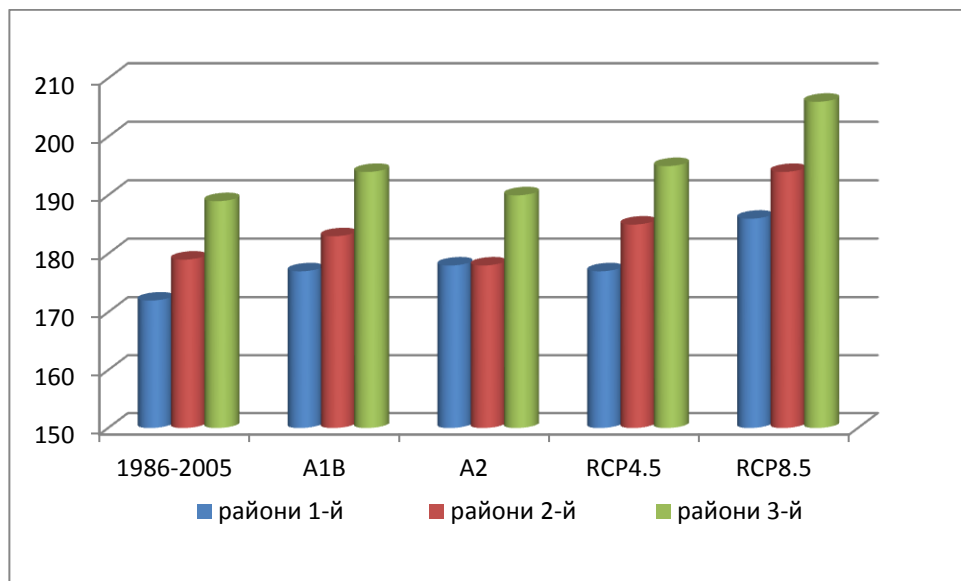


Рисунок 4.2 - Тенденція зміни тривалості теплового періоду по агрокліматичним районам Миколаївської області на 2050 рік

Така ж тенденція відзначається і за сумою температур за період з температурою вище 10 °С. Так, за сценаріями А1В, А2 і RCP4.5 сума температур збільшується до 3500-3600 °С в перших двох і до 3650 °С – в третьому, а за сценарієм RCP8.5 – до 3700-3750 °С. Різниця в сумах температур збільшується відповідно на 150-200 °С відповідно за сценаріями А1В, А2 і RCP4.5 і до 300-350 °С – за сценарієм RCP8.5 (табл. 4.1, рис. 4.3). Найбільше збільшення очікується в третьому агрокліматичному районі.

Сумма T, °C

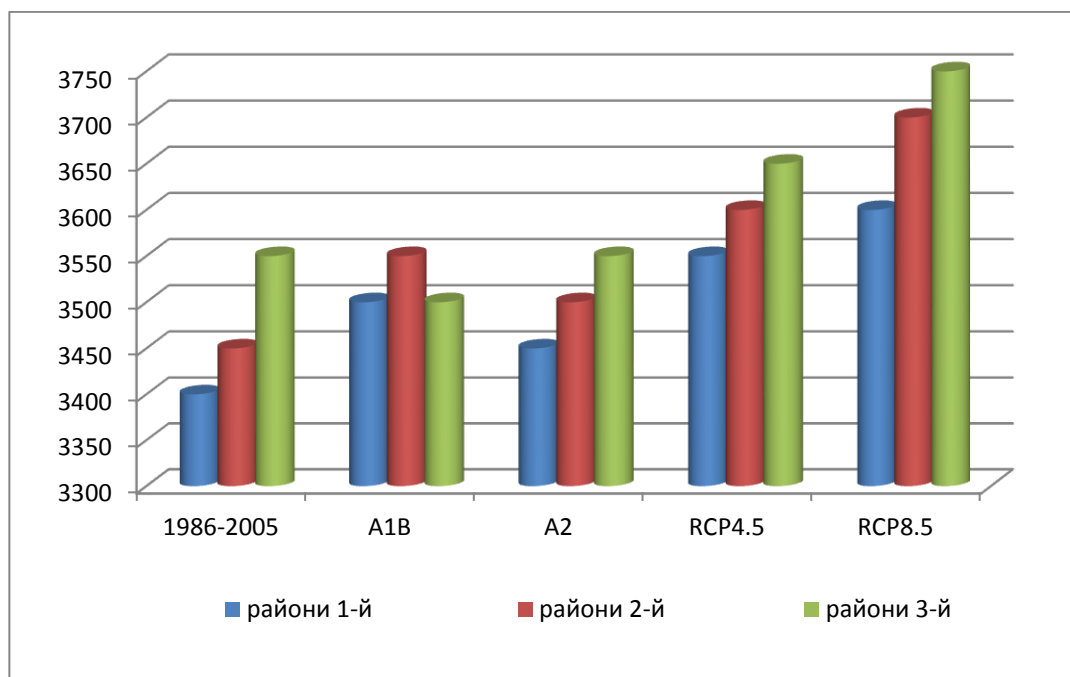


Рисунок 4.3 - Тенденція зміни суми температур за теплий період по агрокліматичним районам Миколаївської області на 2050 рік

Розрахунки показали, що на 2050 рік за сценаріями змін клімату очікується значне зменшення кількості опадів по усім агрокліматичним районам (табл. 4.1, рис. 4.4). Так, за сценаріями *A1B*, *A2*, *RCP4.5* і *RCP8.5* в першому агрокліматичному районі вони будуть на рівні 201-350 мм, в другому – 151-270 мм, а в третьому – 131-350 мм, порівняно із базовим періодом на рівні 350-400, 290-320 і 250-280 мм. Як і за іншими показниками найбільша різниця у кількості опадів відзначається за сценарієм *RCP8.5*.

Очікується за сценаріями зменшення і величин гідротермічного коефіцієнту Селянінова. Так в першому районі за сценаріями *A1B*, *A2*, *RCP4.5* і *RCP8.5* він становитиме 0,8-0,9, 0,7-0,8 і до 0,5-0,6, в другому – 0,5-0,8, а в третьому – 0,4-0,7 порівняно із базовим періодом відповідно 1,0-1.1, 0,8-0,9 і 0,7-0,8 (табл. 4.1).

Опади, мм

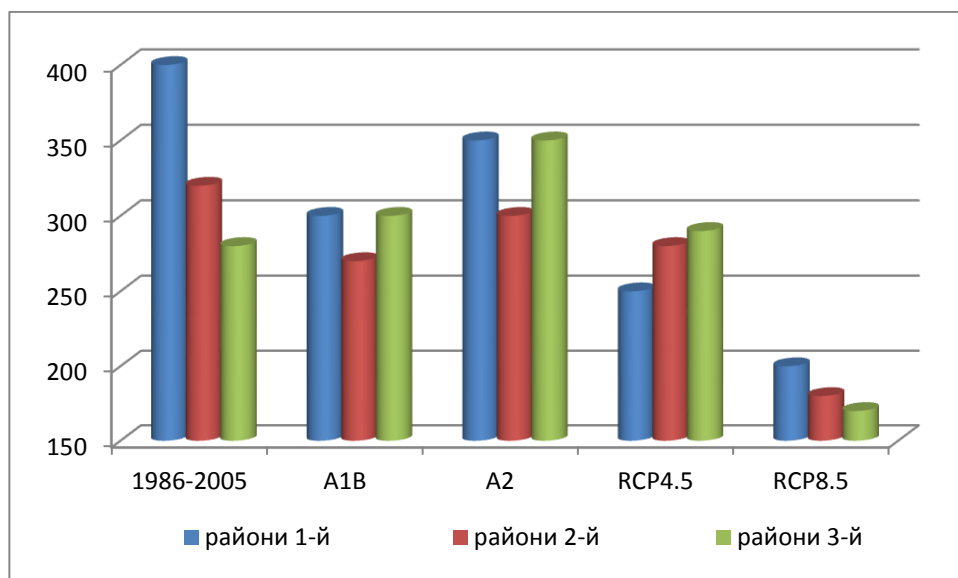


Рисунок 4.4 - Тенденція зміни кількості опадів за теплий період по агрокліматичним районам Миколаївської області на 2050 рік

5 ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЇВ ВИНОГРАДУ В МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

5.1 Характеристика біоекологічних показників винограду

Формування врожайності сільськогосподарських культур здійснюється під впливом агрокліматичних ресурсів територій, які поділяють на радіаційно-світлові, теплові ресурси і ресурси вологи. Сучасні методи дослідження в агрометеорології й агрокліматології базуються на застосуванні методів моделювання формування продуктивності сільськогосподарських культур. В основі цих методів лежать закономірності впливу окремих агрокліматичних показників та їх комплексів на процеси фотосинтетичної діяльності рослин [3-5].

В розділі 2 розглядалася модель агрокліматичної оцінки формування врожайності винограду. За концепцією Тоомінг Х.Г. рослинні спільноти спрямовані на досягнення своєї максимальної продуктивності, а лімітуючі фактори (нестача необхідної кількості світла, тепла і вологи) перешкоджає цьому. Стосовно до сільськогосподарських культур він пропонує розглядати потенційні (ПУ), дійсно можливі (ДМУ) врожаї і врожаї у виробництві (УВ). Дійсно можливі врожаї можна розглядати як кліматично можливі урожаї (КМУ), які були запропоновані [12], де в модифікованій моделі КМУ замість показника зволоження E/E_0 пропонується застосовувати показник зволоження $W_c/W_{нв}$.

Потенційний врожай визначається надходженням фотосинтетично активної радіації та генетичною можливістю використовувати цю радіацію для формування органічної речовини η . Проведені раніше дослідження [5] свідчать про слабе засвоєння виноградом фотосинтетично активної радіації на рівні 0,75 -1,25 % (η). Коефіцієнт господарської цінності

врожаю k_m , який визначається як відношення маси ягід винограду до маси усієї рослини за стандартної вологості ягід або вмістом води у ягодах винограду на рівні 75 % складає 2,5.

Важливим показником є також калорійність врожаю, або теплотвірна здатність одиниці врожаю культури. Відомо, що величина цього показника визначається, насамперед, вмістом у продукції азотних солей. У ягодах винограду в значній кількості міститься калій, марганець, фосфор та інші речовини. Вміст азотистих речовин погіршує якість виноградної продукції і при вирощуванні винограду виробники намагаються знизити цей вміст шляхом зменшення до мінімуму внесення азотних добрив в період генеративного розвитку рослин. В теперішній час та за даними Бондаренко С.Г. і його колег величина цього показника q не перевищує 18000 - 19000 КДж на кг і в середньому складає 18300 КДж на кг.

5.2 Вплив зміни клімату на зміну показників агрокліматичних ресурсів стосовно винограду

Одне із завдань роботи полягало у визначенні показників агрокліматичних ресурсів, які зумовлюють формування потенційних і кліматично можливих врожаїв.

Виконано розрахунки, за комплексом отриманих в попередньому розділі агрокліматичних показників, сум фотосинтетично активної радіації $\sum Q_f$ (ФАР) і відносного показника зволоження $W_c/W_{нв}$ та зміни цих за різними сценаріями змін клімату в межах виділених агрокліматичних районів на території Миколаївської області (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Тенденція зміни фотосинтетично активної радіації (ΣQ_f , МДж/м²) та умов зволоження ($W_c/W_{нв}$) за період вегетації винограду середніх строків стиглості по агрокліматичним районам Миколаївської області на 2050 рік за різними сценаріями

Агрокліматичні райони	Агрокліматичні показники (2050р.)				
	ΣQ_f , МДж/м ²				
	1986-2005рр.	<i>A1B</i>	<i>A2</i>	<i>RCP4.5</i>	<i>RCP8.5</i>
1.Високого рівня теплозабезпеченості, достатнього зволоження	1730	1760	1745	1750	1820
2.Високого рівня теплозабезпеченості, посушливий	1790	1820	1800	1840	1880
3.Високого рівня теплозабезпеченості, дуже посушливий	1800	1830	1840	1810	1850
$W_c/ W_{нв}$, відн.					
1.Високого рівня теплозабезпеченості, достатнього зволоження	0,70	0,59	0,60	0,58	0,55
2.Високого рівня теплозабезпеченості, посушливий	0,64	0,56	0,55	0,55	0,53
3.Високого рівня теплозабезпеченості, дуже посушливий	0,60	0,54	0,54	0,53	0,50

За результатами розрахунків виявлено, що сума фотосинтетично активної радіації за вегетаційний період винограду сортів середніх строків стиглості (від сокоруху до технічної стиглості) змінюється по агрокліматичним районам Миколаївської області за 1986-2005 рік в межах

1730-1800 МДж/м². За сценаріями зміни клімату A1B, A2, RCP4.5 і RCP8.5 сума фотосинтетично активної радіації в першому агрокліматичному районі на 2050 рік складає 1760, 1745, 1750 і 1820 МДж/м², в другому агрокліматичному – 1820, 1800, 1184 і 1880 МДж/м², і 1830, 1840, 1810 і 1850 МДж/м². Різниця у величині суми фотосинтетично активної радіації на 2050 рік по агрокліматичним районам порівняно із базовим періодом складає 90, 90 і 50 МДж/м².

Величина відносного показника зволоження W_c/W_{HB} по агрокліматичним районам складає 0,70, 0,64 і 0,60. За сценаріями зміни клімату A1B, A2, RCP4.5 і RCP8.5 цей показник складає 0,59, 0,60, 0,58 і 0,55 в першому районі, в другому і третьому агрокліматичних районах цей показник складає відповідно 0,56, 0,55, 0,55, 0,53 і 0,54, 0,54, 0,53, 0,50. Як і за іншими показниками агрокліматичних ресурсів найбільша різниця у величинах по усім агрокліматичним районах відзначається за розрахунками за сценаріями RCP8.5.

Отримані величини сум фотосинтетично активної радіації і показника зволоження використовуються для розрахунку потенційних і кліматично можливих врожаїв винограду по агрокліматичним районам Миколаївської області на 2050 рік.

5.3 Зміна потенційних і кліматично можливих врожаїв винограду під впливом зміни клімату

Раніше було виконано розрахунки потенційних і кліматично можливих врожаїв винограду в Миколаївській області за даними 70 метеорологічних станцій і коефіцієнтів використання ФАР на рівні 0,5 і 1% (табл. 5.2, рис. 5.1 і 5.2).

Таблиця 5.2 – Потенційні і кліматично можливі врожаї на території Миколаївської області

Метеостанції	ΣQ_f	ПУ, т/га		$\frac{W}{W_{HB}}$	КМУ, т/га	
		$\eta = 0,005$	$\eta = 0,01$		$\eta = 0,005$	$\eta = 0,01$
1.Первомайськ	1688	11,5	23,0	0,63	7,2	14,4
2.Вознесенськ	1776	12,1	28,2	0,56	7,0	14,0
3.Баштанка	1721	11,7	23,4	0,67	7,8	15,6
4.Снігурівка	1858	12,6	25,2	0,60	7,6	15,2
5.Миколаїв	1797	12,2	24,4	0,58	7,1	14,2
6.Очаків	1772	12,0	24,0	0,56	6,7	13,4
7.Березанка	1795	12,2	24,4	0,65	7,9	15,8

ПУ, ц/га

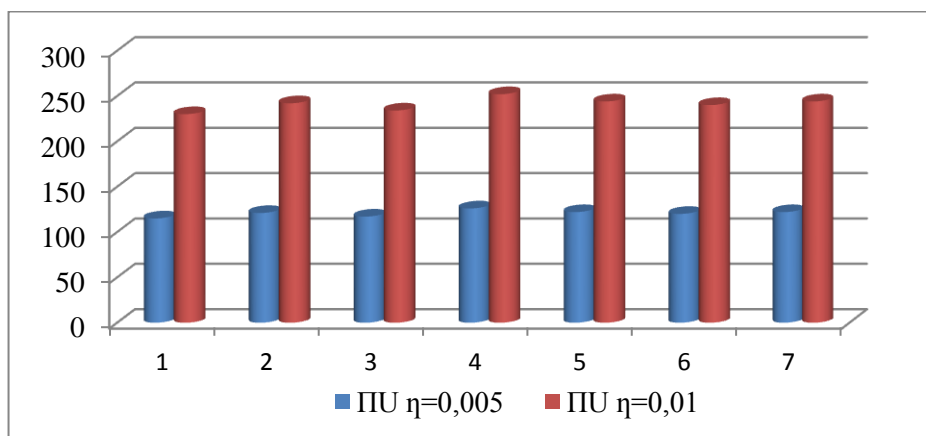


Рисунок 5.1 - Потенційні врожаї винограду за даними гідрометеорологічних станцій Миколаївської області. 1 – Первомайськ, 2 – Вознесенськ, 3 – Баштанка, 4 – Снігурівка, 5 – Миколаїв, 6 – Очаків, 7- Березанка.

КМУ, ц/га

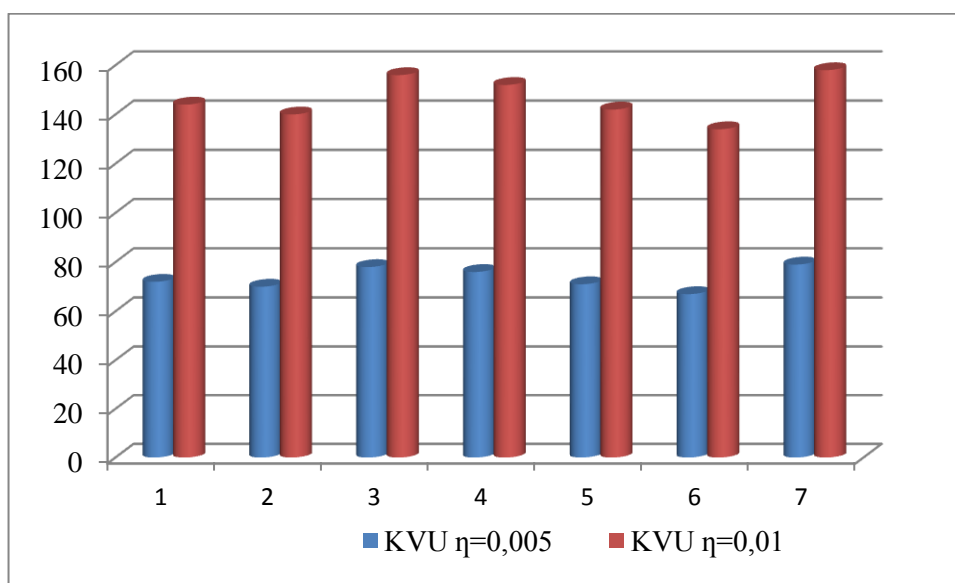


Рисунок 5.2 - Кліматично можливі врожаї за даними гідрометеорологічних станцій Миколаївської області. 1 – Первомайськ, 2 – Вознесенськ, 3 – Баштанка, 4 – Снігурівка, 5 – Миколаїв, 6 – Очаків, 7- Березанка.

Отримані результати свідчать, що закономірності просторової мінливості потенційних і кліматично можливих врожаїв винограду

відрізняється. Якщо розподіл потенційного врожаю по метеостанціям Миколаївської області чітко повторює закономірність просторового розподілу сум фотосинтетично активної радіації, то закономірності кліматично можливого врожаю має складніший характер. Ця закономірність пов'язана як з особливостями розподілу сум фотосинтетично активної радіації, так і показника зволоження території як відношення середніх запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту до величини найменшої польової вологоємності в цьому ж шарі ґрунту. На просторовий розподіл величин другого показника значний вплив чинить тип і гранулометричний склад ґрунту (табл. 4.1).

Різниця між потенційним і кліматично можливим врожаєм складає по метеостанціям досліджуваної території за η на рівні 0,5% від 39 до 53 ц/га, а на рівні 1,0 % - від 51 до 106 ц/га. Максимальна різниця між цими врожаєми за η на рівні 0,5% становить 53 ц/га, а за η на рівні 1,0 % - 106 ц/га і відзначається на метеостанціях Очаків і Березанка, а мінімальна – на метеостанції Баштанка.

Виконані розрахунки дозволили отримати нові дані з урожайності винограду за агрокліматичними умовами. Треба відмітити, що максимальні потенційні врожаї відзначаються на гідрометеорологічних станціях, де можливі несприятливі умови – ймовірність пошкодження винограду взимку і в період весняних та осінніх заморозків. Максимальні кліматично можливі врожаї відзначаються на гідрометеорологічній станції Березанка, де несприятливі агрокліматичні умови взимку і в перехідні сезони незначні.

Надалі виконано розрахунки потенційних (ПУ) і кліматично можливих (КМУ) урожаїв винограду сортів середніх строків стиглості в межах виділених агрокліматичних районів на 2050 рік за сценаріїв зміни клімату *A1B*, *A2*, *RCP4.5* і *RCP8.5* (табл. 5.3). Виявлено, що потенційні врожаї в межах першого і третього району зростуть у 2050 році, порівняно з базовим періодом, на 0,1-0,5 т/га, а в другому районі – на 0,9 т/га за

сценарієм з *RCP8.5*. За іншими сценаріями (*A1B*, *A2*, *RCP4.5*) відзначається незначне зростання ПУ (табл. 5.2, рис. 5.3а).

Таким чином на 2050 рік в Миколаївській області можна очікувати, що потенційних врожай винограду сортів середніх строків стиглості дещо підвищиться, що пов'язано із збільшення вегетаційного періоду і фотосинтетично активної радіації і буде становити 18,2 – 18,8 т/га.

Кліматично можливий врожай винограду по території Миколаївської області майже в два рази нижчий, ніж потенціальний. При цьому значно більша різниця в кліматично можливих врожаях як по агрокліматичним районам області, так і за різними сценаріями зміни клімату (табл. 5.2, рис. 5.3б). Порівняно із базовим періодом найбільша різниця відмічається в першому агрокліматичному районі за сценаріє *A2* і складає 3,3 т/га. По іншим районам і за сценаріями *A1B*, *RCP4.5* і *RCP8.5* різниця досягає 1,5 – 2,3 т/га.

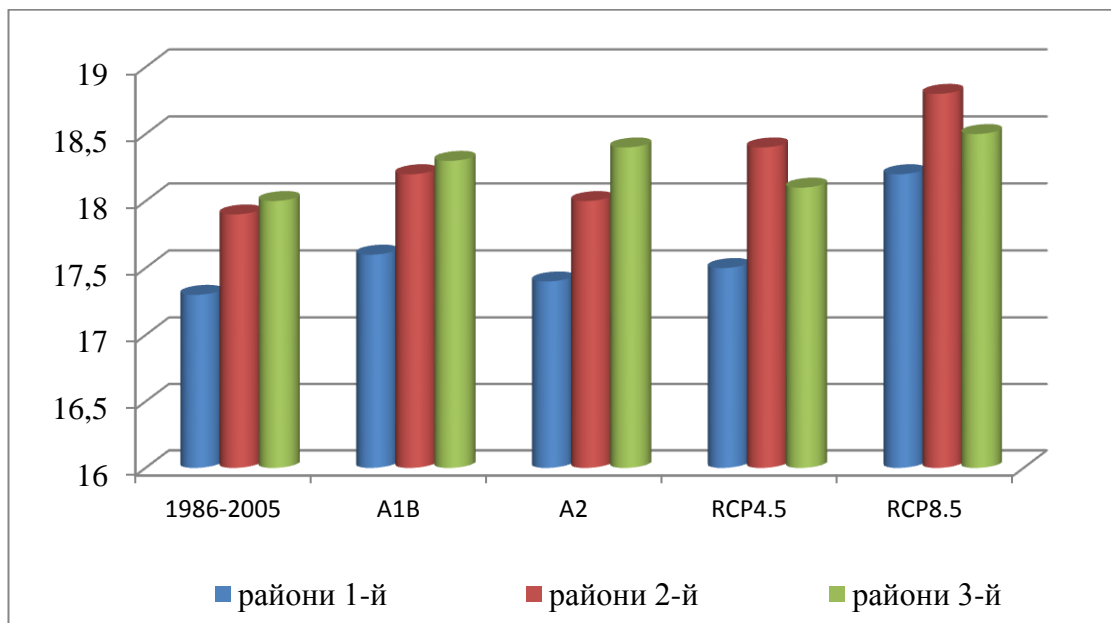
Представляє інтерес тенденція зміни сприятливості клімату, яка визначається за відношенням кліматично можливого і потенційного врожаїв. За виконаними розрахунками за величині коефіцієнту сприятливості кліматк Кспр в агрокліматичних района області за базовий період (1986-2005рр.) на рівні з півночі на південь від 0,70 до 0,60, за вказаними сценаріями на 2050 рік цей коефіцієнт буде знижуватися до 0,6-0,50 (табл. 5.4, рис. 5.4). Найбільше погіршення умов буде відмічатися в першому агрокліматичному районі за сценаріями *A2* і *RCP8.5*.

Таблиця 5.3 – Тенденція зміни потенційного (ПУ) і кліматично можливого (КМУ) врожаю винограду середніх строків стиглості по агрокліматичним районам Миколаївської області області на 2050 рік за різними сценаріями

Агрокліматичні райони	Агрокліматичні (2050р.)				
	<i>ПУ, т/га</i>				
	1986-2005рр.	<i>A1B</i>	<i>A2</i>	<i>RCP4.5</i>	<i>RCP8.5</i>
1.Високого рівня теплозабезпеченості, достатнього зволоження	17,3	17,6	17,4	17,5	18,2
2.Високого рівня теплозабезпеченості, посушливий	17,9	18,2	18,0	18,4	18,8
3.Високого рівня теплозабезпеченості, дуже посушливий	18,0	18,3	18,4	18,1	18,5
<i>КМУ, т/га</i>					
1.Високого рівня теплозабезпеченості, достатнього зволоження	12,1	8,8	10,4	10,2	10,0
2.Високого рівня теплозабезпеченості, посушливий	11,5	10,2	9,9	10,0	10,0
3.Високого рівня теплозабезпеченості, дуже посушливий	10,8	9,9	9,9	9,6	9,2

ПУ, т/га

а)



КМУ, т/га

б)

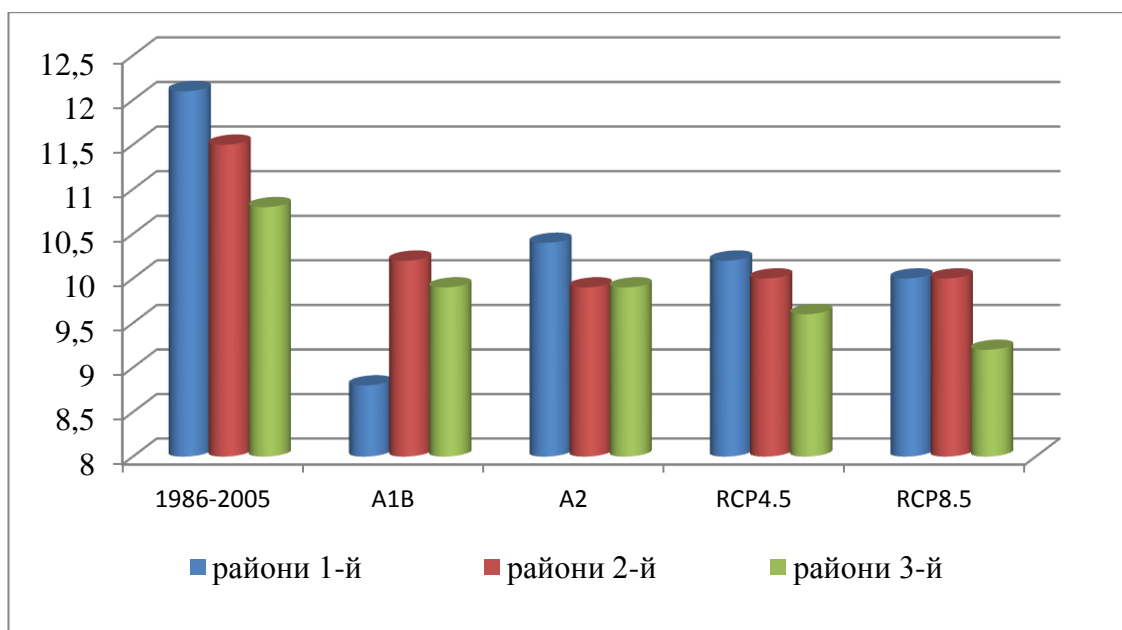


Рисунок 5.3 - Тенденція зміни потенційного (а) і кліматично можливого врожаю (б) врожаю винограду середніх строків стиглості по грокліматичним районам Миколаївської області області на 2050 рік за різними сценаріями

Таблиця 5.4 – Тенденція зміни сприятливаості агрокліматичних умов стосовно винограду середніх строків стиглості по агрокліматичним районам Миколаївської області області на 2050 рік за різними сценаріями

Агрокліматичні райони	Агрокліматичні показники (2050р.).				
	1986-2005рр.	<i>A1B</i>	<i>A2</i>	<i>RCP4.5</i>	<i>RCP8.5</i>
Кспр, відн.					
1.Високого рівня теплозабезпеченості, достатнього зволоження	0.70	0,50	0,60	0,58	0,55
2.Високого рівня теплозабезпеченості, посушливий	0,64	0,56	0,55	0,54	0,53
3.Високого рівня теплозабезпеченості, дуже посушливий	0,60	0,54	0,54	0,53	0,50

Кспр., відн.вел.

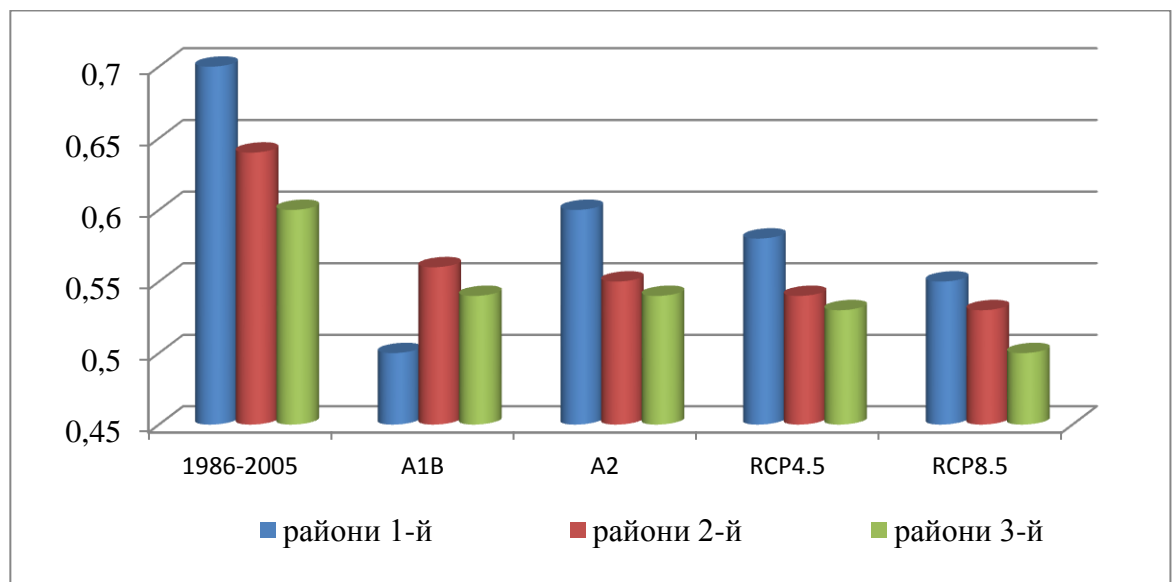


Рисунок 5.4 - Сприятливість клімату винограду по агрокліматичним районам Миколаївської області на 2050 рік

ВИСНОВКИ

Внаслідок проведених досліджень отримано нові дані з оцінки зміни агрокліматичних умов формування врожаїв винограду на території Миколаївської області України під впливом зміни клімату.

1. Миколаївська область розташована на Півдні України і входить в Північностепову і Середньостепову підзону Степовлі зони України. Природні умови на території області відрізняються за типом рельєфу, ґрунтовим покривом і кліматичними умовами, але цілком придатні для сільськогосподарського виробництва.

2. Загальні кліматичні умови цілком сприятливі для теплолюбної групи сільськогосподарських культур, в тому числі, для винограду. В Північній і Центральній частині області відзначається континентальний тип клімату зі слабкою посушливістю в період вегетації винограду. В Південній частині області можна відзначити прояви морського типу клімату.

3. За комплексом агрокліматичних умов на території Миколаївської області виділено три агрокліматичні райони, які відрізняються за ресурсами тепла (високої теплозабезпеченості), а, особливо, за ресурсами вологи – достатнього зволоження, посушливого і дуже посушливого.

4. Виноград – це теплолюбна багаторічна культура з високими вимогами до агрокліматичних умов. Особливо великий вплив на виноград чинять умови зимового періоду, перехідних сезонів, а в літній період – ресурси світла, тепла і вологи.

5. Ймовірність пошкодження винограду взимку може досягати в північних районах 70-80%, а в південних і центральних районах імовірність не перевищує відповідно 10-20 %. Найбільшої шкоди заморозки наносять винограду весною в фазу набухання і розпускання бруньок, а восени – в період повної стиглості. Тривалість беззаморозкового періоду по території області коливається від 184 до 187 діб, а в окремі роки – 154 до 198 діб.

Ймовірність пошкодження винограду заморозками може досягати 50-60%. В період повного дозрівання заморозки небезпечні для пізньостиглих сортів, проте ймовірність пошкодження винограду не перевищує 10-20%.

6. Тривалість теплого періоду, яка майже співпадає з вегетаційним періодом винограду і коливається по території області, в середньому багаторічному, від 186 до 191 доби. В окремі роки тривалість періоду може як знижуватися до 163-167 діб, так і збільшуватися до 206-219 доби. Середні температури повітря за теплий період змінюються по території області від 9,6 до 23,4 °С. Максимальні температури відзначалися на метеостанціях Снігурівка і Миколаїв, а найменші – на метеостанції Первомайськ. Середньобагаторічні суми температури за теплий період коливалися по території від 3255 °С на метеостанції Первомайськ до 3540 °С на метеостанції Снігурівка. Різниця сум температур по території Миколаївської області складає 285 °С .

7. Кількість опадів за теплий період по території області, в середньому за 1986-2005 роки, змінюється від 253 мм на метеостанції Очаків до 398 мм – на метеостанції Первомайськ. В окремі роки кількість опадів за теплий період може як зростати до 453-587 мм, так і зменшуватися до 137-215 мм. В холодний період кількість опадів майже в два рази менше, ніж за теплий період і складає від 138 – 180 мм на півдні області до 180 - 254 мм – в північних районах. В окремі роки можливе збільшення кількості зимових опадів до 187-254 мм і зменшення до 42-104 мм.

8. У відсотках від найменшої польової вологоємності запаси вологи у ґрунті значно менші від оптимальних і становлять по території області 54 - 67 % НВ. Максимальні величини показника запасів вологи у відсотках від НВ відзначаються на чорноземах важкосуглинкових, а найнижчі – на чорноземах південних легко глинистих.

9. При виконанні розрахунків потенційних і кліматично можливих врожаїв сільськогосподарських культур використовується модель, якій притаманне врахування комплексу біометричних і екологічних властивостей

сільськогосподарських культур та особливостей агрокліматичних умов. Останні, значною мірою, визначаються типом підстильної поверхні та розмаїттям ґрунтового покриву.

10. Вплив змін клімату на агрокліматичні ресурси і потенційні та кліматично можливі врожаї визначається за сценаріями зміни клімату, які враховують різний рівень антропогенного фактору. В роботі застосовувалися 4 сценарії зміни клімату - *A1B*, *A2*, *RCP4.5* і *RCP8.5*.

11. За результатами розрахунків виявлено, що сума фотосинтетично активної радіації за вегетаційний період винограду сортів середніх строків стиглості (від сокоруху до технічної стиглості) змінюється по агрокліматичним районам Миколаївської області за 1986-2005 рік в межах 1730-1800 МДж/м². За сценаріями зміни клімату *A1B*, *A2*, *RCP4.5* і *RCP8.5* сума фотосинтетично активної радіації в першому агрокліматичному районі на 2050 рік складає 1760, 1745, 1750 і 1820 МДж/м², в другому агрокліматичному – 1820, 1800, 1184 і 1880 МДж/м², і 1830, 1840, 1810 і 1850 МДж/м². Різниця у величині суми фотосинтетично активної радіації на 2050 рік по агрокліматичним районам порівняно із базовим періодом складає 90, 90 і 50 МДж/м².

12. Величина відносного показника зволоження W_c/W_{NB} по агрокліматичним районам складає 0,70, 0,64 і 0,60. За сценаріями зміни клімату *A1B*, *A2*, *RCP4.5* і *RCP8.5* цей показник складає 0,59, 0,60, 0,58 і 0,55 в першому районі, в другому і третьому агрокліматичних районах цей показник складає відповідно 0,56, 0,55, 0,55, 0,53 і 0,54, 0,54, 0,53, 0,50. Як і за іншими показниками агрокліматичних ресурсів найбільша різниця у величинах по усім агрокліматичним районах відзначається за розрахунками за сценаріями *RCP8.5*.

13. За результатами розрахунків встановлено, що потенційні врожаї в межах першого і третього району зростуть у 2050 році, порівняно з базовим періодом, на 0,1-0,5 т/га, а в другому районі – на 0,9 т/га за сценарієм з *RCP8.5*. За іншими сценаріями (*A1B*, *A2*, *RCP4.5*) відзначається незначне

зростання ПУ. На 2050 рік в Миколаївській області можна очікувати, що потенційних врожай винограду сортів середніх строків стиглості дещо підвищиться, що пов'язано із збільшення вегетаційного періоду і фотосинтетично активної радіації і буде становити 18,2 – 18,8 т/га.

14. Кліматично можливий врожай винограду по території Миколаївської області майже в два рази нижчий, ніж потенціальний. При цьому значно більша різниця в кліматично можливих врожаях як по агрокліматичним районам області, так і за різними сценаріями зміни клімату. Порівняно із базовим періодом найбільша різниця відмічається в першому агрокліматичному районі за сценаріє *A2* і складає 3,3 т/га. По інших районах і за сценаріями *A1B*, *RCP4.5* і *RCP8.5* різниця досягає 1,5 – 2,3 т/га.

15. Тенденція зміни сприятливості клімату, яка визначається за відношенням кліматично можливого і потенційного врожаїв. За виконаними розрахунками величини коефіцієнту сприятливості клімату $K_{спр}$ в агрокліматичних района області за базовий період (1986-2005рр.) зміюється з півночі на південь від 0,70 до 0,60, а за вказаними сценаріями на 2050 рік цей коефіцієнт буде знижуватися до 0,6-0,50. Найбільше погіршення умов буде відмічатися в першому агрокліматичному районі за сценаріями *A2* і *RCP8.5*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрокліматичний довідник по Миколаївській області (1986-2005) / М-во надзвичайних ситуацій України; Одеський обласний центр з гідрометеорології; за ред. Л. М. Дуранік, Т.І. Адаменко. Одеса: Астропринт, 2011. 198 с.
2. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко. Кам'янець-Подільський, 2011. 108 с.
3. Амирджанов А.Г. Солнечная радиация и продуктивность винограда. Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. 210 с.
4. Амирджанов А.Г. Методы оценки продуктивности виноградов с основами программирования урожаев. Кишинев: Штиинца, 1992. 176 с
5. Ампелографический атлас сортов и форм винограда селекции Национального научного центра «Институт виноградарства и виноделия им. В.Е. Таирова». Киев: Аграрна наука. 2014. 136 с.
6. Білик А.С., Ляшенко Г.В. Вплив зміни клімату на формування врожайності винограду в Миколаївській області України. Збірник тез за матеріалами XVI наукової конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету, 26-30 квітня 2021р. Одеса: ОДЕКУ, 2021. С. 12-13.
7. Виноградарство /под. ред. М. О. Дудника. Киев: Урожай, 1999. 288 с.
8. Виноградарство Северного Причерноморья. Монография / под. ред. чл. - корр. НААН Украины Власова В.В. Одесса, 2009. 216 с.
9. Давитая Ф.Ф. Климатические зоны винограда в СССР. Москва: Пищепромиздат, 1948. 192 с.
10. Давитая Ф.Ф. Исследование климатов винограда в СССР и обоснование их практического исследования. Москва-Ленинград, 1952. 321 с.
11. Краковська С.В., Паламарчук Л.В., Шедеменко І.П., Дюкель Г.О., Гнатюк Н.В. Верифікація даних світового кліматичного центру (CRU) та

регіональної моделі клімату (РЕМО) щодо прогнозу приземної температури повітря за контрольний період 1961-1990 рр. Наукові праці УкрНДГМІ. 2008. № 257. С. 42-60.

12. Ляшенко Г.В. Агроклиматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур в Украине: монография. Одесса: ННЦ ИВиВ им. Таирова НААНУ, 2011. 249 с.

13. Ляшенко Г.В. Практикум з агрокліматології: навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2014. 150 с.

14. Ляшенко Г.В. Жигайло Т.С. Применение метода математического моделирования для исследования фотосинтетической деятельности винограда на примере сортов Рубин Таировский и Загрей. *Темат. наук. зб. Виноградарство і виноробство*. Одеса. 2012. Вип. 49. С. 125-128.

15. Ляшенко Г. В., Жигайло Т.С. Моделирование влияния изменения климата на продуктивность технических сортов винограда в Северном Причерноморье. *Український гідрометеорологічний журнал*. Одеса, 2014. Вип. 14. С. 12-22.

16. Ляшенко Г. В., Жигайло Т.С. Оцінка впливу зміни агрокліматичних умов на формування продуктивності технічних сортів винограду в Північному Причорномор'ї. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. Одеса, 2014. Вип. 18. С. 93-101.

17. Ляшенко Г.В., Білик А.С. Вплив зміни клімату на формування врожайності винограду в Миколаївській області України. Збірник тез за матеріалами XVI наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 26-30 квітня, Одеса: ОДЕКУ, 2021. С. 12-13.

18. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем / под ред. С. М. Семенова. М., 2012. 511 с.

19. Мищенко З.А. Агроклиматология: учебник. Киев: КНТ, 2009. 512 с.

20. Мищенко З.А., Кирнасовская Н.В. Агроклиматические ресурсы и урожай. Монография. Одесса: ТЕС, 2013. 229 с.

21. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса: Екологія, 2011. 694 с.
22. Последствия изменения климата для России. Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата. Пределы изменений / Ю. А. Израэль, Ю. А. Антохин и др. Москва: Наука, 2001. С. 40-64.
23. Стоев К. Физиология винограда и основы его возделывания / под ред. акад. К. Стоева. София: Издат Болг. АН, 1981. Т. 1. 332 с.
24. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. 264 с.
25. Турманидзе Т.И. Климат и урожай винограда. Ленинград: Гидрометеиздат, 1981. 223 с.
26. Фурса Д.И. Погода, орошение и продуктивность винограда. Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. 199 с.
27. Bindi, M., Fibbi, L., Gozzini, B., Orlandini, S., Miglietta, F. Modelling the impact of future climate scenarios on yield and yield variability of grapevine. *Climate Research*, 1996.7:213-224. Cahill, K.N., 2.
28. Bindi M, Gozzini B. and ot. Modelling the ipact of climat scenarios on yield variability of grapevine / Proc. Intern. Symp.on applied agrometeorology. Volos, Greece, 1996. P.213-224.
29. Christensen J. H., B. Hewitson, A. Busuioc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R. K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magaña Rueda, L. Mearns, C. G. Menéndez, J. Räisänen, A. Rinke, A. Sarr, P. Whetton. Regional Climate Projections. *In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of WG I to the Fourth Assessment Report of the IPCC* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. 94 p. (Eds: Solomon S. D., Qin M., Manning Z., Chen M., Marquis K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller).
30. De Orduna, R.M. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International*. 2010. 43:1844-1855.

31. Garcia de Cortazar Atauri, I. Adaptation of crop model STICS to the grapevine (*Vitis vinifera* L.). Use for an impact study of the climatic change on the scale of France. (Doctoral dissertation, Montpellier, ENSAM). 2006.
32. Jacob D., B. JJ .M. Van den Hurk, U. Andre, G. Elgered, C. Fortelius, L. P. Graham, S. D. Jackson, U. Karstens, Chr. Kopken, R. Lindau, R. Podzun, B. Rockel, F. Rubel, B. H. Sass, R. N. B. Smith, X. Yang. A comprehensive model inter-comparison study investigating the water budget during the BALTEX-PIDCAP period. *Meteor. Atm.*, 2001, no. 77, pp. 61-73.
33. Jones, G.V., Webb, L.B. Climate change, viticulture, and wine: challenges and opportunities. *Journal of Wine Research*. 2010. 21:103-106.
34. Lobell, D.B., Field, C.B., Bonfils, C., Hayhoe, K. Modeling climate change impacts on wine grape yields and quality in California. *Seminare: Réchauffement climatique, quels impacts probables sur les vignobles*. 2007. Pp:28-30.
35. Lobell, D.B., Field, C.B., Cahill, K.N., Bonfils, C. Impacts of future climate change on California perennial crop yields: Model projections with climate and crop uncertainties. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2006, 141:208-218.
36. Monsi, M., Saeki, T. Uber den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung fur die Stoffproduktion. *Japanes Journal of Botany*. 1953. 14:22-52.
37. Roeckner E., K. Arpe, L. Bengtsson, M. Cristoph, M. Claussen, L. Dumenil, M. Esch, U. Schlese, U. Schulzweida. The atmospheric general circulation model ECHAM4: Model description and simulation of present-day climate. Max-Planck-Institute fur Meteorologie, Report. 1996, no. 218.
38. Romero, P., Fernández-Fernández, J., Bravo-Cantero, A., Ayala, M., Botía, P. Climate influences on yield, berry and wine quality in Monastrell wine grapes in a warm winegrowing region (Jumilla Area, SE Spain). *Geoinformatics and Geostatics Overview*. 2016.
39. Santos, J.A., Malheiro, A.C., Karremann, M.K., Pinto, J.G. Statistical modelling of grapevine yield in the Port Wine region under present and future

climate conditions. *International Journal of Biometeorology*. 2011. 55:119-131.

40. Sirnik, I., Quénot, H., Jiménez-Bello, M.Á., Manzano, J., Le Roux, R. (2018). Viticulture under climate change impact: future climate and irrigation modelling. In *E3S Web of Conferences*, 50:01041.

41. Zhygailo T. Simulation modeling of productivity in the climat change/ *European applied science stuttgart: ort publishing*. 2014. №11. P. 69-71.