

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

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра агрометеорології та
агрометеорологічних прогнозів

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **Агрокліматична оцінка впливу кліматичних змін на
урожайність винограду в Середньостеповій підзоні України**

Виконав студент 2 курсу групи МНЗ-61а
спеціальності 103 «Науки про Землю»,
(шифр і назва)

Освітня програма Агрометеорологія
(назва)

Вишневський Олександр Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник д.геогр.н., професор

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

Консультант _____ - _____

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

Рецензент д.геогр.н., професор

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

Одеса 2018 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра агрометеорологія та агрометеорологічних прогнозів
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Агрометеорологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри агрометеорології
та агрометеорологічних прогнозів
Польовий А.М.
“ 26 ” березня 2018 року

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

Вишневському Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Агрокліматична оцінка впливу кліматичних змін на урожайність винограду в Середньостеповій підзоні України
керівник роботи Ляшенко Галина Віталіївна, д.геогр.н., професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 2 » листопада 2017 року № 321-С

2. Строк подання студентом роботи 01 червня 2018 року

3. Вихідні дані до роботи середньо багаторічні дані про тривалість сонячного сяйва, середні, мінімальні і максимальні температури повітря, кількість опадів, величини найменшої польової вологоємності, фенологічні дати винограду, запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз фізико-географічних і агрокліматичних умов Середньостепової підзони, вивчення методів моделювання формування продуктивності сільськогосподарських культур і винограду, характеристика поширених сценаріїв зміни клімату, розрахунки агрокліматичних умов формування продуктивності винограду в сучасних умовах і у зв'язку із зміною клімату

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Графіки динаміки площі листової поверхні і динаміки формування біомаси сортів винограду середніх і пізніх строків стиглості по метеостанціям Середньостепової підзони України за базовий період (1986-2005pp) і на періоди 2011-2030 та 2031-2050 pp.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 26 березня 2018 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання	26.03.2018 р.	-	-
2	Робота над аналізом фізико-географічних і агрокліматичних умов в Середньостепової підзони. Вивчення методів моделювання продуктивності сільськогосподарських культур та винограду	26.03.2018 – 05.04.2018р.	89	4(добре)
3	Збір інформації з даних по агрокліматичним ресурсам на території Середньостепової підзони	06.04.2018 – 10.04 2018р.	90	5 (відмінно)
4	Виконання розрахунків формування продуктивності винограду в Середньостепової підзони в сучасних умовах (1985-2005рр.)	11.04.2018-20.04 2018р.	91	5 (відмінно)
5	Ознайомлення з поширеними сценаріями зміни клімату. Здійснення розрахунків впливу агрокліматичних умов на формування продуктивності винограду на 2011-2030 і 2031-2050рр. за сценаріями А2	21.04.2018-30.05 2018р.	90	5 (відмінно)
	Рубіжна атестація	30.04.2018-06.05.2018 р.	90	5(відмінно)
6	Здійснення розрахунків впливу агрокліматичних умов на формування продуктивності винограду на 2011-2030 і 2031-2050рр. за сценаріями А1В	07.05.2018-15.05.2018р.	89	4 (добре)
7	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.	16.05.2018-25.05.2018р.	91	5 (відмінно)
8	Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи і презентаційного матеріалу до публічного захисту	26.05.2018-01.06.2018р.	90	5 (відмінно)
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	90	5 (відмінно)

Студент _____ Вишневський О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник роботи _____ Ляшенко Г.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Вишневецький О.В. Агрокліматична оцінка впливу кліматичних змін на урожайність винограду в Середньостеповій підзоні України.

Метою кваліфікаційної роботи є агрокліматична оцінка впливу змін клімату на врожайність винограду в Середньостеповій підзоні України. Об'єкт дослідження – врожайність винограду, предмет дослідження – вплив змін клімату на агрокліматичні умови формування врожайності винограду на території Середньостепової підзони України.

Дослідження виконуються за даними метеорологічних станцій Одеської, Миколаївської і Херсонської областей період 1986-2005рр. із застосуванням методів агрокліматичних розрахунків та моделювання формування продуктивності сільськогосподарських культур.

В роботі аналізуються загальні природні та агрокліматичні умови території, еколого-технологічна характеристика різних сортів винограду та характеристика поширених сценаріїв зміни клімату. Проводяться розрахунки показників агрокліматичних умов, показників фотосинтетичної діяльності винограду й врожайності винограду за різних погодних умов в базовий період (1986-2005рр.). Виконано агрокліматичну оцінку впливу змін клімату за сценаріями А1В і А2 на врожайність технічних сортів винограду пізніх строків дозрівання на 2011-2030 і 2031-2050рр.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: агрокліматичні умови, виноград, врожайність, зміна клімату, Середньостепова підзона.

Обсяг 101 стор., рис. 13, табл. 11, бібліогр. 56 найменувань

SUMMARY

Vishnevskiy O.V. **Agroclimatic assessment of the impact of climate change on the yield of grapes in the Median steppe subzones of Ukraine.**

The aim of the work is agroklimatechna assessment of the impact of climate change on yields of grapes in the the Median steppe subzones of Ukraine.

Object of research is the yield of grapes, the subject of research is the impact of climate change on agroclimatic conditions of formation of the yield of grapes on the territory of the Median steppe subzones of Ukraine.

A study performed by the data of meteorological stations of Odessa, Nikolaev and Kherson regions during 1986-2005. with the use of methods of agroclimatic calculations and modelling the formation of productivity of agricultural crops.

The work analyses the common natural and agroclimatic conditions of the territory, ecological and technological characteristics of different grape varieties and characteristics of common sce

narios of climate change.

Are the calculations of indicators of agroclimatic conditions, indicators of fotosintetiq activity of grapes and harvest grapes under different weather conditions in the base period (1986-2005). Agroclimatic completed assessment of climate change for the scenarios A2 and A1V to yield technical varieties of grapes of late terms of maturing on 2011-2030 and 2031-2050.

KEYWORDS: agroclimatic conditions, grape, yields, climate change, the Median steppe subzones

The amount of 101 page, rice 13, tabl. 11, 56 refs. Items.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ЗАГАЛЬНІ ПРИРОДНІ УМОВИ СЕРЕДНЬОСТЕПОВОЇ ПІДЗОНИ УКРАЇНИ.....	9
1.1 Загальні фізико-географічні умови.....	9
1.2 Характеристика рельєфу і гідрологічних умов.....	10
1.3 Характеристика ґрунтового покриву.....	14
2 АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ СЕРЕДНЬОСТЕПОВОЇ ПІДЗОНИ УКРАЇНИ.....	18
3 ЕКОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИНОГРАДУ.....	25
3.1 Ботанічна характеристика винограду.....	26
3.2 Екологічні властивості винограду.....	35
4 АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЇВ ВИНОГРАДУ В СЕРЕДНЬОСТЕПОВІЙ ПІДЗОНІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	51
4.1 Модель формування продуктивності винограду.....	51
4.2 Агрокліматичні умови в період вегетації винограду.....	63
4.3 Просторовий розподіл показників фотосинтетичної діяльності та врожайності винограду.....	66
5 ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ВИНОГРАДУ В СЕРЕДНЬОСТЕПОВІЙ ПІДЗОНІ.....	72

5.1	Характеристика сценаріїв зміни клімату.....	72
5.2	Оцінка зміни агрокліматичних умов вирощування винограду в зв'язку із зміною клімату.....	77
5.3	Моделювання впливу зміни клімату на продуктивність винограду.....	85
	ВИСНОВКИ.....	92
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	96

ВСТУП

Виноград є висококалорійним продуктом. В 1кг винограду в залежності від цукристості міститься від 700 до 1200 кал. За підрахунками експертів, 1 кг винограду з середньою цукристістю 17%, може дати організму людини близько 13 % кількості калорій його денного раціону. Глюкоза і фруктоза винограду легко засвоюються організмом людини і дуже швидко включаються в обмін речовин. У ньому також міститься значна кількість мінеральних солей, вітамінів, органічних кислот, пектинових речовин. Завдяки цьому цінному складу виноград знаходить значне застосування в якості лікувального засобу: він позитивно впливає на відновлення сил у людей і використовується при лікуванні багатьох хвороб.

Врожайність винограду дуже розрізняється як по території, так і в часовому розрізі. Найбільш високі врожаї отримують в США і Австралія (близько 153 і 100 ц/га). В Європі максимальні врожаї збирають у Німеччині, Франції та Італії.

Основною причиною міжрічної мінливості врожаїв є ґрунтово-кліматичні та погодні умови. Причому, внесок останніх факторів найбільшою. Особливо важливе значення мають умови перезимівлі як основа формування врожайності винограду поточного року. У зв'язку з цим актуальність подальших досліджень агрокліматичних умов формування врожайності винограду не викликає сумніву.

Метою кваліфікаційної роботи є агрокліматична оцінка впливу змін клімату на врожайність винограду в Середньостеповій підзоні України. Об'єкт дослідження – врожайність винограду, предмет дослідження – вплив змін клімату на агрокліматичні умови формування врожайності винограду на території Середньостепової підзони України.

Дослідження виконуються за даними метеорологічних станцій Одеської, Миколаївської і Херсонської областей період 1986-2005рр. із застосуванням методів агрокліматичних розрахунків та моделювання формування продуктивності сільськогосподарських культур.

В роботі аналізуються загальні природні та агрокліматичні умови території, еколого-технологічна характеристика різних сортів винограду та характеристика поширених сценаріїв зміни клімату. Проводяться розрахунки показників агрокліматичних умов, показників фотосинтетичної діяльності винограду й врожайності винограду за різних погодних умов в базовий період (1986-2005рр.). Виконано агрокліматичну оцінку впливу змін клімату за сценаріями А1В і А2 на врожайність технічних сортів винограду пізніх строків дозрівання на 2011-2030 і 2031-2050рр.

1 ЗАГАЛЬНІ ПРИРОДНІ УМОВИ СЕРЕДНЬОСТЕПОВОЇ ПІДЗОНИ УКРАЇНИ

1.1 Загальні фізико-географічні умови

Середньостепова підзона займає частини Одеської, Миколаївської, Херсонської, Запорізької і Дніпропетровської областей. Вона розташована в межах західної і північної частин Причорноморської низовини. У цій підзоні виділяють Причорноморську середньостепову провінцію, яка займає частину однойменної низовини з абсолютними висотами від 150 (на півночі) до 45 м (на півдні) [4, 9 – 10, 45].

Провінція простягається від Дунаю до Приазовської височини. В її межах виділяють:

- Задністровсько-Причорноморську низовинну область - приморську рівнину, що розчленована долинами і балками, з привододільно-рівнинними, терасовими, приморськими засоленими, заплавними і дельтово-плавневими дунайськими ландшафтними місцевостями;
- Дністровсько-Бузьку низовинну область, в ландшафтній структурі якої переважають місцевості хвилястих рівнин, ерозійно-балкові схилі та долинно-терасові місцевості з озерами-лиманами;
- Бузько-Дніпровську низовинну область з подовими ландшафтними місцевостями на південних чорноземах;
- Дніпровсько-Молочанську низовинну область, в якій рівнинно-подові місцевості поєднуються з долинно-схилітними, ерозійно-балковими, рівнинно-межирічними ПТК;

- Західно-приазовську схилово-височинну область з поширенням ландшафтних місцевостей хвилястих привододільних рівнин, а також яружно-балкових, ерозійно-схилових, надзаплавно-терасових, заплавних місцевостей, морських рівнин.

У межах Середньостепової підзони знаходяться заповідник Дунайські Плавні і Старо-бердянський заказник [4, 10, 45].

В умовах недостатнього зволоження тут розвивається природна типчаково-ковилова рослинність, посухостійке різнотрав'я, сформувалися південні чорноземи.

Розглянемо частину Середньостепової підзони з розвиненою виноградарською галуззю - центральні і південні райони Херсонської, Миколаївської та Одеської областей України з географічними координатами $45^{\circ}12'$ - $47^{\circ}52'$ північної широти і $28^{\circ}13'$ - $35^{\circ}09'$ східної довготи. З півночі на південь досліджувана територія простирається на 280 км – від середньої течії р. Південний Буг до Кілійського гирла р. Дунай, а із заходу на схід - на 542 км [4, 10, 45].

1.2 Характеристика рельєфу і гідрологічних умов

Докембрійським фундаментом на цій території є Український кристалічний щит і Причорноморська тектонічна западина. У геологічній будові Причорноморської западини примають участь осадові породи переважно морського походження. Вони залягають тут майже горизонтально, з невеликим нахилом у бік моря [10, 45].

Формування сучасного рельєфу Середньостепової підзони України поязане переважно з ерозійними процесами, а найбільшу ж площу займає Причорноморська низовина. В Одеській області вона поділяється на Придунайську рівнину в південно-західній частині та Одеську рівнину, розташовану між річками Дністро і Тилігул [10, 45].

Більша частина території Одеської області являє собою рівнину з невеликим ухилом у бік моря, тільки в північно-західній і західній частини частині заходять невисокі згладжені відроги Волинсько-Подільської височини і південні відроги Молдавських Кодр. У підвищеній частині області висота місцевості ледь перевищує 200 м над рівнем моря. У бік моря і долин рік місцевість поступово знижується до висоти 100 м і менше. Рельєф області на півночі розрізаний глибокими балками та ярами, на півдні водорозділи стають широкими, глибина балок зменшується [10, 45].

Придунайська рівнина являє собою слабкохвилясту поверхню, розчленовану неглибокими долинами численних річок на окремі меридіональні смуги, які, поступово знижуючись, круто обриваються до Чорного моря або до лиманів і уступами до 8-9 м. Місцями вони непомітно зливаються з сучасною долиною р. Дунай. Одеська рівнина відрізняється від Придунайської дещо більшою розчленованістю, так як її висота на плато узбережжя становить 20-40 м, а на межі Волино - Подільської височини - близько 140 м [1-4, 10, 45]. .

На території Миколаївської області в багатьох районах водними потоками розмило гірські породи і, переважно біля річок, утворилися яри та балки. На півдні області, у Баштанському, Снігурівському, Миколаївському і Очаківському районах, на широких міжрічкових просторах зустрічаються неглибокі замкнені зниження – «поди». Ці поди навесні заповнюються талими сніговими водами і утворюють тимчасові озера. Найбільше подів відзначається у східній частині області - на вододілах річок Інгул та Інгулець, але вони не порушують рівнинності степу [1, 4, 45].

Причорноморська низовина нахилена з півночі на південь. В Херсонській області максимальні висоти відзначаються на півночі і досягають 101 м, а мінімальні – в південних районах вздовж Чорного і Азовського морів і складають 0 м. Середній нахил поверхні в області не

перевищує 0,6 - 0,8 м/км. Річкові тераси, які відзначаються в пониззі ріки Дніпро, утворюють дюнний ландшафт. Піски, які переносяться вітром, утворюють досить високі горби (до 15 м) – “кучугури”. У прирічкових смугах р. Інгулець та р. Дніпро, переважно на правобережжі, поширений балково-яровий рельєф [3 – 4, 45].

В Середньостеповій підзоні протікає велика кількість рік і річок, які відносяться до басейнів великих рік Дунай, Дністро, Південний Буг і Дніпро або безпосередньо впадають у Чорне море. За своїм режимом річки належать до типу рівнинних, переважно снігового та дощового живлення. Грунтове їх живлення зовсім незначне, тому влітку, а часто і взимку, більшість середніх та малих річок пересихають і промерзають. Густота річкової мережі в середньому становить 0,22 – 0,30 км/км, а долини річок шириною від 1-2 до 3-5 км, трапецієподібної форми з крутим і високим правим берегом та пологим, вузьким, терасованим лівим берегом. Заплави річок двобічні, часто сухі, іноді лучні й на окремих ділянках - заболочені. Русла рік помірно звивисті і в більшості місць сухі [4, 10, 45].

На морському узбережжі багато солоних (Шагани, Бурнас, Алибей) і прісноводних (Ялпуг, Катлабух) озер. Крім цього, тут зустрічається багато лиманів, які цілком або частково відділяють від води піщано-черепашникові утворення [10, 45].

Одеська область характеризується слабою та надто нерівномірною забезпеченістю підземними водними ресурсами, придатними для питного водопостачання (рис.1.1). Це 23 родовища (37 ділянок) із затвердженими 5експлуатаційними запасами в кількості 404,67 тис. м³на добу (50,6відсотків від прогнозних ресурсів), з них підземні води з мінералізацією до 1,5 г/дм³складають 353,67 тис. м³на добу. Обсяг перспективних ресурсів підземних вод питної якості з мінералізацією до 1,5 г/дм³становить 727,7 тис. м³/добу. По забезпеченості ресурсами

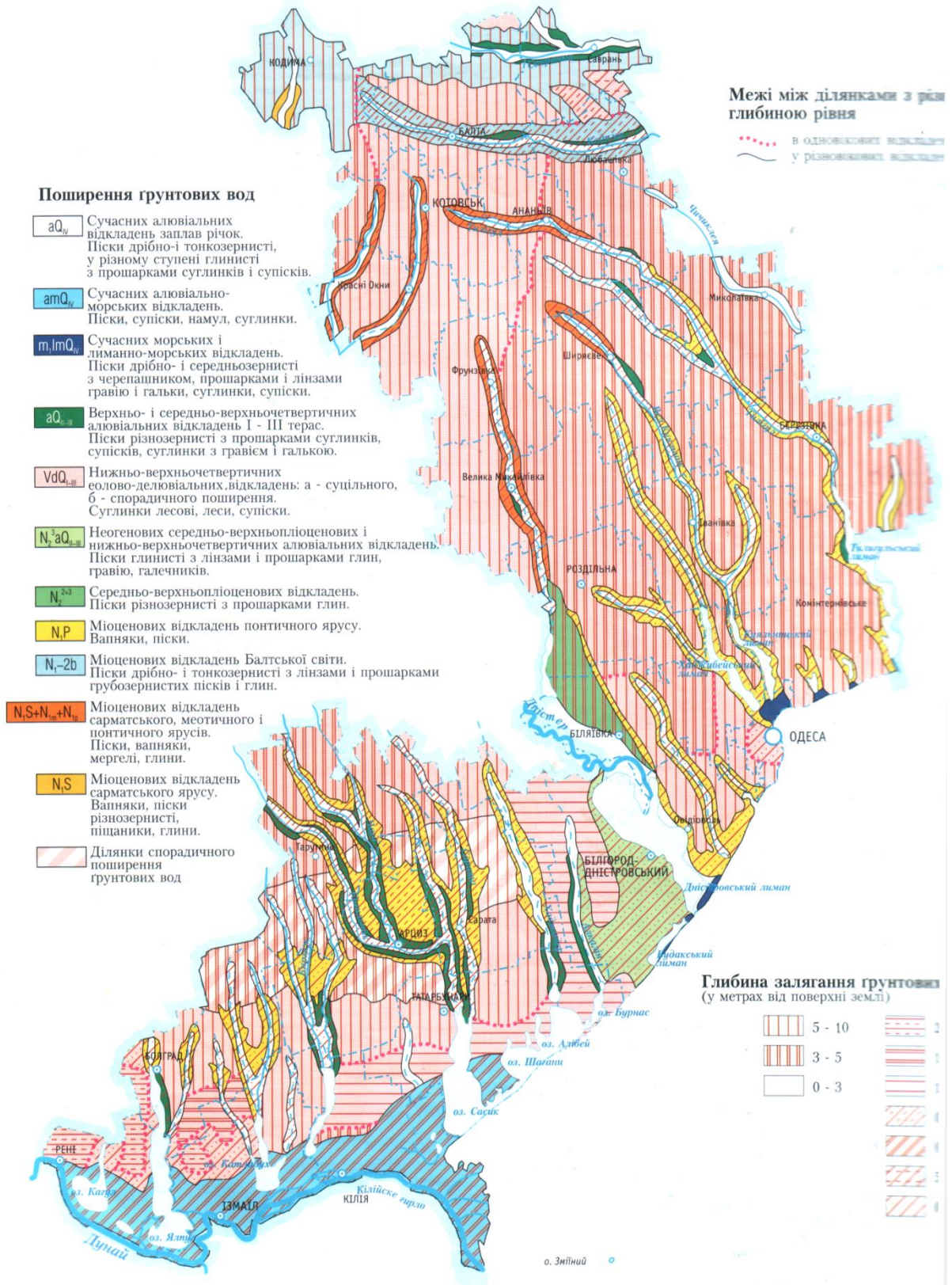


Рисунок 1.1 - Гідрогеологічна карта ґрунтових вод Одеської області [10]

підземних вод Одеська область знаходиться на передостанньому місці в Україні [10].

1.3 Характеристика ґрунтового покриву

Ґрунти утворюються в результаті взаємодії материнської гірської породи, клімату, рослинних і тваринних організмів, а також діяльності людини. Значний вплив на ґрунтоутворення чинить господарська діяльність людини. В окультурених ґрунтах, як результат внесення мінеральних та органічних добрив, збільшується кількість поживних речовин. знижується кислотність, поліпшується структура і підвищується їх родючість [10].

Значення рельєфу в формуванні ґрунтів і в розвитку ґрунтового покриву велике і різноманітне. Рельєф виступає перш за все, як фактор перерозподілу сонячної радіації і опадів в залежності від експозиції і стрімкості схилів і впливає на водний і тепловий режими. Ґрунтоутворюючі породи представлені лесами, делювіальними і алювіальними відкладеннями.

Ґрунтами Середньостепової підзони України є переважно чорноземи, які мають добре виражений зональний характер. На півночі поширені чорноземи звичайні, які є найбільш родючими з вмістом гумусу в орному шарі вище 4,5 % з добре розвинутим гумусовим профілем (до 70-80 см). В центральних і південних районах переважають чорноземи південні малогумусні та чорноземи південні міцелярно-карбонатні. Чорноземи південні малогумусні спостерігаються на рівнинних слабкодренованих широких вододілах та їх схилах. За гранулометричним складом тут переважають важко- та середньо суглинкові ґрунти. Глибина гумусового профілю змінюється в межах 45-64 см, а вміст гумусу в орному шарі складає 2,0-3,5 % , причому зменшується з півночі на південь

[10].

В південних районах поширені темно-каштанові залишкові, слабо- та середньо солонцюваті ґрунти, які за площею тут займають друге місце. В різних формах мікрорельєфу, насамперед, у плоскодонних замкнених западинах (подах), темно-каштанові ґрунти зустрічаються в комплексі з іншими ґрунтами. За гранулометричним складом ці ґрунти переважно важко-, середньо- і легкосуглинкової відміни. В приморських районах відзначаються каштанові ґрунти у комплексі із солонцями. На надрічкових терасах рік Південний Буг та Інгул поширені лучно-чорноземні, лучні і їх солонцюваті відміни, які сформовані на сучасних алювіальних відкладеннях [10, 45].

Найбільш цінною ґрунтоутворюючою породою являються леси, що характеризуються збагаченням поживними речовинами. В зв'язку з цим ґрунти на лесах переважають гарною структурою, високою поглинаючою здатністю. Значний зміст карбонатів кальцію в лесах обумовлює закріплення органічної маси, що розкладається, коагулює гумусові з'єднання, утворить водоутримуючу структуру. Ось чому на лесах розповсюджені збагачені гумусом чорноземи (рис 1.2). Леси не оглеєні і не засолені розчинними солями. Сучасні алювіальні відкладення розміщені в заплаві долини Дунаю [10, 45].

Характерною особливістю їх являється чергування шарів різного гранулометричного складу. За механічним складом переважають легкоглинисті фракції. Делювіальні відкладення займають найбільші ділянки і розповсюджені в пониженнях балок. За гранулометричним складом – це середні суглинки, покращені гумусом на значну глибину. Рельєф має великий вплив на ґрунтоутворення.

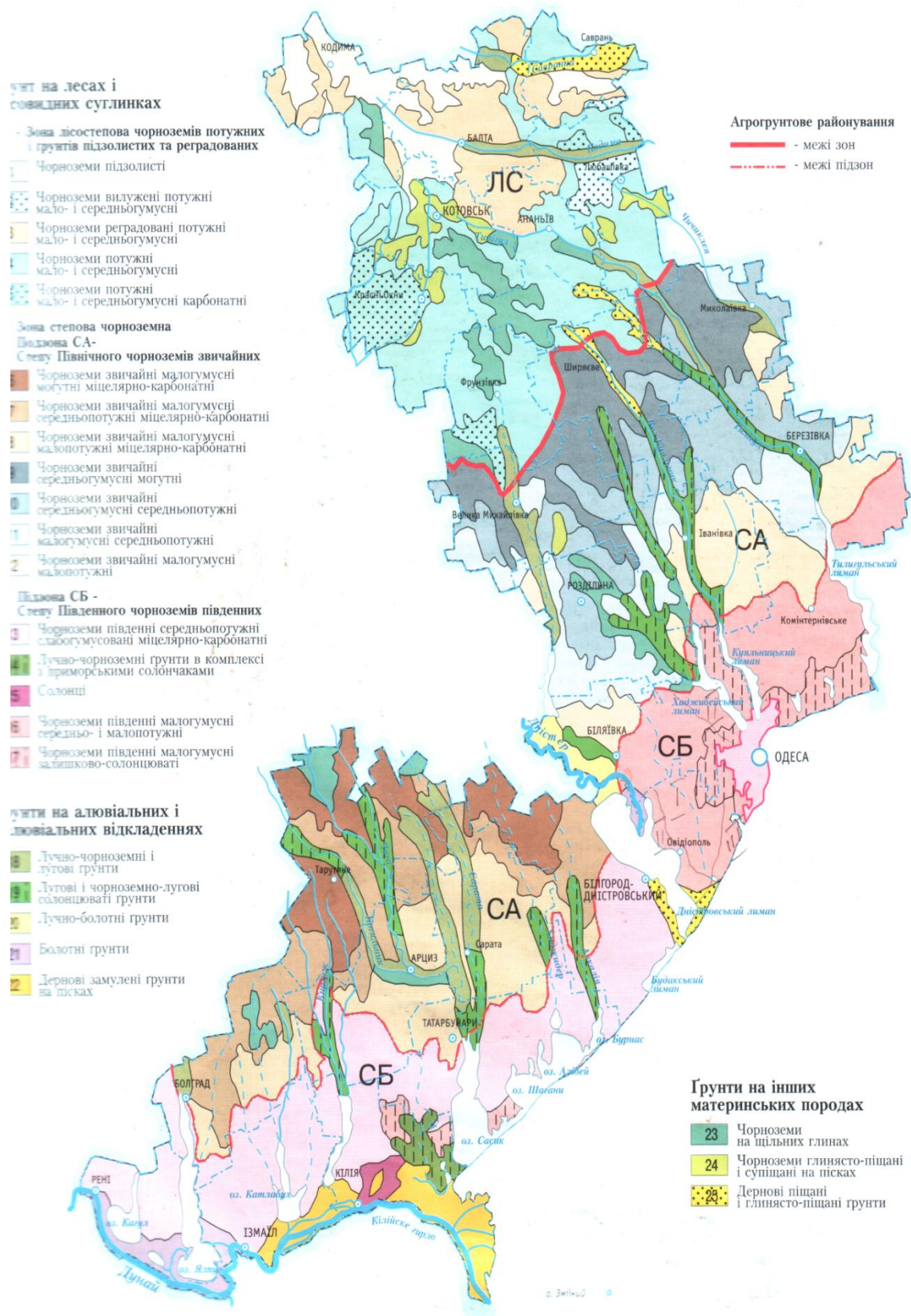


Рисунок 1.2 - Карта ґрунтового покриття Одеської області [10]

При рівних умовах рельєфу в межах одної рослинно-кліматичної зони, на різних ґрунтоутворюючих породах зустрічаються різні по генезису і агротехнічним показникам ґрунти. В залежності від крутизни схилів залягають слабо-, середньо- і сильнозмиті ґрунти. Слабо еродовані ґрунти займають в основному похилі схили стрімкістю 1-2°, 2-3°, середньо- і сильно еродовані ґрунти розміщені на схилах стрімкістю 2-3° до 10° [10, 45]

2 АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ СЕРЕДНЬОСТЕПОВОЇ ПІДЗОНИ УКРАЇНИ

Агрокліматичні ресурси території – це частина кліматичних ресурсів, що визначає умови сільськогосподарського виробництва (ріст, розвиток і формування врожаю с/г культур, терміни і методи агротехнічних заходів, поширення хвороб і шкідників с/г культур і методи боротьби з ними). Вони включають оцінку радіаційно- світлових, теплових ресурсів і ресурсів зволоження, тобто найважливіших факторів життя рослин – світло, тепло, волога.

Клімат Середньостепової пізони має помірно-континентальний характер з малосніжною помірно теплою зимою і спекотним, з частими суховіями, літом. Середня температура повітря за рік становить 9,0... 11,0 °С, найхолоднішого місяця січня - -0,5... -3,1 °С і найтеплішого місяця липня - 21,3... 23,4 °С (рис.2.1) [1-4, 9-10, 35-36].

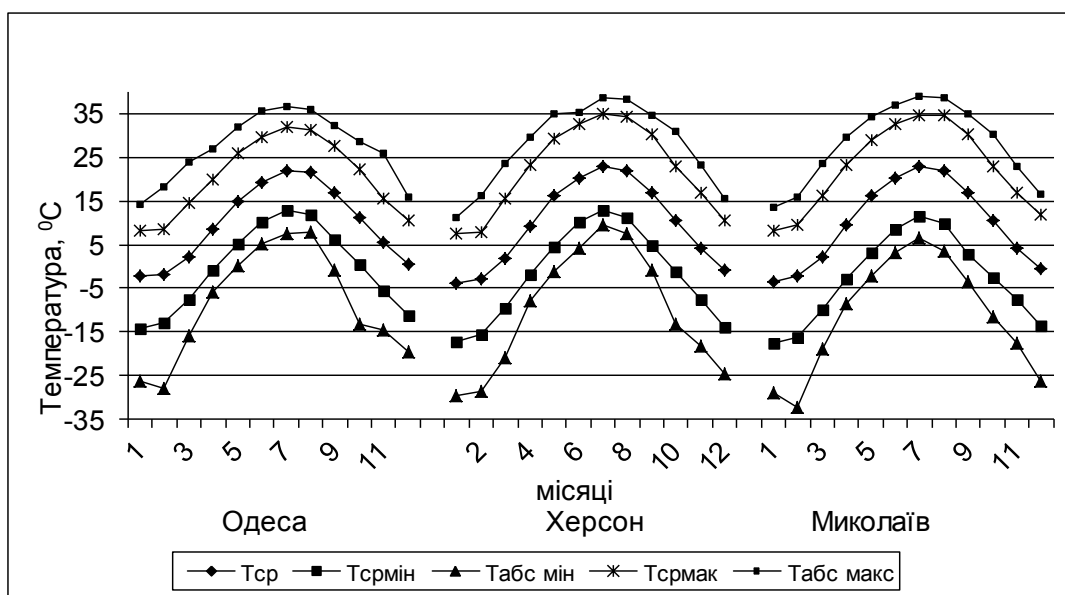


Рисунок 2.1 - Термічний режим в Середньостеповій підзоні (середньо багаторічні величини). 1, 2, 3, ..., 12 – місяці року від січня до грудня [28-29].

Абсолютний мінімум температури повітря за весь період спостережень (з 1945 по 2015 рр.) був зафіксований у січні 1950 року і склав $-30.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (метеостанція Первомайськ), а абсолютний максимум – у липні 2002 року - $40,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ тепла (метеостанція Херсон). Зимовий період у Північному Причорномор'ї в середньому триває 60-82 діб - з 10 грудня до 18 лютого, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ у бік потепління та починається весна [28].

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вище) триває 228 - 246 діб. Починається, в середньому, 18 березня і закінчується 11 листопада. Сума додатніх температур повітря вище $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ за цей період змінюється від $3635\text{ }^{\circ}\text{C}$ на півночі до $3955\text{ }^{\circ}\text{C}$ - на півдні [28-29].

Період активної вегетації сільськогосподарських культур (із середніми добовими температурами повітря $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вище) триває 179-198 діб і починається з 9 по 18 квітня та закінчується 13-25 жовтня. Сума додатніх температур повітря вище $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ за цей період змінюється від $3105\text{ }^{\circ}\text{C}$ на півночі до $3745\text{ }^{\circ}\text{C}$ - на півдні.

Літній період (із середніми добовими температурами повітря $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вище), триває 127-142 доби - з 11-16 травня до 18-30 вересня. Сума додатніх температур повітря вище $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ за цей період змінюється від $2585\text{ }^{\circ}\text{C}$ на півночі до $2835\text{ }^{\circ}\text{C}$ - на півдні [1-4].

Середня кількість опадів по території Північного Причорномор'я за рік становить 468 мм, змінюючись по території від 239 до 503 мм. По рокам річна кількість опадів змінюється від 239 до 777 мм. Близько 70 % від річної кількості опадів випадає у теплий період року (рис.2.2).

Сувора атмосферна посуха з величиною гідротермічного коефіцієнту Селянінова (ГТК) 0,7, яка часто поєднується із ґрунтовою, в період активної вегетації сільськогосподарських культур має ймовірність 90 %. Відносна вологість повітря в теплий період року (квітень-жовтень)

коливається від 61 % влітку до 77 % восени. Кількість днів із відносною вологістю повітря 30 % та менше за цей період становить 25-35 діб і зменшується до 10-15 діб у прибережній зоні [1-4, 28-29].

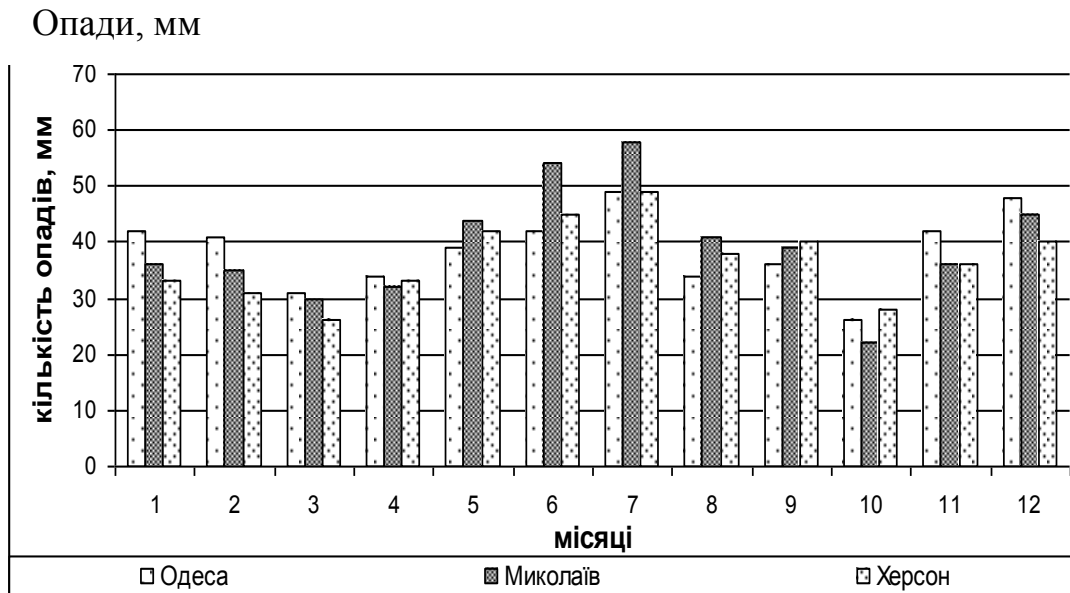


Рисунок 2.2 - Річний режим опадів в Середньостеповій підзоні.

1, 2, 3,...,12 – місяці року від січня до грудня [28-29]

У вегетаційний період на території Середньостепової підзони відзначається від 14 до 20 діб із суховіями різної інтенсивності, в прибережних районах – 6-11 діб. Добою з суховієм вважаються умови, коли спостерігається хоча б в один строк спостережень сильний вітер (зі швидкістю більше 5 м/с) за низької вологості повітря (менше 30 %) та високої температури повітря (вище 25 °С). Суховії негативно впливають на розвиток сільськогосподарських культур – призводять до зниження їх врожайності. Найбільша повторюваність суховіїв відзначається в східній частині Херсонської області: кількість діб з суховієм за вегетаційний період дорівнює від 15 до 33, а в окремі роки – до 40-43 діб [1-3, 28-29].

Перші заморозки у повітрі восени відзначаються в кінці третьої декади вересня, а останні весною – в першій декаді травня. Найпізніше

заморозки у повітрі весною спостерігалися 25 травня 1990 року, а на поверхні ґрунту - 27 травня 1997 року. Найраніше восени заморозки у повітрі і на поверхні ґрунту спостерігався 16 вересня 1991 року. Середня тривалість беззаморозкового періоду по території в повітрі на цій території складає 174-200 діб, а на поверхні ґрунту дещо менше – 156-177 діб [1-4, 10, 28-29].

Із інших несприятливих явищ погоди для сільськогосподарських культур на території Середньостепової підзони у вегетаційний період спостерігаються град, сильний вітер, дуже сильний дощ та зливи.

Сніговий покрив залягає впродовж січня, а загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму коливається від 20 до 53 діб. Середня висота снігового покриву за зиму дорівнює 3-4 см, а максимальна висота в окремі роки досягає 21-44 см. В останні десятиріччя досить часто спостерігаються роки без стійкого снігового покриву або взагалі можуть бути зими без снігу.

Середня глибина промерзання ґрунту за зиму коливається від 19 см до 29 см. Максимальне промерзання до 100 см спостерігалось у 1987 році. Середня із мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см по території за зиму, залежно від типу ґрунту, дорівнює -1,7...-2,9 °С. Найнижча температура ґрунту на глибині 3 см спостерігалася в 1994 році і становила -6,0 °С [1-3, 10].

Взимку спостерігаються відлиги, кількість діб з якими за період з грудня по лютий по території коливається від 58 до 67. Відлиги, які безперервно тривають більше ніж 5 діб, зумовлюють порушення зимового спокою озимих і багаторічних культур, що може викликати зниження морозостійкості рослин. Після тривалих відлиг можливе, за наявності снігового покриву, його руйнування і утворення льодяної кірки на полях.

Згідно із агрокліматичним районуванням [10] в Одеській області виділено 4 агрокліматичних райони, що відрізняються за радіаційно-

світловими ресурсами, ресурсами вологи, заморозко- і морозонебезпечністю (рис.2.3 і табл.2.1).

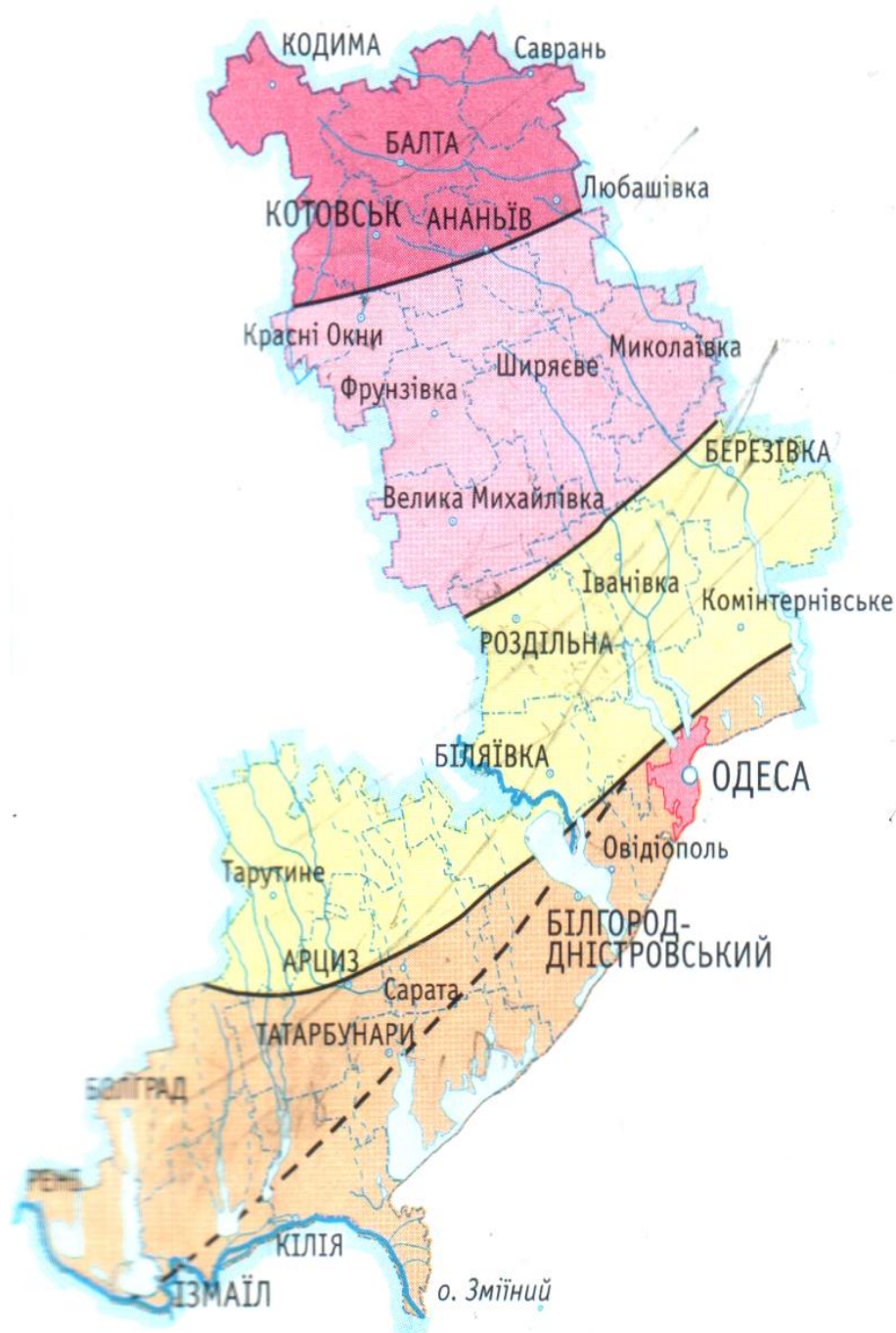





Рисунок 2.3 - Карта агрокліматичного районування Одеської області [10]

Таблиця 2. 1 - Характеристика агрокліматичних районів [10]

Агрокліматичні райони		Агрокліматичні показники									
		Тривалість періоду, дні			Сумарна радіація, МДж/ м ²	Сума температур за період з Т>, °С		Сума опадів за період з Т>, мм		ГТК	Середній з абсолютних мінімумів температури, °С
		Т > 5 °С	Т > 10°С	без заморозків		5 °С	10°С	5 °С	10°С		
	Крайній північний-помірнотеплий, найбільш вологий, зі стійким сніговим покривом	200-210	165-170	160-170	3100-3150	3000-3200	2900-3000	320-330	280-300	1.0-1.1	-20, -21
	Північний-теплий, помірновологий, із невеликою тривалістю залягання стійкого снігового покриву	210-220	170-175	170-180	3150-3200	3200-3400	3000-3100	310-320	260-280	0.9-1.0	-19, -20
	Центральний- дуже теплий, посушливий, з відсутністю снігового покриву взимку	220-230	175-180	180-190	3200-3300	3400-3600	3100-3200	290-320	230-260	0.8-0.9	-18, -19

Продовження табл. 2.1											
	Південий- жаркий, посушливий, з теплою зимою	230- 240	180- 185	190-200	3300- 3400	3600- 3800	3200- 3300	280- 310	220- 250	0.7- 0.8	-17, -18

3 ЕКОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИНОГРАДУ

Виноград належить до однієї із стародавніх рослин земної кулі. На підставі палеонтологічних останків встановлено, що виноградна лоза з'явилася у крейдяний період, тобто ще до появи людини на Землі. Умови зовнішнього середовища, в яких відбувалося формування винограду, в процесі його еволюції дуже вплинули як на морфологічні ознаки так і на біологічні його властивості. Пізніше цьому сприяла і багатовікова цілеспрямована діяльність людини [20-21, 48, 51-52].

В поточний період виноградні плантації розміщені на всіх континентах, за винятком Антарктиди. Понад 7000 тис. га (близько 71 %) виноградників перебуває в Європі, в Азії - 1147 тис. га, в Америці, Африці та Австралії - відповідно 942, 444 та 72 тис. га. Загальна площа виноградних плантацій серед країн на перше місце виходить Іспанія, Франція та Італія (відповідно понад 1700, 1350 і 1250 тис. га). Виробництво столового винограду у світі становить 9680 тис. тонн, з них на Європу припадає 67% [22-23].

На Україні виноград вирощують в Одеській, Миколаївській, Херсонській, Запорізькій областях, а також в Закарпатті. Це пояснюється тим, що виноградарство для півдня України та низинних і частково передгірних районів (Закарпаття) завжди було важливою галуззю агропромислового комплексу.

3.1 Ботанічна характеристика винограду

За особливостями будови, росту і розвитку стебла виноград являє собою багаторічну деревоподібну ліану. У природних умовах лісу виноград розвиває довгі (до 10 -15 м) порівняно тонкі стовбури – ліани, оголені знизу на значній довжині. Ліана приймає форму, що відповідає опорі, на якій розміщуються пагони [11, 15-17, 24].

Розрізняють надземні і підземні частини куща. Будова підземної частини залежить від способу розмноження винограду. У виробництві використовують тільки вегетативне розмноження винограду. У цьому випадку підземна частина куща винограду складається з підземного штамба і адвентивних коренів, що відходять від нього. Підземний штамп має стеблове походження, і формується з частини чубука сорту, який знаходиться в ґрунті. На нижньому кінці підземного штамба, який називається п'яткою, формуються головні (основні, п'яткові) корені, на вузлах у середній частині – середні (бічні) корені, а вгорі – поверхневі (росяні) корені [11, 24-25].

Коренева система виноградної рослини складається з великої кількості молодих корінців і старих скелетних коренів, що мають вік понад один рік. Корені винограду виконують дуже важливу життєву функцію. Вони забезпечують рослину водою з розчиненими в ній мінеральними речовинами, що під тиском пересувається у стебла, листки, генеративні органи [24].

Молоді корінці мичкуваті, дуже ламкі, потовщені, короткі, білогокольору. Вони виконують в основному функцію поглинання води і розчинених у ній мінеральних та інших речовин. Важливою функцією молодих коренів є перетворення вуглеводів в амінокислоти і здійснення первинного синтезу білка. Старі скелетні корені мають вторинну будову. В тому місці, де первинна анатомічна будова кореня переходить у

вторинну, є найбільше потовщення, за яким розміщена тонка перемичка, потім корінь стає тоншим і має буро-коричневий колір. Старі скелетні корені закріплюють рослину в ґрунті, тобто виконують чисто механічну функцію [11, 15-17, 24].

Будова надземної частини залежить від клімату і способу культури. У неукривній зоні виноградарства формують надземний штаб. Надземний штаб – багаторічна стеблова кістякова частина куща від поверхні ґрунту до першого розгалуження. Надземний штаб є продовженням підземного штаба і може бути різної висоти. Відповідно форми куща і винограднику будуть називатися низько-, середньо- і високоштабовими. Форми кущів, у яких відсутній штаб називають безштабовими.

Стебло виноградної рослини за зовнішнім виглядом має характерні для ліани ознаки, воно досить тонке, гнучке, швидкоростуче. По стеблу від коренів подається вода з розчиненими в ній мінеральними солями. З листків по стеблу проводяться в корені розчини органічних сполук. У стеблі відкладається запас поживних речовин і, крім того, стебло винограду як багаторічної рослини виконує механічну роль [16].

Стебло виноградної рослини складається з багаторічних і однорічних частин. У дикого винограду воно має вигляд довгих оголених стовбурів, у культивованого може мати вигляд штабу з потовщенням (голова) і багаторічними гілками (рукави); однорічна частина стебла представлена зеленими і визрілими пагонами (лоза).

Однорічні пагони (рис. 3.1) членисті, складаються з вузлів і міжвузлів. На вузлах вегетуючих пагонів розташовуються листки, суцвіття (що розвиваються потім у грона), вусики, пасинки і бруньки. Міжвузля пагонів ніяких органів не мають. Вегетуючі пагони з суцвіттями (гронами) називаються плодоносними, без суцвітть (грона) – безплідними [16].



Рисунок 3.1 - Вегетуючий плодоносний пагін винограду: 1 - вузол; 2 - міжвузля; 3 - листки; 4 - пазушні бруньки; 5 - пазушний пагін (пасинок); 6 - вусик; 7 - суцвіття; 8 - верхівка пагона; 9 - торішний пагін (лоза).

Стебло виноградної рослини має сильний ріст у довжину. Спочатку при розпусканні бруньок ріст відбувається за рахунок поділу в конусі наростання клітин верхівкової меристеми. В результаті поділу клітин утворюються у відповідному порядку зародки листків, суцвіть і вусиків у вигляді горбиків, вузли та міжвузля. Подальше подовження стебла відбувається в результаті інтеркалярного (вставного) росту міжвузлів шляхом розтягування клітин.

Брунька – це зародковий пагін, що знаходиться в стані відносного спокою. Бруньки утворюються в процесі життєдіяльності конуса наростання із зовнішніх тканин верхівки пагона. У виноградної рослини

всі бруньки пазушні, екзогенного походження, формуються тільки на вузлах ростучих однорічних пагонів. Спочатку з'являються зародки прилистків і листків, а в їх пазухах утворюються горбочки пазушних, швидкодозріваючих пасинкових бруньок [16].

У пазусі нижнього листка пасинка закладаються зимуючі бруньки, які називаються зимуючими вічками. На відміну від пасинкових бруньок зимуючі бруньки формуються і диференціюються повільно, постійно збільшуючись в обсязі. Вони мають період спокою і розвиваються в пагони тільки навесні майбутнього року.

Вічко складається з комплексу бруньок, що відрізняються ступенем розвитку. В центрі вічка знаходиться сильно розвинута головна (центральна, основна) брунька, а навколо розташовані декілька (1-6) менш розвинутих заміщуючих (запасних, бокових) бруньок. Центральна брунька вічка складається із зародкового стебла у вигляді конуса, розширеного до основи. На осі конуса можна спостерігати темні і світлі поперечні смуги, що чергуються, – майбутні вузли та міжвузля. На вузлах чітко виділяються лусочковидні листочки, в пазусі яких розташовані горбочки зародкових пасинкових бруньок, горбкуваті утворення – зачатки суцвіть і зачатки вусиків. У кінці вегетації в центральній бруньці вічка формується до 7-8 і більше вузлів із зародками листків, суцвіть і вусиків [16, 48].

Вусик – орган, за допомогою якого однорічні пагони виноградної рослини прикріплюються до опори (дерева, пагонів, кілків, дроту і т. ін.). При контакті з опорою верхня частина вусика під впливом подразнення закручується навкруги опори, а вільна нижня частина його набуває форму спіралі і підтягує пагін до опори. Таким чином, у пошуках опори верхівка вусика протягом двох годин здійснює коловий (нутаційний) рух, описуючи повне коло. Якщо вусик під час свого і колового росту не зустрічає на своєму шляху опори, то він залишається трав'янистим, потім засихає і відпадає. При контакті з опорою вусик обвиває її, в подальшому

внаслідок утворення у вусику механічних тканин (лібриформа) дерев'яніє і стає дуже міцним. Розрізняють вусики прості і розгалужені (подвійні, сильнорозгалужені). Галуження вусика відбувається так, як і пагона [16, 48].

Суцвіття закладається в пазушній (пасинковій) бруньці і в бруньках зимуючого вічка. Спочатку має вигляд напівкруглого горбочка, з ростом воно диференціюється на головну вісь суцвіття і на бокові осі квіток. Ріст суцвіття відбувається від основи розгалуження до верхівки, при цьому в напрямку до верхівки ріст поступово слабшає. Суцвіття, що повністю розвинулося, має конусовидну форму, всі частини його зеленого кольору.

Суцвіття складається з ніжки, що відходить від пагона, і самого суцвіття з розгалуженнями. На кінцях всіх розгалужень суцвіття знаходяться бутони квіток, зібрані в групи по три. Середній бутон розвинутий сильніше, ніж два бічних [16-17, 48].

Виноград у дикому стані – рослина дводомна: на одних рослинах у суцвіттях тільки чоловічі квітки, на інших – тільки функціонально-жіночі. Культивовані сорти винограду мають в основному двостатевий тип квітки і рідше функціонально-жіночий; сорти з чоловічим типом квітки (за винятком сортів підщеп) не зустрічаються [24]. Інколи зустрічається істинно жіночий тип квітки, в якому повністю відсутні чоловічі органи. У винограду квітки маленькі, зелені, розміщені на тонкій ніжці, що розширюється біля основи квітки в квітколоже і має п'ятичленну будову.

Листок виноградної рослини (рис. 3.2) є органом, який виконує важливу фізіологічну функцію – фотосинтез, що полягає в асиміляції вуглецю з повітря і утворенні органічних речовин (крохмалю, цукру та ін.), необхідних рослині для створення вегетативної маси щорічного приросту, урожаю і нагромадження цукру в ягодах. Продукти асиміляції утворюються тільки на світлі під впливом променистої енергії сонця з

вуглекислого газу і води за допомогою зеленого пігменту хлорофілу, що знаходиться в листках [24].

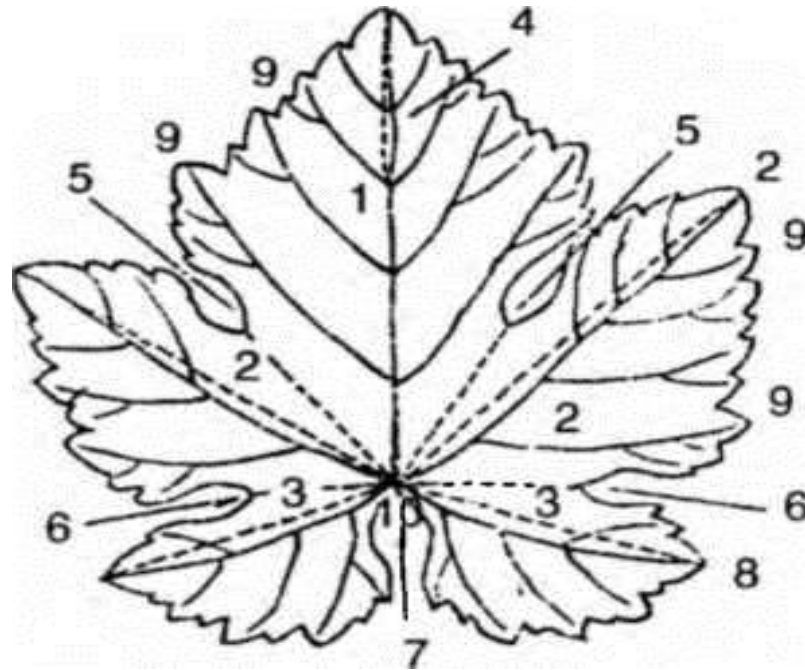


Рисунок 3.2 - Листок винограду: 1 - середня жилка; 2 - верхня пара головних жилок; 3 - нижня пара головних жилок; 4 - середня (кінцева) лопать; 5 - верхні бокові вирізки; 6 - нижні бокові вирізки; 7 - черешкова виїмка; 8 - зубці на кінцях лопатей; 9 - крайові зубчики; 10 - основа черешкової виїмки.

Інші фізіологічні функції листка, такі, як дихання, що полягає в окислювальному розпаді складних органічних сполук з виділенням вуглекислого газу і води та поглинанням кисню (транспірація води, що сприяє безперервному переміщенню води від коренів до листя), зв'язані з головною функцією листка – асиміляцією вуглецю

Листок виноградної рослини складається з черешка і пластинки. Пластинка листка є основним органом, що виробляє органічні речовини (вуглеводи). Черешком листок закріплюється на стеблі. По черешку проходить провідна система (судинно-волокнисті пучки), яка входить у листову пластинку, утворюючи п'ять головних жилок. Жилки,

розгалужуючись на тонші, пронизують всю листову пластинку. По них надходить у листок вода з мінеральними солями і відводяться вироблені листками продукти асиміляції. Ефективність фотосинтезу залежить від площі листової поверхні куща. Чим більше листків на кущі і чим інтенсивніша їх асиміляційна діяльність, тим більше вуглеводів виробляє кущ, тим вищий урожай і краща якість винограду. Пластинка листка має різні форму і розсіченість, які визначаються переважно довжиною і розташуванням його головних жилок [11, 24, 48].

Листки бувають від майже цілих до сильнорозсічених. Частіше зустрічаються листки три- і п'ятилопатові. Між лопатями знаходяться вирізки – дві верхні, дві нижні і черешкова виїмки. Краї листової пластинки обрамлені різними за величиною і формою зубчиками. Поверхня листків буває гладенькою, сітчасто-зморшкуватою або пухирчастою, з опушенням чи без нього. Найчастіше опушений тільки нижній бік пластинки листка. Забарвлення листків буває від світло-зеленої до темно-зеленого. До кінця вегетації листки набувають характерного осіннього забарвлення (у білих і рожевих сортів воно звичайно жовте і золотисто-жовте, у сортів з темнозабарвленими ягодами – червоне [11, 27, 48].

З суцвіття в процесі його подальшого росту і розвитку після цвітіння і природного обсіпання зайвих квіток і зав'язей утворюється *гроно* (рис 3.3). Ніжка суцвіття перетворюється в ніжку грона, вісь суцвіття з розгалуженнями – в гребінь, зав'язі – в ягоди. Ніжки грона бувають короткі і довгі. У одних сортів ніжка грона весь час залишається трав'янистою (зеленою), у інших вона дерев'яніє. За допомогою ніжки грона прикріплюється до пагона. Гребінь грона складається з великої кількості розгалужень. Від ступеня і характеру розгалуження гребеня і довжини осей першого, другого і наступних порядків залежить форма, величина і щільність грона. Ягоди з'єднані з гребенем плодоніжкою. Біля

основи ягоди плодоніжка розширюється в подушечку. Через плодоніжку і подушечку проходять судинно-волокнисті пучки, які розходяться під шкірочкою в м'якоті ягоди [11, 15, 48, 51-52].

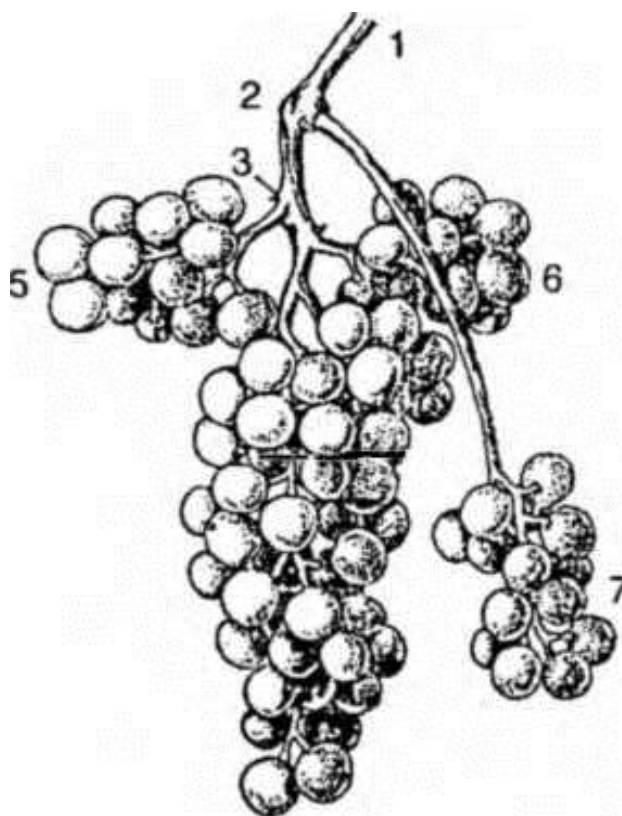


Рисунок 3.3 - Гроно винограду: 1 - основа ніжки грона; 2 - вузол на ніжці грона; 3 - місце відходження перших розгалужень гробня; 4 - вершина грона; 5, 6 - лопаті; 7 - вусик с ягодами на кінці.

При відокремленні ягоди від плодоніжки на подушечці залишаються відірвані судинно-волокнисті пучки – щіточки). Плодоніжки можуть бути короткими і довгими. Чим коротші плодоніжки, тим компактніше гроно.

Грона розрізняють за формою (циліндричні, конічні, циліндрично-конічні, гіллясті, крилаті та ін.) і щільністю (дуже щільні, щільні, середньої щільності, рихлі). Щільність грона залежить не тільки від характеру гробня, а й від кількості ягід і їх величини. Чим більше в гроні ягід і чим вони крупніші, тим вища щільність грона [26].

Ягода винограду складається з шкірочки, м'якоті і насіння. Ягоди розрізняють між собою за величиною (від дрібних до дуже великих), формою (кругла, овальна, сплюснута та ін.) і забарвленням (біле, чорне, червоне, сіре, рожеве). На вершині ягоди є маленький бурий горбочок, що називається пупком, який являє собою залишок засохлої приймочки маточки.

М'якоть ягоди може бути щільною, хрусткою, м'ясистою, ніжною, слизистою, соковитою та ін. Смак ягоди залежить від вмісту в її соку цукру і кислоти. Деякі сорти ягід винограду мають специфічний присмак і аромат: мускатний (Мускат білий), ізабельний (Ізабелла), пасльоновий (Каберне) та ін. Властивий кожному сорту присмак ягід надають ароматичні речовини, що утворюються, як і барвні речовини, в шкірочці і м'якоті ягоди в період її досягання [24].

Насіння у винограду дрібне, звичайно грушовидної форми, з видовженим дзьобиком, в якому розміщений зародок. Насінина вкрита дуже міцною оболонкою, під якою знаходяться ендосперм і зародок. Насінина має черевний і спинний бік. На черевному боці є насінневий шов і дві борозенки (впадини), на спинному – халаза (місце проникнення судинних пучків у насінину).

У зеленій ягоді винограду насіння, що розвивається в ній, також має зелений колір, оскільки перебуває ще в молочній стиглості. При доброму заплідненні і нормальному розвитку всіх насінневих бруньок в ягоді міститься не більше чотирьох насінин, але, як правило, їх буває менше (2-3). Це свідчить про те, що не всі насінневі бруньки були добре розвинуті і не всі їх яйцеклітини запліднилися. Трапляються також безнасінневі ягоди, тобто ті, що розвинулися без запліднення (партенокарпія) [24, 48].

Однією з найважливіших ботанічних властивостей винограду є дуже виражена полярність, яка зумовлює надзвичайно сильний ріст виноградної рослини в довжину. Це дає їй змогу швидко підніматися до світла і

розвивати асимілюючі та репродуктивні органи. Також швидко ростуть корені проникаючи глибоко у ґрунт [24].

Друга властивість росту виноградної рослини – дорсовентральність (площина полярність) усіх органів, яка зумовлює краще розміщення їх в обмеженому просторі лісового угруповання та краще використання ґрунту коренями.

Для виноградної рослини характерна велика сила росту всіх вегетативних частин, що пов'язано з їх дуже великою всмоктувальною силою. Інтенсивна асиміляція вуглецю відбувається в усіх зелених частинах рослини. У виноградної рослини порівняно незначна енергія дихання при малому його коефіцієнті [24].

Важлива біологічна властивість виноградної рослини – механізм саморегулювання. Вона має велику кількість вегетативних і генеративних органів, але не кожна брунька дає пагін, і не кожна квітка перетворюється в ягоду. Кількість кінцевих органів, що з'являються під час вегетації, зумовлена багатьма факторами і насамперед залежить від живлення.

Надзвичайно важливою біологічною властивістю виноградної лози є те, що на відміну від інших багаторічних плодкових рослин, у пазухах листків закладаються вегетативно-генеративні бруньки, завдяки чому у винограду відсутня періодичність плодоношення. Кожна з таких бруньок у сприятливих умовах спроможна давати урожай, що зумовлює високу потенційну продуктивність рослин [11, 15-17, 24, 48, 51-52].

3.2 Екологічні властивості винограду

Світло – важливий енергетичний фактор у життєдіяльності винограду. Виноград – світлолюбна рослина і тільки при достатній освітленості кущів можна одержати високоякісний врожай винограду.

Найкращі умови для фотосинтезу складаються при освітленні листків 30-40 тис. люксів [5-7].

Промислові виноградні насадження являють собою досить недосконалі фотосинтетично діючі системи. Коефіцієнт використання ФАР становить 0,5-2 % [5, 7, 37-39], 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. Найкращі умови для фотосинтезу складаються при освітленні листків 30-40 тис. люксів.

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 [5-7].

Оптимальні умови освітлення кущів винограду можна створити правильним вибором ділянки під виноградник (схили південних експозицій), раціональним розміщенням рядів (з півдня на північ) і кущів у ряду, створенням дуже розгалужених формувань, ретельним підв'язуванням плодових стрілок до дроту шпалери, обламуванням зайвих пагонів та чеканкою [5-7].

Температурний режим повітря, ґрунту і рослин насамперед зумовлюється надходженням тепла від сонця, його випромінювання ґрунтом та поверхнею рослин.

Життєдіяльність виноградного куща починається тоді, коли досягається певний мінімум температури. 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 [51]. У виноградарстві за біологічний нуль прийнято температуру 10 °С. Для кожної фази вегетації визначені оптимальні температури, при яких тривалість тієї чи іншої фази найменша. Так, найактивніше ріст пагонів і коренів відбувається при температурі 28-30 °С, цвітіння – 20-30 °С, а досягання ягід – при 28-32 °С [8, 17, 22 - 23, 25, 28, 29, 51 - 52].

За Лазаревським М.О.[26], для сортів дуже раннього строку досягання сума активних температур становить 2200-2400 градусів, раннього – 2400-2600, середнього – 2700-2800, пізнього і дуже пізнього – 2900-3000 і більше (табл.3.1).

Для кожної фази вегетації визначені оптимальні температури, при яких тривалість тієї чи іншої фази найменша. Так, найактивніше ріст пагонів і коренів відбувається при температурі 28-30 °С, цвітіння – 20-30 °С, а досягання ягід – при 28-32 °С. Якщо температури нижче оптимальних, значно подовжується тривалість фенофаз. Крім того при температурі 15 °С виноград не цвіте, а при низьких температурах повітря (12-15 °С) у фазі досягання ягід слабо накопичується цукор, погано визрівають пагони і рослини ослабленими йдуть на зимівлю. Високі температури (понад 35-40 °С) також негативно впливають на виноград: різко послаблюються фізіологічні процеси, припиняється ріст пагонів, спостерігаються опіки листя та ягід [22-23, 26].

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 мінус 40 °С, у американських (підщепних) сортів – при мінус 35 °С, у європейських сортів залежно від умов

Таблиця 3.1 - Екологічна (а) і технологічна (б) характеристика поширених технічних сортів винограду [8, 17]

а)

Сорти винограду	Строки дозрівання, діб	$\sum t^{\circ} > 10^{\circ}\text{C}$	Урожайність, т/га	Вміст, цукру, г/100 см ³	Кислотність, г/дм ³	Морозостійкість, t, °С
Сапераві	Пізній 155-165	3100- 3300	9,0- 12,0	18-22	7,8-12	-22
Аліготе	Ранньосеред- ній 135-145	2800- 2900	9,0- 13,0	18,0- 19,0	7-9	-23
Каберне Совіньон	Пізній 155-165	3100- 3300	7,0- 10,0	20-22	8-9	-23
Сухолиман- ський білий	Середній 145-150	2850- 2900	8,0- 12,0	17-19,0	8-10	-22
Одеський чорний	Пізній 160-165	3000- 3200	11,0- 13,0	18,0- 20,0	6-9	-23
Мускат одеський	Ранній 135-145	2700- 2800	8,0- 11,0	20-21	7,7-8,0	-27
Мускат оттонель	Середній 140-145	2900- 3100	6,5-7,2	21-23	6,0-4,5	-20
Фетяска (Ліанка)	Ранній 135-145	2800- 2900	6,0-8,0	19-21	6,5-7,5	-20

Продовження табл.3.1а						
Ркацителі	Пізній 160-165	3100- 3300	8,0- 12,0	17-19	8,5-9,5	-21
Піно сірий	Середньора- нній 147-155	2800- 2950	6,0-7,0	18-21	7-9	-21
Шардоне	Ранній 138-145	2800- 2900	7,0-9,0	18-20	7-9	-21
Рислінг рейнській	Середньоран ній 145-150	2850- 2950	7,5-8,0	17-18	7-9	-22
Овідіопольський	Середньопіз- ній 155-160	3150- 3200	9,5- 10,0	18-20	7-10	-27
Рубін таїровський	Пізній 160-165	3200- 3350	12-14	19-20	7-9	-25

підготовки до зимівлі та сорту – при мінус 18-22 °С. Повна загибель вічок у європейських сортів спостерігається при температурі нижче мінус 24 °С. Після частих відлиг а також наприкінці зими морозостійкість рослин знижується.

Значно меншу морозостійкість мають корені винограду. У європейських сортів вони гинуть при температурі мінус 5-7 °С, а в підщепних американських – при мінус 9-11 °С [22 - 23, 25, 48].

Навесні, перед розпусканням бруньок, останні витримують зниження температури до мінус 3-5 °С. Бруньки які розпускаються гинуть при температурі мінус 0,5-1,0 °С.

В основних виноградарських районах України майже щорічно не буває природного опаду листя, воно гине від осінніх заморозків при зниженні температури до мінус 3-5 °С. При цьому частково пошкоджуються гребені та ягоди винограду, втрачається урожай. Якщо

б) технологічна характеристика поширених технічних сортів
винограду [8, 17]

Сорти винограду	Сила росту пагонів	Визріван- ня пагонів, %	Плодо- носних пагонів , %	Опт. наванта- ження пагона- ми, тис. шт./га	Коефіц. плодон- ошення	Коефіц. Плодо- носнос- ті	Серед- ня маса грона, г
Сапераві	серед- ня	80-85	60-65	110- 120	0,8-0,9	1,5- 1,65	110- 120
Аліготе	серед- ня	80-85	80-85	100- 130	0,8-0,9	1,6-1,7	105- 110
Каберне Совіньон	сильна	85-90	45-60	90-110	0,5-0,7	1,1-1,4	70-75
Сухолиман- ський білий	сильна	80-87	70-75	100- 130	1,0-1,2	1,5-1,7	145- 150
Одеський чорний	серед- ня	80-90	70-83	100- 120	1,3-1,5	1,7-2,0	130- 140
Мускат одеський	серед- ня	85-90	75-77	60-65	1,0-1,2	1,3- 1,45	115- 125
Мускат оттонель	серед- ня	80-85	60-65	90-100	1,0- 1,05	1,45- 1,55	90-95
Фетяска (Ліанка)	серед- ня	85-90	65-70	100- 110	0,8-0,9	1,3- 1,45	95-105
Ркацителі	серед- ня	75-80	60-65	90-105	0,45- 0,6	1,3-1,5	130- 150
Піно сірий	серед- ня	75-80	50-55	90-100	0,7- 0,85	1,5-1,7	87-95

Продовження табл.3.1б							
Шардоне	серед- ня	85-90	60-65	95-110	0,8- 0,85	1,4-1,6	90-100
Рислінг рейнській	сильна	85-95	55-60	90-100	0,7-0,8	1,3- 1,45	90-110
Овідіопольс кий	сильна	75-80	65-73	65-70	0,8-0,9	1,1-1,3	160- 165
Рубін таїровський	серед- ня	75-80	70-75	60-65	1,0-1,2	1,5-1,6	185- 200

заморозки настають рано, значно пошкоджуються не лише листя та ягоди, а й вічка, однорічні та дворічні пагони, гинуть саджанці в шкілках.

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. Проте у дуже посушливі роки спостерігалися різке зменшення приросту пагонів, урожайності й навіть масова загибель кущів [22 - 24, 48]. 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.

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 пилки втрачає фертильність, спостерігається масове обсіпання кіток. Посуха у другій половині

вегетації негативно впливає на масу ягід та грон, накопичення цукрі та запасних поживних речовин, морозостійкість кущів [48].

На півдні України в умовах зрошення для вирощування високого врожаю (15-25 т/га) винограду витрачається 4,5-6,0 тис м³/га води. Сумарні витрати її визначаються природними умовами (клімат, рельєф, ґрунти), біологічними особливостями сортів, урожайністю насаджень та рівнем агротехніки [48, 52].

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 [2 – 23].

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.

Взагалі 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'язі. 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. Радикальним способом поліпшення водного режиму виноградних насаджень є зрошення [23 – 24, 48, 51 – 52].

Сила росту і характер розвитку виноградної рослини, кількість і якість одержуваних врожаїв в чомусь залежать і від ґрунтових умов. На відміну від інших багаторічних рослин виноград здатний розвивати потужну кореневу систему, що йде в глибину на кілька метрів, і використовувати вологу й поживні речовини більш глибоких ґрунтових і підґрунтових горизонтів. Ця особливість винограду дає можливість вирощувати його в різних ґрунтових умовах. Отже, для вирощування винограду певних кондицій потрібно знаходити оптимальні поєднання властивостей ґрунту і кліматичних умов [23 – 24, 48].

Багато місць, що мають різний ґрунт, підходять для вирощування винограду. Для цього заняття використовується горбиста місцевість з порівняно бідним ґрунтом, де інші види культур дають більш низький економічний ефект. Виноград не зможе рости на болотистому, важкому і дуже щільному ґрунті, тому не можна говорити про те, що виноград не вибагливий до ґрунту [23 – 24].

Найкращим ґрунтом для винограду вважається пухкий ґрунт, що швидко прогриваються, або легкий піщаний чи гравійний ґрунт.

Раніше, в процесі вирощування не щепленого винограду, значимість ґрунту не була настільки висока. В період появи нових імпортованих сортів для підщепи значимість ґрунтового складу збільшилася. Відзначено, що ряд підщеп мають краще зростання на дрібному і посушливому ґрунті, а інші підщепи добре ростуть на свіжому і глибокому ґрунті. Також як частина підщеп мають переваги у високому вмісті карбонатів у ґрунтовому складі, а інша частина – в низькому.

Необхідно пам'ятати, що перед висадкою винограду необхідно ретельно вивчити склад ґрунту і виходячи з отриманого результату, проводити грамотний підбір підщеп і сортів.

Для того щоб виростити виноград, який надалі піде на виробництво червоного вина, краще всього підійде помірно вологий, добре провітрюваний ґрунт з оптимальним тепловим режимом. Цей ґрунт повинен мати в своєму складі гумус в помірній кількості і залізо, калій і фосфор в достатній кількості. Дані умови задовольняються різними підтипами чорноземів, темними сіро-коричневими і коричневими ґрунтами на територіальній горбистій місцевості. Для того щоб отримати червоний виноград високої якості переважно використовують ґрунт з підвищеним рівнем глини.

Виноград має сильно розгалужену кореневу систему, яка проникає на глибину 4-8 м. Тому ґрунт і підґрунтя є важливими екологічними факторами, що зумовлюють ріст, величину врожаю винограду та його якість. У різних зонах виноградарства найвищі врожаї винограду одержують на легких і теплих ґрунтах, з доброю водопроникністю і аерацією та достатньою родючістю. Висока пластичність винограду дає можливість вирощувати його на різних типах ґрунтів. Виноград не росте на засолених і заболочених ґрунтах, на яких несприятливі умови для росту та розвитку коренів. У різних зонах виноградарства найвищі врожаї винограду одержують на легких і теплих ґрунтах, з доброю водопроникністю і аерацією та достатньою родючістю.

Цінність різних ґрунтів для винограду визначається їх структурою, гранулометричним і хімічним складом. Оптимальна вологість ґрунту від сокорух до початку достигання ягід складає від 50% від найменшої вологості на пісках до 75% на важко суглинкових чорноземах.

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 [48].

Тепловий режим ґрунту впливає насамперед на кореневу систему, інтенсивність росту і розвиток якої зумовлюють строки початку вегетації та проходження фенофаз [23 - 24].

Хімічний склад ґрунту залежить насамперед від наявності в ньому мінеральних елементів: кальцію, калію, фосфору, сірки та ін.. На хімічний склад ґрунтів суттєво впливає внесення органо-мінеральних добрив і хімічних меліорантів. Краще росте виноград, коли реакція ґрунтового покриву близька до нейтральної [48, 51].

Для того щоб виростити виноград, який надалі піде на виробництво високоякісного білого вина, краще всього вибирати піщані і глинисто-піщані ґрунти з легким механічним складом з низьким рівнем вмісту гумусу, але з високим вмістом калію і фосфору. Як правило, такий ґрунт розташовується на схилах річок і терасах, розташованих поряд з берегами. Зазвичай білий виноград вирощують на світлих легких ґрунтах. Ці умови задовольняються алювіальними і делювіальними ґрунтами, а також низкою коричневих ґрунтів, які утворені на глинисто-піщаному відкладенні. Для того щоб вийшло гарне столове вино необхідно вибирати ґрунт, що добре прогрівається з високим рівнем вмісту щебеню, з великою кількістю дрібних глиняних частинок і з великою кількістю карбонату [17].

Найвищі вимоги пред'являються ґрунту, що вибирають для вирощування винограду, який йде на створення десертного столового вина. Рекомендовано вирощувати виноград для даних цілей на глибокому, і свіжому, але не на важкому і щільному ґрунті. Ґрунт повинен бути багатим на гумус і володіти хорошими водоутримуючими властивостями.

Також даний ґрунт повинен включати в свій склад карбонат, фосфор і азот в достатній кількості. Легкий піщаний ґрунт можна застосовувати для вирощування на ньому раннього столового винограду, при забезпеченні поливу хорошої якості. Для десертного сорту найбільш вигідні чорноземні землі і ряд лісових коричневих ґрунтів в гірських місцевостях [48].

Практика світового виноробства вказує на те, що виноград, з якого виходить найкраще вино, виростає на ґрунті, в якому міститься пісок і гравій. Наприклад, у східній частині Грузії, в угорському Токай і у французькому Шампань створені умови для вирощування винограду, який йде у виробництво знаменитого на весь світ вина. Ґрунт на цих територіях має в своєму складі до 80% часток каменя або гравію. Гравій виконує роль дренажу для шарів ґрунту, пропускаючи дощову воду і запобігаючи процесу випаровування. За час світлового дня гравій дуже сильно нагрівається, а в нічний час починає віддавати поглинене тепло, нагріваючи поверхню повітря [23 – 24].

Виявлено, що різні види і сорти винограду неоднаково реагують на ґрунтові умови. Так, сорти винограду виду Ріпарія краще ростуть на легких та середніх ґрунтах з вмістом активного вапна 6-11 %, а виду Берландієрі – на важких і глинястих ґрунтах з містом активного вапна 20-25 %. Для деяких сортів (Каберне Совіньон, Гаме та ін.) як сприятливі розглядаються суглинисті та глинисті чорноземи, а несприятливі – сірі карбонатні ґрунти. Для Аліготе та Ркацители досить сприятливими є середньо- та важкосуглинисті ґрунти. Для сортів Сенсо, Шасла біла, Серексія, Чауш, Тельти-Курук, Альшак, Альварна та ін. найкращими є піски, а для групи Піно, Фолль блан – перегнійно-карбонатні ґрунти з великим вмістом вапна. Викликає інтерес якість отриманої продукції при вирощуванні винограду у Франції (у Шампані). Сорт Піно чорний на крейдових відкладеннях дає відомі білі шампанські вина, але одержати тут з цього сорту червоне вино, рівноцінне відомому бургундському, не

вдається. Рислінг на карбонатних та перегнійно-карбонатних ґрунтах мергелястого походження схилів Абрау-Дюрсо дає відомі марочні вина. Однак цей же сорт у нанесених ґрунтах долин (наприклад, у Ставропольському краї та ін.) дає вина невисокої якості, тоді як сорт Сільванер тут має протилежні результати [23 – 24, 48].

Висока пластичність винограду дає можливість вирощувати його на різних типах ґрунтів. В межах України промислові насадження винограду культивують на чорноземах (легких-, середньо- та важкосуглинкових), 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. Найвищі врожаї доброї якості в умовах України збирають на структурних або легких ґрунтах, забезпечених поживними речовинами, тому під виноградники слід виділяти супіщані, суглинкові, перегнійно-карбонатні, чорноземні ґрунти. На південних чорноземах виноградники ростуть добре і дають якісну продукцію. Вина особливо високої якості дають білі сорти з ділянок, розміщених на південних схилах, які мають змиті ґрунти. Червоні сорти винограду потребують найбільш змиті відміни ґрунтів на південних схилах. 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 важкосуглинкових ґрунтах – сорти Аліготе, Каберне Совіньон, Ркацителі [48, 51 - 52].

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. Оптимальними є ґрунти потужністю 80-90 см, з запасами гумусу не менш 100 т/га. Отже, гранулометричний склад ґрунтів і ступінь їх змитості повинні обов'язково враховуватися при закладанні виноградних насаджень.

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 (табл. 3.2) [17].

Визначення оптимальних фізико-хімічних показників ґрунтових умов для різних типів ґрунту в межах Північного Причорномор'я надасть можливість зробити раціональний вибір ділянок для закладання виноградних насаджень, визначити норму внесення добрив і систему обробки виноградників на різних ґрунтах даного регіону (табл. 3.3) [17].

Таблиця 3.2 - Класифікація ґрунтів за вмістом активних карбонатів і рекомендовані сорти підщеп (за Я. М. Годельманом)

Рекомендований сорт підщепи	Максимальний вміст карбонатів, %	
	Загальні	Активні
Рипарія Глуар де Монпельє	10 – 15	9,5
Рипарія х Рупестріс 101-14	10 – 20	10,5
Рипарія х Рупестріс 3309	10 – 20	11,5
Рупестріс дю Ло	15 – 25	17,5
Берландієрі х Рипарія Кобер 5ББ	30 – 40	23,0
Шасла х Берландієрі 41Б	50 – 60	29,0

Таблиця 3.3 - Оптимальні кількісні ґрунтові показники для закладання виноградних насаджень на ґрунтах Північного Причорномор'я

[17]

Показники (шар 0-60 см)	Чорноземи звичайні	Чорноземи південні і каштанові ґрунти	Різновиди супіщаних і піщаних ґрунтів
Вміст гумусу, %	3,0–4,0	1,4–1,6	1,4–1,6
Азот, що гідролізується, мг/100 г	3–4	2,5–3	1,0–1,5
Найменша вологоємність	25–30	20–25	4–6
Водопроникність, мм/год.	70–100	60–90	10–30 мм/хв.
Агрегатний склад, частки > 0,25 мм, %	40–55	35–40	-
Загальна пористість, %	50–55	40–50	35–40
Щільність, г/см ³	1,0–1,4	1,2–1,4	1,3–1,4
Рухомий фосфор, мг/100 г	3,0–4,5	3,0–4,0	1,0–1,5
Обмінний калій, мг/100 г	20–30	20–25	0,8–1,2

Продовження табл. 3.3			
Реакція середовища, рН водний	7,5–8,1	7,5–8,	7,0–7,5
Поглинений кальцій, мг-екв/100 г	27–30	20–25	2–3
Поглинений магній, мг-екв/100 г	3,0–3,8	4,0–6,0	2,0–3,0
Ємність поглинання, мг-екв/100 г	35–40	30–35	5–7
Бор, мг/кг	0,3–0,7	0,3–0,5	0,3–0,5
Цинк, мг/кг	0,8–1,5	0,8–1,5	0,8–1,5
Марганець, мг/кг	30–70	30–50	30–50
Молібден, мг/кг	0,3–0,7	0,1–0,2	0,1–0,2
Вміст токсичних солей, %	0,2–0,3	0,2–0,3	0,2–0,3

4 АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЇВ ВИНОГРАДУ В СЕРЕДНЬОСТЕПОВІЙ ПІДЗОНІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

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 [12 – 14, 21, 37 – 41, 43, 49 – 50, 53 – 55].

4.1 Модель формування продуктивності винограду

Запропонована динамічна модель «*Vitis vinifera* - 2013» дозволяє оцінювати формування врожаю винограду протягом вегетаційного періоду, реєструвати біометричні та біохімічні зміни в рослинах, викликані як природним ходом онтогенетичного розвитку, так і впливу на них факторів зовнішнього середовища, під факторами зовнішнього середовища розуміється комплекс агрометеорологічних умов.

При розробці моделі використовувався підхід запропонований Польовим А.М. [42]. Модель «*Vitis vinifera* - 2013», розроблена Ляшенко Г.В. і Жигайло Т.С. [30 - 31, 56], дозволяє оцінити формування однорічної маси виноградного куща з урахуванням динаміки росту біомаси листя, пагонів, суцвіть і грон.

При розробці моделі задавалося, що однорічна маса кущів не перетинається, а знаходиться над горизонтальною проекцією (рис. 4.1), довжина «а» якої дорівнює відстані між кущами, а ширина – середній за вегетаційний період ширині крони « β » (рис. 4.2), яка задається агротехнічним прийомом підв'язкою [30 - 31, 56].

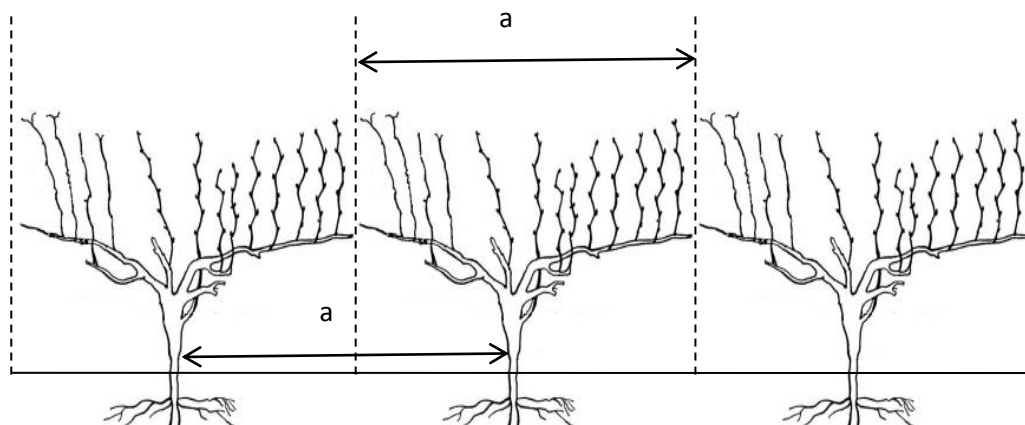


Рисунок 4.1 – Схема розміщення однорічної маси кущів винограду задана в моделі. Вертикальна проекція

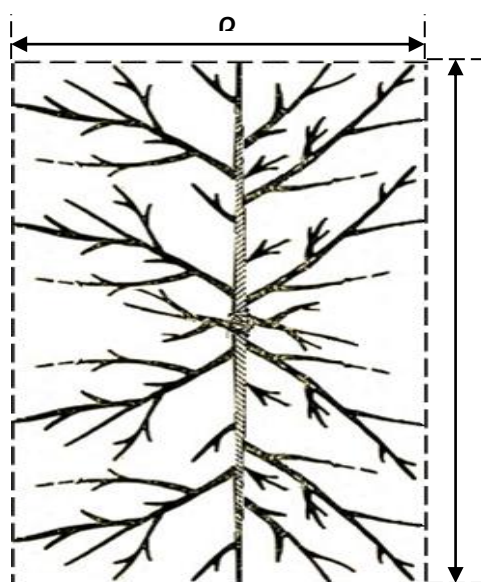


Рисунок 4.2 – Схема розміщення однорічної маси винограду задана в моделі. Горизонтальна проекція

Модель має ієрархічну структуру і містить п'ять основних блоків: вхідної інформації; радіаційного та температурного режимів; фотосинтезу; дихання; росту та розподілу асимілятів.

Для реалізації розрахунків за моделлю необхідно володіти наступною інформацією [30 - 31, 32, 34 - 35]:

1) *разова*

- географічна широта, град.;
- дата розпускання бруньок;
- дата технічної стиглості;
- найменша вологоємність в метровому шарі ґрунту, мм;
- кількість бруньок, що розпустилися, %;
- зрідженість, %;
- вміст вологи в листі, пагонах і гронах, %;
- відстань між кущами, м;
- ширина міжрядь, м;
- ширина крони, м;
- біологічний мінімум, °С;
- коефіцієнт витрат на дихання підтримки, відн. од;
- коефіцієнт витрат на дихання росту, відн. од;
- початкові маси листя і пагонів, г/кущ;
- початкова площа листя, м²/кущ;
- кількість вічок залишених після обрізки, шт/кущ;
- інтенсивність фотосинтезу при світловому насиченні і нормальній концентрації CO₂, мг CO₂/(дм² год);
- початковий нахил світловий кривої фотосинтезу (мгCO₂/(дм² год))/(кал/(см² хв));
- питома густина листя, г/м²;
- кількість плодових пагонів, %;

- коефіцієнт плодоносності;
- мінімальне значення оптимальної температури фотосинтезу, °С;
- максимальне значення оптимальної температури фотосинтезу, °С;

2) декадна

- середня за декаду температура повітря, °С;
- запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, мм;
- середнє за добу число годин сонячного сяйва;
- число діб в розрахунковій декаді.

В агрометеорологічному блоці даної моделі виконуються розрахунки сумарної радіації, інтенсивності ФАР на верхній межі насадження і в середині крони, суми активних температур і середньої денної температури повітря.

Сумарна сонячна радіація розраховується за уточненою формулою Сівкова С.І. [43]:

$$Q^j = 12.66(SS^j)^{1.31} + 315(\sin h_0^j)^{2.1} , \quad (4.1)$$

де Q – величина сумарної радіації за декаду (кал/см²/дек);

SS – тривалість сонячного сяйва за декаду (год);

h_0 – полудена висота Сонця (град.).

Потік фотосинтетичної активної радіації (ФАР) на верхню межу насадження визначається за формулою:

$$I_0^j = \frac{05Q^j}{60\tau_d}, \quad (4.2)$$

де I_0^j – інтенсивність ФАР на верхній межі насадження, кал / (см² · доба);
 τ_d – тривалість світлого часу доби, ч.

Поглинута насадженням фотосинтетична активна радіація ФАР визначається за формулою:

$$Q'_\phi = \frac{Q_\phi}{(1 + cL)}, \quad (4.3)$$

де Q'_ϕ – інтенсивність ФАР в середині насадження, мДж/м²;

L – відносна площа листя, м²/м²;

c – емпіричний коефіцієнт, який дорівнює 0,65 (безрозмірний).

Середня за світлий час доби температура повітря розраховується за формулами виду:

$$T_d = \alpha_1 T_{\max} + \alpha_0, \quad (4.4)$$

де T_d – середня денна температура повітря, °С;

T_{\max} – середня за декаду максимальна температура повітря, °С;

α_1 і α_0 – коефіцієнти, які залежать від місяця.

Розрахунок суми активних температур розраховується за наступною формулою:

$$\sum T_{Акм}^{j+1} = \sum T_{Акм}^j + T_{cp} \cdot n \quad (4.5)$$

де $\sum T_{Акм}$ – сума активних температур, °С;

T_{cp} – середня за декаду температура повітря вище біологічного мінімуму, °С;

n – число днів в розрахунковій декаді.

Фотосинтез є основною складовою продукційного процесу. Вчасно світловий фази фотосинтезу відбувається перетворення світлової енергії в хімічну і фотоліз води, а в період темної фази вуглекислота відновлюється до вуглеводів. Інтенсивність фотосинтезу залежить від освітлення, температури, водопостачання і т.д.

Для розрахунку інтенсивності фотосинтезу при оптимальних тепло- і вологозабезпеченості і реальних умовах освітленості використовується рівняння Monsi M. и Saeki T. [55]:

$$\Phi_0^j = \frac{\Phi_{\max} \alpha_{\phi} I^j}{\alpha_{\phi} I^j + \Phi_{\max}} \quad (4.6)$$

де Φ_{\max} – інтенсивність фотосинтезу при світловому насиченні і нормальній концентрації CO_2 , $\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$;

α_{ϕ} – початковий нахил світлової кривої фотосинтезу,

$\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1} / (\text{кал} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{хв})$;

I^j – інтенсивність ФАР, кал·см²·хв.

Рівняння інтенсивності фотосинтезу в реальних умовах має вигляд [42]:

$$\Phi_{\tau}^j = \Phi_o^j \cdot \alpha_{\phi}^j \cdot \psi_{\phi}^j \cdot \gamma_{\phi}^j , \quad (4.7)$$

де Φ_o^j – інтенсивність фотосинтезу при оптимальних тепло- і вологозабезпеченості і реальних умовах освітленості, мгСО₂·дм⁻²·год⁻¹;

α_{ϕ}^j – онтогенетична крива фотосинтезу, безрозмірна;

ψ_{ϕ}^j – функція впливу температури повітря, безрозмірна;

γ_{ϕ}^j – функція впливу вологості ґрунту, безрозмірна.

Функції α_{ϕ}^j , ψ_{ϕ}^j , γ_{ϕ}^j нормовані та змінюються від 0 до 1.

Онтогенетична крива представлена як сплайн-функція в залежності від накопиченої суми активних температур. Сплайн функція представлена лінійними залежностями, які змінюються по міжфазних періодах «розпускання бруньок - цвітіння», «цвітіння - початок дозрівання», «початок дозрівання - технічна стиглість» і має наступний вигляд [0 - 31, 56]:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \alpha_{\phi} = 0,8 + 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot \sum T_{Акм} & \text{при: } \sum T_{Акм} \leq 800^{\circ}C \\ \alpha_{\phi} = 1 & \text{при: } 800^{\circ}C < \sum T_{Акм} \leq 1000^{\circ}C \\ \alpha_{\phi} = 2,4 - 1,4 \cdot 10^{-3} \cdot \sum T_{Акм} & \text{при: } 1000^{\circ}C < \sum T_{Акм} \leq 1500^{\circ}C \\ \alpha_{\phi} = 0,3 & \text{при: } \sum T_{Акм} > 1500^{\circ}C \end{array} \right. \quad (4.8)$$

де $\sum T_{Акт}$ – сума активних температур на початок розрахункової декади.

Функція впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу так звана "температурна крива фотосинтезу" визначається як [42]:

$$\psi_{\phi}^j = e^{-1.6867 \left(\frac{T_{\partial} - T_{опт}}{10} \right)^2} \quad (4.9)$$

де T_{∂} – середня денна температура повітря, $^{\circ}C$;

$T_{опт}$ – оптимальна температура повітря для фотосинтезу, $^{\circ}C$.

Функція впливу вологозабезпеченості на інтенсивність фотосинтезу має наступний вигляд [42]:

$$\gamma_{\phi}^j = 2,90 \exp(-0,91 W/W_{нв}) - 3,64 \exp(-2,73 W/W_{нв}) \quad (4.10)$$

де W – запаси продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту, мм;

$W_{нв}$ – найменша вологоємність в метровому шарі ґрунту, мм.

Сумарний фотосинтез 1 м^2 виноградного насадження за світлий час доби визначається за формулою [42]:

$$\Phi^j = \varepsilon \cdot \Phi_{\tau}^j \cdot L^j \cdot \tau_D^j, \quad (4.11)$$

де Φ_{τ}^j – інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах, $\text{мгСО}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$;

ε – коефіцієнт ефективності фотосинтезу, г/доба;

L – площа листової поверхні, $\text{м}^2/\text{кущ}$;

τ_D – Тривалість світлого часу доби, год.

Витрати на дихання підрозділяються на дихання пов'язане з підтриманням структурної організації тканин, і на дихання пов'язане з пересуванням речовин, фотосинтезом і створенням нових структурних одиниць для росту рослин. Вираз, що описують процес дихання має вигляд [30 - 31, 42]:

$$R^j = \alpha_R^j (c_1 M^j + c_2 \Phi^j), \quad (4.12)$$

де R – витрати на дихання, $\text{г}/\text{м}^2$;

α_R – значення онтогенетичної кривої дихання, безрозмірне;

c_1 – коефіцієнт, який характеризує витрати на підтримку структури, безрозмірний;

M – суха однорічна біомаса куща, $\text{г}/\text{м}^2$;

c_2 – коефіцієнт, який характеризує витрати, пов'язані з перетіканням речовин, фотосинтезом і утворенням нових структурних одиниць.

Рівень дихального газообміну підвладний змінам, залежним від віку та розвитку рослини. Молоді зростаючі тканини дихають інтенсивніше, при старінні рівень дихального газообміну знижується. В моделі зміни дихальної активності виноградного рослини оцінюється через онтогенетичну криву дихання α_R , яка характеризує вплив віку рослини на швидкість дихання. Онтогенетична крива дихання аналогічна онтогенетичній кривій фотосинтезу і визначається за виразом 4.8 [42].

Кількісний опис процесів росту і розподілу продуктів фотосинтезу в рослинах є одним з центральних питань при розробці динамічних моделей формування продуктивності сільськогосподарських культур. Найбільш простим показником росту біомаси є приріст ΔM за розрахунковий період часу Δt . Приріст біомаси визначається різницею між сумарним фотосинтезом і витратами на дихання [42]:

$$\Delta M^j = \Phi^j - R^j \quad (4.13)$$

де ΔM – приріст біомаси, г/м²;

Φ^j – сумарний фотосинтез, г/м²;

R^j – витрати на дихання, г/м²;

Ріст окремих органів протягом вегетаційного періоду визначається функціями розподілу асимілятов або ростовими функціями (рис. 4.3);

$$m_i^{j+1} = m_i^j + \beta_i^j \Delta M^j \quad (4.14)$$

де m_i^j – маса і-го органу, г/м²;

β – значення функції розподілу асимілятів.

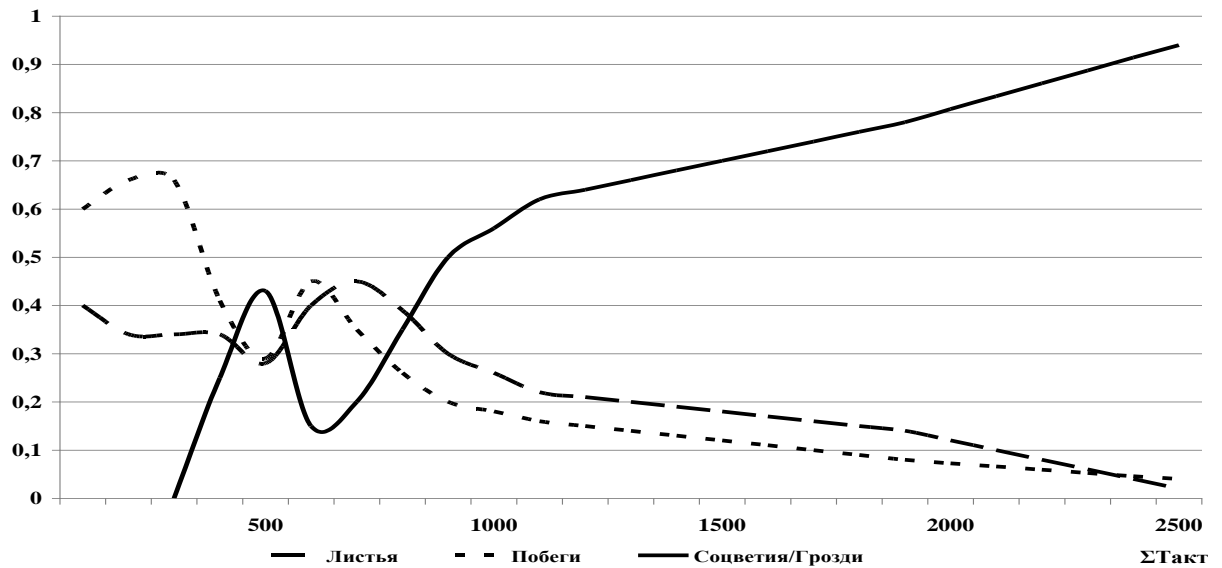


Рисунок 4.3 - Ростові функції винограду [42, 53]

Динаміка формування площі листової поверхні визначається з урахуванням приросту маси листя і питомої щільності листя:

$$L^{j+1} = L^j + \Delta m_l \frac{1}{z}. \quad (4.15)$$

де L – площа листової поверхні, $\text{м}^2/\text{кущ}$;

m_l – маса листя, $\text{г}/\text{м}^2$;

z – питома площа листя, $\text{г}/\text{м}^3$.

Також в блоці росту даної моделі за допомогою додаткових параметрів розраховуються сира загальна біомаса і біомаса окремих органів винограду, врожайність з куща і гектара, маса середньої грона, фотосинтетичний потенціал за такими виразами [42]:

$$m_{Ci}^j = \frac{m_i^j}{(100 - \psi_i)10} \cdot K_{земл} \quad (4.16)$$

де m_{Ci}^j – сира маса і-го органа, кг/кущ;

ψ_i – вміст вологи в і-му органі, %;

$K_{земл}$ – коефіцієнт рівня агротехніки, безрозмірний змінюється від 0 до 1.

Максимальна біомаса грон, розрахована за виразом 4.16, є врожайністю куща (Y_k) [30 -31, 56].

$$Y = \frac{100Y_k}{X \cdot d} \cdot \frac{(100 - P)}{100} \quad (4.17)$$

де Y – урожайність, ц/га;

d – ширина міжрядь, м;

P – зрідженість кущів, %.

$$m_{cp} = \frac{Y_k p}{10g} \cdot III \cdot K_{пл} \quad (4.18)$$

де m_{cp} – маса середнього грона, г;

p – відсоток бруньок, що розпустилися, %;

g – кількість вічок залишених після обрізки, шт/кущ;

III – відсоток плодоносних пагонів, %;

$K_{пл}$ – коефіцієнт плодоношення.

$$\Phi\Pi^{j+1} = \Phi\Pi^j + \frac{L^{j+1} - L^j}{2} \cdot X \cdot H \cdot n^{j+1} \quad (4.19)$$

де $\Phi\Pi$ – фотосинтетичний потенціал, $\text{м}^2 \cdot \text{доба}$;

L – відносна площа листя, $\text{м}^2/\text{м}^2$;

X – довжина крони, м;

H – ширина крони, м;

n – число діб в розрахунковій декаді.

$$\text{ЧПФ}^j = \frac{\Delta M^j}{L^j \cdot X \cdot H \cdot n^j} \quad (4.20)$$

де ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, $\text{г}/\text{м}^2$;

ΔM – приріст загальної біомаси за декаду, $\text{г}/\text{кущ}$.

Вихідна інформація може бути представлена в табличному і графічному вигляді.

4.2 Агрокліматичні умови в період вегетації винограду

Дослідження проводилися за даними метеорологічних станцій Одеської, Миколаївської і Херсонської областей – Болград, Одеса, Сарата, Березанка, Миколаїв, Очаків, Генічеськ, Нова Каховка і Херсон [1 - 4, 9 – 10, 36]. Для оцінки агрокліматичних умов в період вегетації винограду виконувалися розрахунки таких агрокліматичних показників як тривалість сонячного сяйва, середня температура повітря, кількість опадів за період вегетації винограду (від розпускання бруньок до технічної стиглості, що календарно на території Середньостепової підзони України відповідає третій декаді квітня – 2-й декаді вересня. Умови зволоження ґрунту

оцінювалися за величиною запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту, віднесених до величини найменшої польової вологості у цьому шарі.

Виявлено, що на досліджуваній території тривалість сонячного сяйва складає 1298-1445 годин (табл.4.1). У виноградарській зоні Одеської області вони змінюються від 1356 до 1418 годин, від 1298 до 1412 – у Миколаївській області і від 1388 до 1445 годин – в Херсонській області. Середня температура повітря по території змінюється найменше – від 19,1 до 19,7, від 19,2 до 19,4 і від 19,3 до 20,1 °С відповідно в Одеській, Миколаївській і Херсонській областях [18 – 19, 33].

Кількість опадів за вегетаційний період по території змінювалась внайбільшій межі – від 271 до 286 мм в Одеській області, від 202 до 245 мм – в Миколаївській області і від 179 до 235 мм – в Херсонській області.

Як зазначалося вище, продуктивність винограду зформується під впливом ресурсів світла, тепла і вологи, причому на досліджуваній території ресурси вологи мають домінуюче значення. Також важливо відзначити, що найбільш значимими є ресурси вологи у ґрунті, які залежать від кількості опадів і ґрунтового покриву. Особливо гранулометричного складу ґрунту. Показником, який характеризує фізичні властивості ґрунтів стосовно їх вологості є найменша польова вологості ґрунту (НВ).

Найбільш різноманітні за гранулометричним складом ґрунти в Одеській області, тому й показник найменшої польової вологості (НВ) тут значно змінюються. Так, в районі метеостанцій Сарата та Одеса він становить 152 і 155 мм, а метеостанції Болград – 189 мм. В Миколаївській області практично у всіх районах області найменша вологості дорівнює 152 мм. Діапазон мінливості найменшої вологості у метровому шарі ґрунту в Херсонській області складає 19 мм і змінюється від 139 мм в Генічеську до 158 мм – в Новій Каховці.

Таблиця 4.1 - Агрокліматичні умови в Середньостеповій підзоні України
[18 – 19, 33]

Станції	Найменша вологоємність у шарі ґрунту 0-100 см, мм	Середня температура повітря за вегетацію, °С	Тривалість сонячного сьйва за вегетацію, ч	Кількість опадів за вегетацію, мм
Одеська область				
Болград	189	19,5	1356	277
Одеса	155	19,1	1418	286
Сарата	152	19,2	1418	271
Δ	37	0,4	62	15
Миколаївська область				
Березанка	152	19,4	1298	245
Миколаїв	152	19,4	1412	224
Очаків	152	19,2	1298	202
Δ	0	0,2	14	43
Херсонська область				
Генічеськ	139	20,1	1388	179
Нова Каховка	158	19,6	1445	218
Херсон	152	19,3	1445	235
Δ	19	0,8	57	56

Таким чином встановлено, що у виноградарській зоні Середньостепової підзони тривалість сонячного сьйва змінюється від 1298 до 1445 годин, середня температура повітря за вегетацію винограду – від

19.1 до 20.1 °С, кількість опадів – від 179 до 286 мм, а величина найменшої польової вологоємності – від 152 до 189 мм. Діапазон їх мінливості по території складає відповідно 147 годин, 1,0 °С, 107 і 37 мм.

4.3 Просторовий розподіл показників фотосинтетичної діяльності та врожайності винограду

Дослідження фотосинтетичної продуктивності винограду здійснюється за такими показниками як площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу, а врожайність – за показникам и приросту біомаси (окремих органів рослини) і врожаю біомаси господарсько-корисної частини рослин.

Саме площа асиміляційної поверхні листя визначає врожай рослин [5 – 7, 12, 21, 37 – 41, 46 - 49]. В свою чергу цей показник фотосинтетичної діяльності дуже мінливий і залежить від комплексу умов зовнішнього середовища.

Фотосинтетичний потенціал, як і площа асиміляційної поверхні, дозволяє охарактеризувати фотосинтезуючу систему. Величина фотосинтетичного потенціалу визначається добутком суми площі листової поверхні на число днів певного періоду:

$$\Phi П = \Sigma LAI \cdot n, \quad (4.21)$$

де $\Phi П$ – фотосинтетичний потенціал, м²/(кущ·доба);

LAI – площа листової поверхні, м²/кущ;

n – кількість днів за вегетаційний період.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), як і площа асиміляційної поверхні, і фотосинтетичний потенціал характеризують фотосинтетичну

діяльність рослин [5 – 7, 12, 21, 37 – 41, 46 - 49]. Величина чистої продуктивності фотосинтезу визначається як відношення добового (декадного) приросту сухої речовини до середньої площі листової поверхні за розрахунковий період:

$$E_{ч.п.} = \frac{1}{\bar{L}_0} \cdot \frac{\Delta M}{\Delta t}, \quad (4.22)$$

де $E_{ч.п.}$ - чиста продуктивність фотосинтезу, г/м²;

ΔM – приріст біомаси, який визначається як різниця сухої біомаси ($M_2 - M_1$) за певний проміжок часу Δt , г/кущ;

\bar{L}_0 – середня сумарна площа листя за період, м²/кущ.

Розрахунки фотосинтетичної продуктивності винограду в Середньостеповій підзоні України здійснені на прикладі сортів середнього і пізніх строків стиглості.

Виявлено, що для сортів винограду середніх строків стиглості (табл. 4.2) максимальна площа листової поверхні відзначається в Одеській області і складає 9,9-10,2 м²/кущ. У Миколаївській області максимальна площа листя змінюється від 8,1 до 9,8 м²/кущ, а в херсонській області – від 7,7 до 9,6 м²/кущ. У сортів винограду пізніх строків стиглості (табл. 4.3) ці величини знижуються до 7,5-9,6; 7,0-9,2 і 5,2-9,9 м²/кущ відповідно в Одеській, миколаївській і Херсонській областях [33] .

Треба відзначити, що чіткої закономірності у просторовому розподілі величини площі листової поверхні рослин, що пояснюється різними закономірностями у розподілі тривалості вегетаційного періоду сортів і показників ресурсів світла, тепла і вологи за вегетацію.

Таблиця 4.2 - Показники фотосинтетичної діяльності сортів винограду середніх строків стиглості [33]

Станція	Максимальна площа листя, м ² /кущ	Максимальна ЧПФ за вегетацію, г/(м ² доба)	ФП на технічну стиглість, м ² ·доба	Максимальний приріст, г/(кущ· доба)	Врожайність, ц/га
Одеська область					
Болград	10,0	11,4	924	43	135
Одеса	10,5	11,7	1008	41	145
Сарата	9,9	11,4	948	37	135
Миколаївська область					
Березанка	9,2	11,3	859	41	124
Миколаїв	9,8	11,6	902	40	117
Очаків	8,1	9,7	753	37	107
Херсонська область					
Генічеськ	7,7	9,9	675	34	84
Нова Каховка	9,5	11,0	877	41	120
Херсон	9,6	11,6	893	39	115

Максимальна чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) за вегетаційний період сортів середніх строків стиглості складає в Одеській області 11,4-11,7 г/дм², в Миколаївській області – 9,7-11,6 г/дм², а в Херсонській області – 9,9-11,6 г/дм² (табл. 4.2). У винограду пізніх строків

стиглості максимальна чиста продуктивність фотосинтезу складає по території відповідно в Одеській області 8,4-11,0 г/дм², в Миколаївській області – 7,4-10,6 г/дм², а в Херсонській області – 7,7-9,7 г/дм² (табл. 4.3).

Таким чином, відзначається закономірність зменшення чистої продуктивності фотосинтезу у сортів пізніх строків стиглості порівнянно із сортами середніх строків стиглості.

Величина фотосинтетичного потенціалу на фазу технічної стиглості сортів середніх строків стиглості винограду в Одеській області дорівнює 924-1008 м²·добу, в Миколаївській області – 753-902 м²·добу, а в Херсонській області – 675-893 м²·доба (табл. 4.2). Цей показник у сортів винограду пізніх строків стиглості відповідно у Одеській, Миколаївській і Херсонській областях становить 781-964, 658-857 і 616-902 м²·доба (табл. 4.3).

Із застосуванням методу моделювання аналогічно для території Середньостепової зони виконано розрахунки максимального приросту і врожайності винограду.

Величина максимального приросту біомаси у сортів винограду середніх строків стиглості становить по території Середньостепової підзони України 37-43, 37-41 і 34-41 г/кущ за добу. Найбільші величини відзначаються в Одеській області, а найменші – в Херсонській областях. В межах областей найбільша різниця у величин приросту біомаси відзначається в Херсонській й Одеській областях (табл. 4.2). У сортів винограду пізніх строків стиглості максимальний приріст біомаси в Одеській області складає 34-45 г/кущ за добу, у миколаївській області – 35-44 г/кущ за добу, а в херсонській області – 27-46 г/кущ за добу (табл.4.3).

Як результат фотосинтетичної діяльності виноградної рослини цікаві результати отримані з загальної врожайності. Так, врожайність винограду середніх строків стиглості в Одеській області складає 135-147 ц/га, в Миколаївській області – 107-124 ц/га, а в Херсонській області – 84-120 ц/га

(табл.4.2). У сортів винограду пізніх строків стиглості врожайність винограду у вказаних областях відповідно складає 117-146, 97-130 і 67-139 ц/га (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 -Показники фотосинтетичної діяльності сортів винограду пізніх строків стиглості [33]

Станція	Максимальна площа листя, м ² /кущ	Максимальна ЧПФ за вегетацію, г/(м ² доба)	ФП на технічну стиглість, м ² ·доба	Максимальний приріст, г/(кущ·доба)	Урожайність, ц/га
Одеська область					
Болград	7,5	10,8	781	34	117
Сарата	8,5	11,0	884	40	144
Одеса	9,6	8,4	964	45	146
Миколаївська область					
Березанка	9,2	9,7	857	44	130
Миколаїв	7,5	10,6	765	37	110
Очаків	7,0	7,4	658	35	97
Херсонська область					
Геніческ	5,2	7,7	516	27	67
Нова Каховка	7,1	9,3	716	37	111
Херсон	9,9	9,7	992	46	139

Як висновок можна константувати, що агрокліматична оцінка формування врожаїв винограду в Середньостеповій зоні виконана із застосуванням методу моделювання за моделлю, розробленою Ляшенко Г.В. і Жигайло Т.С. Отримані результати дозволяють оцінити просторовий розподіл показників фотосинтетичної діяльності винограду на території Середньостепової зони по даним 9-ти метеорологічних станцій Одеської, Миколаївської і Херсонської областей для сортів середніх і пізніх строків стиглості.

5 ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ВИНОГРАДУ В СЕРЕДНЬОСТЕПОВІЙ ПІДЗОНІ

На теперішній час процеси зміни клімату в бік потепління не викликають сумніву. Людство стурбоване цими змінами, що пояснюється занепокоєністю стосовно як загальною безпекою, так і питаннями тенденції їх впливу на виробництво продуктів харчування. Повстає питання можливих змін у сільськогосподарській галузії – агрокліматичних умов розвитку сільськогосподарських культур і формування рівню їх врожайності. Тобто, головне завдання полягає у адаптації сільськогосподарської галузі до змін клімату – селекція нових сортів сільськогосподарських культур з іншими вимогами до світла, тепла і вологи та лімітуючи агрокліматичних факторів. Для визначення напрямку селекційних досліджень необхідна інформація про можливу зміну агрокліматичних ресурсів.

5.1 Характеристика сценаріїв зміни клімату

Сучасне потепління спричиняє значну зміну агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності сільськогосподарських культур. Воно супроводжується істотним підвищенням температури повітря у зимові місяці, збільшенням кількості тривалих відлиг, часового зрушення розвитку природних процесів, змінами тривалості сезонів року, подовженням беззаморозкового періоду та тривалості вегетаційного періоду сільськогосподарських культур, збільшенням теплозабезпеченості вегетаційного періоду, покращенням вологозабезпеченості майже усіх зон України. Проте можливе зростання частоти екстремальних погодних явищ, загальне зниження вологості ґрунтів та зменшення їхньої родючості,

виснаження ресурсів прісної води у південних регіонах країни, деградація ґрунтів. Разом з тим, основною особливістю потепління стала нерівномірність випадіння опадів за окремі періоди року, що призвело до збільшення посушливих явищ. Посухи нерідко співпадають з суховіями, спричиняючи пошкодження рослин у різних фазах розвитку та зменшуючи їхню продуктивність. Світовими вченими визнано той факт, що зміна клімату в останні десятиріччя явно збільшилася, одночасно збільшилася частота екстремальних явищ погоди.

Коли розглядаються зміни клімату, як критерії таких змін найчастіше використовуються тренди глобальних температури та опадів. Наприклад, середня температура повітря за останні 100 років збільшилася на $0,74 \pm 0,18$ °C, причому, найімовірніше, більша частина цього потепління пов'язана з антропогенним впливом [47]. Потепління, в свою чергу, зумовлює підвищення рівня моря та зменшення площі снігового покриву у Північній півкулі.

З іншого боку, навіть впродовж останніх 30 років, коли темпи підвищення були особливо великими, в деяких регіонах земної кулі (наприклад, Південна Атлантика, Аляска тощо) спостерігалось похолодання. Більше того, підвищення температури не в усіх регіонах добре корелюється зі змінами режиму опадів. Тобто зміни цих двох показників клімату не пов'язані між собою на регіональному рівні і мають розглядатися окремо один від іншого. Аналіз поточної зміни клімату можна достатньо легко зробити за допомогою довгих рядів спостереження. Але якщо задача полягає в аналізі майбутніх змін, треба використовувати результати моделювання.

Зміни у глобальній кліматичній системі можуть розглядатися на сьогодні як незаперечний факт, що доводиться метеорологічними даними за останні 150 років за глобальною середньою температурою повітря та океану, підвищенням глобального середнього рівня моря та таненням снігу

та льоду. Є дуже ймовірним, що підвищення глобальних середніх температур, яке спостерігається з середини 20 століття, здебільшого викликано підвищенням концентрацій антропогенних парникових газів [27, 46 - 47]. Щоб визначити причини змін клімату, що мають місце, а також оцінити майбутні зміни, було реалізовано безпрецедентний за своїми масштабами та кількістю учасників модельний проект – дослідниками з 11 країн було виконано чисельні інтегрування з 23 складними фізико-математичними моделями загальної циркуляції атмосфери і океану. Під час експерименту розраховувався клімат 20 століття при заданих, відповідних до спостережень, концентраціях парникових газів, а також клімат для різних сценаріїв, які наведені у Спеціальній доповіді зі сценаріїв викидів (СДСВ) [47]. Все це дозволило просунути в уточненні та підвищенні достовірності оцінок майбутніх змін клімату, а також оцінити імовірнісні розподіли характеристик клімату для кожного зі сценаріїв.

Тенденції зміни агрокліматичних ресурсів розглядаються у розрізі основних агрокліматичних зон за різні проміжки часу. Для оцінки змін агрокліматичних ресурсів при можливих змінах клімату використовуються результати побудови розроблених сценаріїв зміни клімату в Україні [47]:

- розрахунків змін кліматичних показників за стаціонарними моделями загальної циркуляції атмосфери, які досліджують реакцію кліматичної системи на подвоєння вмісту CO_2 : *GFDL* (модель Лабораторії геофізичної гідродинаміки США); *UKMO* (модель Метеорологічного бюро Сполученого Королівства);

- сценаріїв зміни температури повітря і кількості атмосферних опадів в Україні на основі результатів розрахунків за нестаціонарною моделлю, у якій моделюється відгук на поступове (як більш реалістичне) зростання вмісту парникових газів на 30 % (модель Лабораторії геофізичної гідродинаміки США – *GFDL-30 %*).

Кліматичний сценарій *GFDL-30 %* передбачає оцінку можливих змін режиму температури повітря та опадів у природних зонах України на період до 2030–2040 рр. Така оцінка майбутніх змін клімату є більш реалістичною як з точки зору поступовості зростання вмісту парникових газів на 30 %, так і з точки зору більш прикладного аспекту цієї оцінки. У цьому сенсі немає практичного сенсу розглядати зміну агрокліматичних ресурсів та продуктивності сільськогосподарських культур на сторіччя згідно кліматичних сценаріїв *GFDL* та *UKMO*.

Кліматичний сценарій *GFDL-30 %* було прийнято як основний для оцінки зміни агрокліматичних ресурсів, умов росту, розвитку та формування продуктивності основних сільськогосподарських культур на період до 2030–2040 рр.

Сучасні моделі загальної циркуляції атмосфери і океану дозволяють розглянути не тільки зміни глобального клімату, а й, певною мірою, оцінити його регіональні аспекти.

Робочою групою Міжнародної групи експертів зі змін клімату були розроблені чотири основних описових сюжетних лінії для послідовного викладення зв'язків між визначальними факторами викидів та їх розвитком, а також додатковий контекст для кількісного визначення сценарію. Кожна сюжетна лінія зображує різні демографічні, соціальні, економічні, технологічні та екологічні події, які одними особами можуть розглядатися позитивно, а іншими – негативно [47].

Сценарії містять широкий перелік основних демографічних, економічних та технологічних визначальних факторів ПГ та викидів сірки. Кожний сценарій являє собою конкретне кількісне тлумачення однієї з чотирьох сюжетних ліній. Усі сценарії, що ґрунтуються на одній сюжетній лінії, являють собою сценарну «родину» [47].

У межах кожної сценарної родини були розроблені два основних види сценаріїв – сценарії з узгодженими припущеннями стосовно

глобального населення, економічного росту і кінцевого використання енергії та сценарії з альтернативним кількісним визначенням сюжетної лінії. У своїй сукупності 26 сценаріїв були узгоджені через прийняття припущень стосовно розвитку загального населення та сукупного національного продукту. Таким чином, узгоджені сценарії у кожній родині не є незалежними один від іншого. Решта 14 сценаріїв прийняли альтернативні тлумачення чотирьох сюжетних ліній для вивчення додаткових сценарних невизначеностей. Вони також пов'язані між собою у межах кожної родини, навіть не зважаючи на те, що не містять загальних припущень стосовно деяких визначальних факторів [47].

Найбільшого поширення набули шість сценарних груп, які слід вважати рівною мірою обґрунтованими і які охоплюють широке коло невизначеностей. Вони містять чотири комбінації демографічних змін, соціально-економічного розвитку та технологічних подій, які відповідають чотирьом родинам (A1, A2, B1, B2), кожна з яких має ілюстративний сценарій [47].

Сюжетна лінія та сценарна родина A1 містить опис майбутнього світу, що характеризується швидким економічним ростом, глобальним населенням, показники якого сягають пікових значень у сторіччя з подальшим зменшенням, а також швидким упровадженням нових та ефективніших технологій. Першорядними питаннями будуть поступове зближення різних регіонів, створення потенціалу та активізація культурних і соціальних взаємозв'язків за значного зменшення регіональних відмінностей у доході на душу населення. Сценарна родина A1 розбивається на три групи, які надають опис альтернативних варіантів технологічних змін в енергетичній системі, а саме відрізняються своїм центральним технологічним елементом: істотна частина викопних видів палива (A1FI), невикопні види палива (A1T) і рівновага між усіма джерелами (A1B), яка визначається як не дуже велика залежність від

одного конкретного джерела енергії. Через те, що інші визначальні фактори будуть сталими, швидке зростання спричинить високі показники обороту капіталу, внаслідок чого невеликі відмінності на початковому етапі між сценаріями призведуть до великого розходження до 2100 р. [47].

У сюжетній лінії A2 надається опис дуже неоднорідного світу. Першорядною темою буде самозабезпечення та збереження місцевої самобутності. Показники народжуваності у різних регіонах дуже повільно зближатимуться, внаслідок чого спостерігатиметься сталий ріст загальної кількості населення. Економічний розвиток буде мати головним чином регіональну спрямованість, а економічне зростання у розрахунку на душу населення і технологічні зміни будуть більш фрагментарними та повільними у порівняннях з іншими сюжетними лініями [47].

5.2 Оцінка зміни агрокліматичних умов вирощування винограду в зв'язку із зміною клімату

В роботі виконуються розрахунки агрокліматичних умов формування врожайності сортів винограду середніх і пізніх строків дозрівання на території Середньостепової підзони України. Як і в розділі 4, із застосуванням моделі формування продуктивності винограду [30 - 31, 56] виконуються розрахунки агрокліматичних показників і показників фотосинтетичної діяльності виноградної рослини та показників врожайності винограду за даними 9-ти метеорологічних станцій Одеської, Миколаївської та Херсонської областей, які характеризують виноградарські райони Сухостепової підзони.

Усі розрахунки виконуються за сценаріями A1B і A2 на два кліматичні періоди – 2011-2030 (1-й період) і 2031-2050 (2-й період) рр. і

порівнюються з даними базового періоду (кліматичні норми за 1986-2005 рр.).

Виявлено, що за обома сценаріями фази розвитку у сортів винограду середніх строків стиглості будуть відзначатися раніше сучасних. Так, за сценарієм А2 у сортів винограду середніх строків стиглості фенологічні фази «розпускання бруньок», «цвітіння» і «початок досягання» в 1-й період будуть відзначатися на 2 доби раніше, а «технічна стиглість» - на 4 доби (табл. 5.1). Тривалість вегетації цих сортів скоротиться на 2 доби. У 2-й період усі фази будуть відзначатися на 5 - 7 діб раніше, а тривалість вегетації скоротиться також на 2 доби. Порівняно з 1-м періодом (2011-2030рр.) в 2031-2050рр. фази розвитку винограду будуть відзначатися раніше на 3 - 4 доби [18, 33].

За сценарієм А1В для сортів середніх строків стиглості зміщення фаз розвитку більше, ніж за сценарієм А2 (табл. 5.1). В 1-й період фази розвитку: «розпускання бруньок», «цвітіння», «початок дозрівання» будуть відзначатися на 3 - 6 діб раніше, а «технічна стиглість» – на декаду (10 діб). В 2-й період також відзначається тенденція зміщення в бік більш ранніх строків. Фази розвитку «розпускання бруньок» і «цвітіння» відзначаються на тиждень раніше, «початок дозрівання» – більш ніж на декаду, а «технічна стиглість» - майже на два тижні раніше.

За сценарієм А1В в обидва періоди (2011-2030 і 2031-2050рр.) температурний режим буде близький до сучасного, а режим зволоження - вище сучасного - 109 і 103%, відповідно (табл. 5.2). В другий міжфазний період температурний режим значно підвищиться, а кількість опадів зменшиться на 16 - 18%. Найспекотнішим очікується третій міжфазний період: температура підвищиться на 3,8 і 4,9 °С; а кількість опадів знизиться на 25%. В цілому за вегетаційний період температура підвищиться в 2011-2030рр. на 2,1 °С, а в 2031-2050рр. - на 2,6 °С. Кількість опадів зменшиться на 14 і на 16%, відповідно. Таким чином,

можна відзначити, що кращі умови росту і розвитку винограду сорту Загрей складатимуться за сценарієм А2 в 2-й кліматичний період.

Таблиця 5.1 - Тенденція зміни дат фаз розвитку сортів середніх строків стиглості [18, 33]

Сценарій	Період	Фази розвитку				Тривалість вегетації, дні
		Розпускання бруньок	Цвітіння	Початок достигання	Технічна стиглість	
	1986 – 2005	20.04	30.05	20.07	10.09	143
А2	2011 – 2030	18.04	28.05	18.07	06.09	141
	Різниця	-2	-2	-2	-4	-2
	2031-2050	15.04	24.05	15.07	03.09	141
	Різниця	-5	-6	-5	-7	-2
А1В	2011 – 2030	17.04	25.05	14.07	31.08	136
	Різниця	-3	-5	-6	-10	-7
	2031-2050	14.04	23.05	09.07	29.08	137
	Різниця	-6	-7	-11	-12	-6

У сортів пізніх строків стиглості дати настання фаз розвитку зсунуться в бік більш раннього терміну на 5 ... 13 діб, вегетаційний період скоротиться на 8 діб. При порівнянні з першим періодом відзначається тенденція меншого відхилення від базового періоду. Тому в першому випадку тривалість періоду буде на дві доби коротшою, ніж у другому. Порівняльна оцінка сортів показала, що більш суттєва різниця настання фаз розвитку відзначається у сортів пізніх строків стиглості (табл. 5.1).

За сценарієм А1В для сортів середніх строків стиглості зміщення настання фаз розвитку значніше, ніж за сценарієм А2. Так у І-й період фази розвитку: «розпускання бруньок», «цвітіння», «початок дозрівання» настануть на 3 ... 6 діб раніше, а «технічна стиглість» – на декаду (10 діб); для сортів пізніх строків стиглості перші три фази настануть на 3 ... 7 діб раніше, «технічна стиглість» – на два тижні (14 діб). Період вегетації закінчується на тиждень раніше базового у сортів середніх строків стиглості і на декаду – у пізніх сортів [18, 33].

У 2-й період також спостерігається тенденція зміщення в бік більш ранніх строків. Фази розвитку «розпускання бруньок» і «цвітіння» як у сортів середніх строків стиглості, так і у пізніх сортів спостерігатимуться на тиждень раніше, «початок дозрівання» – більш ніж на декаду, «технічна стиглість» у середніх сортів майже на два тижні раніше, а у пізніх - майже на двадцять діб. Тривалість періоду вегетації в цей період у сортів середніх і пізніх строків стиглості буде скорочуватися відповідно на 6 і 13 діб.

Порівняльна оцінка настання фаз розвитку за двома сценаріями показала, що найбільш ранні терміни будуть для обох сортів за сценарієм А1В другого сценарного періоду. Найкоротший вегетаційний період (136 діб) у сортів середніх строків стиглості відзначається за сценарієм А1В за період 2011-2030 рр., а у пізніх сортів - 130 діб - за сценарієм А1В за період 2031-2050 рр.

Здійснено розрахунки зміни агрокліматичних умов в період вегетації сортів винограду середніх і пізніх строків стиглості. Встановлено, що за період вегетації сортів середніх строків стиглості за сценарієм А2 в 1-й кліматичний період в перший міжфазний період (табл.5.2) режим зволоження відповідає базовому, температурний режим на 0,4 °С нижче. В 2-й період кількість опадів становить 86% від базового, температурний режим незначно вище (0,2 °С). За сценарієм А1В і в 1-й і в 2-й періоди

температурний режим дещо підвищений, а кількість опадів на 5 ... 11% нижче базового.

В другий міжфазний період за сценарієм А2 в обидва кліматичні періоди буде спостерігатися дещо знижений температурний режим (на 0,1 ... 0,4 °С). Кількість опадів значно зменшиться: у 1-й період на 36%; а у 2-й – на 41%. За другим сценарієм в 1-й період температура зросте на 0,9 °С, а у 2-й - на 0,4 °С. Кількість опадів зменшиться на 30, 35%, відповідно.

Третій міжфазний період буде найспекотнішим і сухим. За першим сценарієм температура підвищиться на 0,3 °С в 1-й період і на 0,8 °С – в 2-й, а кількість опадів скоротиться на 50 і 60%, відповідно. За сценарієм А1В температура зросте на 3,0 °С. Кількість опадів в 1-й період складе 49% від базового, а в 2-й - 54%.

В цілому за вегетаційний період за сценарієм А2 в 1-й період температурний режим буде дещо знижуватися – на 0,2 °С, кількість опадів скоротиться на 29%, дефіцит насичення водної пари зменшиться на 86 мм, вологопотреба і вологовимогливість зменшиться на 42 мм, і 54 мм, вологозабезпеченість в цілому за вегетацію буде на 6% нижче базової. В 2-й період температурний режим підвищиться на 0,4 °С, кількість опадів зменшиться до 57%, дефіцит насичення водяної пари, волого вимогливість і волого споживання знизиться відповідно на 123, 59 і 49 мм, а вологозабезпеченість зменшиться на 3% [18, 33].

За другим сценарієм в 1-й період температурний режим збільшиться на 1,7 °С, кількість опадів складе 66%, дефіцит випаровування виросте на 151 мм, вологопотреба – на 45 мм, вологовикористання знизиться на 46 мм, а вологозабезпеченість зменшиться на 13%. У 2-й період температурний режим буде вищий на 1,3 °С, кількість опадів так само як і в першому випадку скоротиться на 35%, дефіцит випаровування і вологопотреба виростуть до 1583 мм і 616мм, вологовикористання і вологозабезпеченість до 287 мм і 45%, відповідно.

Таблиця 5.2 - Агрокліматичні умови вегетаційного періоду сортів винограду середніх і пізніх строків стиглості [18, 33]

Сценарій	Період	Міжфазний період							
		Розпускання бруньок – цвітіння		Цвітіння – початок достигання		Початок достигання - Технічна стиглість		Розпускання бруньок - технічна стиглість	
		Показники							
		Кількість опадів, мм	Середня температур а повітря, °С	Кількість опадів, мм	Середня температур а повітря, °С	Кількість опадів, мм	Середня температур а повітря, °С	Кількість опадів, мм	Середня температур а повітря, °С
Сорти винограду середніх строків стиглості									
	86–05	50	14,9	99	21,1	95	21,3	244	19,5
А2	11–30	50	14,5	64	20,7	47	21,6	172	19,3
	Різниця	0	-0,4	-35	-0,4	-48	+0,3	-72	-0,2
	31–50	43	15,1	58	21,0	38	22,1	140	19,9
	Різниця	-7	+0,2	-41	-0,1	-57	+0,8	-104	+0,4

Продовження табл. 5.2									
A1B	11–30	44	15,4	69	21,9	47	24,2	160	20,9
	Різниця	-6	+0,6	-30	+0,9	-48	+2,9	-84	+1,7
	31–50	47	15,2	65	21,5	51	24,3	159	20,8
	Різниця	-3	+0,3	-34	+0,4	-44	+3,0	-85	+1,3
Сорти винограду пізніх строків стиглості									
	86–05	56	15,7	101	21,7	95	20,0	252	19,4
A2	11–30	51	15,5	59	21,4	56	20,4	174	19,4
	Різниця	-5	-0,2	-42	-0,3	-39	+0,4	-78	0,0
	31–50	39	15,7	61	21,4	37	21,7	137	20,1
	Різниця	-17	0,0	-40	-0,3	-58	+1,7	-115	+0,7
A1B	11–30	50	16,3	70,0	22,6	46	23,7	166	21,2
	Різниця	-6	+0,8	-31	+1,2	-49	+3,7	-86	-1,8
	31–50	42,8	15,8	69,9	22,2	46	24,0	163	21,0
	Різниця	-8,6	+0,1	-30,7	+0,8	49	+4,0	-89	+1,6

Температурний режим буде вищий на 1,3 °С, кількість опадів так само як і в першому випадку скоротиться на 35%, дефіцит випаровування і вологопотреба виростуть до 1583 мм і 616мм, вологовикористання і вологозабезпеченість до 287 мм і 45%, відповідно.

Порівняльний аналіз показав, що за першим сценарієм вологозабезпеченість сортів середніх строків стиглості очікується вище, ніж за другим, але в обидва кліматичні періоди вологозабезпеченість винограду очікується нижче базової.

Для сортів пізніх строків стиглості за сценарієм А2 у 1-й кліматичний період температурний режим за весь період вегетації збігатиметься з базовим при цьому трохи знижений він буде на початку (на 0,2 °С) і в середині (на 0,3 °С) вегетації і трохи підвищений в кінці (на 0,4 °С). Кількість опадів знизиться практично в два рази в третій міжфазний період (на 41%). Умови зволоження будуть на рівні базового кліматичного періоду (46%). Особливих відмінностей в агрокліматичних умовах не буде і по другому кліматичному періоду (47%).

За сценарієм А1В температурний режим підвищиться в цілому за період на 1,8 °С в першому випадку і на 1,6 °С в другому, значніше температури збільшаться в період дозрівання - технічна стиглість. Обидва кліматичних періоди будуть більш посушливими, ніж базовий, найбільш сухим буде другий період. Вологозабезпеченість знизиться на 6% і 10%, відповідно. У порівнянні з сценарієм А2 агрокліматичні умови А1В будуть більш посушливими.

Таким чином для сортів середніх і пізніх строків стиглості найбільш посушливими в Середньостеповій підзоні будуть агрокліматичні умови за сценарієм А1В у 2-й період (2031-2050 рр.).

5.3 Моделювання впливу змін клімату на продуктивність винограду

За отриманими даними агрокліматичних умов і фаз розвитку сортів винограду середніх і пізніх строків стиглості здійснено моделювання продуктивності винограду цих сортів у Середньостеповій зоні України зв сценаріями А2 і А1В в 1-й і 2-й кліматичний періоди

В залежності від зміни кліматичних умов формування площі листя буде проходити менш інтенсивно, ніж в базовий період (рис. 5.1а). За сценарієм А2 у базовий період площа листової поверхні в період її максимального зростання (період цвітіння) зменшиться: відповідно від 10,2 до 9,3, від 10,5 до 8,9 м²/кущ порівнянно з базовим - 10,6 до 9,2 м²/кущ. В 1-й кліматичний період агрокліматичні умови зумовлюють в першому випадку зменшення площі листя на 21%, у другому випадку площа листя не зміниться і в третьому випадку площа листя зменшується на 12%.

За сценарієм А1В динаміка формування площі листя в досліджуваних районах буде значно відрізнятись (рис.5.1б). В 1-й і 2-й кліматичні періоди інтенсивність буде значно нижче базової і закінчиться на декаду раніше. Формування листової поверхні буде проходити менш інтенсивно, ніж в базовий період, проте відхилення від базової значно менше. Максимальна площа листя зменшиться (табл. 5.3) з 10,6 м²/кущ до 8,2 м²/кущ, що на 1,0 м²/кущ менше, ніж за сценарієм А2 [18, 33].

Формування загальної біомаси за рахунок зміни клімату має чітко виражену залежність від водно-теплогового режиму в міжфазні періоди вегетації. На технічну стиглість загальна біомаса зменшиться: у першому випадку (рис 5.2а). з 3060 до 2679 г/кущ, у другому (рис 5.2б).

Фотосинтетичний потенціал на технічну стиглість знизиться на 150 м²·доба, в другому районі на 98 м²·доба, найбільше зниження буде в третьому районі (на 165 м²·доба). У другому сценарному періоді в перший

випадку ще більше зниження (на $234 \text{ м}^2 \cdot \text{доба}$), у другому – на рівні базового, в третьому зниження потенціалу менше (на $32 \text{ м}^2 \cdot \text{доба}$), ніж у попередньому періоді.

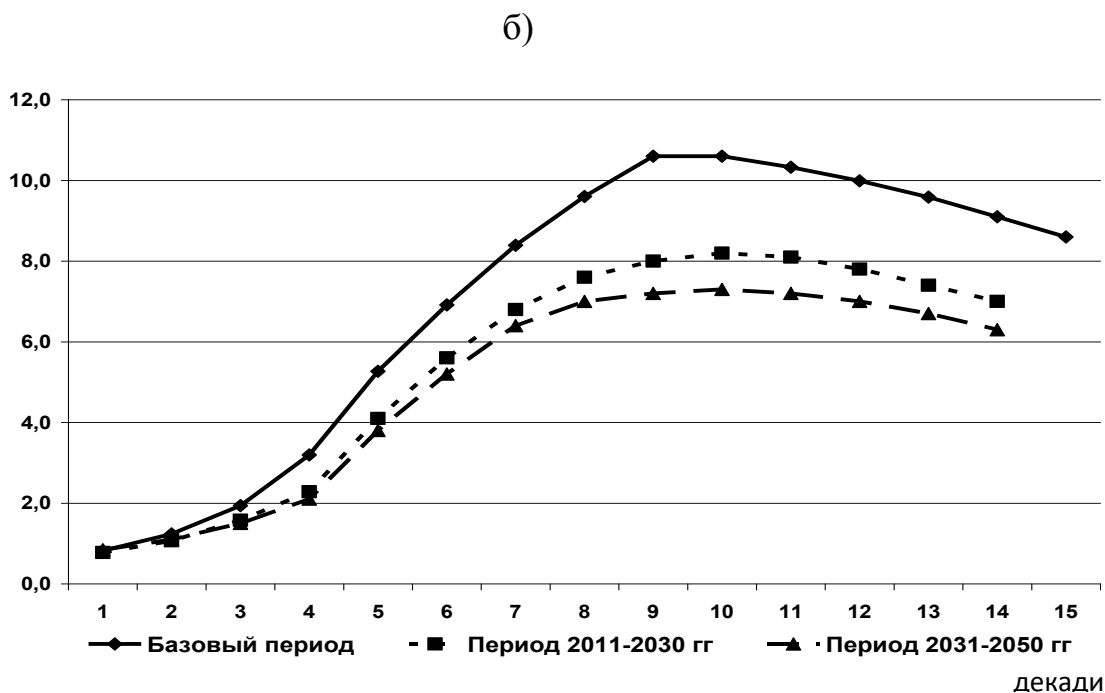
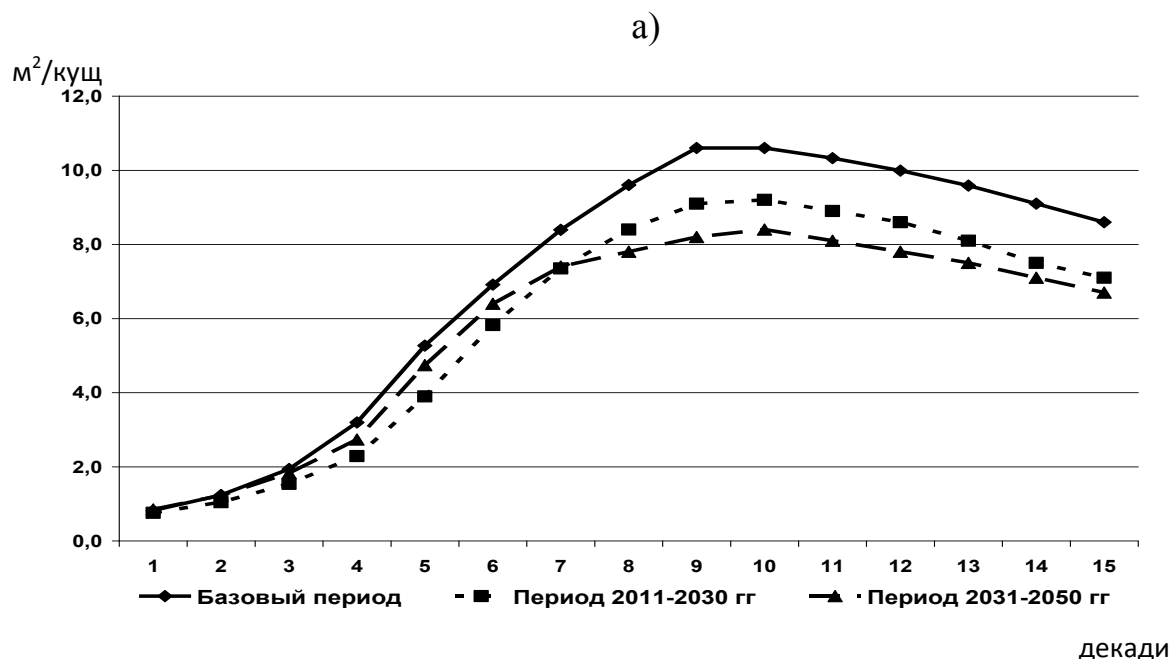


Рисунок 5.1 - Зміна динаміки формування площі листя сортів винограду середніх строків стиглості за сценарієм А2 (а) і А1В (б) [18, 33]

Таблиця 5.3 - Фотосинтетична продуктивність сортів винограду середніх строків стиглості [18, 33]

кліматичний період	Роки	Показники			
		Площа листя в період максимального розвитку, м ² /кущ	Фотосинтетичний потенціал, м ² ·доба	Загальна біомаса на технічну стиглість, г/кущ	Урожай, ц/га
Сценарій А2					
Базовий	1986-2005	10,6	1011	3060	145,1
1-й період	2011-2030	9,2	861	2679	118,7
2-й період	2031-2050	8,4	777	2378	103,9
Сценарій А1В					
Базовий	1986-2005	10,6	1011	3060	145,1
1-й період	2011-2030	8,2	750	2223	99,2
2-й період	2031-2050	7,3	651	1824	81,8

Врожайність ягід винограду за сценарієм А2 в 1-й період зменшується з 145,1 до 118,7 ц/га, а за сценарієм А1В – зниження врожайності на 41,2 ц/га в 1-й період і підвищення на 0,5 ц/га – у 2-й період.

Таким чином, за реалізації кліматичного сценарію А2 агрокліматичні умови 2011-2030 і 2031-2050 рр. на досліджуваній території для сортів середніх строків стиглості будуть менш сприятливими, що зумовить зменшення інтенсивності фотосинтетичної діяльності виноградної рослини і, як наслідок, зменшення врожайності винограду.

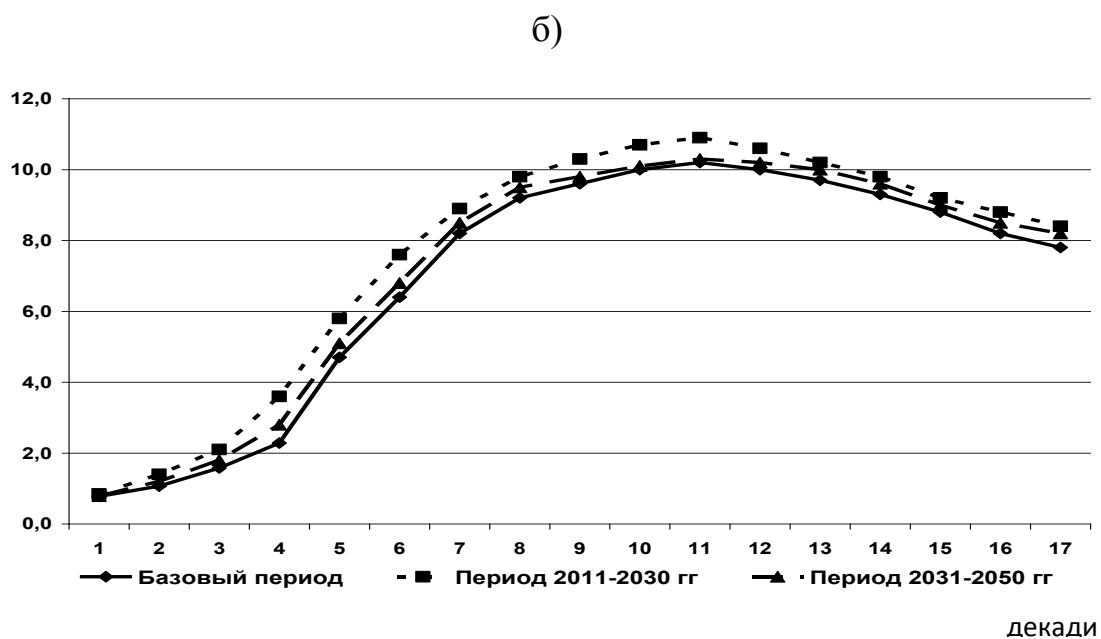
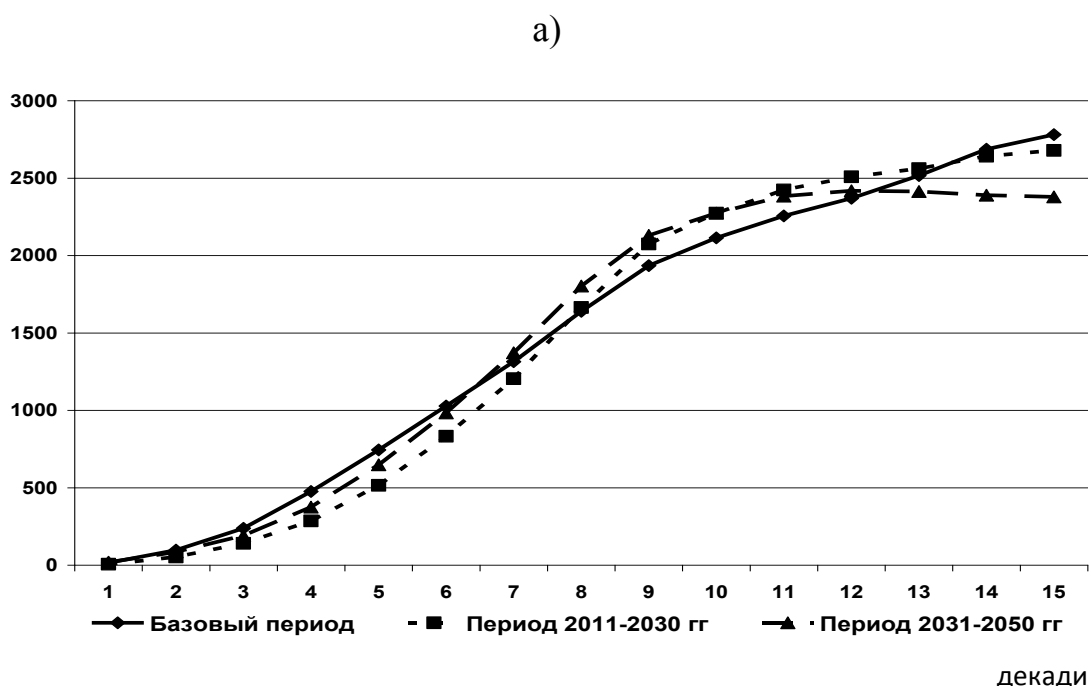


Рисунок 5.2 - Вплив зміни клімату на формування загальної біомаси сортів винограду середніх строків стиглості за сценаріями А2 (а) і А1В (б)

Для сортів винограду пізніх строків стиглості зміна клімату за сценарієм А2 в 1-й період призведе до скорочення вегетаційного періоду, як наслідок зменшиться площа листя (рис 5.3а). Листова поверхня буде значніше відрізнятись від базової і від сортів середніх строків стиглості.

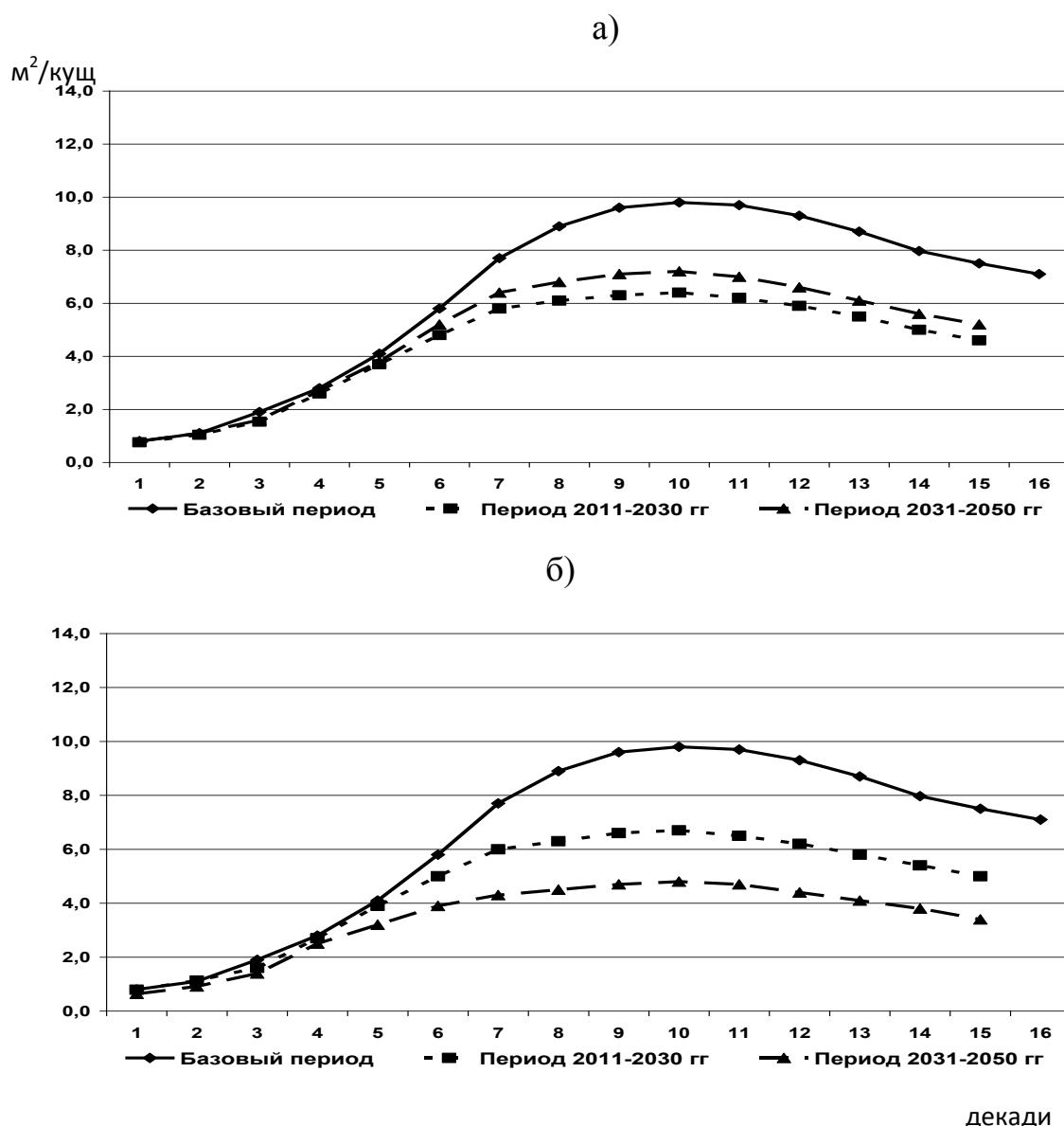


Рисунок 5.3 - Динаміка формування площі листя сортів винограду пізніх строків стигості за сценаріями А2 (а) і А1В (б)

Максимальна площа листя зменшиться з 9,8 м²/кущ до 6,4 м²/кущ у 1-й період і до 7,2 м²/кущ – у 2-й період (табл. 5.3).

Загальна біомаса винограду знизиться з 2833 г/кущ на 752 г/кущ в 1-й і зменшиться на 528 г/кущ – у 2-й період (табл.5.4), а фотосинтетичний потенціал знизиться з 992 м²·доба до 641 м²·доба у 1-й період і до 723 м²·доба – у 2-й період. Урожай винограду з 143,7 ц/га до 95,1 ц/га в перший кліматичний період і до 106,5 ц/га в другій;

Таблиця 5.4 -Фотосинтетична продуктивність сортів винограду
пізніх строків стиглості [18, 33]

кліматичний період	Роки	Показники			
		Площа листя в період максимального розвитку, м ² /кущ	Фотосинтетичний потенціал, м ² ·доба	Загальна біомаса на технічну стиглість, г/кущ	Урожай, ц/га
Сценарій А2					
Базовий	1986-2005	9,8	992	2833	143,7
1-й період	2011-2030	6,4	641	2081	95,1
2-й період	2031-2050	7,2	723	2305	106,5
Сценарій А1В					
Базовий	1986-2005	9,8	992	2833	143,7
1-й період	2011-2030	6,7	665	2170	98,4
2-й період	2031-2050	4,8	469	1597	71,3

Таким чином, при реалізації сценарію А2 для сортів винограду пізніх строків стиглості в Середньостеповій підзоні складатимуться несприятливо.

За сценарієм А1В кліматичні зміни призводять до ще більшого скорочення вегетаційного періоду. Однак через різні агрокліматичні умови у період розпускання бруньок, а особливо в період технічної стиглості, інтенсивність росту і розвитку пізніх сортів винограду дещо відрізняються від сценарію А2. Так, формування листової поверхні буде йти менш інтенсивно в порівнянні з базовою. Максимальна площа листя зменшиться з 9,8 м²/кущ до 6,7 м²/кущ в 1-й період і до 4,8 м²/кущ - в 2-й період.

Урожай в агрокліматичних умовах 1-го кліматичного періоду буде менше базового на 45,3 ц/га. а в умовах 2-го кліматичного періоду ще більше знизиться.

Таким чином, при реалізації сценарію А1В для сортів винограду пізніх строків стиглості на досліджуваній території будуть несприятливими як в 1-й кліматичний період (з 2011 по 2030 рр.) так і в 2-й період (з 2031 по 2050 рр.).

Агрокліматична оцінка формування врожаю сортів винограду середніх і пізніх строків стиглості в умовах зміни клімату показала, що за реалізації сценаріїв А2 і А1В в Середньостеповій підзоні України будуть несприятливими, лімітуючим фактором буде вологозабезпеченість [18, 33].

За сценарієм А1В в період дозрівання ягід винограду ступінь несприятливості посилюється за рахунок підвищення середньої температури повітря для сортів середніх строків стиглості на 3,0 °С, а для сортів пізніх строків стиглості - на 4,0 °С. Як наслідок буде скорочуватися вегетаційний період, причому за сценарієм А1В скорочення буде значніше як для середніх (на 6-7 діб), так і для пізніх строків стиглості (11-13діб).

За сценарієм А2 для середніх строків стиглості, як менш чутливих до умов зволоження, період вегетації скоротиться на 2 дня, а для пізніх сортів, більш вимогливого до вологи, вегетаційний період скоротиться на 10-11 діб. Недобір урожаю винограду за сценарієм А2 складатиме: у перший період (2011-2030гг.) для сортів середніх строків стиглості 18%, а для сортів пізніх строків стиглості - 34%; в другий період (2031-2050гг.), ці величини відповідно складають 28% і 26%. Ще нижчий врожай очікується за сценарієм А1В: у 1-й період недобір буде для обох сортів становити 32%, а у другий – для середніх сортів - 44%, для пізніх сортів - 50%, відносно базового періоду.

ВИСНОВКИ

В роботі отримані обґрунтовані результати агрокліматичної оцінки впливу зміни клімату на формування продуктивності сортів винограду середніх і пізніх строків стиглості в Середньостеповій підзоні України.

1. За результатами аналізу загальних природних і агрокліматичних умов в Середньостеповій підзоні України виявлено їх цілком сприятливість для вирощування винограду різних строків стиглості – від дуже ранніх до дуже пізніх.

2. Вивчено морфологічну будову і еколого-технологічні особливості поширених в Україні сортів винограду за такими показниками: тривалістю вегетаційного періоду винограду різних строків стиглості, необхідних сум активних температур за вегетаційний період і морозостійкості за середнім із абсолютних мінімумів температури повітря. Технологічні характеристики представлені силою росту пагонів, величиною оптимального навантаження куща пагонами, коефіцієнтами плодоношення і плодородності.

3. Ознайомлено з моделлю формування продуктивності винограду, розробленої для визначення агрокліматичних умов формування продуктивності винограду різних строків стиглості в Україні.

4. Встановлено за результатами моделювання стосовно до сортів різних строків стиглості, що у виноградарській зоні Середньостепової підзони тривалість сонячного сяйва змінюється від 1298 до 1445 годин, середня температура повітря за вегетацію винограду – від 19,1 до 20,1 °С, кількість опадів – від 179 до 286 мм, а величина найменшої польової вологості – від 152 до 189 мм. Діапазон їх мінливості по території складає відповідно 147 годин, 1,0 °С, 107 і 37 мм.

5. Виявлено, що для сортів винограду середніх строків стиглості максимальна площа листової поверхні відзначається в Одеській області і складає 9,9-10,2 м²/кущ. У Миколаївській області максимальна площа листа змінюється від 8,1 до 9,8 м²/кущ, а в Херсонській області – від 7,7 до 9,6 м²/кущ. У сортів винограду пізніх строків стиглості ці величини знижуються до 7,5-9,6; 7,0-9,2 і 5,2-9,9 м²/кущ.

6. Максимальна чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) за вегетаційний період сортів середніх строків стиглості складає в Одеській області 11,4-11,7 г/дм², в Миколаївській області – 9,7-11,6 г/дм², а в Херсонській області – 9,9-11,6 г/дм². У винограду пізніх строків стиглості ці величини відповідно складають 8,4-11,0, 7,4-10,6 і 7,7-9,7 г/дм².

7. Величина фотосинтетичного потенціалу на фазу технічної стиглості сортів середніх строків стиглості винограду в Одеській області дорівнює 924-1008 м²·добу, в Миколаївській області – 753-902 м²·добу, а в Херсонській області – 675-893 м²·доба. Цей показник у сортів винограду пізніх строків стиглості відповідно у Одеській, Миколаївській і Херсонській областях становить 781-964, 658-857 і 616-902 м²·доба.

8. Величина максимального приросту біомаси у сортів винограду середніх строків стиглості становить по території Середньостепової підзони України 37-43, 37-41 і 34-41 г/кущ за добу. Найбільші величини відзначаються в Одеській області, а найменші – в Херсонській областях. В межах областей найбільша різниця у величин приросту біомаси відзначається в Херсонській й Одеській областях. У сортів винограду пізніх строків стиглості максимальний приріст біомаси має більший діапазон мінливості і відповідно складає в Одеській області 34-45 г/кущ за добу, у Миколаївській області – 35-44 г/кущ за добу, а в Херсонській області – 27-46 г/кущ за добу.

9. Встановлено, що врожайність винограду середніх строків стиглості в Одеській області складає 135-147 ц/га, в Миколаївській області

– 107-124 ц/га, а в Херсонській області – 84-120 ц/га. У сортів винограду пізніх строків стиглості врожайність винограду у вказаних областях відповідно складає 117-146, 97-130 і 67-139 ц/га.

10. Виявлено, що за обома сценаріями фази розвитку у сортів винограду середніх строків стиглості будуть відзначатися раніше сучасних: за сценарієм А2 у сортів винограду середніх строків стиглості фенологічні фази «розпускання бруньок», «цвітіння» і «початок досягання» в 1-й період будуть відзначатися раніше на 2 доби, а «технічна стиглість» - на 4 доби. Тривалість вегетації цих сортів скоротиться на 2 доби. У 2-й період усі фази будуть відзначатися на 5 - 7 діб раніше, а тривалість вегетації скоротиться також на 2 доби. Порівняно з 1-м періодом (2011-2030рр.) в 2031-2050рр. фази розвитку винограду будуть відзначатися раніше на 3 - 4 доби. За сценарієм А1В для сортів середніх строків стиглості зміщення фаз розвитку більше, ніж за сценарієм А2.

11. За сценарієм А1В в обидва періоди (2011-2030 і 2031-2050рр.) температурний режим буде близький до сучасного, а режим зволоження - вище сучасного - 109 і 103%, відповідно. В другий міжфазний період температурний режим значно підвищиться, а кількість опадів зменшиться на 16 - 18%. Найспекотнішим очікується третій міжфазний період: температура підвищиться на 3,8 і 4,9 °С; а кількість опадів знизиться на 25%. В цілому за вегетаційний період температура підвищиться в 2011-2030рр. на 2,1 °С, а в 2031-2050рр. - на 2,6 °С. Кількість опадів зменшиться на 14 і на 16%, відповідно. Таким чином, можна відзначити, що кращі умови росту і розвитку винограду сорту середніх строків стиглості складатимуться за сценарієм А2 в 2-й кліматичний період.

12. В залежності від зміни кліматичних умов формування площі листя буде проходити менш інтенсивно, ніж в базовий період і буде зменшуватися від 10,2 до 9,3 та від 10,5 до 8,9 м²/кущ. Причому за

обидвама сценаріями зменшення площі листового поверхні буде складати 12-21%.

13. Загальна біомаса винограду за рахунок зміни клімату має чітко виражену залежність від водно-теплогового режиму в міжфазні періоди вегетації. На технічну стиглість загальна біомаса зменшиться з 3060 до 2679 г/кущ. Фотосинтетичний потенціал на технічну стиглість знизиться на 150 м²·доба, в другому районі на 98 м²·доба, найбільше зниження буде в третьому районі (на 165 м²·доба). У другому сценарному періоді в першому випадку ще більше зниження (на 234 м²·доба), у другому – на рівні базового, в третьому зниження потенціалу менше (на 32 м²·доба), ніж у попередньому періоді.

14. Врожайність ягід винограду за сценарієм А2 в 1-й період зменшується з 145,1 до 118,7 ц/га, а за сценарієм А1В – зниження врожайності на 41,2 ц/га в 1-й період і підвищення на 0,5 ц/га – у 2-й період.

Таким чином, за реалізації кліматичного сценарію А2 агрокліматичні умови 2011-2030 і 2031-2050 рр. на досліджуваній території для сортів середніх строків стиглості будуть менш сприятливими, що зумовить зменшення інтенсивності фотосинтетичної діяльності виноградної рослини і, як наслідок, зменшення врожайності винограду.

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 Одеській області (1986-2005) / М-во надзвичайних ситуацій України; Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів; за ред. В.М. Ситова, Т.І. Адаменко. Одеса: Астропринт, 2011. 204 с.
3. Агрокліматичний довідник по Херсонській області (1986-2005 рр.) / Міністерство надзвичайних ситуацій України; Одеський обласний центр з гідрометеорології; за ред. С.І. Мельничук, Т.І. Адаменко. Одеса: Астропринт, 2011. 208 с.
4. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко. Кам'янець-Подільський, 2011. 108 с.
5. Амирджанов А.Г. Радиационные факторы и транспирационный расход виноградника / Физиол. Растений. 1977. Т. 24. Вып. 4 . С. 790-798.
6. Амирджанов А.Г. Солнечная радиация и продуктивность виноградника. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. 210 с.
7. Амирджанов А.Г. Методы оценки продуктивности виноградов с основами программирования урожаяев. Кишинев: Штиинца, 1992. 176 с
8. Ампелографический атлас сортов и форм винограда селекции Национального научного центра «Институт виноградарства и виноделия им. В.Е. Таирова». Киев: Аграрна наука. 2014. 136 с.
9. Атлас «Агрокліматичні ресурси України» /за ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко. К. , 2016. 90 с.

10. Атлас Одеської області / под. ред. А.Г. Топчиева. Одеса: ТОВ „Хорст”, 2002. 80 с.
11. Болгарев П.Т. Виноградарство. Симферополь: Крымиздат, 1960. 574 с.
12. Будаговский А.И., Росс Ю.К. Основы качественной теории фотосинтетической деятельности посевов / Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. М.: Наука, 1986. С. 51-58.
13. Будыко М.И. Влияние метеорологических факторов на фотосинтез / Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. М.: Наука, 1972. С. 424-436.
14. Вериго С.А., Разумова Л.А. Почвенная влага и ее значение в сельскохозяйственном производстве. Л.: Гидрометеиздат, 1963. 288 с.
15. Виноградарство / под ред. проф. К. В. Смирнова. М.: Издат. МСХА, 1998. 510 с.
16. Виноградарство / под. ред. М. О. Дудника. К.: Урожай, 1999. 288 с.
17. Виноградарство Северного Причерноморья / под. ред. чл. - корр. НААН Украины Власова В.В. Одесса, 2009. 216 с.
18. Вишневський О.В. Вплив змін клімату на урожайність винограду в південнестеповій підзоні України // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. Одесса, 1918. № 1 (21). С. 267 - 271-280.
19. Вишневський О.В. Агрокліматичні умови в період формування продуктивності винограду в Середньостеповій підзоні України // Тези доповідей на міжнародній науковій конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса, 2017. С. 35-36.
20. Власов В.В., Ляшенко Г.В., Мельник Э.Б., Суздалова В.И. Материалы многолетних метеорологических наблюдений ведомственного поста, расположенного на территории ННЦ «ИВиВ им. В.Е. Таирова» / под ред. В.В. Власова, Г.В. Ляшенко. Одесса: ННЦ «ИВиВ им. В.Е. Таирова», 2008. 38 с.

21. Гуляев Б.И., Рожко И.И., Рогаченко А.Д. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений. Киев: Наукова думка, 1989. 148 с.
22. Давитая Ф.Ф. Климатические зоны винограда в СССР. М.: Пищепромиздат, 1948. 192 с.
23. Давитая Ф.Ф. Исследование климатов винограда в СССР и обоснование их практического исследования. М. – Л., 1952. – 321.
24. Дикань О.П., Бондаренко В.В., Заморський О.Г., Пелеха А.О. Виноградарство: Навч. посіб. Сімферополь: Бізнес Інформ, 2002. 208 с.
25. Константинеску Г. Районирование и микрорайонирование сортов винограда – научная основа плодоводства и виноградарства / Садоводство, виноградарство и виноделие Молдовы. 1967. № 11. С.53-56.
26. Лазаревский М. А. Роль тепла в жизни европейской виноградной лозы. Ростов на Дону: Ростиздат, 1961. 29 с.
27. Лемешко Н. А. Реакция земледелия в XXI веке на предстоящие изменения климата. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 1999. С. 24-34.
28. Ляшенко Г.В., Мельник Е.Б., Суздalова В.І. Оцінка мінливості агрокліматичних умов вегетаційного періоду і адаптивних реакцій винограду у зв'язку із зміною клімату / Виноградарство і виноробства. Одеса: Optimum. 2007. Вип. 44. С. 59-67.
29. Ляшенко Г.В. Агрокліматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур в Украине. Одесса: ННЦ ИВиВ им. Таирова НААНУ, 2011. 249 с.
30. Ляшенко Г.В. Жигайло Т.С. Применение метода математического моделирования для исследования фотосинтетической деятельности винограда на примере сортов Рубин Таировский и Загрей / Виноградарство і виноробство. Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 2012. Вип. 49. С. 125-128.

- 31.Ляшенко Г.В. Жигайло Т.С. Влияние погодных условий 2012 и 2013 годов на продуктивность винограда сортов Загрей и Рубин Таировский /Виноградарство і виноробство. Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 2013. Вип. 50. С. 38-44.
- 32.Ляшенко Г.В. Практикум з агрокліматології. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС. 2014. 150 с.
- 33.Ляшенко Г.В., Яремов С.І., Вишневський О. В., Шендир В.О. Оцінка ресурсів тепла і вологи в виноградарських регіонах України // Тези XXXIII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії». 30-31 грудня 2016р. Переяславль-Хмельницький. 2016. С. 31-34.
- 34.Мищенко З.А. Агроклиматология. Учебник. К.: КНТ, 2009. 512 с.
- 35.Мищенко З.А., Кирнасовская Н.В. Агроклиматические ресурсы и урожай. Одесса: ТЕС. 2013. 229 с.
- 36.Многолетние данные / Научно-прикладной справочник по климату СССР. Украинская ССР. Сер. 3. Ч. 1-6. Вып. 10. Л.: Гидрометеизд, 1995. 598 с.
- 37.Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев /Тимирязевские чтения. М.: Изд. АН СССР, 1956. Т.15. С. 1-14.
- 38.Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Изд. АН СССР, 1963. 157 с.
- 39.Ничипорович А.А. Энергетическая эффективность фотосинтеза. М.: Изд. АН СССР, 1979. 37 с.
- 40.Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 175 с.
- 41.Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 320 с.

42. Полевой А. Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур / Метеорологія, кліматологія і гідрологія. Одеса, 2004. Вип. 48. С. 195–205.
43. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. Підручник. Одеса: ТЕС. 2013. 630 с.
44. Польовий А.М., Трофімова І.В., Кульбіда М.І. Адаменко Т.І. Вплив зміни клімату на сільське господарство півдня України / Метеорологія, Кліматологія та гідрологія. Київ: КНТ, 2005. Вип. 49. С. 252-259.
45. Природа Одесської області / под ред. Г. И. Швевса и Ю. А. Амброз. Одеса: Вища школа, 1997. 144 с.
46. Сиротенко О.Д., Абашина Е.В. Влияние глобального потепления на агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства России / Метеорологія и гідрологія. М., 1994. № 4. С. 67-73.
47. Степаненко С.М., Польовий А.М. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України. Одеса: Екологія, 2011. 693 с.
48. Стоев К. Физиология винограда и основы его возделывания / под ред. акад. К. Стоева. София: Издат Болг. АН, 1981. Т. 1. 332 с.
49. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 264 с.
50. Торнли Дж.Г.М. Математические модели в физиологии растений. К.: Наукова думка, 1982. 309с.
51. Турманидзе Т.И. Климат и урожай винограда. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 223 с.
52. Фурса Д.И. Погода, орошение и продуктивность винограда. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 199 с.
53. Bindi M. Gozzini B. and ot. Modelling the impact of climate scenarios on yield and yield variability of grapevine / Proc. Intern. Symp. on Applied Agrometeorology and Agroclimatology. Volos, Greece, 1996. P. 213-224.

- 54.Kogan F.N. Climate constants and trends in global graine production /Agriculture and forest meteorology. 1986. Vol. 37. P. 89-107.
- 55.Monsi M. Saeki T. Uber den Lichtfactor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung fur die Stoffproduction / Jap. J. Bot. 1953. N 14. S. 22-52.
- 56.Zhygailo T. Применение метода математического моделирования для оценки влияния агрометеорологических условий на продуктивность винограда (итал.). Italian Science Review. 2014; 14 (4). Available at URL: <http://www.ias-journal.org/archive/2014/april/Zhygailo.pdf>.