

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**СОБОРОВА ОЛЬГА МИХАЙЛІВНА**

Прим. № \_\_\_\_\_

УДК 551.5:634.8 (477)

**ДИСЕРТАЦІЯ**  
**АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ**  
**УРОЖАЮ ВИНОГРАДУ РІЗНИХ СОРТІВ**

11.00.09 – метеорологія, кліматологія, агрометеорологія

Науки про землю

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата географічних  
наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання  
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне  
джерело

О.М.Соборова

Науковий керівник: Ляшенко Г.В., доктор географічних наук,  
професор

Одеса 2018

## АНОТАЦІЯ

**Соборова О.М. Агрокліматичні умови формування якості урожаю винограду різних сортів.** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук за спеціальністю 11.00.09 – Метеорологія, кліматологія, агрометеорологія. – Одеський державний екологічний університет, Міністерство освіти і науки України, Одеса, 2018.

Дисертаційна робота присвячена оцінці агрокліматичних умов формування якості урожаю винограду технічних сортів різних строків стиглості в Північному Причорномор'ї.

Описуються методи оцінки агрокліматичних умов формування якості врожаю винограду, які проводилися у виноградарській і агрометеорологічній галузях науки. Розглядаються основні підходи, показники і методики, запропоновані різними вченими для визначення впливу агрокліматичних умов на якість врожаю винограду.

Представлена програма і методика проведення польового дослідження та хімічного аналізу виноградної продукції, спрямованого на визначення агрокліматичних умов формування продуктивності винограду. Надається характеристика обраних для досліджень сортів винограду, які відрізняються за господарськими, агротехнічними і екологічними властивостями та описується методика розрахунку денних і нічних температур як показників добового режиму температур.

Виконується аналіз результатів польового дослідження за фазами розвитку винограду і результатів хімічного аналізу показників якості винограду сортів Мускат одеський, Сухолиманський білий і Одеський чорний, проведеного в 2013 - 2015 роках на полях відділу загальної і

клонової селекції Національного наукового центру «Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова».

Виявлено особливості динаміки накопичення цукру і масової концентрації титруємої кислоти у суслі винограду, розрахованого глюкоацидометричного показника (ГАП), які визначалися кожні 3-5 діб і добового режиму температур повітря в період від утворення суцвіть до технічної стиглості (червень - вересень).

Встановлено, що різниця у строках настання фаз утворення ягід і технічної стиглості середньораннього і пізнього сортів складає 25-30 діб. Більш інтенсивне накопичення цукру у ягодах винограду відзначається у сорту Мускат одеський, а менш інтенсивне – у Одеського чорного за загальної зміни величин від 10-12 до 21-22 г/100 см<sup>3</sup>. Масова концентрація титруємої кислоти змінюється впродовж періоду від 21 до 5.5 г/дм<sup>3</sup>, а глюкоацидометричний показник (ГАП) збільшується від 1 до 3.5. Відношення денних і нічних температур за період від утворення ягід до технічної стиглості в роки спостережень коливалось від 1,0 до 1,4. Відзначається тісна залежність між вмістом цукру, масовою концентрацією титруємої кислоти у суслі врожаю винограду і ГАП та відношенням денних і нічних температур, коефіцієнти детермінації становлять 0,91 - 0,93.

Досліджуються закономірності просторового розподілу теплових ресурсів в Північному Причорномор'ї. З цією метою за даними 9 метеорологічних станцій Одеської, Миколаївської і Херсонської областей, які розташовані в виноградарській зоні України, виконано розрахунки сум середньодобових, денних і нічних температур повітря за теплий період (період з температурами вище 10 °С) і за період від утворення суцвіть до технічної стиглості винограду різних строків стиглості. Загальною закономірністю є зменшення різниці між сумами денних і нічних температур з півночі на південь. Так, наприклад, різниця

між сумами середньодобових і денних та нічних температур і різниця сум денних і нічних температур за даними метеорологічних станцій Одеса і Херсон досягають відповідно 800 - 930 і 855 - 955 °С.

Описується структура і параметри прийнятої для досліджень моделі формування продуктивності винограду, розробленої Ляшенко Г.В. і Жигайло Т.С. Здійснено її удосконалення шляхом введення блоку якості врожаю винограду, який базується на відомих зв'язках між показниками продуктивності – вмістом цукру у ягодах винограду і площею листової поверхні, фотосинтетичним потенціалом листової поверхні, співвідношенням денних і нічних температур.

Перевірка адекватності моделі здійснювалася на залежному матеріалі – результатах польового досліді 2013 - 2015рр. Найменша похибка при розрахунку вмісту цукру у суслі винограду відзначається за врахування біомаси грона з куща – до 10%, а найбільша – за врахування площі листової поверхні. Похибка результатів розрахунку, які базуються на врахуванні зв'язку між накопиченням цукру у ягодах і відношенням денних та нічних температур, не перевищує 14%.

Проводиться моделювання формування якості врожаю винограду сортів Мускат Одеський, Сухолиманський білий і Одеський чорний в Одеській, Миколаївській і Херсонській області. Відзначається збільшення вмісту цукру у ягодах винограду з півночі на південь, за винятком прибережних територій Чорного і Азовського морів, де спостерігається зменшення різниці між денними і нічними температурами повітря. Просторовий розподіл показника масової концентрації титруємих кислот у суслі винограду має обернений характер – зменшення з півночі на південь, а в прибережних південних районах відзначається її збільшення.

Вміст цукру у ягодах винограду сорту Мускат одеський збільшується від утворення ягід до їх технічної стиглості за теплого

типу агрокліматичних умов від 120 до 241 г/100 см<sup>3</sup>, за середніх багаторічних і прохолодних умов – відповідно від 110 до 210 і від 109 до 192 г/100см<sup>3</sup>. У сорту Сухолиманський білий загальна тенденція зберігається, але абсолютні величини на 5-30 г/100см<sup>3</sup> нижчі. Така ж тенденція зберігається й у динаміці накопичення цукру у ягодах винограду сорту Одеський чорний, але абсолютні величини нижчі, ніж у сорту Мускат Одеський і вищі, ніж у сорту Сухолиманський білий. На дату технічної стиглості винограду вміст цукру у сорту Мускат одеський за трьох типів агрокліматичних умов відповідно складає 190, 210 і 240 г/100см<sup>3</sup>, у сорту Сухолиманський білий – 170, 190 і 195 г/100см<sup>3</sup>, а у сорту Одеський чорний – 180, 195 і 200 г/100см<sup>3</sup>.

*Ключові слова:* виноград, якість продукції, денні і нічні температури, вміст цукру, титруєма кислота, глюкоацидометричний показник, модель, моделювання.

## ANNOTATION

**Soborova O.M. Agroclimatic conditions for the formation of a crop quality of different grape varieties. - Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.**

Thesis for the degree of a candidate of geographic sciences in specialty 11.00.09 - Meteorology, climatology, agrometeorology. - Odessa State Environmental University, The Ministry of Education and Science of Ukraine. Odessa, 2017.

The dissertation is devoted to the estimation of agroclimatic conditions for the formation of a quality of the grapes of technical varieties with different periods of ripeness in the vineyard zone of Ukraine.

Methods of research: the method of a field experiment and chemical analysis of a grape harvest; the methods of agroclimatic calculations and generalizations; the methods of statistical and probabilistic analysis; the methods of modeling the formation of agricultural crops productivity.

According to the developed program in 2013-2015, a field experiment was carried out at the plots of the department of a general and clonal selection of the National Scientific Centre «V.Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking», on the basis of which the phases of development and the biometric indices on three tiers of the bushes (upper, middle and lower) of three grape varieties with medium, medium-late and late maturity - Muscat Odessa, Sukholiman white and Odessa black were observed. In the period from the formation of the berries to their technical maturity (July-September), the selected bushes were sampled for chemical analysis to determine a content of sugar in the grape must and its acidity.

The scientific novelty of the obtained results is in the evaluation of the agroclimatic conditions for the formation of the quality of the grape with the different terms of the maturity according to the agroclimatic parameters, which take into account the daily rhythm of the temperatures during the period of a generative development.

For the first time: the features of sugar accumulation and the dynamics of acid concentration in the berries of the grapes varieties with the different terms of maturity: the medium-terms - Muscat of Odessa, the middle terms - Sukholimansky and the late terms - Odessa black were studied; the connection between the sugar accumulation in the grapes berries, the acids concentration and the complex index of a grapes quality – a glucoacidometric index, with the regime of day and night temperatures and their correlation in the period of a generative development of grapes were defined; agroclimatic assessment of the light and heat resources by the indicators of a sunshine duration, the sums of the day and night temperatures and their difference

during the period of a generative development of the various technical grape varieties in the Northern Black Sea region were made; according to the results of a numerical experiment, the patterns of the yield formation and a quality of the grapes with the different periods of maturation in the Northern Black Sea region are determined.

The model of a grapes productivity was improved and the methods of assessing the influence of agro-climatic conditions on the formation of an agricultural crops productivity were further developed.

The practical value of the results. The obtained results specify the information on the resources of light and heat, taking into account their daily regime during the period of grape harvesting and the indexes of a grapes productivity in the Northern Black Sea region. The defined links between the indexes of a grape harvest quality and the heat resources, after clarification for other varieties, can be used to determine a harvest quality of these varieties. The proposed method for determining a grapes productivity can be used in teaching the discipline "The modern agroclimatic researches". The results of the studies on the evaluation of agroclimatic conditions for the formation of a quality of the grape of various varieties have been introduced in production. The acts of introduction in the National Scientific Centre «V.Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking», and the Hydrometeorological Center of the Black and Azov Seas of the Ukraine State Service for Emergency Situations have been received.

A calculated according to the model value of a sugar content in the grape berries on the date of their technical maturation varies according to the varieties. Muscat Odessa has more high level of sugar accumulation and a sugar content than that of Sukholiman white and Odessa black. Thus, on the date of a grape technical maturation, a content of sugar in the Muscat Odessa variety for three types of agro-ecological conditions is 190, 210 and 240g/100cm<sup>3</sup> respectively, in the Sukholimansky white variety - 170, 190

and 195g/100cm<sup>3</sup>, while in the Odessa black variety it is 180, 195 and 200 g/100cm<sup>3</sup>.

**Keywords:** grapes, a quality of the product, a sugar content, a titrated acidity, a glucoacetymmetric index, a model.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ НАУКОВИХ ПРАЦЬ

### Статті у фахових наукових виданнях:

1. Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Динаміка показників якості ягід технічних сортів винограду в період дозрівання /Український гідрометеорологічний журнал. 2016. № 18. С.90-96 (аналіз динаміки показників якості, висновки).

2. Ляшенко Г.В., Соборова О.М., Ляшенко В.О. Агроекологічна модель формування якості винограду / Фізична географія та геоморфологія. 2016. Вип. 2 (82). С.110-117 (розробка структури і встановлення параметрів моделі).

3. Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Моделювання формування продуктивності винограду технічних сортів в Північному Причорномор'ї за різних агрометеорологічних умов / Фізична географія та геоморфологія. 2016. Вип. 4 (84). С.98-105 (розрахунки і аналіз одержаних результатів).

4. Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Моделювання формування якості винограду технічних сортів під впливом агрометеорологічних умов в Південному Причорномор'ї / Фізична географія та геоморфологія.



2017. Вип. 1 (85). С. 113-121 (розрахунки і аналіз одержаних результатів).

Наукові статті в міжнародних виданнях:

5. Soborova O., Lyashenko V. Evaluation of radiation- thermal resources during a grapes growing period / International Journal of Research in Earth. And Environmental Sciences. 2017. Vol. 8. No.1. Pp. 1-6 (розрахунки і аналіз одержаних результатів).

Наукові статті в інших виданнях

6. Ляшенко Г.В., Соборова О.М., Опеха О.В., Мельнікова Є.В. Дослідження зв'язку якості виноградної продукції з агрокліматичними умовами / Виноградарство і виноробство. 2014. Вип.51. С.190-194 (розрахунки і аналіз результатів).

Тези доповідей і матеріали конференцій

7. Соборова О.М. Порівняльна характеристика вимог сортів винограду до агрокліматичних умов / Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 22-25 квітня 2014 р. С.31.

8. Мельнікова Є.В., Опеха О.В., Соборова О.М., Ляшенко Г.В. Характеристика тенденції зв'язку якості виноградної продукції з агрокліматичними умовами / Тези доповідей міжнародної наукової конференції молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення». ОДЕКУ, 7-9 жовтня 2014 р. С.38-39 (розрахунки і аналіз).

9. Соборова О.М. Дослідження зв'язку якості виноградної продукції з агрокліматичними умовами / Матеріали міжнародної конференції «Наука как основа возрождения общества и экономики». Донецьк:Науково-інформаційний центр «Знание». 16 сентября 2014 г. С.61-64.

10. Соборова О.М. Оцінка мінливості радіаційно-теплових ресурсів за вегетаційний період винограду в центральних і південних районах Північно-Західного Причорномор'я / Матеріали XIV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 11-15 травня 2015 р. С.33-34.

11. Соборова О.М. Структура моделі формування якості винограду за агрометеорологічними умовами / Матеріали XV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. 4-13 травня 2016 р. С.13-15 (участь в обґрунтуванні структури).

12. Соборова О.М. Dynamics of the quality in lexes of grape varieties / Матеріали XV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 4-13 травня 2016 р. С.131-132 (проведення розрахунків і аналіз одержаних результатів).

13. Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Вплив добового режиму температур на вміст цукру і кислотність урожаю винограду / Матеріали XXXIII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початок третього тисячоліття у країнах Європи та Азії». Переяслав-Хмельницький, 2016. С. 34-36 (розрахунки і аналіз результатів).

14. Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Зв'язок якості урожаю винограду з агрометеорологічними умовами / Тези доповіді Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду з міжнародною участю. Одеса, 22-23 березня 2017 р. С.85-86 (розрахунки, складання графічного матеріалу).

15. Соборова О.М. Моделювання накопичення цукру у ягодах винограду різних сортів / Матеріали XVI наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 3-13 травня 2017 р. С.27-28.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	12
РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕНЬ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВИНОГРАДУ І ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я.....	
	20
1.1 Стан проблеми оцінки агрокліматичних умов формування якості врожаю винограду.....	21
1.2 Загальна оцінка природних умов у Північному Причорномор'ї.. ..	46
Висновки до розділу 1.....	53
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВИНОГРАДУ В ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І.....	
	55
2.1 Методика проведення польового дослідження і лабораторних аналізів.....	56
2.2 Екологічні вимоги винограду різних сортів.....	63
2.3 Агрометеорологічні умови в період польового дослідження.....	72
2.4 Динаміка накопичення цукру і концентрації кислот у ягодах винограду за результатами польового дослідження.....	77
Висновки до розділу 2.....	85
РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА РЕСУРСІВ СВІТЛА І ТЕПЛА В ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І.....	
	87
3.1 Методи розрахунку ресурсів світла і тепла .....	87
3.2 Просторова мінливість ресурсів світла і тепла за теплий період в Північному Причорномор'ї.....	90

3.3 Просторовий розподіл ресурсів світла і тепла в період розвитку генеративних органів винограду в Північному Причорномор'ї.....	90
Висновки до розділу 3.....	95

## РОЗДІЛ 4 МОДЕЛЬ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВИНОГРАДУ.....104

4.1 Концептуальні положення динамічних моделей продуктивності сільськогосподарських культур.....	104
4.2 Структура моделі формування врожайності винограду.....	106
4.3 Блок моделі формування якості виноградної продукції.....	117
Висновки до розділу 4.....	121

## РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВИНОГРАДУ РІЗНИХ СОРТІВ В

ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І.....	123
5.1 Агрокліматичні умови формування продуктивності винограду різних сортів в Північному Причорномор'ї .....	124
5.2 Моделювання формування врожайності винограду .....	132
5.3 Моделювання формування якості винограду .....	140
Висновки до розділу 5.....	145

ВИСНОВКИ.....

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....

ДОДАТКИ.....

Додаток А Акти впровадження.....

Додаток Б Список публікацій здобувача.....

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Виноградарство в Україні, за незначних площ виноградників, займає особливе місце в сільськогосподарській галузі, що зумовлено різноспрямованим використанням врожаю: столових сортів винограду як продукту дієтичного харчування у зв'язку із значним вмістом цінних вітамінів і технічних сортів винограду для виготовлення високоякісних вин. Прибутковість виноградарської галузі, особливо при вирощуванні технічних сортів, визначається не тільки величиною врожаю, а й співвідношенням вмісту цукру і концентрацією кислот в ягодах винограду.

Історія вирощування винограду на території Північного Причорномор'я сягає 2-х тисячоліть, але промислові насадження культури відомі лише з початку минулого століття, впродовж якого удосконалювалася технологія вирощування, вводилися нові, адаптовані до місцевих умов, сорти винограду. Разом з тим встановлено, що вплив агрокліматичних умов території на ріст, розвиток і формування врожайності винограду не зменшується.

В 40-70-х роках минулого століття розроблено методи оцінки агрокліматичних ресурсів територій і виконано спеціалізоване агрокліматичне районування території Східної Європи стосовно винограду. Оцінка впливу агрокліматичних умов на виноград здійснювалася із застосуванням традиційних агрокліматичних показників, які характеризують ресурси тепла, вологи та умови морозо- і заморозконебезпечності (Давітая Ф.Ф., Турманідзе Т.І., Фурса Д.І.).

В останні десятиріччя проводяться дослідження, спрямовані на оцінку впливу агрокліматичних умов на формування врожайності

винограду із застосуванням нових показників і методу моделювання процесів формування врожаїв (Підгорна С.В., Овчиннікова Л.Ф., Суздalова В.І., Міщенко З.А., Ляшенко Г.В., Мельник Е.Б., Bindi M. і Gozzini V., Жигайло Т.С.).

Треба відмітити, що цінність виноградної продукції технічних сортів визначається не тільки величиною врожаю, а й її якістю, насамперед вмістом цукру і кислот. Тому дослідження, спрямовані на оцінку впливу агрокліматичних умов на формування якості виноградної продукції є актуальними.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота є частиною кафедральної теми «Оцінка впливу зміни клімату на вирощування пожнивних культур в Україні», № Держреєстрації 0116U002506, та частиною теми ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» «Дослідити вплив зміни клімату і агрокліматичних ресурсів в різних природних зонах України на межу поширення та потенційну продуктивність винограду до 2050 року», № Держреєстрації 0116U001162.

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є оцінка агрокліматичних умов формування якості винограду різних сортів.

Для досягнення мети вирішувалися такі завдання:

- обґрунтувати використання денних і нічних температур повітря та їх сум як показників теплових ресурсів за період генеративного розвитку винограду для визначення впливу агрокліматичних умов на формування якості урожаю винограду;

- дослідити за результатами польового досліду і лабораторного аналізу закономірності накопичення цукру і масової концентрації титруємої кислоти у суслі винограду за період його генеративного

розвитку на прикладі сортів різних строків стиглості: середньоранніх (Мускат одеський), середніх (Сухолиманський білий) і пізніх (Одеський чорний);

- визначити вплив добового режиму температур і сум денних та нічних температур за період генеративного розвитку винограду на показники якості виноградної продукції;

- встановити закономірності просторового розподілу показників ресурсів світла і тепла (тривалості сонячного сяйва, сум середньодобових, денних і нічних температур) за період формування продуктивності винограду в Північному Причорномор'ї;

- удосконалити агрокліматичну модель формування продуктивності винограду введенням блоку якості і виконати чисельний експеримент формування врожайності та якості винограду досліджуваних сортів із застосуванням методу моделювання;

- провести моделювання і виявити закономірності просторового розподілу показників продуктивності винограду різних сортів в Північному Причорномор'ї.

*Об'єктом дослідження є агрокліматичні умови формування продуктивності винограду.*

*Предмет дослідження полягає в оцінці впливу агрокліматичних умов на особливості формування якості врожаю винограду різних за строками стиглості сортів.*

#### **Методи досліджень:**

- метод польового дослідження для визначення фаз розвитку і біометричних показників винограду;



- метод хімічного аналізу врожаю винограду для визначення вмісту цукру і масової концентрації титруємої кислоти у суслі винограду;
- методи агрокліматичних розрахунків і узагальнень та статистичного і ймовірнісного аналізу для визначення ресурсів світла і тепла;
- методи моделювання для визначення формування показників продуктивності винограду.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в оцінці агрокліматичних умов формування якості різних за строками стиглості сортів винограду за агрокліматичними показниками, що враховують добову ритміку температур в період генеративного розвитку.

*Вперше:*

- досліджено особливості накопичення цукру і динаміки концентрації кислот в ягодах винограду різних за строками стиглості сортів: середньоранніх строків - Мускат одеський, середніх строків – Сухолиманський і пізніх строків – Одеський чорний;
- встановлено зв'язки між накопиченням цукру у ягодах винограду, концентрації кислот і комплексного показника якості винограду – глюкоацидометричного показника, з режимом денних і нічних температур та їх співвідношення в період генеративного розвитку винограду;
- здійснено агрокліматичну оцінку ресурсів світла і тепла за показниками тривалості сонячного саява, сум денних і нічних температур та їх різниці за період генеративного розвитку винограду різних технічних сортів винограду в Північному Причорномор'ї;
- визначено за результатами чисельного експерименту закономірності формування врожайності та якості винограду різних строків стиглості в Північному Причорномор'ї.

*Удосконалена модель формування продуктивності винограду;*

*Дістали подальшого розвитку методи оцінки впливу агрокліматичних умов на формування продуктивності сільськогосподарських культур.*

**Практичне значення отриманих результатів.** Отримані результати уточнюють інформацію про ресурси світла і тепла з врахуванням їх добового режиму в період формування врожаю винограду та показників продуктивності винограду в Північному Причорномор'ї. Встановлені зв'язки між показниками якості врожаю винограду і ресурсів тепла, після уточнення для інших сортів, можна використовувати для визначення якості врожаю цих сортів.

Запропонований метод визначення продуктивності винограду може використовуватися при викладанні дисципліни «Сучасні агрокліматичні дослідження».

Результати досліджень з оцінки агрокліматичних умов формування якості врожаю винограду різних сортів впроваджені у виробництво. Одержані акти впровадження в ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» та Гідрометеорологічному центрі Чорного та Азовського морів Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є результатом самостійних досліджень здобувача. За винятком формулювання мети і завдань дослідження, які здійснювалися разом з науковим керівником, всі інші етапи роботи виконувалися особисто здобувачем. Вони містили аналіз отриманих результатів польового дослідження на ділянках з сортами винограду різних строків стиглості та хімічного аналізу ягід винограду в динаміці за період від їх наливу до технічної стиглості. Розрахунки денних і нічних температур та їх співвідношення, сум температур за

період генеративного розвитку винограду за інформацією метеорологічних станцій Одеської, Миколаївської і Херсонської областей. Удосконалення моделі формування продуктивності винограду виконано шляхом введення блоку якості та проведення моделювання формування якості винограду різних сортів на досліджуваній території за різних агрокліматичних умов. Формулювання висновків.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення та окремі результати, отримані під час написання дисертації, доповідалися на: 5 наукових конференціях молодих вчених ОДЕКУ (Одеса, 2013 – 2017 рр.); Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» (Одеса, 2014 р.); міжнародній конференції «Наука как основа возрождения общества и экономики» (Донецьк, 2014 р.); XXXIII міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії» (Переяслав-Хмельницький, 2015 р.) та Першому всеукраїнському гідрометеорологічному з'їзді з міжнародною участю (Одеса, 2017 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційних досліджень опубліковано 15 наукових робіт, в тому числі, 4 статті в фахових вітчизняних виданнях, 1 стаття в зарубіжному збірнику, 1 стаття – в іншому виданні та 9 тез і матеріалів доповідей на міжнародних і всеукраїнських наукових та науково-практичних конференціях.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Робота виконана на 219 сторінках машинописного тексту і містить 21 таблицю, 26 рисунків, додатки на 6 сторінках. Перелік літературних джерел містить 139 найменувань.

## **РОЗДІЛ 1**

### **СТАН ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕНЬ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВИНОГРАДУ І ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я**

Оцінка впливу агрокліматичних умов на формування врожайності сільськогосподарських культур відноситься до основних завдань агрометеорологічного забезпечення аграрної галузі країни. На теперішній час запропоновано агрометеорологічні та агрокліматичні показники, за якими визначається ступінь сприятливості умов на конкретних територіях для вирощування сільськогосподарських культур. Впродовж останніх 100 років були розроблені методи агрокліматичних розрахунків і узагальнень, спрямованих на визначення відповідності агрокліматичних ресурсів вимогам культур до світла, тепла і вологи, а також лімітуючих агрокліматичних умов, які обмежують вирощування певних культур.

Особливе значення надається визначенню агрокліматичних умов стосовно до вирощування цінних теплолюбних культур, до яких відносяться овочеві, плодові культури і виноград.

Треба відмітити, що оцінка агрокліматичних умов вирощування усіх сільськогосподарських культур впродовж вказаного періоду виконувалася із застосуванням різних методів досліджень. В останні 50 років надається перевага методам моделювання, які базуються на використанні матеріалів стандартних або спеціальних польових спостережень і експериментів. До 80-х років минулого століття моделювання процесів здійснювалося за статистичними або

регресійними моделями, а в останні роки перевага надається динамічним та імітаційним моделям.

### 1.1 Стан проблеми оцінки агрокліматичних умов формування якості врожаю винограду

Виноградарство в Україні розміщене в Північному Причорномор'ї і в Українському Закарпатті, які відносять до північної межі світового виноградарства. На цій території вирощування винограду обмежене умовами перезимівлі й заморозконебезпечності на початку та в кінці вегетації, а також ресурсами тепла і вологи впродовж формування вегетативних і генеративних органів рослини. У зв'язку з цим для агрокліматичного обґрунтування розміщення виноградників доцільні дослідження особливостей просторового розподілу комплексу агрокліматичних показників, які характеризують ресурси світла, тепла і вологи та лімітуючі агрокліматичні фактори, що визначають умови морозо- і заморозконебезпечності.

За результатами агрокліматичних досліджень стосовно винограду можна вирішувати низку завдань. На першому етапі визначається оцінка агрокліматичних умов територій з точки зору принципової можливості розміщення різних сортів винограду. Це необхідна для досягання винограду сума температур повітря, низька ймовірність небезпечних морозів і заморозків. У зв'язку з введенням в реєстр культур нових сортів необхідність в дослідженнях ресурсів тепла та умов морозо- і заморозконебезпечності не зменшується. На наступному етапі постає завдання у визначенні забезпеченості агрокліматичними ресурсами певного, економічно обґрунтованого рівня врожайності і якості врожаю. Під якістю треба розглядати, насамперед, вміст цукру і масова концентрація титруємих кислот, які

характеризують кондиційність врожаю винограду.

Перші дослідження агрометеорологічних умов вирощування винограду в Україні проводилися в 20 - 50-ті роки минулого століття вченими-виноградарями Лазоревським М.О., Мельник С.І., Негруль А.М. та ін. [48-50, 87]. Були визначені температури початку розвитку винограду і критичні мінімальні температури взимку. В подальшому дослідження виноградарів були спрямовані на поглиблене вивчення цих показників стосовно до окремих сортів винограду і їх мінливість при застосуванні різних агротехнічних заходів, насамперед, вирощування винограду на шпалерах, різних формовок кущів, внесення добрив ( Болгарев П.Т., Бондаренко С.Г., Кібенко Т.Я., Буянович Н.А., Дудник Д.М., Дикань О.П., Дюжев П.К., Ляной О.Д., Мержаніан О.С., Поляков В.І., Стоєв К. та ін.) [14 - 15, 19 - 20, 36 -39, 44, 53, 81, 122].

Фундаментальні дослідження, присвячені оцінці агрометеорологічних умов вирощування винограду, виконанні в 40-50-ті роки минулого століття академіком Давітая Ф.Ф. [32 - 33, 122]. Дослідження були спрямовані на встановлення біологічного мінімуму для проходження різних фенологічних фаз розвитку винограду: сокоруху, розпускання бруньок, росту пагонів, утворення суцвіть, цвітіння, наливу ягід і дозрівання стосовно до поширеного в ті часи сортименту винограду в різних виноградарських регіонах Східної Європи. Визначалася сума активних температур вище 10 °С за теплий період, за якою сорти були об'єднанні в 7 груп за строками стиглості. Крім вказаних показників Давітая Ф.Ф. вказує на необхідність врахування напруги тепла влітку, яка визначається за високими максимальними температурами повітря, які пригнічують рослину.

Значна увага в дослідженнях Ф.Ф. Давітая надавалася визначенню критичної температури вимерзання винограду взимку, диференційовано для надземної частини рослини і кореневої системи.

За ступенем стійкості до морозів (за середнім із абсолютних мінімумів температури повітря) сорти були згруповані в 5 груп. Для оцінки ймовірності пошкодження кореневої системи винограду Ф.Ф. Давітая пропонує використовувати температуру ґрунту на глибині 10 і 20 см.

За загальної характеристики винограду як культури зі слабкою стійкістю до заморозків академік Ф.Ф. Давітая встановлює рівень мінімальних температур пошкодження бруньок, листя і суцвіть винограду. Основним показником морозонебезпечності для винограду він пропонує використовувати показник, що характеризує тривалість беззаморозкового періоду - період між середніми багаторічними датами останнього весняного і першого осіннього заморозку. Крім того, для винограду важлива інформація про дати заморозків з ймовірністю 10 і 20 %.

Академік вважає, що особливий вплив на виноград мають пізні весняні заморозки - вони визначають врожай поточного року у зв'язку із пошкодження бруньок, листя і суцвіть, а й впливають на врожай наступного року через пошкодження вічок, які закладаються весною минулого року. Небезпечними, за Ф.Ф. Давітая, можуть бути й заморозки значної інтенсивності (нижче  $-2^{\circ}\text{C}$ ) восени, які часто призводять до «стікання ягід». Такі заморозки іноді визначають втрату усього врожаю. Разом з тим заморозки в кінці осені за ясної сухої погоди мають позитивний вплив на виноград – вони зумовлюють накопичення пластичних речовин в рослині і, як наслідок, краще визрівання лози та підвищення її зимостійкості [32 - 33, 122].

Хоча виноград відноситься до групи мезофітів, достатня кількість вологи покращує розвиток листової поверхні як фотосинтетичного апарату рослини і, як наслідок, зумовлює формування більшого врожаю. Оцінку ресурсів вологи Давітая Ф.Ф. пропонує здійснювати за кількістю опадів або гідротермічним

коефіцієнтом Селянінова Г.Т. (ГТК).

Фундаментальним доробком досліджень Давітая Ф.Ф. [ 32 - 33, 122 ] стала екологічна класифікація сортів винограду, а практичним результатом - агрокліматичне обґрунтування напрямку використання виноградної продукції як сировини для подальшого використання. Основними агрокліматичними показниками для екологічної класифікації винограду запропоновані сума активних температур за теплий період і середній із абсолютних мінімумів температури повітря взимку, а для обґрунтування напрямку використання продукції - сума активних температур за теплий період та кількість опадів за рік і за місяць до збору врожаю.

В 60 - 70-ті роки дослідження Ф.Ф. Давітая були розвинені Турманідзе Т.І. і Фурса Д.І., які стосовно до конкретних сортів, що вирощувалися в Грузії і в Північному Причорномор'ї. Оцінювався вплив комплексу агрометеорологічних показників, що характеризують умови вегетаційного періоду, періоду зимового спокою та перехідних періодів, коли виноград після зимового спокою відновлює вегетацію весною і готується до перезимівлі восени.

В дослідженнях Турманідзе Т.І. [ 128 - 129 ] вирішено низку завдань оцінки впливу метеорологічних умов на ріст, розвиток і формування продуктивності винограду на території Грузії. Значна увага в дослідженнях надавалася визначенню водоспоживання винограду в розрізі трьох періодів онтогенезу: росту пагонів (від розпускання бруньок до кінця цвітіння), росту ягід (від кінця цвітіння – початок дозрівання) і дозрівання (від початку дозрівання – збору врожаю).

Вивчалися особливості проходження процесів водоспоживання виноградного куща в ці періоди і пропонується для оцінки умов вологозабезпеченості використовувати коефіцієнти, що



характеризують відношення сумарного водоспоживання або випаровування (фізичний сенс водоспоживання) до суми дефіцитів насичення водяної пари. З цією метою, за методикою Алпатьєва А.М., Турманідзе Т.І. розрахував криву вологоспоживання за період від початку росту пагонів до збору врожаю, за якою, з достатньою точністю, визначається вологозабезпеченість рослини. Вченим досліджуються також особливості радіаційного і теплового балансу усередині кущів винограду.

Значний внесок у вивчення впливу агрокліматичних умов на виноград мали результати дослідження Фурса Д.І. [132]. Для території Північного Причорномор'я (Одеська, Миколаївська і Херсонська області та республіка Крим) вивчалися ресурси світла, тепла і вологи стосовно розвитку винограду поширених сортів.

Основними агрокліматичними показниками для оцінки умов вирощування винограду пропонується використовувати тривалість сонячного саява, сума активних температур вище 10 °С, сума фотосинтетично активної радіації, кількість опадів, величина ГТК та запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту. Розрахунки цих показників Фурса Д.І. здійснювала за окремі календарні місяці, за період проходження фаз розвитку винограду «розпускання бруньок – початок цвітіння», «початок – кінець цвітіння», «ріст ягід». За ці періоди розвитку винограду також складено карти запасів вологи (у відсотках від найменшої польової вологоємності) у метровому шарі ґрунту для території республіки Крим.

Оцінка умов перезимівлі винограду Фурса Д.І. здійснювала за показником середній із абсолютних мінімумів температури повітря. Визначалися абсолютний мінімум температури повітря взимку та ймовірності мінімальних температур взимку від -18 до -25 °С з кроком в 1 °С. На основі агрокліматичної інформації за сумами

фотосинтетично активної радіації і запасів продуктивної вологи Д.І. Фурса виконала розрахунки потенційних і дійсно можливих врожаїв грон винограду.

В ті ж роки виконувалися дослідження в Українському інституті виноградарства ім. В.Є. Таїрова проводили дослідження, присвячені оцінці умов теплозабезпеченості і морозонебезпечності територій стосовно до вирощування винограду в Північному Причорномор'ї. Підгорною С.В., Овчинниковою Л.Ф. і Суздоловою В.І [93 - 94 ] досліджувався просторовий розподіл сум активних температур повітря вище 10 °С і середнього із абсолютних мінімумів температур повітря взимку як показників теплозабезпеченості і умов перезимівлі для близько 20 найбільш поширених технічних сортів винограду. Отримані результати фундаментальних досліджень використовувалися для агрокліматичного обґрунтування розміщення груп технічних сортів винограду в Одеській області за умовами теплозабезпеченості і морозонебезпечності.

В цей час проводилися агрокліматичні дослідження на території Молдови. З.А. Міщенко запропоновано виконувати оцінку теплозабезпеченості винограду за показниками теплових ресурсів, які враховують добову ритміку температур: сумами денних і нічних температур та їх різницею [82 – 84]. Надалі дослідження в цьому напрямку продовжені для території Північного Причорномор'я. Міщенко З.А., Ляшенко Г.В., Ляховою С.В., Кирнасівською [55 - 57, 59 - 60, 82 - 84] виконувалися розрахунки і проводився аналіз особливостей просторового розподілу на досліджуваній території сум сумарної і фотосинтетично активної радіації та сум денних і нічних температур повітря в теплий період (період з температурами вище 10 °С). Морозонебезпечність оцінювалася на вказаній території за комплексом показників: середнім із абсолютних мінімумів температури

повітря взимку, мінімальною температурою і тривалістю холодного періоду, сумою від'ємних температур за період з температурою нижче - 0 і -10 °С.

В останні 20 років в Національному науковому центрі «Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова» розвивається новий напрямок – агроекологічне обґрунтування оптимізації розміщення виноградників [22 - 23, 25]. Досліджуються закономірності просторового розподілу елементів рельєфу, ґрунтового покриву і клімату в градаціях, які визначають можливість розміщення винограду різних сортів [21, 24, 26 - 30, 45]. Із показників клімату розглядаються показники теплових ресурсів і морозонебезпечності, як такі, що визначають умови досягання різних сортів винограду і умови успішної перезимівлі винограду. Перевага таких досліджень полягає в комплексній оцінці впливу різних умов довкілля та значній детальності для територій масштабу окремих адміністративних районів, земель сільських громад і окремих господарств.

Великомасштабне районування територій і картування комплексу показників дозволяють визначати оптимальні ділянки для вирощування певних сортів винограду. Результати фундаментальних досліджень використовуються для складання кадастру виноградників України і обґрунтуванню виділення територій для вирощування винограду для виготовлення вин КНП – контрольованих найменувань за походженням або географічних найменувань [43].

Сучасним методом досліджень в біологічних науках вважається метод математичного моделювання [10, 15, 31, 34, 37, 77, 109, 110, 126, 130-131- 142]. Треба відмітити, що майже усі дослідження за останні 40 років виконуються із застосування методів математичного моделювання. Розроблені моделі, за Сиротенко О.Д. [113] відносяться до класу статистичних моделей, які базуються на знаходженні

кореляційних зв'язків між показниками стану і продуктивності сільськогосподарських культур та певними агрометеорологічними і агрокліматичними показниками. Розраховується рівняння регресії, за яким визначаються показники продуктивності сільськогосподарських культур.

На сьогодні розроблено вже досить багато динамічних моделей різних сільськогосподарських культур, які призначені для оцінки умов росту культур впродовж вегетаційного періоду як результату проходження основних фізіологічних процесів. Переважна більшість розроблених динамічних моделей призначена для моделювання формування продуктивності однорічних сільськогосподарських культур [7, 8, 10, 15, 16 - 17, 31, 34, 37, 46 - 47, 88 - 90, 92, 109, 133, 136-142]. Математичне моделювання стосовно багаторічних культур і, зокрема, винограду, майже із застосуванням динамічних моделей на теперішній час майже відсутній [40-42, 61-68, 136, 138-139]. Мабуть, причина обмеженого застосування цього методу пов'язана із складним об'єктом досліджень - неможливо отримати замкнений цикл розвитку культури, що пов'язано наявністю багатьох факторів впливу. До таких факторів відносяться термічний режим і режим зволоження впродовж річного циклу розвитку, морфологічною і біологічною складністю культури та можливістю застосування агротехнічних заходів для покращення екологічних умов середовища – винограднику.

Вперше метод математичного моделювання був розроблений і застосований Турманідзе Т.І. [128-129] для складання прогнозу врожайності винограду у Грузії. Модель базувалася на статистичній оцінці зв'язку між показниками агрометеорологічних умов в окремі періоди вегетації і врожаїв винограду. Він пропонував як предиктори використовувати число днів з опадами за період розпускання бруньок – кінець цвітіння, середні запаси вологи у ґрунті від розпускання бруньок

до кінця цвітіння, число днів з опадами більше 5 мм за період цвітіння – початок дозрівання, сумарне водоспоживанням за період від початку дозрівання до технічної стиглості.

Модель визначення урожаю винограду має вигляд:

$$Y = \bar{Y} \pm \Delta Y \quad (1.1)$$

де  $\bar{Y}$  – середній по району врожай (розраховується за величинами господарського урожаю за останні 5 років), т/га;

$\Delta Y$  – відхилення очікуваного врожаю від величини реального урожаю  $\bar{Y}$ , т/га.

За датами фази розпускання бруньок і кінця цвітіння, числом днів з опадами за цей період, за допомогою графіка для всіх виноградарських районів визначається величина  $\Delta Y$ . Визначена величина  $Y$  шляхом множення величини  $\Delta Y$  на площу плодоносних виноградників даного району за розрахунковий рік і отримуємо очікуваний валовий збір врожаю по району  $Y_B$ .

Для визначення середнього урожаю по країні застосовується формула (1.2):

$$Y = \frac{\Sigma Y_B}{\Sigma S} \quad , \quad \dots\dots\dots \quad (1.2)$$

де  $\Sigma S$  – загальна площ плодоносних виноградників по країні, га.

Для зрошуваних земель величина  $Y$  визначається за рівнянням, яке враховує залежність врожаю від сумарного водоспоживання винограду за другий період вегетації [ $\Delta Y = f(\Delta E)$ ]. Сумарне водоспоживання за період кінець цвітіння – початок дозрівання  $E$

розраховується за формулою (1.3):

$$E = W_0 - W_k + \sum P + Q, \quad (1.3)$$

де  $Q$  – зрошувальна норма;

$W_0, W_k$  – величина запасів води у ґрунті на початок і кінець періоду, мм;

$\sum P$  – кількість опадів за період, мм.

Далі визначається відхилення  $\Delta E$  в поточному році від середньої багаторічної величини  $E$ .

Цейко А.І. [133] запропонував метод моделювання формування врожаю, який базується на використанні агротехнічних показників вирощування винограду. Запропонована формула має вигляд (1.4):

$$Y = K^0 N \frac{1}{100} \quad (1.4)$$

де  $Y$  – врожайність, ц/га

$N$  – число нормально розвинених пагонів до кінця вегетації, тис. шт./га;

$K^0$  – якісний коефіцієнт навантаження врожаєм одного нормально розвиненого пагона, г.

Недолік цього методу полягає у повній відсутності інформації про погодні і кліматичні умови за вегетаційний період винограду.

Дещо кращий метод моделювання врожайності винограду запропонований Фурса Д.І. [132], у якій важлива роль відводиться агрометеорологічним умовам – коефіцієнту впливу температури повітря

і опадів в ранньовесняний період розвитку плодоносних бруньок. Модель має вигляд (1.5):

$$Y_{\Phi} = P_{\Pi} K_{B.\Pi} K_{E_{\Phi}} Y_{\max} , \quad (1.5)$$

де  $Y_{\Phi}$  – врожайність, ц/га;

$P_{\Pi}$  – кількість непошкоджених бруньок, частка одиниці;

$K_{B.\Pi}$  – коефіцієнт гідротермічних умов весняної диференціації суцвіть, безрозмірний;

$K_{E_{\Phi}}$  – коефіцієнт середньозваженого водоспоживання за період розпускання бруньок – початок дозрівання, безрозмірний;

$Y_{\max}$  – максимально можлива урожайність, ц/га.

В перших біологічних моделях продуктивності, розроблених виноградарями, значна увага надавалася показникам продуктивності - продуктивність пагона і продуктивність сорту. Біологічною основою моделювання продуктивності насаджень є структурна формула врожаю, за якою можлива зміна урожаю шляхом агротехнічного регулювання елементів структури.

В біологічній моделі Бондаренко С.Г. і учнів, яка також базується на показниках продуктивність пагонів і продуктивність сорту, визначається накопичення біомаси кущів винограду і врожайності грон [15]. При моделюванні врожаю винограду, крім вказаних, використовуються показники, які враховують загальний стан кущів, умови перезимівлі, особливості агротехніки в минулі роки, вміст пластичних речовин у деревині, ембріональна плодоносність вічок та ін. Загальний вигляд моделі (1.6):

$$Y = \frac{A}{1 + 10^{a+bx}} + C \quad 1.6)$$

де  $Y$  – розрахована біомаса в конкретний період або на заданий термін, ц/га;

$x$  – період, доба або декада;

$A$  – максимальна біомаса, ц/га;

$a$  и  $b$  – коефіцієнти, які знаходяться методом найменших квадратів, безрозмірні;

$C$  – початкова біомаса, ц/га.

Ця модель базується на емпірико-теоретичному підході, коли здійснюється підбір математичного рівняння, за якого найкраще апроксимується фактичний хід накопичення біомаси рослиною за весь період вегетації. За цією моделлю можливе програмування врожайності винограду. Авторами [15] здійснено моделювання формування продуктивності винограду на прикладі столового сорту Шасла і технічних сортів Аліготе та Сапераві.

За цією моделлю важливе значення надається вірному опису накопичення сирі і сухої для кожного окремого сорту, який представлений у вигляді логістичної кривої. Недоліком таких логістичних кривих програмованих врожаїв є її плавний характер, який мало ймовірний у зв'язку із мінливістю погодних умов.

В біологічній моделі Амірджанова А.Г. [8] структурна формула урожайності винограду має вигляд (1.7):

$$Y = P \cdot N \cdot \Gamma \cdot K_{\text{пл}} \cdot 10^{-5} , \quad (1.7)$$

де  $Y$  – урожайність, ц/га;



$P$  – число рослин, шт./га;

$N$  – навантаження пагонами, шт./кущ;

$\Gamma$  – середня маса грона, г;

$K_{nl}$  – коефіцієнт плодоношення, безрозмірний.

Величина  $P$  залежить від структури насадження,  $N$  задається з урахуванням сили росту куща; показники  $\Gamma$  і  $K_{nl}$  є ампелографічними (сортовими) ознаками.

Представляє інтерес статистична модель Арвеладзе Г.А [10], за якою враховуються термічні умови осінньо-зимово-весняного періоду, тобто періоду, коли виноградна лоза готується до зимівлі, зимує і виходить з неї. За цією моделлю хід середньодекадних температур повітря в період з жовтня по квітень апроксимуються параболою другого порядку (1.8):

$$T = at^2 + bt + c, \quad (1.8)$$

де  $T$  – середньодекадна температура повітря;

$t$  – номер декади ( $t = 1, 2, \dots, 21$ );

$a, b, c$  – коефіцієнти рівняння регресії.

Динаміка температури повітря впродовж цього періоду представлена кутовими коефіцієнтами для осені (1.9) і весни (1.10), а також температурним мінімумом (1.11):

$$(K_o = \frac{dT}{dt} \Big|_{t=1}), \quad (1.9)$$

$$(K_B = \frac{dT}{dt} \Big|_{t=21}), \quad (1.10)$$

$$T_{min} = \frac{4ac - b^2}{4a} \quad (1.11)$$

Визначення врожайності за цією моделлю здійснюється для окремих регіонів і в середньому для Грузії. Для Кахетії формула розрахунку має вигляд (1.12):

$$Y_n^N = K_o^{0.53} \cdot K_B^{4.145} \cdot P_V^{0.575} \cdot P_{VI}^{0.589} \cdot Y_{n-1}^{0.63} \cdot T_V^{0.833} \cdot T_{VI}^{-0.754} \cdot \exp(0.1K_o - 2.3K_B - 0.007P_V - 0.006P_{VI} - 0.01Y_{n-1}^N - 0.06T_{min} + 0.135T_{VI} - 3.1) \quad (1.12)$$

Множинний коефіцієнт кореляції складає 0.87

де  $P$  – кількість опадів, мм;

$T$  – середня температура повітря, °С.

Спрощена формула формування врожайності має вигляд (1.13):

$$Y_n^N = Y_n^N / F(N), \quad (1.13)$$

де  $Y_n^N$  – урожайність винограду N-го району за  $n$ -й рік;

$F(N)$  – відбиває спільний ефект ґрунтово-кліматичних умов, агротехніки, сортових особливостей і т.д. N -го району.

Лянним О.Д. [53] запропонована кореляційна модель ампелобіогеоценозу, яка для сортів Одеський сувенір і Мускат жемчужний має вигляд:

$$Y = 8,66 + 0,02X_1 - 0,008X_2 - 0,22X_3 - 0,00003X_1X_2 + 0,003X_1X_3 + 0,0002X_2X_3 + 0,0004X_1^2 + 0,00001X_2^2 + 0,0015X_3^2.$$

(1.14)

$$Y = 1.72 - 0,05X_1 + 0,002X_2 + 0,29X_3 + 0,00001X_1X_2 - 0,001X_1X_3 - 0,0004X_2X_3 - 0,0009X_1^2 + 0,00001X_2^2 - 0,0017X_3^2. \quad (1.15)$$

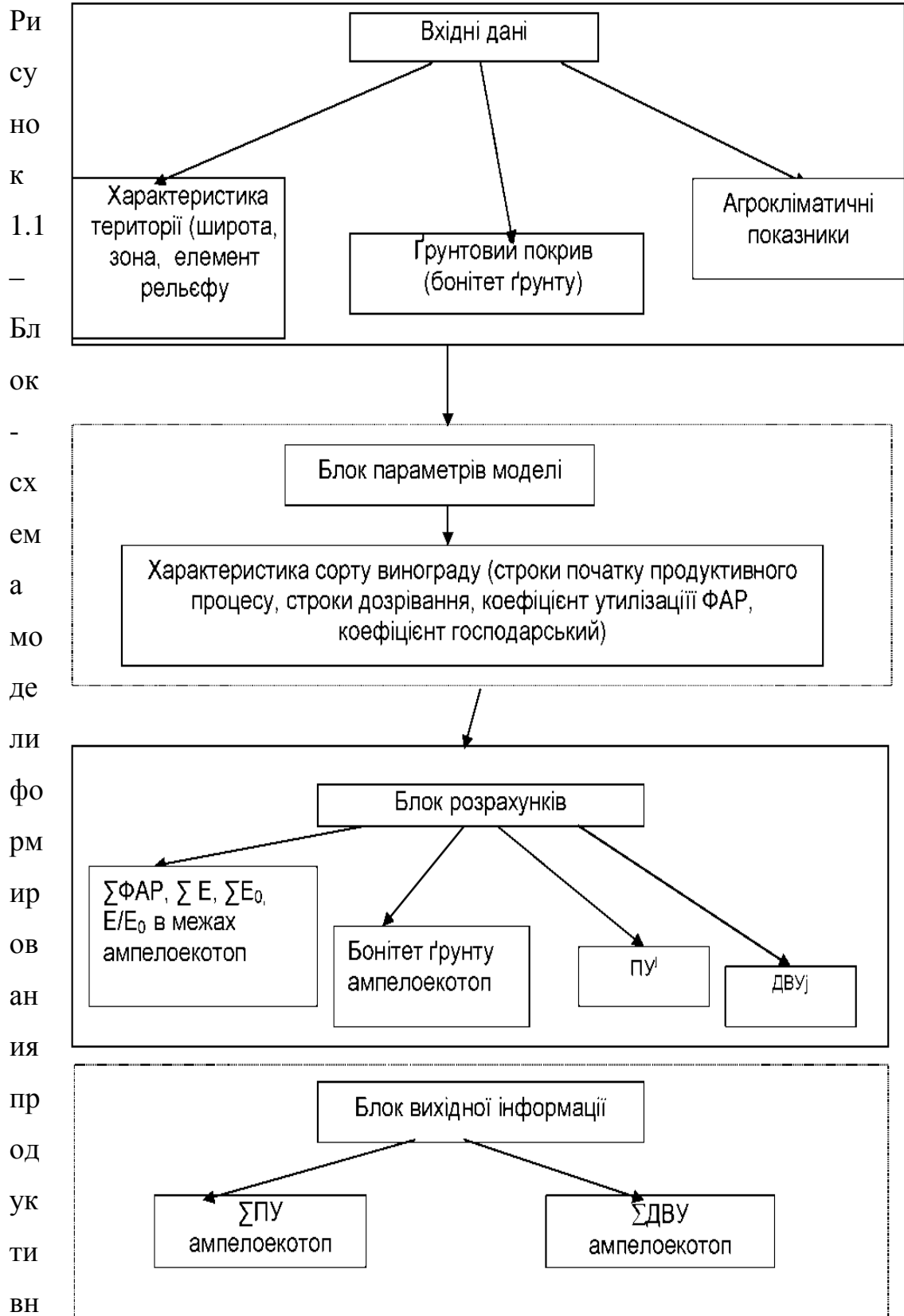
де  $X_1$  – забезпечення рослин вологою, %;

$X_2$  – родючість ґрунту, представлена сумарна величина вмісту азоту, фосфору і калію, у відсотковому співвідношенні 30:7:6,3 за усіх значеннях, в мг на кг ґрунту;

$X_3$  – середнє рекомендоване для конкретного сорту винограду значення величини навантаження пагонами, шт.

Ляшенко Г.В. і Польовим А.М. [102] розроблена агрокліматична модель оцінки формування продуктивності сільськогосподарських культур, яка пізніше була модифікована Власовим В.В. [30] стосовно формування продуктивності виноградної рослини та продуктивності ампелоландшафту в цілому. Структура моделі представлена на рис. 1.1, в якій описано складові з метою визначення продуктивності винограду за різними показниками ґрунтово-кліматичних умов.

Модель росту і врожайності виноградної лози розроблена Bindi and ot [136] є першою динамічною моделлю формування продуктивності винограду. За цією моделлю, на підставі використання незначної кількості функцій для опису росту, розвитку та формування врожайності виноградної лози (рис 1.2). Моделюються процеси протікання основних фаз вегетації, формування листової поверхні, накопичення біомаси і зростання грон.



ости [30]

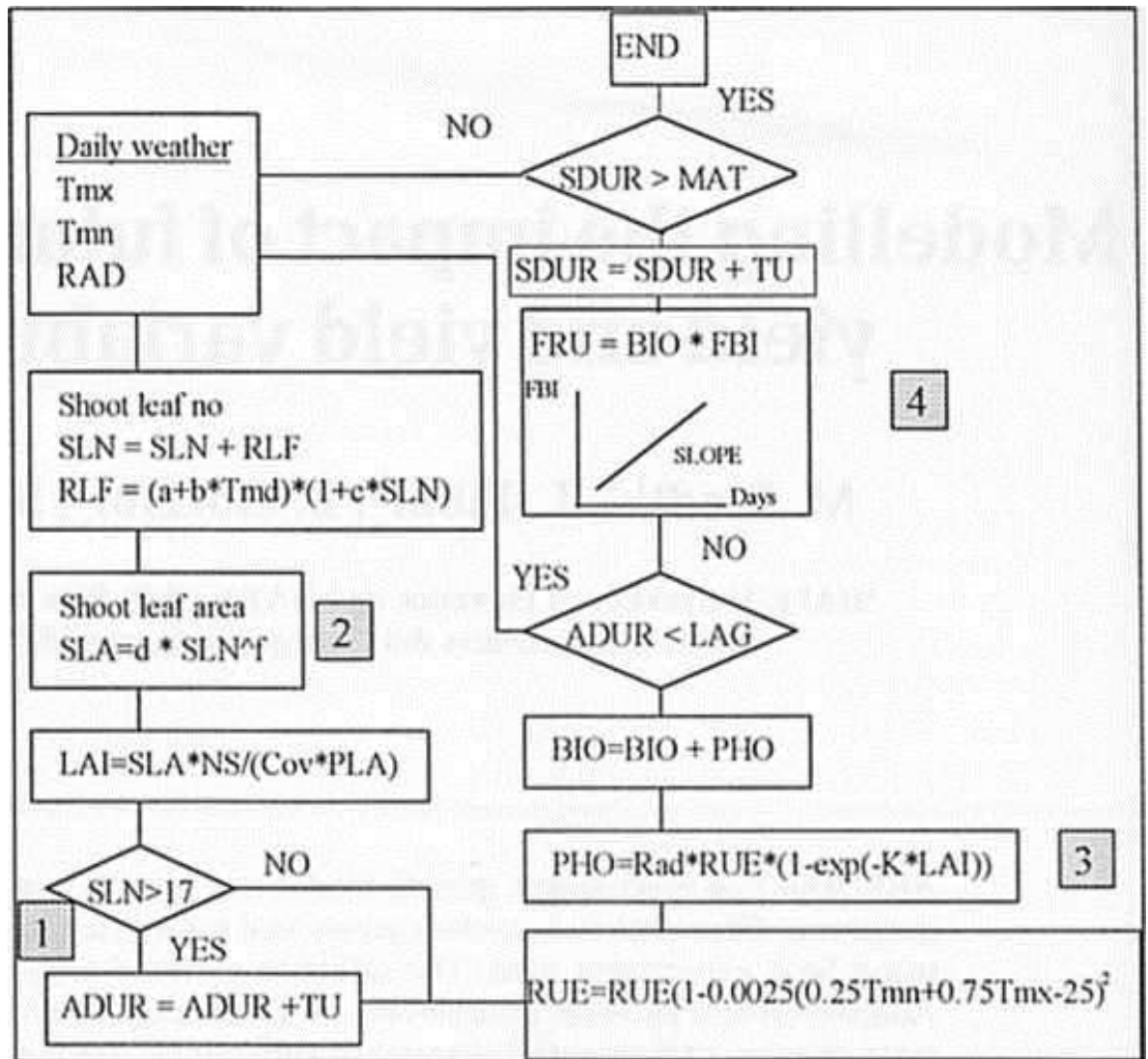


Рисунок 1.2 – Блок - схема моделі росту та врожайності виноградної лози за [136]

У цій моделі задаються певні допущення, наприклад, що цвітіння починається, коли на основному пагоні сформується 17 листків. такого підходу фаза цвітіння залежить, в основному, від швидкості формування листя і від температури та онтогенетичних особливостей сорту винограду. Зважаючи на зв'язок між тривалістю періодів і температурою визначається накопичена сума температур. Весь період від цвітіння до технічної стиглості поділяють на два підперіоди: цвітіння і активного росту грон. Площа листя визначається за загальною кількістю

продуктивних пагонів на одиницю площі і швидкості утворення і розвитку листя.

Після розпускання бруньок за моделлю розраховується динаміка інтенсивності утворення і розвитку листя (RLF) на основі середньодобової температури, з урахуванням, що інтенсивність утворення листя знижується протягом онтогенезу. Площа листя (SLA) визначається як функція загальної кількості листя з використанням емпіричного співвідношення.

За площею листової поверхні визначається величина поглинання рослиною сонячної радіації, за якою відбувається формування біомаси (РНО) з урахуванням ефективності використання сонячної радіації (RUE - коефіцієнт накопичення біомаси на одиницю поглиненої сонячної радіації). Вплив низьких і високих температур на ефективність використання сонячної радіації задається у вигляді спадаючої функції другого порядку. При розрахунках приросту біомаси грон передбачається, що індекс біомаси грон (FBI) лінійно зростає від початку до кінця дозрівання. Цей індекс визначається як відношення сухої біомаси грон до загальної сухої маси (листя, стебла, і грона винограду).

Недоліком даної динамічної моделі є врахування впливу тільки температури повітря та інтенсивності сонячної радіації і зовсім не враховується режим зволоження та особливості ґрунту.

В останні роки Ляшенко Г.В. і Жигайло Т.С. проведено комплексні дослідження, спрямовані на детальну оцінку формування продуктивності винограду різних строків стиглості за різних типів агрометеорологічних умов [40 - 42, 61 - 68]. Перевага отриманих результатів базувалася на поєднанні традиційних методів (польового дослідження, фенологічних і біометричних спостережень, агрометеорологічних і агрокліматичних розрахунків та узагальнень)

[38, 77, 86, 95, 97, 106, 109, 111] та методу математичного моделювання процесів фотосинтезу і дихання [8, 10, 16-18, 31, 34-35, 37, 46 - 47, 54, 85, 88 - 90, 92, 96, 98, 100 - 101, 104 - 105, 108 - 110, 112 - 113, 122 - 127, 130 - 131, 134 - 135].

За матеріалами спостережень стандартної мережі агрометеорологічних спостережень і агрокліматичних довідників [1 - 4, 12 - 13] створена база агрокліматичних даних за відомими алгоритмами [11]. За результатами польового дослідження і спираючись на базову модель формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового [99, 102] встановлені параметри моделі формування продуктивності винограду і розроблена перша динамічна модель формування продуктивності винограду сортів Загрей і Рубін таїровський [40 – 43, 61 - 68]. Перевірка адекватності моделі виконана на незалежному матеріалі за різних типів агрокліматичних умов.

За результатами моделювання формування продуктивності винограду для вказаних сортів дана оцінка агрокліматичних ресурсів і показників продуктивності для південної частини Лісостепової зони і Північної та південної частини Степової зони України в межах Одеської, Миколаївської і Херсонської областей. В якості показників продуктивності використовувалася площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал, приріст біомаси рослини і врожай. Досліджено можливі зміни продуктивності винограду у зв'язку із зміною клімату за найбільш поширеними сценаріями зміни клімату А1В і А2 [52, 103, 121] і встановлено особливості просторового розподілу можливих врожаїв винограду на території Лісостепової і Степової зон України. Виявлено погіршення умов і зниження врожаїв винограду в Степовій зоні і покращення агрокліматичних умов в Лісостеповій зоні.

Треба зазначити, що усі вказані дослідження були спрямовані на

визначення сприятливих для винограду агрокліматичних умов та зумовлену ними врожайність винограду. Між тим, ще в перших роботах Давітая Ф.Ф. зверталася увага на оцінку агрокліматичних умов формування якості виноградної продукції [32 - 33, 122].

В представлених дослідженнях вивчався вплив агрокліматичних і агрометеорологічних умов на процеси росту, розвитку і формування врожайності винограду. Разом з тим, як відмічалось раніше, цінність виноградної продукції визначається і якістю продукції, насамперед вмістом цукру і масовою концентрацією титруємої кислоти у суслі винограду, за якими характеризують кондиційність врожаю. Проте досліджень, присвячених оцінці впливу агрокліматичних умов на формування якості виноградної продукції недостатньо.

Турманідзе Т.І. встановлено, що, за інших рівних умов, вміст цукру у ягодах винограду пізніх сортів вище, ніж у ранніх сортів. Із основних агрометеорологічних показників дослідник вказує, що значний вплив на інтенсивність накопичення цукру у ягодах винограду мають такі агрометеорологічні показники, як середньодобова температура, добова амплітуда температур і кількість опадів за період дозрівання. Причому, зв'язок інтенсивності накопичення цукру з першими двома показниками прямий, а з кількістю опадів – обернений [129]. Вміст цукру на кінець дозрівання винограду дослідник пропонує розраховувати за сумою середньодобових температур і середньою за період дозрівання амплітудою температур. Помилка отриманого рівняння регресії складає 2-4%. Разом з тим автор вказує, що на накопичення цукру можуть впливати й агротехнічні заходи, та місцеві особливості території.

Фурса Д.І. досліджувала вплив агрокліматичних умов на формування якості виноградної продукції на території Південного берегу Криму [132]. Розглядався зв'язок вмісту цукру у ягодах



винограду сорту Мускат білий з агрокліматичними показниками у два періоди: кінець цвітіння – початок дозрівання і початок дозрівання – технічна стиглість. Із агрокліматичних показників розглядалися пряма і сумарна сонячна радіація, амплітуда добового ходу температури повітря, запаси продуктивної вологи у ґрунті (у відсотках від найменшої польової вологості), кількість опадів і дефіцит насичення водяної пари у повітрі.

Виявлено, що коефіцієнти кореляції між агрокліматичними показниками в другий період майже в два рази вищі – 0,86-0,92 проти 0,39-0,56. Найтісніший зв'язок вмісту цукру у ягодах винограду відзначається з сумою сумарної радіації і запасами вологи у ґрунті та суми прямої сонячної радіації і суми середньодобових амплітуд температури повітря за достатніх запасів вологи в другий розрахунковий період (початок дозрівання – технічна стиглість) – відповідно 0,94 і 0,83.

Амірджанов А.Г. досліджував будову виноградного куща як фотосинтезуючої системи, з метою отримання оптимальних фітометричних характеристик виноградної рослини. Завдання полягало у формуванні структури рослини, за якої при проходженні продукційного процесу буде отримано оптимальна величина врожаю і його якість. Моделювання формування структури куща здійснювалося виходячи із того, що для отримання 1 кг цукру грони необхідно 7 м<sup>2</sup> площі листя або 1 м<sup>2</sup> для отримання 1 кг сирої маси винограду грон з вмістом цукру у соку ягід 180г/100 см<sup>3</sup> і виходу соку 80%. Було також встановлено, що для отримання 1 кг цукру грона для різних сортів винограду на території Грузії і Криму фотосинтетичний потенціал (ФП) повинен складати від 204 до 695 м<sup>2</sup>·діб [6-8].

Отримані співвідношення можна використовувати для вирішення оберненої задачі – за наявності даних з площі листової

поверхні з куща або певної ділянки і величини фотосинтетичного потенціалу можна визначити величину цукру грон або куща. При цьому Амірджановим А.Г. встановлено, що площа листової поверхні і фотосинтетичний потенціал формується за визначених меж прямої, сумарної і фотосинтетично активної радіації, яка надходить на поверхню виноградного куща і проходить усередину куща. Таким чином, опосередковано встановлюється прямий зв'язок вмісту цукру у ягодах винограду з показниками радіаційно-світлових ресурсів.

Підгорною С.В. і Суздоловою В.І. [94] проведено дослідження, спрямовані на встановлення зв'язку між вмістом цукру у ягодах винограду 19 технічних сортів на дату технічної стиглості і сумою активних температур вище 10 °С за червень-вересень або за період від цвітіння до збору врожаю [93 - 94]. Розглядалися сорти Європейського походження – Каберне - Совіньон, Мерло, Ркацителі, Рислінг, Шасла тощо. Коефіцієнти кореляції між вмістом цукру у ягодах винограду і сумою температур для сортів різних груп стиглості складає 0,88-0,94. Щодо нових сортів селекції ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» такі дослідження не проводилися.

В останні 10 років в ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» Мельник Е.Б. [78-79] досліджувала просторово-часову мінливість величин найбільш поширених сортів винограду Фетяска, Аліготе і Каберне - Совіньон на території Одеської області за даними Державного статистичного управління.

Виконано аналіз міжрічної мінливості величин вмісту цукру у соку ягід винограду різних за строками стиглості сортів. Виявлено, що в середньому по Одеській області, у сорту Фетяска, Аліготе і Каберне - Совіньон вміст цукру у соку ягід відповідно змінювався від 13,0 до 17,8, від 13,4 до 17,8 і від 15,1 до 20,0 г/100 см<sup>3</sup>. Тренди показника якості врожаю винограду апроксимована рівнянням третього ступеню.

Відзначається майже синхронність у трендах показника якості врожаю винограду сортів.

Разом з тим автором відзначається, що найнижчі величин вмісту цукру у сорту винограду Фетяска, а найбільших - у сорту Каберне - Совіньон (рис.1.3), що відповідає біологічним особливостям цих сортів. Тренди у всіх сортів мають загальну тенденцію до підвищення вмісту цукру у винограді, особливо з 2000 року [79].

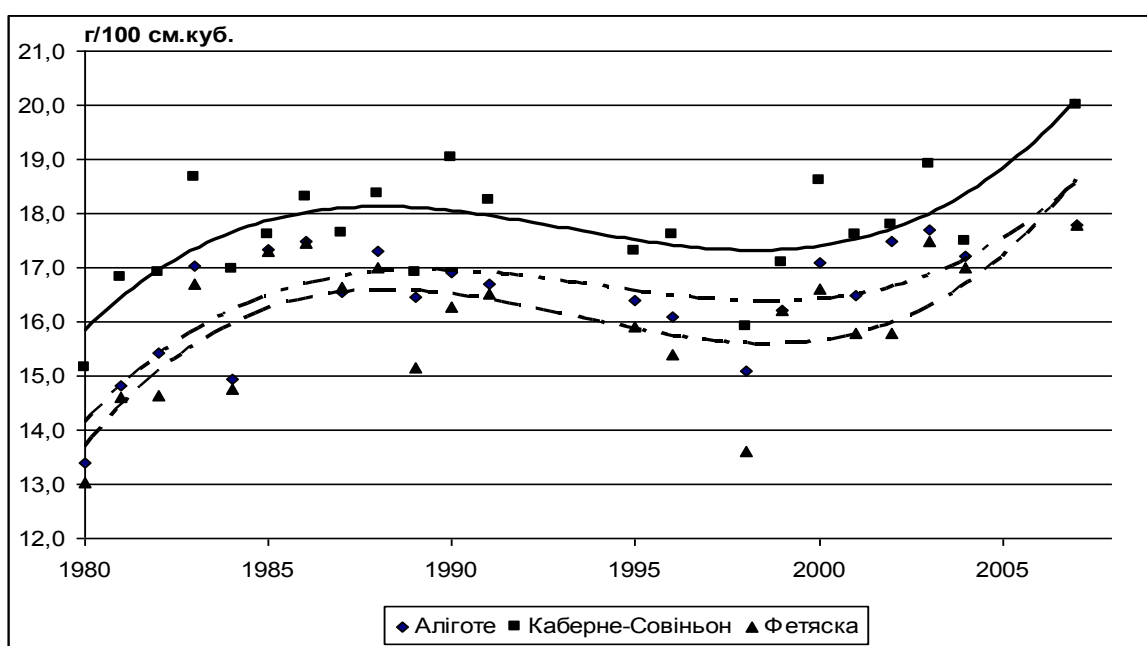


Рисунок 1.3. Тренд вмісту цукру в середньому по Одеській області.

Надалі Мельник Е.Б. оцінювала зв'язок між вмістом цукру у ягодах винограду і різними показниками теплових ресурсів та умовами зволоження окремі календарні місяці, які пов'язані з проходженням певних фаз розвитку винограду. Показники теплових ресурсів і зволоження визначалися за даними мережі метеорологічних станцій в Північному Причорномор'ї. Отримані результати кореляційного аналізу показані в табл.1.1 [79]. Більш тісний зв'язок між показником

якості винограду і агрометеорологічними показниками відзначається у сорту Каберне - Совіньон. В межах кожного сорту найтісніша залежність вмісту цукру відзначається від суми денних температур і різниці сум денних та нічних температур.

Таблиця 1.1

Зв'язок вмісту цукру у ягодах винограду різних сортів з показниками ресурсів тепла і вологи [за Мельник Е.Б.].

Показники	Коефіцієнти кореляції			
	Аліготе		Каберне - Совіньон	
	$r_{xy}$	$\delta_r$	$r_{xy}$	$\delta_r$
$\Sigma T_{\text{сер}}$	0.31	0,16	0,20	0,18
$\Sigma T_{\text{дн}}$	0.54	0,13	0,73	0,08
$\Sigma T_{\text{н}}$	0.37	0,15	0,16	0,18
$\Delta(\Sigma T_{\text{дн}} - \Sigma T_{\text{н}})$	0,42	0,15	0,44	0,15
$\Sigma H_{6-9}$	-	-	-0,54	0,13
$\Gamma T K_{6-9}$	-	-	-0,59	0,12
$D_{10}$	-0.42	-0,15	-	-
$D_{15}$	-	-	-0,59	0,12

де  $\Sigma T_{\text{сер}}$ ,  $T_{\text{дн}}$ ,  $\Sigma T_{\text{н}}$  і  $\Delta(\Sigma T_{\text{дн}} - \Sigma T_{\text{н}})$  – відповідно сума середньодобових, денних і нічних температур повітря, різниця між сумами денних і нічних температур повітря;  $\Sigma H_{6-9}$  - кількість опадів за червень-вересень,

$\Gamma T K_{6-9}$  - гідротермічний коефіцієнт Селянінова,

$D_{10}$  і  $D_{15}$  - дати переходу температури повітря через 10 і 15 °С.

Мельник Е.Б. [79] виявлено, що найтісніші зв'язки простежуються між вмістом цукру і сумами денних температур та датою переходу температури повітря через 10 °С у сорту Аліготе і з

сумами денних температур, ГТК і датами переходу через 15 °С. Так, наприклад, у сорту Аліготе коефіцієнт кореляції між вмістом цукру у ягодах і сумами середньодобових температур складає 0,31, а з сумами денних температур і з різницею сум денних і нічних температур - відповідно, - 0,54 і 0,42. У сорту Каберне - Совіньон відмінності у коефіцієнтах кореляції ще більш значущі - тіснота зв'язку вмісту цукру з сумами середньодобових температур дорівнює всього 0,20, а з сумами денних температур і з різницею сум денних і нічних температур - 0,73 і 0,44, відповідно.

Зв'язки представлено у вигляді формул (1.16 і 1.17):

$$C = 0,0067 \Sigma T_{\text{дн}} - 0,0067 N_{20} - 0,21 D_{10} + 25,65 \quad (1.16)$$

$$C = 0,0064 \Sigma T_{\text{дн}} - ГТК_{6-9} - 0,16 D_{15} + 20,42 \quad (1.17)$$

де  $C$  - вміст цукру у соку ягід винограду;

$\Sigma T_{\text{дн}}$  - сума денних температур за червень-вересень;

$N_{20}$  - кількість днів з середньодобовою температурою повітря вище 20 °С;  $D_{10}$  і  $D_{15}$  - дати переходу середньодобової температури повітря через 10 і 15 °С весною;

$ГТК_{6-9}$  - гідротермічний коефіцієнт за червень - вересень.

Коефіцієнти множинної кореляції відповідно для сортів Каберне - Совіньон і Аліготе склали  $0,90 \pm 0,03$  і  $0,81 \pm 0,06$ .

Константинеску Г. і Vranas J. [7-8, 44, 138] пропонують для оцінки впливу агрокліматичних умов на вміст цукру у ягодах винограду використовувати комплексні геліотермічні показники, які розраховуються за сумами активних температур і тривалістю сонячного саява за теплий період, а Підгорною С.В. і Суздоловою В.І. -

за сумами активних температур за червень-вересень.

## 1.2 Загальна характеристика природних умов у Північному Причорномор'ї

До Північного Причорномор'я входять 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 [1 – 4, 107].

Докембрійським фундаментом в Північному Причорномор'ї 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.

Сучасний рельєф Північного Причорномор'я сформований, головним чином, ерозійними процесами. Найбільшу площу тут займає Причорноморська низовина. В Одеській області вона поділяється на Придунайську рівнину в південно-західній частині та Одеську рівнину, розташовану між річками Дністро і Тилігул [4, 107].

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 [2, 4, 12 - 13, 107]. .

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].

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].

В Північному Причорномор'ї 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 Північного Причорномор'я належать до типу рівнинних, переважно снігового та дощового живлення. Ґрунтове 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 [12-13].

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 [107].

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

Ґрунти Північного Причорномор'я представлені переважно чорноземами, 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 вони переважно важко- та середньосуглинкові. 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 [107].

В південних районах поширені другі за загальною площею ґрунти Північного Причорномор'я – темно-каштанові залишково, слабко- та середньосолонцюваті. У зв'язку із значним поширенням різних форм мікрорельєфу, насамперед, плоскодонних замкнутих западин (подів), темно-каштанові ґрунти зустрічаються в комплексі з



іншими ґрунтами. За гранулометричним складом вони переважно важко-, середньо- і легкосуглинкової відміни. В приморських районах відзначаються каштанові ґрунти в 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.

Клімат Північного Причорномор'я має помірно-континентальний характер з малосніжною помірно теплою зимою і спекотним, з частими суховіями, літом [4, 12, 107]. 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.1.4).

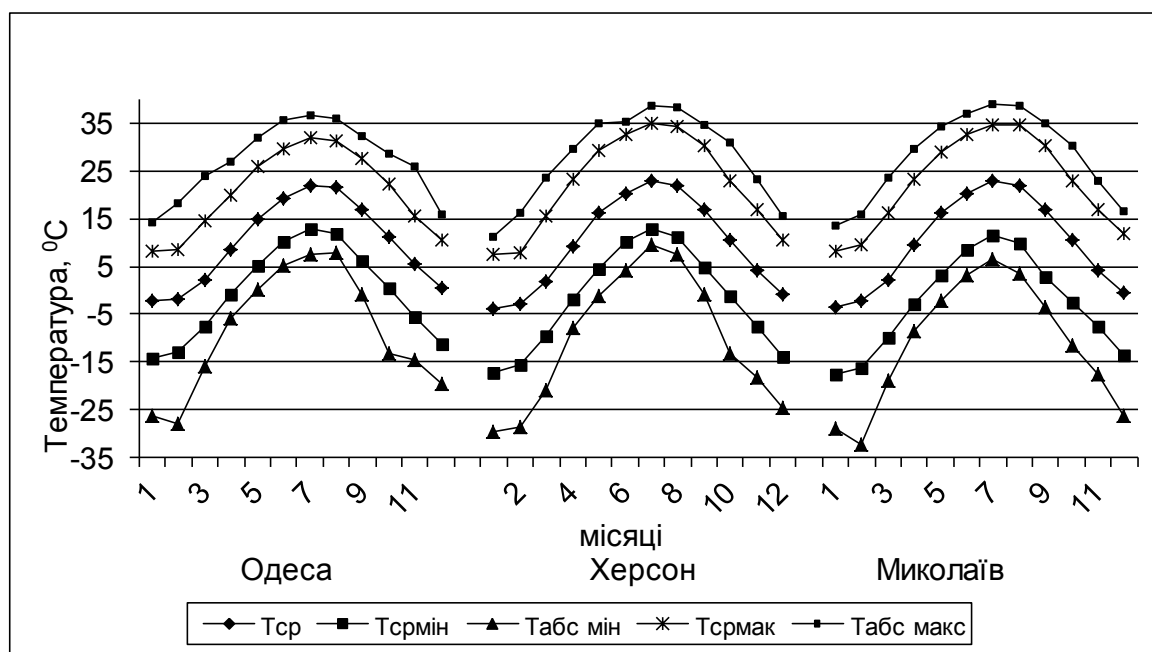


Рисунок 1.4 - Термічний режим в Північному Причорномор'ї (середньо багаторічні величини). 1, 2, 3, ..., 12 – місяці року від січня до грудня.

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.

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.

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.

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.1.5).

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 днів і зменшується до 10-15 днів у прибережній зоні [4, 12, 29, 60].

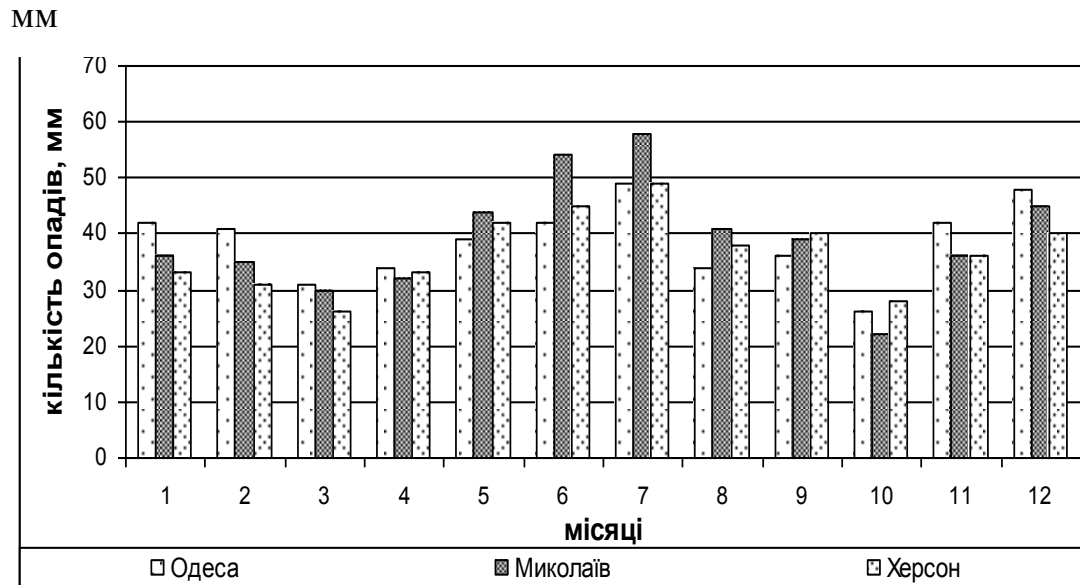


Рисунок 1.5 – Річний режим опадів в Північному Причорномор’ї.

1, 2, 3,...,12 – місяці року від січня до грудня

У вегетаційний період на території Північного Причорномор’я спостерігається від 14 до 20 днів із суховіями різної інтенсивності – сильні вітри (зі швидкістю більше 5 м/с) за низької вологості повітря (менше 30 %) та високих температурах повітря (вище 25 °С). В прибережних районах кількість днів із суховієм складає 6-11 днів. Вони негативно впливають на розвиток сільськогосподарських культур – можливе зниження їх врожайності. Найбільша повторюваність суховіїв відзначається в східній частині Херсонської області – кількість суховіїв за вегетаційний період складає від 15 до 33, а в окремі роки – до 40-43 днів.

Перші заморозки в 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 складає 174-200 діб, а на поверхні ґрунту – 156-177 діб.

Із інших несприятливих явищ погоди для сільськогосподарських культур на території Північного Причорномор'я у вегетаційний період спостерігаються град, сильний вітер, дуже сильний дощ та зливи. Сніговий покрив залягає впродовж січня. Загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму коливається від 20 до 53 діб. Середня висота снігового покриву за зиму становить 3-4 см, а максимальна висота в окремі роки досягає 21-44 см. В останні десятиріччя досить часто спостерігаються роки без сталого снігового покриву або взагалі 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, становить  $-1,7...-2,9$  °С. Найнижча температура ґрунту на глибині 3 см спостерігалася в 1994 році і становила  $-6,0$  °С.

Взимку спостерігаються також відлиги, кількість діб з якими за період з грудня по лютий по території коливається від 58 до 67. Відлиги, які тривають більше ніж безперервно 5 діб, зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин. Після тривалих відлиг, за наявності снігового покриву, існує велика ймовірність його руйнування і утворення льодяної кірки на полях. Небезпечна для посівів озимих льодяна кірка

товщиною 10 мм і більше та тривалістю залягання три декади і більше спостерігається має ймовірність 10 % - один раз за 10 років.

### Висновки до розділу 1.

Проведений аналіз спеціальних літературних джерел показав, що оцінці агрокліматичних умов формування продуктивності винограду приділялася увага починаючи з початку розвитку агрометеорології. Визначено основні агрокліматичні показники, які визначають умови росту, розвитку і формування врожайності винограду.

Більшістю дослідників визнано, що врожайність винограду залежить від погодно-кліматичних умов території в теплий період та в період перезимівлі. До таких показників відносять температуру сокоруху, розпускання бруньок, утворення суцвіть, цвітіння і дозрівання, суму активних температур за період вегетації, кількість опадів, запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту, гідротермічний показник Селянінова (ГТК), а також середній із абсолютних мінімумів температури повітря взимку, глибина промерзання ґрунту та дати заморозків різної інтенсивності і тривалість беззаморозкового періоду.

Разом з тим встановлено, що досліджень, присвячених оцінці впливу агрокліматичних умов на формування якості виноградної продукції недостатньо. Всі дослідження виконанні стосовно до сортів європейського походження і базуються на використанні традиційних агрокліматичних показників із застосуванням статистичних моделей. Між тим, в сучасних умовах доцільно проведення досліджень впливу агрокліматичних умов на формування якості врожаю винограду адаптованих до місцевих умов сортів. Для вирішення цього завдання необхідно застосовувати сучасні методи із використанням нових

агрокліматичних показників, які адекватно відбивають зв'язок між показниками якості врожаю винограду і агрокліматичними умовами.

Аналіз загальних природних умов Північного Причорномор'я свідчить про певний рівень сприятливості агрокліматичних умов для вирощування більшості сортів винограду, за винятком дуже пізніх строків дозрівання. Проте за умовами зимового періоду зберігається ймовірність пошкодження винограду морозами взимку.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВИНОГРАДУ В ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І

Основним методом досліджень в галузях науки, близьких до сільського господарства залишається польовий дослід, за яким збір матеріалів досліджень здійснюється безпосередньо на полях з сільськогосподарською культурою.

Для досягнення мети дисертаційної роботи поставлена задача проведення польового дослідження за фенологією, біометричними показниками і показниками продуктивності різних за строками стиглості сортів винограду: площею листової поверхні, маси ягід і грон, вмістом цукру і масовою концентрацією титруємих кислот. Вміст цукру і масова концентрація титруємих кислот визначалася із застосуванням різних методів хімічного аналізу проб. Паралельно проводилися метеорологічні спостереження за тривалістю сонячного сяйва, середньодобовою, максимальною і мінімальною температурою повітря і опадами.

Вміст цукру і масова концентрація титруємої кислоти є основними характеристиками якості врожаю винограду. Тому виявлення закономірностей накопичення цукру і концентрації титруємої кислоти та розробка методів розрахунку їх вмісту в ягодах винограду так важливі для вирішення ряду виробничих завдань при організації збору врожаю в колгоспах і радгоспах, встановлення напрямку використання виноградної сировини, технології його переробки тощо.

## 2.1 Методика проведення польового дослідження і лабораторних аналізів

В 70-ті роки минулого століття були розроблені рекомендації по розміщенню виноградарської галузі в Україні [94], який базувався на агрокліматичній оцінці умов морозонебезпечності і теплозабезпеченості територій (рис.2.1). Найбільші площі виноградних насаджень зосереджені в Одеській, Миколаївській і Одеській областях та в Закарпатській області, які за період з 1975 по 2015 рік змінювалися в значних межах. Загальна ж площа виноградників в Україні в теперішній час складає близько 70 тисяч гектар.

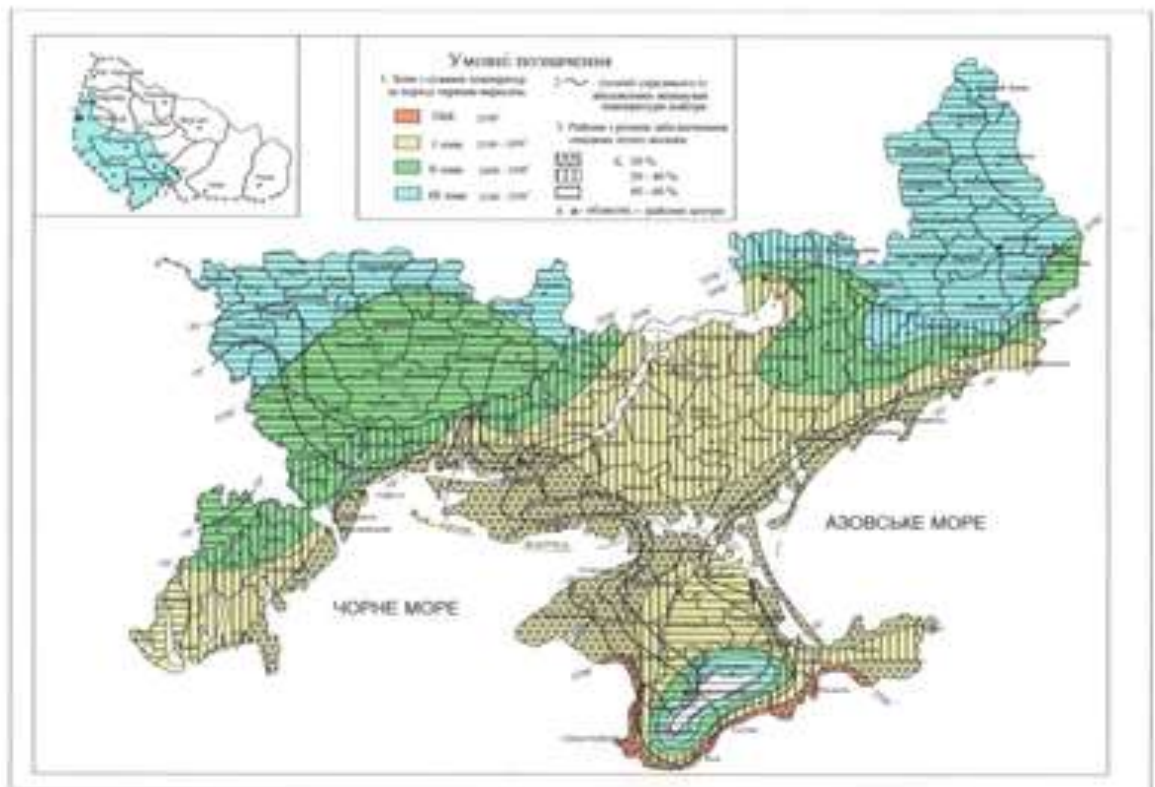


Рисунок 2.1 – Зона виноградарства в Україні [94]



Розроблена програма проведення польового дослідження, в завдання якого входило проведення фенологічних спостережень за фазами розвитку винограду і біометричних вимірів на ділянках з технічними сортами різних строків стиглості (рис. 2.2).

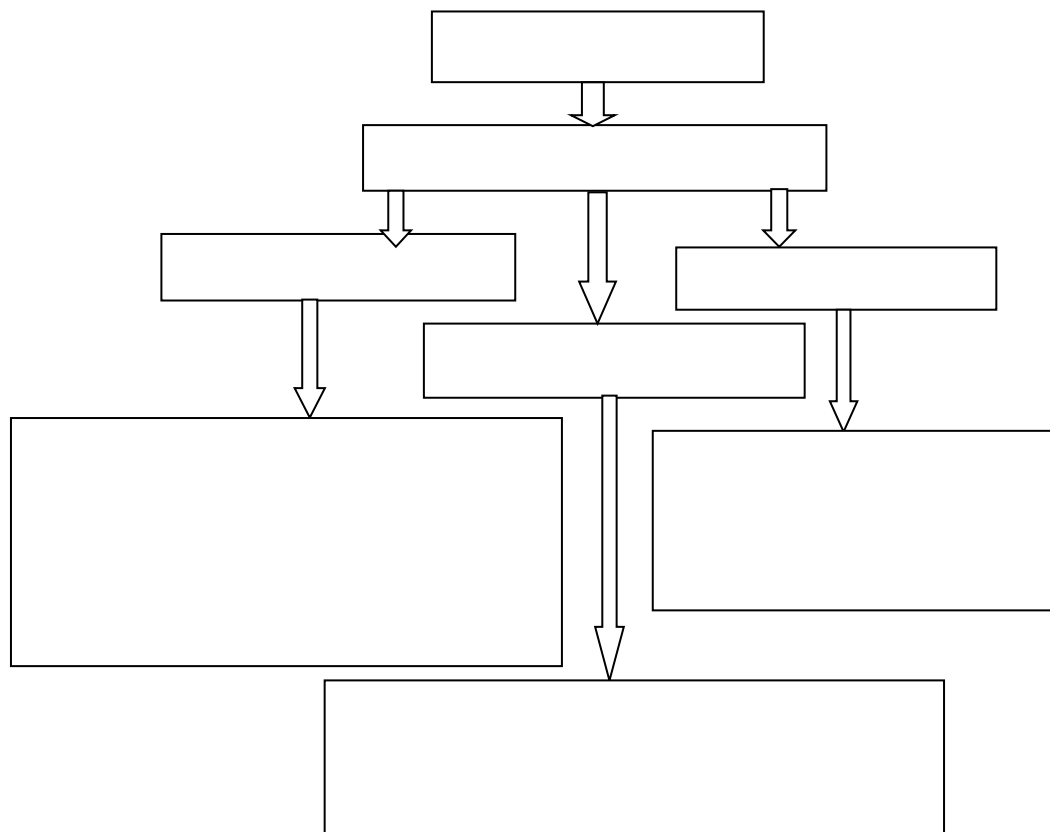


Рисунок 2.2. Програма польового дослідження агрокліматичних умов формування продуктивності винограду

Визначення впливу агрокліматичних умов на формування якості врожаю винограду здійснювалося для сортів середньоранніх, середніх і пізніх строків стиглості - Мускат одеський, Сухолиманський білий і Одеський чорний (рис. 2.3 – 2.5), продукція яких використовується для виготовлення марочних вин Мускат одеський, Таїровське біле і Таїровське червоне – «інноваційне обличчя» ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова».

Полевий дослід проводився в 2013-2015 рр. з травня по вересень від початку розпускання бруньок до технічної стиглості і збору врожаю сортів винограду на полях колекції відділу загальної і клонової селекції, а хімічні аналізи виконувалися в лабораторії виноробства ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова». Спостереження за фенологічними фазами проводилися в трьох повторностях на 30 рослинах винограду кожного із сортів.



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд винограду сорту середньораннього строку стиглості Мускат одеський селекції ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова [9]

Відбиралося 10 рослин по кожному із сорту в трьохкратній повторності, які помічалися стрічкою. На цих рослинах проводились

спостереження за фазами розвитку та біометричні виміри довжини і ширини крони, площі листової поверхні, маси ягід. В період наливу ягід здійснювався відбір проб для проведення лабораторного аналізу на визначення вмісту цукру ( $\text{г}/100\text{см}^3$ ) і масової концентрації титруємих кислот ( $\text{г}/\text{дм}^3$ ) у суслі винограду як показників якості виноградної продукції [91].



Рисунок 2.4 – Загальний вигляд винограду сорту середніх строків стиглості Сухолиманський білий селекції ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова [9]

Ягоди для проб відбиралися через 5 діб випадковим способом в трьох ярусах куща винограду, розчавлювалися і освітлене сусло виливалося в спеціальні циліндри для хімічного аналізу.

Вміст цукру у ягодах винограду схильний до великих коливань по окремих роках в умовах одного і того ж сорту, а також в різних природних регіонах. Найважливішим елементом соку ягоди є цукор. У 1 000 см<sup>3</sup> соку зрілого винограду вміст цукру в залежності від сорту, місця зростання і агротехніки може коливатися від 120-150 до 250-300 г. Цукор в ягодах винограду з'являється перед дозріванням. Кислотність ягід є одним з основних показників, що визначають якість вина та інших продуктів переробки винограду.



Рисунок 2.5 – Загальний вигляд винограду сорту пізніх строків стиглості Одеський чорний селекції ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова [9]

Вміст цукру у суслі винограду ( $\text{г}/100\text{см}^3$ ) визначалася із застосуванням ареометричного методу, який базується на пропорційній залежності між щільністю сусла і вмістом у ньому цукру. Визначення масової концентрації титруємих кислот в ( $\text{г}/\text{дм}^3$ ) засноване на прямому титруванні сусла титрувальним лужним розчином (*КОН*) до нейтральної реакції розчину, яка встановлюється за допомогою індикатора.

Ці показники вимірюються інструментально з досить високою точністю. Вміст цукру є основним показником якості врожаю винограду. На накопичення цукру у ягодах винограду впливає велика кількість факторів зовнішнього середовища, і виноград одного і того ж сорту в різних ґрунтово-кліматичних умовах часто накопичує абсолютно різну кількість цукру, навіть за однакової агротехніці.

Слід зазначити, що загальна (титруєма) кислотність дає дещо занижені значення в порівнянні з фактичним вмістом в суслі органічних кислот, але, незважаючи на це, у практиці виноградарства і виноробства для характеристики якості виноградного соку і сусла користуються в основному даними про титруємої кислотності, так як вона порівняно легко визначається і добре відображає зміни в часі і просторі суми органічних кислот в суслі.

Розглядають ще одну важливу характеристику якості врожаю винограду - глюкоацидометричний показник, який відіграє вирішальну роль при визначенні господарської цінності врожаю винограду, напрямки його використання та виробничої спеціалізації виноградарських господарств або мікрорайонів в цілому. Глюкоацидометричний показник (ГАП) являє собою відношення вмісту цукру у ягодах винограду до концентрації титруємої кислоти. Різні значення цього відношення відповідають різним видам виноробної

продукції [91].

Для отримання показників якості винограду сортів Мускат одеський, Сухолиманський білий та Одеський чорний, виявлялися тенденції зв'язку вмісту цукру у ягодах винограду, значення масової концентрації титруємої кислоти та глюкоацидометричного показника за різними строками дозрівання технічних сортів винограду. Визначення цих показників виконувалось із застосуванням наступних методів:

Для визначення вмісту цукру у суслі використовується ареометричний метод, який базується на пропорційної залежності між щільністю сусла і вмістом в ньому цукру.

Для визначення масової концентрації титруємих кислот застосовується метод титрування, який базується на прямому титруванні сусла, виноматеріалу або вина титрувальним розчином лугу до нейтральної реакції, установлюваної за допомогою індикатора. Титруєма кислота – це сума у суслі або вині вільних кислот та їх кислих солей. Концентрація титруємих кислот у суслі складає 5-14 г/дм<sup>3</sup>, у вині - 4-9 г/дм<sup>3</sup>.

Паралельно, впродовж червня-вересня, проводилися спостереження за максимальними, середніми та мінімальними температурами повітря на метеомайданчику ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», за якими розраховувалися денні та нічні температури за уточненими Г.В.Ляшенко для південних областей України рівняннями З.А.Міщенко [70].

Найбільш точним є метод прямих розрахунків за стрічками термографа. Так як на теперішній час такі спостереження відсутні на більшості метеорологічних станціях найбільш доцільним є застосування опосередкованого методу, який базувався на врахуванні зв'язку між денними і максимальними та нічними і мінімальними температурами. Для розрахунку денних і нічних температур за період від наливу ягід до

технічної стиглості використовуються наступні рівняння за червень – вересень (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Рівняння зв'язку між різними показниками термічного режиму  
(за Міщенко З.А., Ляшенко Г.В.)

Місяць	R	$\epsilon_R$	$\sigma_d$	$\sigma_{max}$	$T_{дн} = a T_{max} + b$	$S_y$
<i><math>T_{дн}</math> і <math>T_{max}</math></i>						
Червень	0,98	0,002	5,4	5,8	$T_{дн} = 0,91 T_{max} - 2,5$	$\pm 3,2$
Липень	0,97	0,003	5,1	5,4	$T_{дн} = 0,91 T_{max} - 2,2$	$\pm 3,6$
Серпень	0,99	0,001	5,3	5,4	$T_{дн} = 0,97 T_{max} - 3,2$	$\pm 2,2$
Вересень	0,98	0,002	5,5	6,0	$T_{дн} = 0,90 T_{max} - 2,0$	$\pm 3,1$
<i><math>T_n</math> і <math>T_{min}</math></i>						
Червень	0,9	0,004	4,7	4,4	$T_n = 1,03 T_{min} + 2,4$	$\pm 1,3$
Липень	0,9	0,004	4,0	4,0	$T_n = 0,96 T_{min} + 3,2$	$\pm 1,1$
Серпень	0,9	0,003	4,6	4,3	$T_n = 1,04 T_{min} + 2,0$	$\pm 1,1$
Вересень	0,9	0,003	5,0	4,8	$T_n = 1,01 T_{min} + 2,7$	$\pm 1,2$

2.2 Екологічні вимоги винограду сортів Мускат одеський, Сухолиманський білий і Одеський чорний

Виноград – світлолюбна рослина. Найкращі умови для фотосинтезу складаються при освітленні листків 30-40 тис. люксів. 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.

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. У різних зонах виноградарства найвищі врожаї винограду одержують на легких і теплих ґрунтах, з доброю водопроникністю і аерацією та достатньою родючістю [20 – 21, 49 – 50, 81].

Однією з найважливіших біологічних 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.

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 [20 ].

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.

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 плодових рослин, у



пазухах листків закладаються вегетативно-генеративні бруньки, завдяки чому у винограду відсутня періодичність плодоношення. Кожна з таких бруньок у сприятливих умовах спроможна дати урожай, що зумовлює високу потенційну продуктивність рослин.

Світло – важливий енергетичний фактор у життєдіяльності винограду. Виноград – світлолюбна рослина. Тільки при достатній освітленості кущів можна одержати високоякісний врожай винограду [ 7, 49, 32].

Промислові виноградні насадження являють собою досить недосконалі фотосинтетично діючі системи. Коефіцієнт використання ФАР становить 0,5-2 % [7], 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 [ 7 ].

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.

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.

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 [32 - 33].

За Лазаревським М.О. [49 - 50], 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.

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.

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 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 [32 - 33].

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.

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 природнього опадку 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 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 [8, 20, 32 – 33, 81, 91, 122, 128].

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 цукру та запасних поживних речовин, морозостійкість кущів.

Виноград найкраще росте і плодоносить тоді, коли річна сума опадів становить 700-800 мм і якщо вони рівномірно розподіляються впродовж року. Потреба винограду у воді значно змінюється за фазами вегетації. На зрошувальних та незрошувальних ділянках зображення середніх добових витрат води протягом вегетації має характер одновершинної кривої. Після початку сокоруху водоспоживання кущів поступово зростає, а потім потреба у воді зменшується.

Вологість повітря суттєво впливає на ріст і розвиток винограду. Оптимальні умови для життєдіяльності кущів тоді, коли вологість не нижче 60%. Це можливо лише на узбережжі морів, великих озер і водойм, а також при застосуванні зволожувальних поливів. Така вологість позитивно впливає на якість винограду і вина.

Впродовж 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'язей. У період

достигання 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.

Вимоги до ґрунтів. 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 [32, 36, 39, 45]. 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.

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 вологоємкості 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/см<sup>3</sup>, 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 [32, 36, 39, 45].

Тепловий режим ґрунту впливає насамперед на кореневу систему, інтенсивність росту і розвиток якої зумовлюють строки початку

вегетації та проходження фенофаз. 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 [32, 36, 39, 45].

Розглянемо досліджуванні сорти (табл.2.2). Мускат одеський – це технічний сорт винограду середньораннього строку стиглості (130-140 діб). Кущі вище середньої сили росту. Грона циліндро-конічні, середньої величини, 130-190 г, середньої щільності, часто з крилом. Ягода середня, 14,2x13,0 мм, 1,8-2,0 г, округла, жовтувато-зелена, бурштинова. Смак гармонійний, з сильним мускатним ароматом. М'якоть злегка слизова, шкірка тонка, але міцна. Сорт винограду Мускат одеський підвищено стійкий до морозу  $-27^{\circ}\text{C}$ , мілдью (2,5 бала), оїдіуму (2 бали). Виноград використовується для виготовлення білих столових і десертних вин, мускатного ігристого, соків високої якості.

Сухолиманський білий технічний сорт селекції інституту ім. В. Є. Таїрова, середнього терміну дозрівання, виведений шляхом схрещування сортів Шардоне і Плавай. На Україні районований в окремих підзонах Одеської області, заслуговує інтенсивного розмноження. Перспективний для отримання марочних їдалень, напівсолодких вин і шампанських виноматеріалів. Період вегетації від початку розпускання бруньок до знімної зрілості ягід 150 днів. Кущі сильного зростання. Листя великі, майже цілісні, з загнутими вниз краями (табл.2.3). Квітки двостатеві. Грона середні, циліндричні або циліндро-конічні, середньопухкі. Ягоди середні, круглі, зеленувато-золотисті. М'якоть соковита. Смак гармонійний з оригінальним сортовим тоном. Дозрівання ягід настає в третій декаді вересня [32, 36, 39, 45].

Таблиця 2.2

## Екологічні вимоги досліджуваних сортів винограду

Сорти винограду	Строки стиглості, діб	Врожайність, ц/га	Вміст цукру, г/100см <sup>3</sup>	Гитруєма кислота, г/дм <sup>3</sup>	$\Sigma T \geq 10$ °С, °С	Морозостійкість, °С
Мускат одеський	середньо-ранній, 135-145	80-110	20-21	7,7-8,0	2700-2800	-27
Сухолиманський білий	середній, 145-150	80-120	17-19	8,0-10,0	2850-2900	-22
Одеський чорний	пізній, 160-165	110-130	18-20	5,0-9,0	3000-3200	-23

Таблиця 2.3

## Технологічні характеристики досліджуваних сортів

Сорт винограду	Сила росту пагонів	Визрівання пагонів, %	Відсоток плодоносних пагонів, %	Оптимальне наваначення пагонами,	Коефіцієнт плодоношення	Коефіцієнт плодоносності	Середня маса грона, г
Мускат одеський	середня	85-90	75-77	60-65	1,0-1,2	1,3-1,45	115-125
Сухолиманський білий	сильна	80-87	70-75	100-130	1,0-1,2	1,5-1,7	145-150
Одеський чорний	середня	80-90	70-83	100-120	1,3-1,5	1,7-2,0	130-140

Одеський чорний - сорт технічного напрямку, пізнього строку дозрівання, виведений в інституті ім. В. Є. Таїрова на основі схрещування Алікант Буше x Каберне Совіньон. В Україні поки ще мало поширений, районований в окремих мікронах Одеської області. Перспективний для отримання високоякісного червоного столового і міцного вина. Період вегетації до збору врожаю 160 днів. Кущі досить сильного зростання. Листя середнього розміру, п'ятилопате, темно-зеленого кольору, з загнутими вниз краями, восени приймають характерне темно-червоне забарвлення. Квітки двостатеві. Грона середні, конічні, пухкі. Ягоди середні, округлі, чорні. Сік інтенсивно забарвлений. Дозрівання ягід настає наприкінці вересня - початку жовтня.

### 2.3 Агrometeorологічні умови в період польового дослідження

Осінь 2012 року наступила на 13 днів пізніше звичайних дат і була теплою та вологою. Середньомісячні температури повітря у жовтні і листопаді становили 14,8 і 7,8 °С, що відповідно вище норми на 3,8 та 2,8 °С. Кількість опадів в ці місяці склала 68 і 33 мм, що становило 268 і 86 % норми. Перехід середньодобової температури повітря через 10 °С у бік зниження відбувся 7 листопада, що на 18 днів пізніше середьобаторічних дат.

Зимовий період був коротким і наступив 13 грудня і тривав 33 доби, що близько до норми. Середня температура повітря в грудні була близька до норми і склала 0,1 °С, а в січні - -0,1 °С, що на 1 °С вище норми. Абсолютний мінімум за зиму у повітрі та на поверхні снігу знижувався до -14,6 і -18,5 °С. Кількість опадів у грудні і січні становила 63 і 68 мм, що складає відповідно 143 і 189 % норми.



Сніговий покрив в 2012-2013 рр. був нестійким, а його максимальна висота досягала 20 см.

Весна настала (стійкий перехід температури повітря через 0 °С в бік підвищення) дуже рано – 15 січня. У лютому середньомісячна температура повітря склала 3 °С, що вище норми на 2 °С, а в березні вона була в межах норми - 3,5 °С. Опадів в лютому і березні випало менше норми – відповідно 29 і 15 мм, що складає 87 і 55 % норми. Перехід середньодобової температури повітря через 10 °С відбувся 14 квітня, що на тиждень раніше звичайних строків. Середня за місяць температура повітря у квітні і травні перевищила норму на 2 і 3,9 °С і склала відповідно 16,1 і 19,6 °С. Опадів у ці місяці випало значно менше норми – 13 і 5 мм, що становить відповідно 43 і 13 % норми.

Літо було досить теплим: середня температура повітря у червні і серпні перевищила норму на 2,2 і 1,6 °С, а у липні відповідала нормі і склала відповідно 22,3, 23,0 і 23,8 °С. Оподи впродовж літа випадали не рівномірно. В червні і липні кількість опадів становила 86 і 104 мм – відповідно 178 і 205 % норми. У серпні було досить сухо – опади склали 23% норми (6 мм). Вересень був прохолодним – середня за місяць температура повітря була на 1,1 °С нижче звичайного і склала 15,6 °С, а опадів випало 40 мм (104 % норми).

Тривалість теплої періоду (із середньодобовою температурою повітря вище 10 °С) склала 168 діб, що менше звичайного на 13 діб – з 14 квітня по 29 вересня. Проте сума температур повітря за період була вище норми на 140 °С і становила 3420 °С. Кількість опадів за період була близька до норми - 254 мм.

У жовтні 2013 року спостерігалася відносно прохолодна й дощова погода - температура повітря знаходилась в межах норми, а кількість опадів становила 37 мм або 148 % норми. У листопаді було надзвичайно тепло і сухо - середня температура перевищувала норму на 4 °С і склала

9 °С тепла, а кількість опадів - 12 мм (32 % норми). У грудні було відносно тепло - температура повітря становила 1 °С вище нуля, за середніх багаторічних величин 0,1°С. Період з температурою повітря нижче 0 °С у зиму 2013-2014 року був надзвичайно короткий - усього 17 діб, з 21 січня до 7 лютого. В середньому температура повітря у січні й лютому була додатною і склала відповідно 0,3 і 0,6 °С. За умовами зволоження зимові місяці суттєво відрізнялися між собою. У грудні – лютому випало 2, 73 і 18 мм, що становило 5, 200 і 54 % норми.

Березень і квітень були того року теплими й сухими - середньомісячні температури повітря перевищували середьобагаторічні величини на 2-3 °С - 8 і 12 °С тепла, а кількість опадів склала у ці місяці 3 і 7 мм або 11 і 24 % норми.

Стійкий перехід через 10 °С у бік підвищення відзначався 8 квітня, що на 13 діб раніше середніх багаторічних строків. Температурний режим впродовж усього літнього періоду був підвищеним - у травні й липні середня температура перевищувала норму на 2 °С, у червні і серпні - на 1 і 3 °С, а у вересні - на 2,5 °С. Кількість опадів розподілялася по місяцям нерівномірно - у травні-вересні випало 33, 41, 63, 12 і 10 мм, що відповідно становило 91, 83, 125, 34 і 26 % норми.

Таким чином, у весняно-літній період, на фоні підвищених температур повітря, спостерігалися посушливі періоди у березні-травні й впродовж серпня-вересня. Суми активних температур повітря в окремі місяці теплового періоду перевищували середьобагаторічні величини від 100 °С у травні до 450 °С - у вересні.

Стійкий перехід температури повітря через 10 °С у бік зниження відзначався 24 жовтня, що на 3 дні пізніше звичайного. Тривалість періоду склала 199 діб, що на 16 діб довше звичайного. Сума активних температур склала 3801 °С, що на 550 °С вище норми. Кількість опадів за теплий період становила 182 мм за норми 236 мм.

В 2014 році осінь наступила 24 вересня, що близько багаторічних строків, й продовжувалася 94 доби. Середня температура повітря у жовтні й листопаді була на рівні середніх багаторічних величин і склала 10,7 і 4,9 °С (рис. 2.6). У грудні температура знизилася до 0,6 °С і була на 0,5 °С вище норми. Стійкий перехід середньодобової температури повітря через 10°С у бік зниження відмічено 24 жовтня (на 3 дні пізніше звичайного). Кількість опадів (рис. 2.5) склала за жовтень-грудень 22, 80 і 53 мм, що становить 86, 209 і 120 % норми.

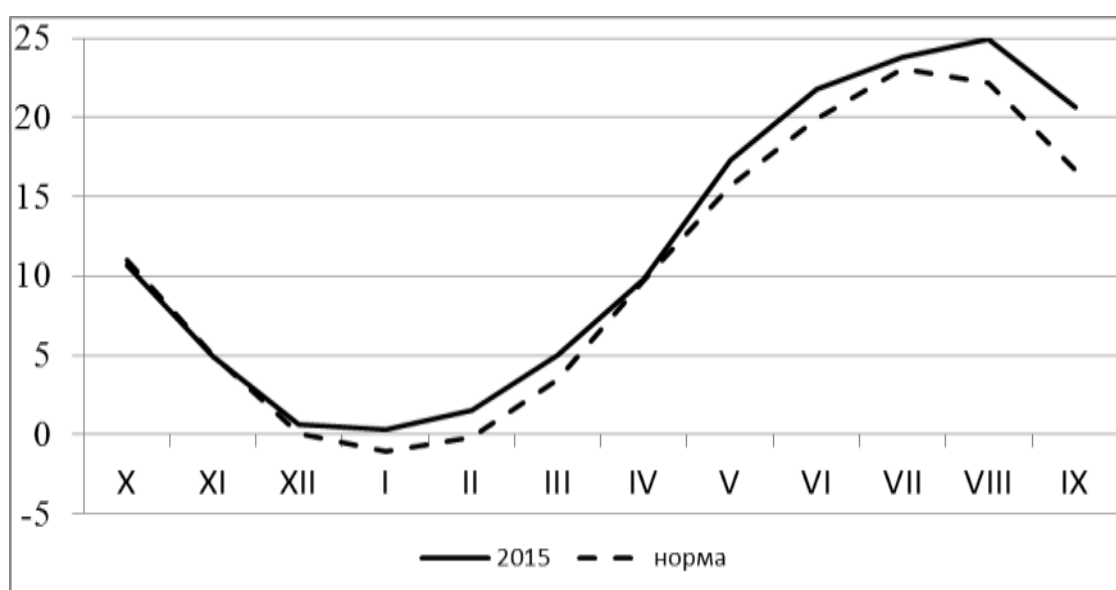


Рисунок 2.6. Річний хід температури повітря (метеомайданчик ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова»)

Перший осінній заморозок на поверхні ґрунту спостерігався 19 жовтня (-2,5°С), а у повітрі - 3 листопада (-3.1 °С). В кінці грудня пройшов снігопад і температура повітря знизилась до від'ємних значень. Морозна погода спостерігалася впродовж першої декади січня, але вже у другій декаді знову потеплішало. В середньому температура повітря за січень склала 0,3 °С тепла, що на 1,5 °С вище норми. Абсолютний мінімум температури, який відзначався 7 - 8 січня, становив у повітрі -20,2 °С, а на поверхні снігу – 29.4 °С. Середньомісячна температура повітря

лютого була додатною й склала  $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  тепла, що на  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  тепліше звичайного. Кількість опадів у січні була вище норми –  $39\text{ мм}$  ( $107\%$  норми), а у лютому –  $28\text{ мм}$  або  $83\%$  норми.

Стійкий перехід середньодобової температури повітря через  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  у бік підвищення відзначався 20 лютого, що на 2 тижні раніше звичайних строків. Температура повітря у березні становила  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  тепла (на  $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  вище норми), у квітні –  $9,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що близько до норми. Останній заморозок у повітрі спостерігався 5 квітня ( $-0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), а на поверхні ґрунту – 23 квітня ( $-3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Стійкий перехід середньодобової температури повітря через  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  відзначався 10 квітня, що на 11 діб раніше багаторічних строків. Кількість опадів у березні й квітні значно перевищувала норму ( $217$  і  $278\%$  норми) і становила  $59$  і  $85\text{ мм}$  (рис.2.7).

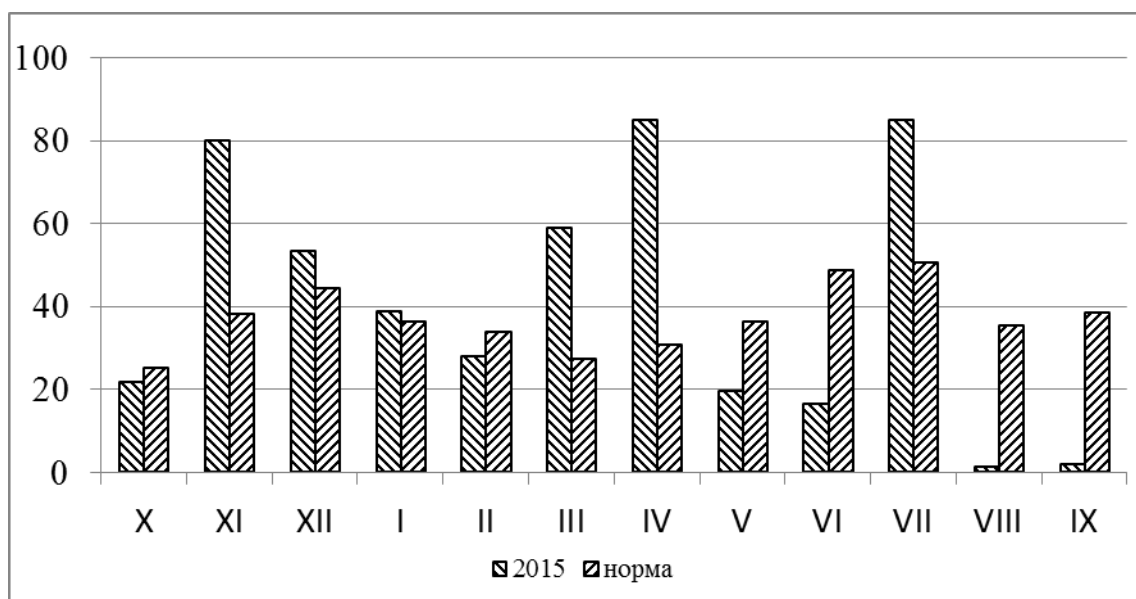


Рисунок 2.7. Річний хід кількості опадів (метеомайданчик ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова»)

Літо розпочалося 8 травня, що на 4 доби раніше звичайного. Середньомісячні температури повітря склали у травні – серпні відповідно  $17,3$ ,  $21,8$ ,  $23,8$  і  $24,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що на  $1,6$ ,  $2,0$ ,  $0,6$  і  $2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  вище

норми. Максимальна температура повітря досягала 35 °С. Тривалість періоду із середньодобовою температурою повітря вище 20 і 25 °С склала 107 і 34 доби, що на 17 і 23 доби більше звичайного. У вересні середня температура повітря була на 4 °С вище норми і становила 20,6 °С. Сума активних температур повітря вище 10 °С за літо перевищувала середні багаторічні величини на 200-450 °С й становила на кінець травня – 742 °С, червня – 1396 °С, липня – 2135 °С, серпня – 2908 °С, вересня – 3525 °С. Кількість опадів по місяцях розподілялася так: у травні – 20 мм (54 %), у червні – 16 мм (34 % норми), у липні – 85 мм (158 % норми), у серпні – 1мм (3 % норми), у вересні – 2 мм (5% норми). Літо продовжувалося до 7 жовтня і склало 153 доби, що на 17 діб довше звичайного.

Перехід температури повітря через 10 °С у бік зниження відбувся 22 жовтня, що близько багаторічних строків. В цілому, вегетаційний період продовжувався 195 діб – на 13 діб довше звичайного. Сума активних температур повітря за теплий період склала 3733 °С, що на 450 °С більше норми. Опадів за цей період випало 159 мм або 67 % норми. Перший заморозок на поверхні ґрунту восени спостерігався 9 жовтня (-0,2 °С), а у повітрі – 28 жовтня (-0,4 °С).

#### 2.4 Динаміка накопичення цукру і концентрації кислот у ягодах винограду за результатами польового дослідження

За результатами польового дослідження встановлено, що дати настання фази утворення ягід в 2014 році спостерігалася в кінці липня - на початку серпня, а технічної стиглості – в середині вересня і майже не відрізнялися у сортів. В 2015 році різниця в датах настання цих фаз у сортів досягала місяця. Найраніше утворення ягід і технічна стиглість

спостерігалася у сорту Мускат одеський. За результатами хімічного аналізу встановлено особливості накопичення цукру у ягодах винограду.

Виявлено, що більші величини і інтенсивність накопичення цукру відзначається у сорту Мускат одеський (рис. 2.8) – від 10 до 27,9 г/100 см<sup>3</sup> в 2014 році і від 9,5 до 20,2 г/100 см<sup>3</sup> – в 2015 році. У сортів Сухолиманський білий і Одеський чорний ці величини відповідно складали 17,5-19,7 та 17-18,6 г/100 см<sup>3</sup> в 2014 році і 12,7-19,9 та 14,9-21,2 г/100 см<sup>3</sup> – у 2015 році.

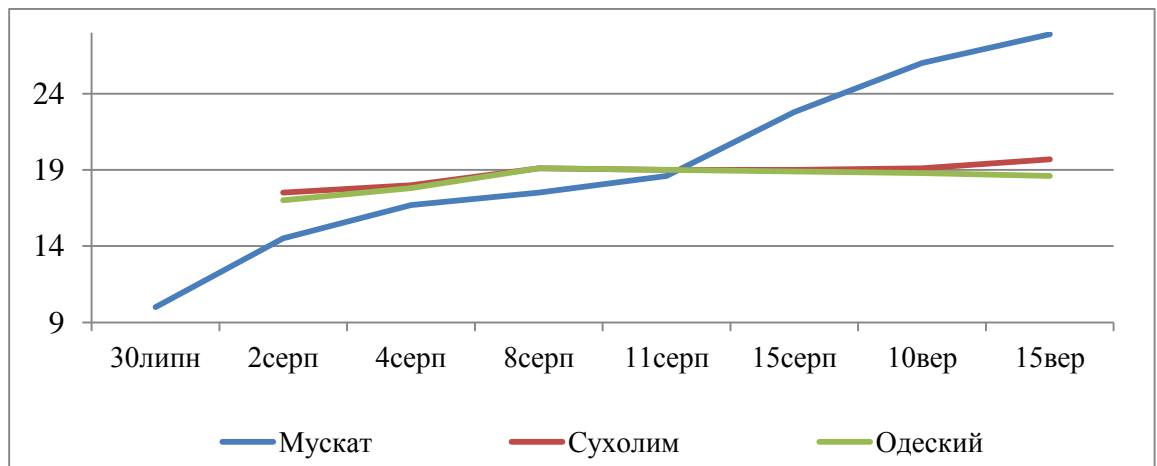
Розглянемо особливості динаміки накопичення цукру і концентрації титруємих кислот у ягодах винограду в різних ярусах куща – верхньому, середньому і нижньому, на прикладі сорту Мускат одеський. За період з 27 липня по 18 серпня 2015 року вміст цукру у Аналогічні особливості відзначалися й у динаміці титруємої кислоти у ягодах винограду по сортам. За загального зниження концентрації кислоти у ягодах від фази утворення ягід до технічної стиглості концентрація кислоти зменшувалася у сорту Мускат одеський від 22 до 5,4 г/дм<sup>3</sup> в 2014 році і від 23 до 5,4 г/дм<sup>3</sup> – в 2015 році (рис.2.9). У інших сортів ці величини відповідно складали 6,6-5,7 г/дм<sup>3</sup> в 2014 і 10 – 5,5 г/дм<sup>3</sup> – в 2015 році.

Глюкоацидометричний показник, як комплексний показник якості соку винограду, збільшується від 0,45 до 5,17 в 2014 р. і від 0,41 до 3,06 – в 2015 році у сорту Мускат одеський. У сортів Сухолиманський білий і Одеський чорний ГАП відповідно складав 2,54-3,5 і 1,28-3,49 (рис. 2.10). Різниця ГАП у цих сортів невелика, але нижчі величини відмічаються у сорту Сухолиманський білий ягодах винограду збільшувався від 9,5 - 10,6 до 20,2 г/100 см<sup>3</sup>. Відзначається майже пропорційне збільшення вмісту цукру кожні 3-4 дні рівно для трьох ярусів (рис. 2.11). При цьому, на початку періоду дещо більша концентрація спостерігається у ягодах винограду нижнього ярусу, що пов'язано із зменшенням площі листової

поверхні куща. Таким чином, збільшення концентрації цукру у ягодах складає 9,6-10,7 г/100 см<sup>3</sup> [ 69 – 72, 74 – 76, 115, 118 - 119].

а) 2014 р.

С, г/100 см<sup>3</sup>



б) 2015р

С, г/100см<sup>3</sup>

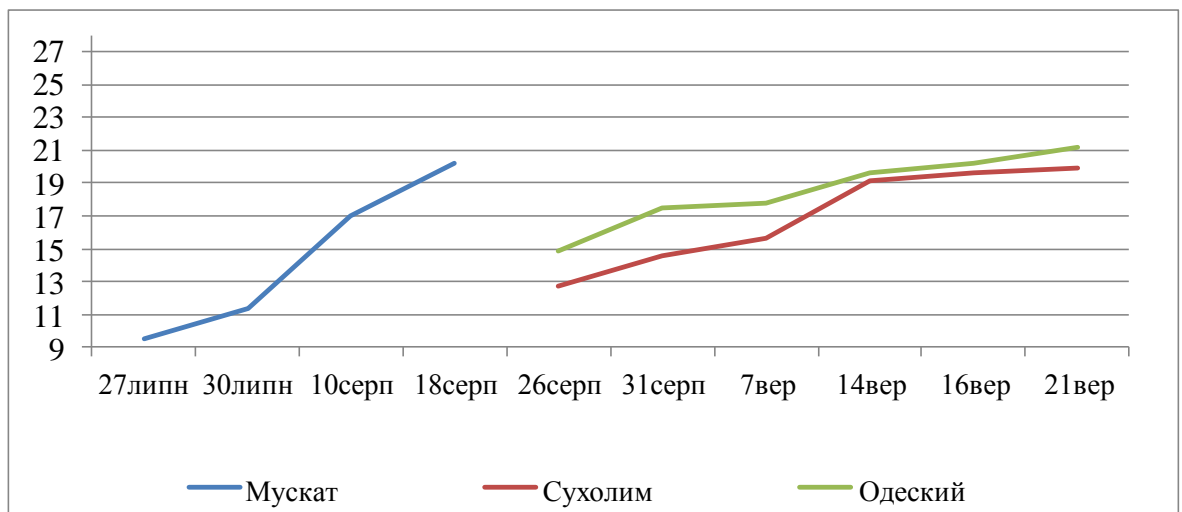
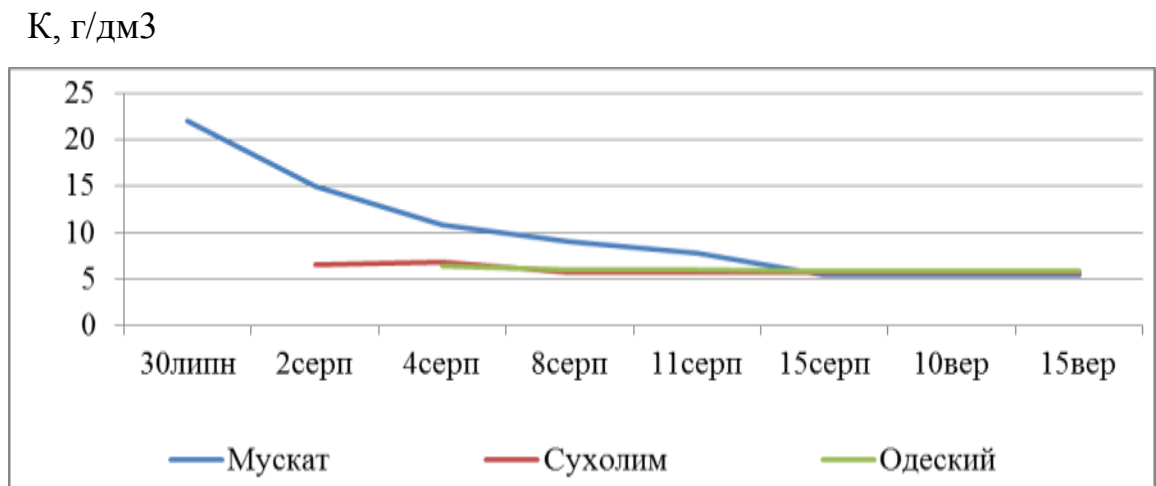


Рисунок 2.8. Динаміка накопичення цукру (С, г/100см<sup>3</sup>) у ягодах винограду різних сортів

## а) 2014 рік



## б) 2015 рік

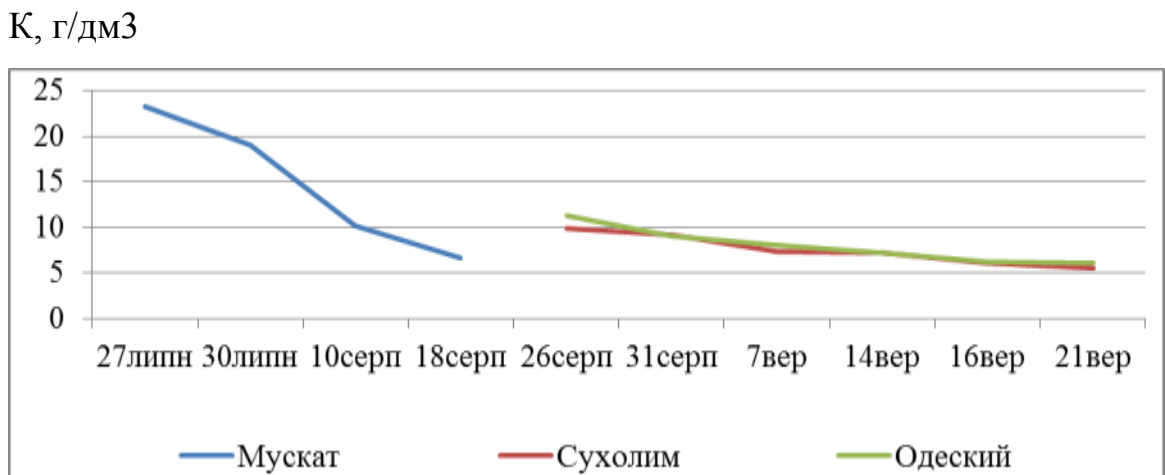


Рисунок 2.9. Динаміка титруємої кислоти у ягодах винограду різних сортів

Титруєма кислота зменшується від 18,9 – 19 г/100 см<sup>3</sup> до 6,4-6,6 г/дм<sup>3</sup>. При цьому, по ярусах куща не відзначається стійкої закономірності у зміни величин. Зменшення ж концентрації кислоти по ярусах становить відповідно 14,9; 16,6 і 15,2 г/дм<sup>3</sup>. Тобто, за абсолютною величиною, величина зміни концентрації кислоти перевищує зміну вмісту цукру.



Комплексний показник якості врожаю винограду - глюкоацидометричний показник ГАП, зростав від 0,6 до 3,1. Близька до нижньої межі норми величина ГАП (2,5) відзначалася за чотири доби до збору врожаю. Таким чином, перед збором винограду його величина знаходиться в межах оптимальних значень.

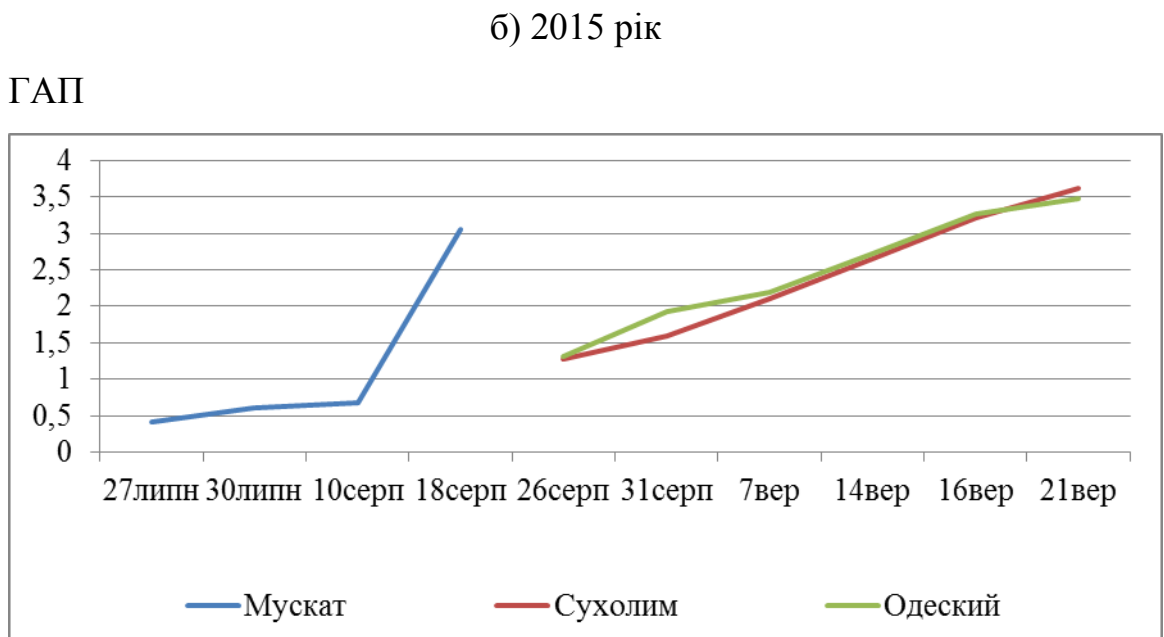
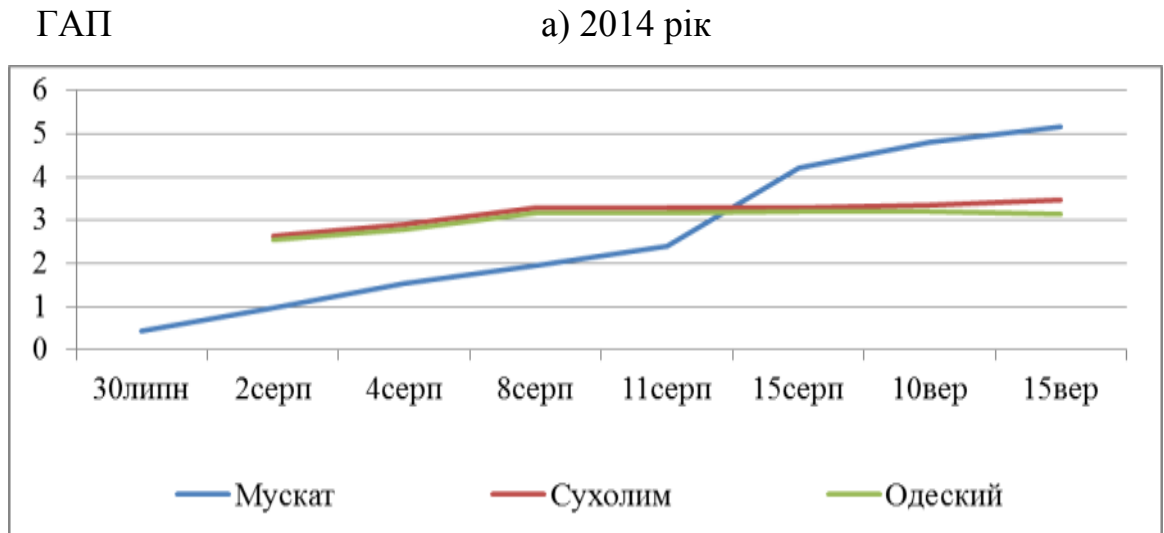


Рисунок 2.10. Динаміка глюкоацидометричного показника (ГАП) впродовж періоду формування врожаю винограду різних сортів

Показник, який характеризує відношення денних і нічних температур, впродовж усього періоду змінювався від 1,1 до 1,5 (рис. 2.12).

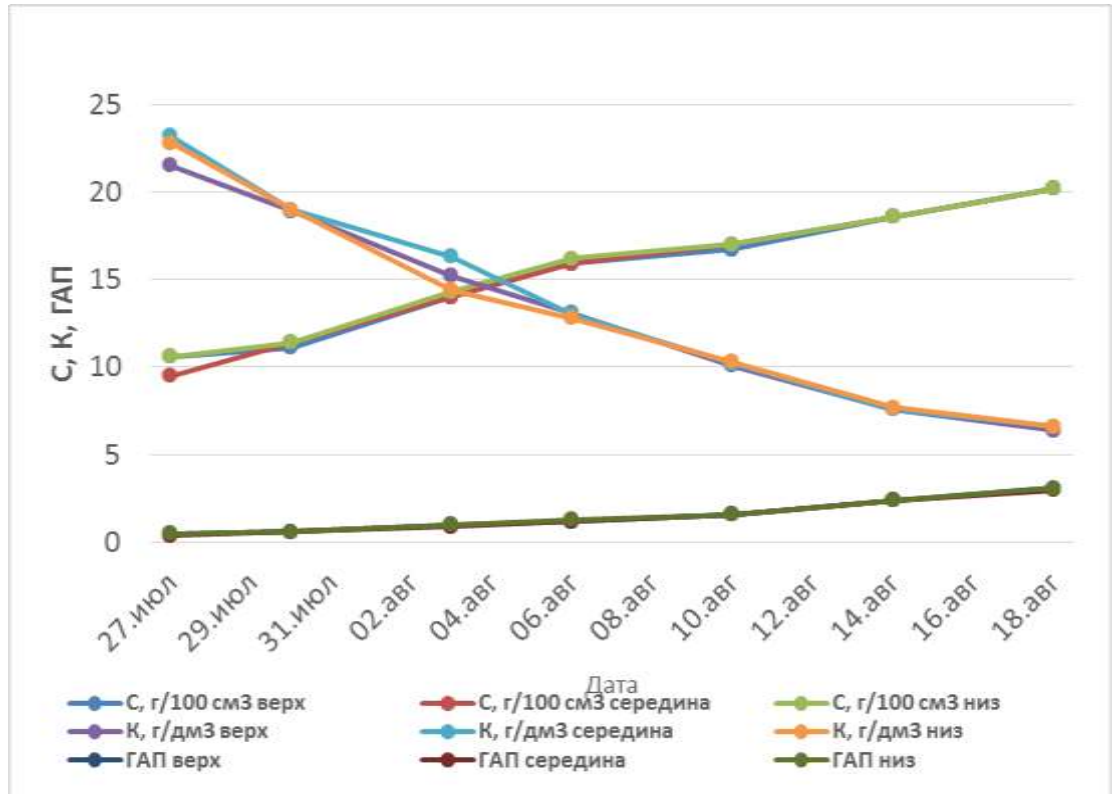
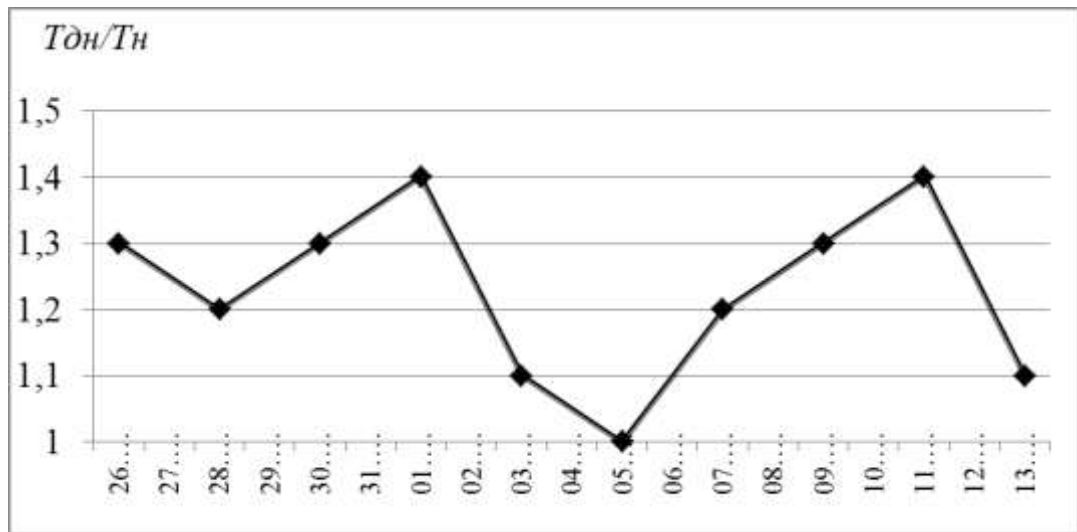


Рисунок 2.11. Динаміка показників якості урожаю винограду сорту Мускат Одеський (вмісту цукру у ягодах (С), титруємої кислоти (К), глюкоацидометричний показник ГАП) винограду. Одеса, 2015

За даними вмісту цукру та титруємої кислотності у ягодах винограду різних сортів і співвідношення денних та нічних температур впродовж періоду від наливу ягід до технічної стиглості за 2014 і 2015 рр. проведено кореляційний аналіз і отримані відповідні рівняння зв'язку (рис. 2.13). Коефіцієнти детермінації досить високі – 0,90-0,92.

а)



б)

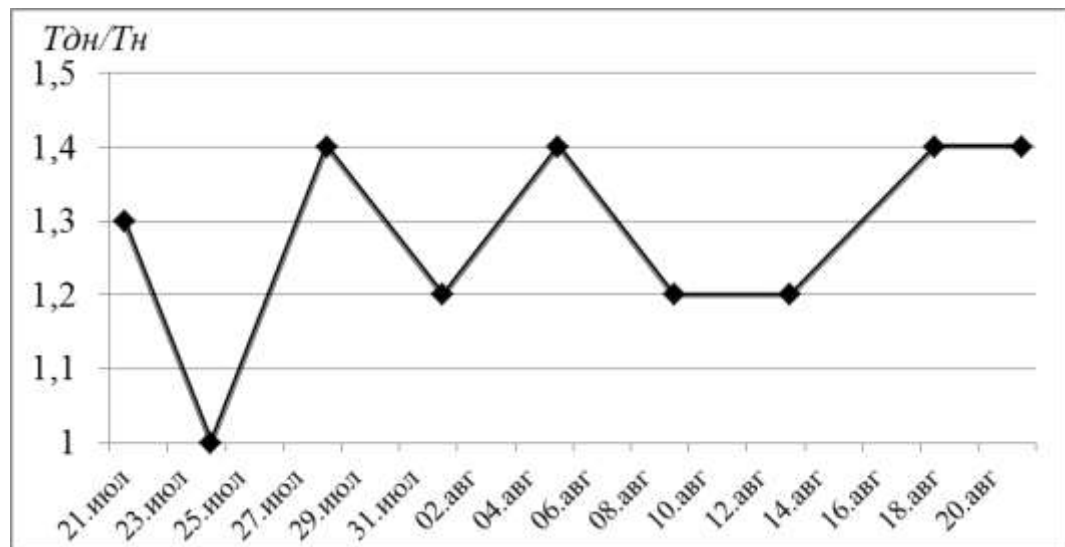
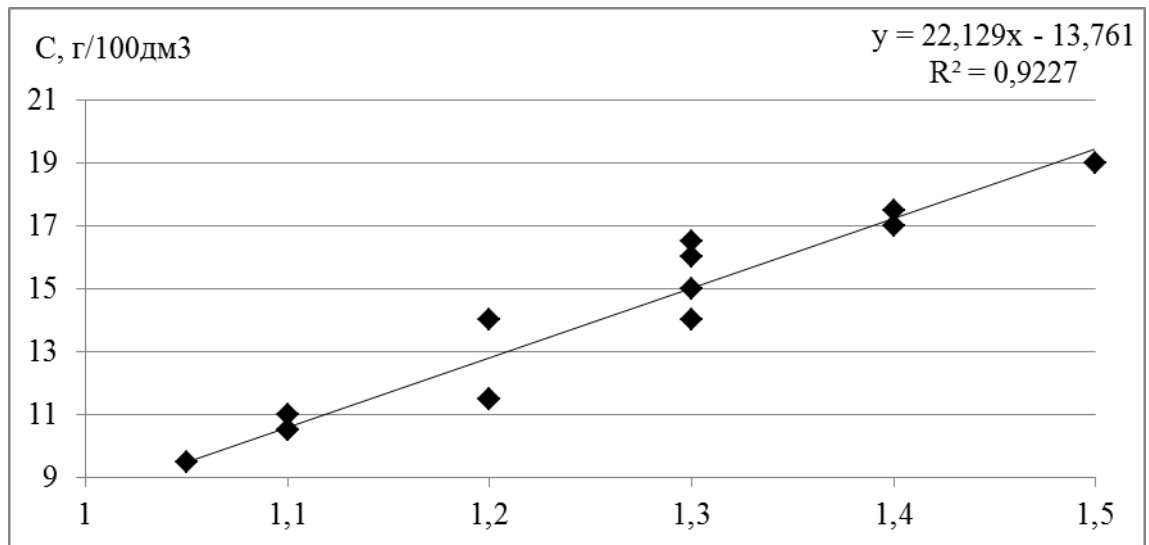


Рисунок 2.12. Динаміка відношення денних і нічних температур ( $T_{дн}/T_{н}$ ) в період дозрівання винограду. а) 2014 р., б) 2015р.

а)



б)

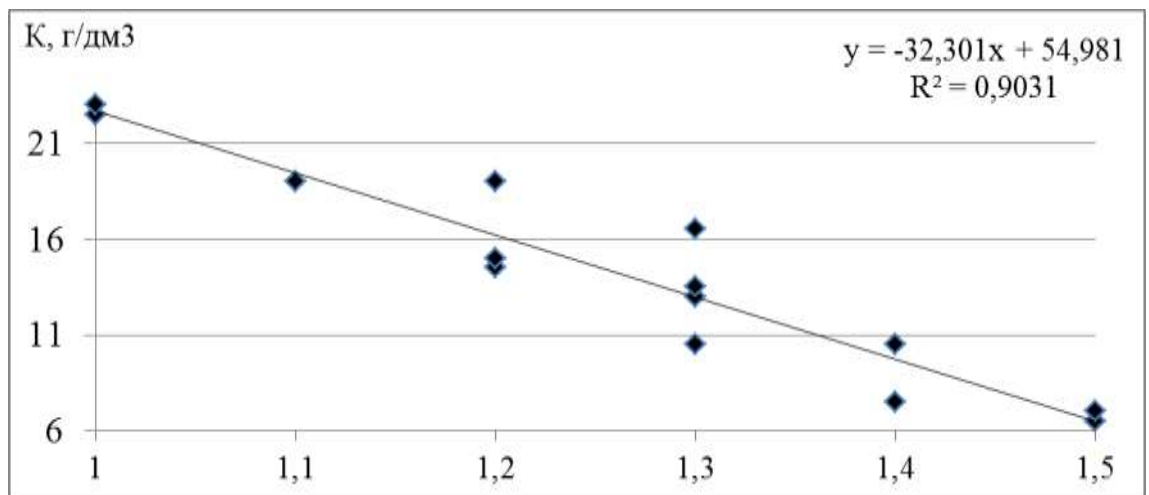


Рисунок 2.13. Зв'язок показників якості врожаю винограду (а - вмісту цукру, б - концентрації титруємої кислоти сорту Мускат одеський з відношенням денних і нічних температур ( $T_{дн}/T_{н}$ ) в період дозрівання.

### Висновки до розділу 2

За результатами польового дослідження та лабораторних аналізів, проведених в 2013-2015 рр., виявлено особливості темпів розвитку,

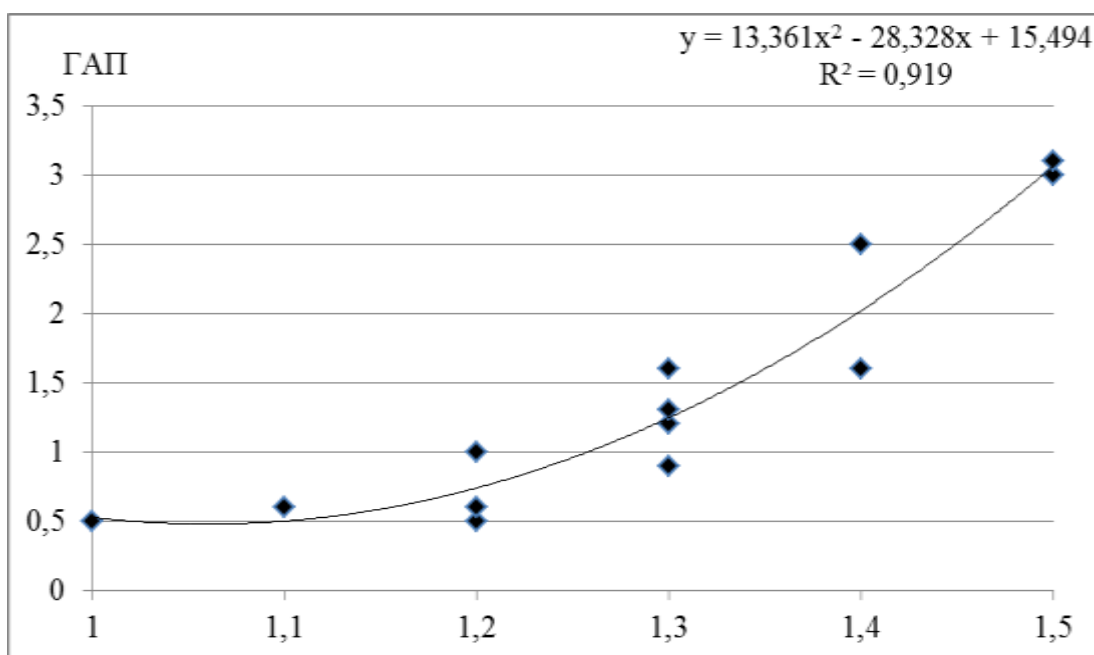


Рисунок 2.14. Зв'язок показника якості врожаю винограду ГАП сорту Мускат одеський з відношенням денних і нічних температур ( $T_{дн}/T_{н}$ ) в період дозрівання.

Більш інтенсивне накопичення цукру у ягодах винограду відзначається у сорту Мускат одеський, а менш інтенсивне – у Одеського чорного за загальної зміни величин від 10-12 до 21-22 г/100см<sup>3</sup>. Масова концентрація титруємих кислот у суслі винограду змінюється впродовж періоду від 21 до 5.5 г/дм<sup>3</sup>, а глюкоацидометричний показник (ГАП) збільшується від 1 до 3.5.

Встановлено, що відношення денних і нічних температур за період від утворення ягід до технічної стиглості в роки спостережень коливалось від 1,0 до 1,4. Відзначається тісна залежність між вмістом цукру, масовою концентрації титруємої кислоти у ягодах винограду і ГАП та відношенням денних і нічних температур, коефіцієнти детермінації становлять 0

## РОЗДІЛ 3

### ОЦІНКА РЕСУРСІВ СВІТЛА І ТЕПЛА В ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І

#### 3.1 Методи розрахунку ресурсів світла і тепла

Ресурси світла і тепла є складовими агрокліматичних ресурсів територій, а їх визначення відноситься до основних задач при агрометеорологічному обслуговуванні сільськогосподарської галузі. Оцінку ступеню забезпечення сільськогосподарських культур світлом і теплом здійснюють за паралельним аналізом потреби рослин в цих факторах життя і ресурсів конкретних територій [70, 83]. До основних показників ресурсів світла і тепла відноситься:

- дати переходу температури повітря через 5 и 10 °С весною і восени

$(D_5, D_{10})$ ;

- тривалість періодів з цими температурами  $(N_5, N_{10})$ ;

- тривалість сонячного сяйва  $(SS_5, SS_{10})$ ;

- сума сумарної і фотосинтетично активної радіації  $(\Sigma Q_{f5}, \Sigma Q_{f10})$ ;

- суми активних температур повітря вище 5 і 10 °С

$(\Sigma T \geq 5^\circ C, \Sigma T \geq 10^\circ C)$ ;

- тривалість періодів з денними і нічними температурами повітря вище

$10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $N_5, N_{10}$ );

Тривалість сонячного світла визначається прямим методом шляхом підсумовування добових величин або, за наявності, розрахунком добутку середньодекадної величини на число днів в кожній декаді впродовж усього теплого періоду. Можливе визначення тривалості сонячного сьйва за будь-який інший період.

Класичним або традиційним показником теплових ресурсів є сума активних (середньодобових) температур, яка підраховується шляхом підсумування сум температур за кожний місяць після стійкого переходу температури повітря через  $10\text{ }^{\circ}$ весною до дати переходу температури повітря через цю ж межу восени. У зв'язку з явищем термоперіодизма, яке притаманне рослинам при проходженні усіх фізіологічних процесів, З.А.Міщенко [83 - 84] запропоновано застосовувати показники теплових ресурсів, які найкраще відповідають вимогам рослин і враховують добову ритміку температур - суми денних і нічних температур за теплий період ( $\Sigma T_{\text{дн}} \geq 10^{\circ}\text{C}, \Sigma T_{\text{н}} \geq 10^{\circ}\text{C}$ ). Виявлено, що більшість рослин краще розвивається та дає найбільш високу продукцію за підвищених денних та низьких нічних температур повітря в означених оптимальних межах. Механізм термоперіодичної реакції рослин полягає в тому, що за підвищених денних температур вони інтенсивно асимілюють, а вночі, за зниженого рівня температур, витрати асимілятів значно скорочуються.

Формули розрахунку цих сум температур мають вигляд:

$$\Sigma T_{\text{дн}} = \Sigma (T_{\text{дн}} \cdot N_{IV} + T_{\text{дн}} \cdot N_v + \dots + T_{\text{дн}} N_x) \quad (3.1)$$

$$\Sigma T_{\text{н}} = \Sigma (T_{\text{н}} \cdot N_{IV} + T_{\text{н}} \cdot N_v + \dots + T_{\text{н}} N_x) \quad (3.2)$$

де  $T_{дн}, T_{н}$  – середні місячні величини денних і нічних температур повітря;

$N$  з індексом  $IV, V, \dots, X$  – кількість днів та ночей у квітні, травні і до жовтня з  $T_{дн}, T_{н}$  вище  $10^{\circ}\text{C}$ .

Агрокліматична, як і кліматологічна, інформація для метеорологічних величин представлена основними статистичними характеристиками: середніми, екстремальними (найбільші та найменші величини) їх значеннями з вказуванням року спостереження, мірою мінливості (середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт варіації), для окремих характеристик – частотою (повторюваністю) або імовірністю.

Основною статистичною характеристикою величин є середнє (багаторічне) значення, що розраховується за формулою

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (3.3)$$

де  $X_i$  – член ряду (окремі значення показника по рокам);

$n$  – число членів ряду (період спостережень).

Середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт варіації визначаються за формулами (3.4) і (3.5):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}, \quad (3.4)$$



$$C_v = \frac{\sigma}{x} \quad (3.5)$$

Важливо визначити похибку середніх значень, яка залежить від багатьох факторів і, насамперед, від мінливості самої метеорологічної величини та періоду осереднення. Середня квадратична похибка середнього арифметичного значення визначається за формулою 3.6:

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{n}. \quad (3.6)$$

За допомогою цих характеристик можна оцінити точність середніх значень для заданого числа років і середнього квадратичного відхилення, а також визначити період спостережень (років), необхідний для одержання середніх значень з відповідною похибкою.

### 3.2 Просторова мінливість ресурсів світла і тепла за теплий період в Північному Причорномор'ї

Для виноградарської зони Північного Причорномор'я, яке охоплює центральні і південні райони Одеської, Миколаївської і Херсонської областей виконано оцінку ресурсів світла і тепла за показниками тривалості сонячного сяйва ( $SS_{10}$ ), сум середньодобових, денних і нічних температур повітря ( $\Sigma T_c, \Sigma T_{дн}, \Sigma T_{н}$ ). Проведено аналіз динаміки вказаних показників і визначено їх тренди, а також статистичний аналіз і визначено сумарні імовірності або забезпеченості кожного із показника [116, 144].

Так, для метеорологічних станцій Сербка, Одеса і Болград, за середніх багаторічних сум середньодобових температур 2920, 3350 і 3550 °С, суми середньоденних температур складали відповідно 3665, 3784 і 3895 °С, а нічні – відповідно 2015, 3120 і 3085 °С (табл.3.1). В окремі роки суми середньодобових температур коливались у значних межах. Так, максимальні величини сум середньодобових температур досягали 3020, 3750 і 3870 °С, а мінімальні – 2620, 2990 і 2860 °С. Максимальні і мінімальні величини сум денних температур відповідно становили 3815, 4235, 4255 і 3395, 3490, 3571 °С. Суми нічних температур змінювались від 2485, 3090, 3345 до 1835, 2585, 2850 °С.

За даними метеостанцій Баштанка, Миколаїв і Очаків сума середньодобових температур за теплий період складає відповідно 3125, 3390, 3053 °С і коливались в окремі роки від 3420, 4100, 3374 до 2820, 3100, 2860 °С (табл.3.2). Суми денних температур за середніх величин 3665, 3620, 3896 °С, збільшувалися до 3815, 3890, 4256 до 3395 °С і зменшувалися до 3395, 3325, 3571 °С. Нічні ж температури за середніх величин 2615, 2698, 2089 °С збільшуються до 2785, 2390, 2245 °С і зменшувалися до 1835, 1700, 1848 °С.

В районах метеостанцій Велика Олександрівка, Нова Каховка і Херсон Херсонської області суми середньодобових температур складають 3220, 3315, 3375 °С, а в окремі роки змінюються від 3420, 3350, 3374 °С до 2820, 2775, 2860 °С (табл.3.3). Середньобагаторічні суми денних температур по метеостанціям складають 3665, 3785, 3896 °С. В окремі роки вони змінюються від 3815, 4235, 4256 до 3295, 3490, 3571 °С. Суми нічних температур за середніх величин 2515, 2605, 2690 °С і змінюються від 2785, 2890, 2690 до 2135, 2270, 1848 °С.

Наочно видно значно більшу мінливість сум денних і, особливо, нічних температур, порівняно із сумами середньодобових температур. На

таку закономірність вказують і розраховані коефіцієнти варіації. Різниця коефіцієнтів досягає 2-8%.

Таблиця 3.1

Статистична характеристика агрокліматичних показників теплових ресурсів на метеорологічних станціях Одеської області за період з температурами вище 10 °С

показники	ср	Xmax	Xmin	$\sigma$	Cv, %
а) Сербка					
$\Sigma T_c$	2920	3020	2620	135	4,6
$\Sigma T_{\partial n}$	3665	3815	3395	165	4,5
$\Sigma T_n$	2015	2485	1835	150	7,4
$\Sigma T_{\partial n} - \Sigma T_n$	1650	1330	1560	115	7,0
$\Sigma T_{\partial n} / \Sigma T_n$	1,82	-	-	-	-
б) Одеса					
$\Sigma T_c$	3350	3750	2990	140	4,2
$\Sigma T_{\partial n}$	3784	4235	3490	159	4,2
$\Sigma T_n$	3120	3090	2585	160	5,1
$\Sigma T_{\partial n} - \Sigma T_n$	664	1250	590	144	2,2
$\Sigma T_{\partial n} / \Sigma T_n$	1,21	-	-	-	-
в) Болград					
$\Sigma T_c$	3550	3870	2860	117	3,3
$\Sigma T_{\partial n}$	3895	4255	3571	145	3,7
$\Sigma T_n$	3085	3345	2850	158	5,1
$\Sigma T_{\partial n} - \Sigma T_n$	1805	2245	1377	124	6,9
$\Sigma T_{\partial n} / \Sigma T_n$	1,26	-	-	-	-

Таблиця 3.2

Статистична характеристика агрокліматичних показників теплових ресурсів на метеорологічних станціях Миколаївської області за період з температурами вище 10 °С

показники	ср	Xmax	Xmin	$\sigma$	Cv, %
а) Баштанка					
$\Sigma T_c$	3125	3420	2820	135	4,3
$\Sigma T_{дн}$	3665	3815	3395	165	4,5
$\Sigma T_{н}$	2615	2785	1835	150	7,4
$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_{н}$	1050	1030	786	115	10,9
$\Sigma T_{дн} / \Sigma T_{н}$	1,40	-	-	-	-
б) Миколаїв					
$\Sigma T_c$	3390	4100	3100	125	3,7
$\Sigma T_{дн}$	3620	3890	3325	115	3,2
$\Sigma T_{н}$	2698	2390	1700	105	3,9
$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_{н}$	1686	1978	1355	124	7,4
$\Sigma T_{дн} / \Sigma T_{н}$	1,34	-	-	-	-
в) Очаків					
$\Sigma T_c$	3053	3374	2860	117	3,8
$\Sigma T_{дн}$	3896	4256	3571	145	3,7
$\Sigma T_{н}$	2089	2345	1848	158	5,9
$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_{н}$	1807	2245	1377	124	8,8
$\Sigma T_{дн} / \Sigma T_{н}$	1,86	-	-	-	-

Встановлена географічна мінливість цих сум, причому, максимально вона проявляється для сум середньодобових температур. У просторовому розподілі сум денних і нічних температур відзначається

згладжуваний вплив Чорного моря. Різниця між сумами денних і середньодобових та нічних і середньодобових температур тут найменша.

Таблиця 3.3

Статистична характеристика агрокліматичних показників теплових ресурсів на метеорологічних станціях Херсонської області за період з температурами вище 10 °С

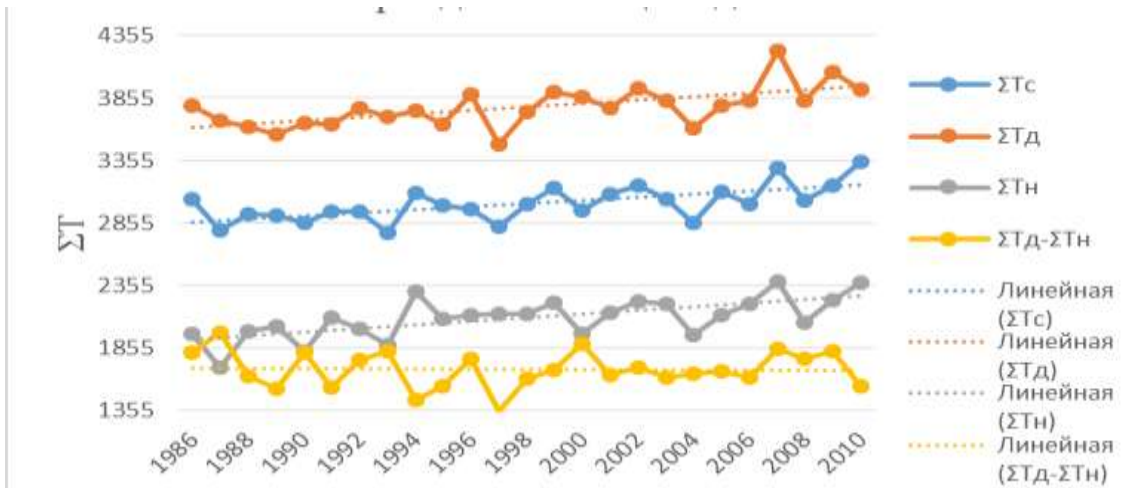
показники	ср	Xmax	Xmin	$\sigma$	Cv, %
а) Велика Олександрівка					
$\Sigma T_c$	3220	3420	2820	125	3,9
$\Sigma T_{дн}$	3665	3815	3295	145	4,0
$\Sigma T_{н}$	2515	2785	2135	150	6,0
$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_{н}$	1150	1330	955	110	9,6
$\Sigma T_{дн} / \Sigma T_{н}$	1,46	-	-	-	-
б) Нова Каховка					
$\Sigma T_c$	3315	3350	2775	140	4,2
$\Sigma T_{дн}$	3785	4235	3490	145	3,8
$\Sigma T_{н}$	2605	2890	2270	128	4,9
$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_{н}$	1180	1575	1055	125	10,1
$\Sigma T_{дн} / \Sigma T_{н}$	1,45	-	-	-	-
в) Херсон					
$\Sigma T_c$	3375	3374	2860	117	3,8
$\Sigma T_{дн}$	3896	4256	3571	145	3,7
$\Sigma T_{н}$	2690	2345	1848	158	5,9
$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_{н}$	1206	1320	1070	105	8,7
$\Sigma T_{дн} / \Sigma T_{н}$	1,45	-	-	-	-

Для досліджуваної території виконано розрахунки різниці між денними і нічними температурами ( $\Sigma T_{\text{дн}} - \Sigma T_{\text{н}}$ ) та їх відношення ( $\Sigma T_{\text{дн}} / \Sigma T_{\text{н}}$ ), які будуть надалі використовуватися при моделюванні формування якості врожаїв винограду. Якщо за даними метеостанцій Одеської області ці показники змінюються в межах 1330-1650, 590-1250 і 1377-2245 °С. Відношення сум розраховувалося тільки за середніми величинами і вони для метеостанцій Сербка, Одеса і Болград відповідно склали 1,82, 1,21 і 1,26. Для метеостанцій Баштанка, Миколаїв і Очаків ( $\Sigma T_{\text{дн}} - \Sigma T_{\text{н}}$ ) становили 786-1050, 1355-1978 і 1377-2245 °С, а ( $\Sigma T_{\text{дн}} / \Sigma T_{\text{н}}$ ) – 1,40, 1,34 і 1,86. Для метеостанцій Велика Олександрівка, Нова Каховка і Херсон різниця сум денних і нічних температур становила 955-1330, 1055-1575 і 1070-1320 °С, а їх відношення по станціям майже не відрізнялося - 1,46, 1,45, 1,45.

Проведено аналіз динаміки показників теплових ресурсів ( $\Sigma T_{\text{с}} > 10$  °С,  $\Sigma T_{\text{дн}} > 10$  °С,  $\Sigma T_{\text{н}} > 10$  °С) за період від 1986 по 2010 рік і визначено тренди. Наочно видно більшу міжрічну мінливість сум денних і нічних температур за даними метеостанцій Одеса і Болград (рис. 3.1). Лінія тренду має вигляд зростаючої прямої.

За отриманими даними виконано розрахунки ймовірності сум температур (рис. 3.2). Наочно видно різниця у величинах показників Чітко простежується характер мінливості показників у діапазоні ймовірностей 20-80%, але відзначається значна різниця у діапазоні 0-20 і 80-100%.

а) метеостанція Одеса



б) метеостанція Болград

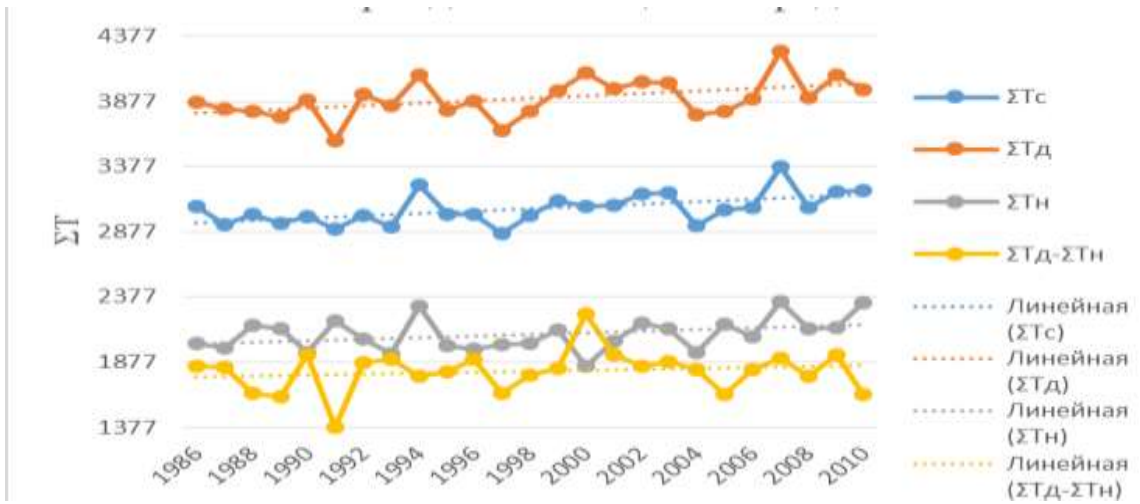
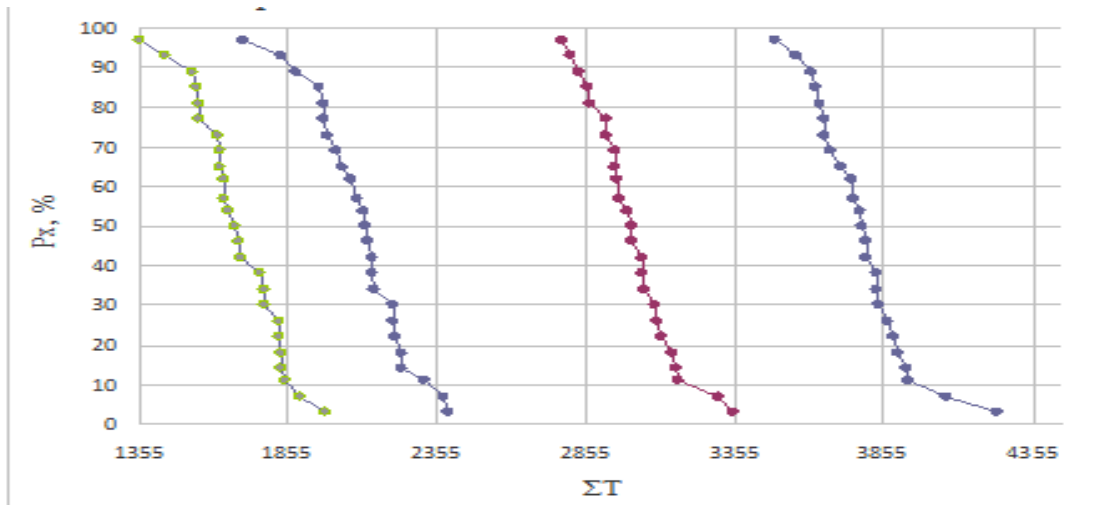


Рисунок 3.1. Динаміка і тренд показників теплових ресурсів.

а) метеостанція Одеса



б) метеостанція Болград

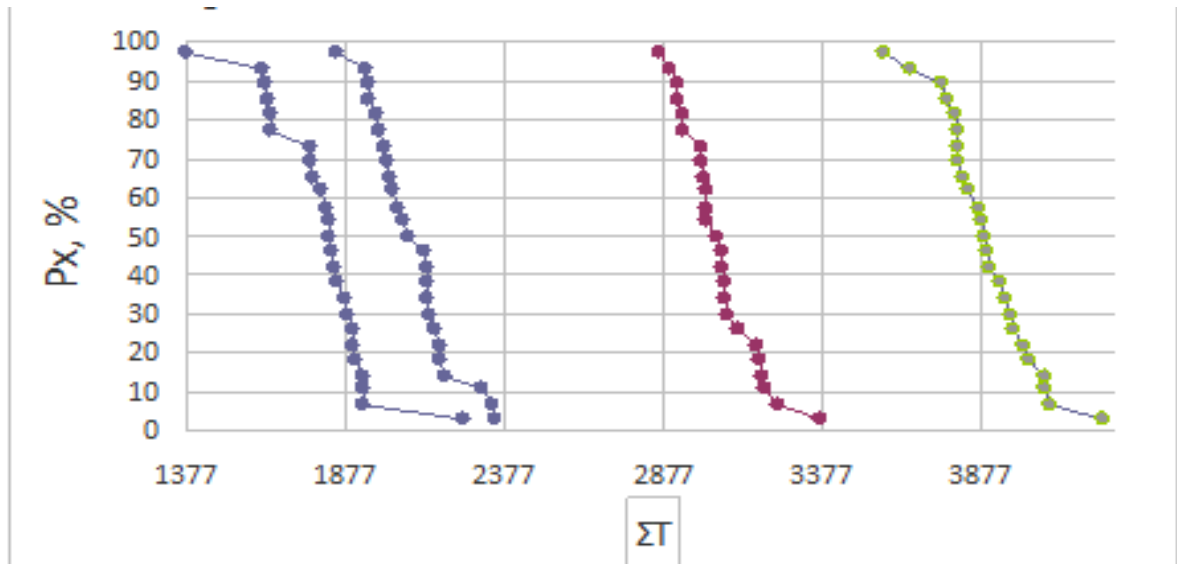


Рисунок 3.2. Криві сумарної ймовірності сум температур по метеостанціям Одеської області.

Позначення. Суми температур: 1 –  $\Sigma T_{дн}-\Sigma T_{н}$ , 2-  $\Sigma T_{н}$ , 3 –  $\Sigma T_{с}$ , 4 –  $\Sigma T_{дн}$ .



### 3.3 Просторовий розподіл ресурсів світла і тепла в період розвитку генеративних органів винограду в Північному Причорномор'ї

Надалі виконувалися розрахунки сум середньодобових, денних і нічних температур повітря за період розвитку генеративних органів винограду – за червень – вересень та за період травень-вересень і липень – вересень стосовно до середньоранніх і пізніх сортів.

Тривалість сонячного сяйва за даними метеостанцій Одеса і Болград за період травень – липень ( $SS_{5-9}$ ) змінюється від 1225 до 1650 і від 1247 до 1659 годин. Найбільша тривалість відзначалась за даними обох метеостанцій у 2007 році, а мінімальна – у 1995 (Одеса) і 1990 (Болград) роках. Різниця тривалості сонячного сяйва за травень – липень за досліджувані роки по даним метеостанцій склала 425 і 412 годин.

Максимальна тривалість сонячного сяйва за період дозрівання винограду (липень-вересень) ( $SS_{7-9}$ ) за даними метеостанцій Одеса і Болград склала 997 і 959 годин і відзначалась в 2010 і 2003 роках. Мінімальна ж величина знижувалась в 1991 році до 688 і 718 годин. Різниця в тривалості сонячного сяйва за липень-вересень за даними метеостанцій відповідно склала 309 і 241 годин..

Аналіз динаміки і тренду тривалості сонячного сяйва за даними метеостанцій Одеса і Болград свідчить про тенденцію її збільшення від 1985 по 2010 рік. Криві тренду апроксимуються поліномом 3-го і 4-го ступеню.

Аналогічно теплому періоду були виконані розрахунки показників сум середньодобових, денних і нічних температур повітря за 4 місяці – червень – вересень, який збігається з періодом утворення суцвіть – технічна стиглість сортів винограду Мускат одеський, Сухолиманський білий і Одеський чорний.

Суми середньодобових температур за цей період по метеостанціям Сербка, Одеса і Болград відповідно склали по середнім багаторічним сумах середньодобових температур 1220, 1510 і 1750 °С, суми середньоденних температур склали відповідно 1665, 1900 і 2095 °С, а нічні – відповідно 915, 1120 і 1355 °С (табл.3.4). В окремі роки суми середньодобових температур коливались у значних межах. Так, максимальні величини сум середньодобових температур досягали 1720, 1680 і 2170 °С, а мінімальні – 980, 1395 і 1460 °С. Максимальні і мінімальні величини сум денних температур відповідно становили 2115, 2120, 2425 і 1230, 1750, 1871 °С. Суми нічних температур змінювались від 1285, 1200, 1845 до 815, 1100, 1450 °С.

За даними метеостанцій Баштанка, Миколаїв і Очаків сума середньодобових температур за теплий період складає відповідно 1425, 1790, 2053 °С і коливались в окремі роки від 1820, 2100, 2374 до 1120, 1400, 1720 °С (табл.3.5). Суми денних температур за середніх величин 1765, 2120, 2360 °С, збільшувалися до 2115, 2390, 2560 °С і зменшувалися до 1395, 1780, 2070 °С. Нічні ж температури за середніх величин 1115, 1590, 1690 °С збільшуються до 1390, 1690, 1845 °С і зменшувалися до 935, 1220, 1350 °С.

В районах метеостанцій Велика Олександрівка, Нова Каховка і Херсон Херсонської області суми середньодобових температур складають 1220, 1450, 1520 °С, а в окремі роки змінюються від 1620, 1665, 1680 °С до 990, 1250, 1395 °С (табл. 3.6). Середньобагаторічні суми денних температур по метеостанціям складають 1665, 1880, 1995 °С. В окремі роки вони змінюються від 1815, 2235, 2130 до 1195, 1490, 1750 °С. Суми нічних температур за середніх величин 1115, 1200, 1045 °С і змінюються від 1485, 1645, 1175 до 735, 970, 925 °С.

Наочно видно значно більшу мінливість сум денних і, особливо, нічних температур, порівняно із сумами середньодобових температур. На

таку закономірність вказують і розраховані коефіцієнти варіації. Різниця коефіцієнтів досягає 2-8%.

Таблиця 3.4

Статистична характеристика агрокліматичних показників теплових ресурсів на метеорологічних станціях Одеської області за червень – вересень

показники	ср	Xmax	Xmin	$\sigma$	Cv, %
а) Сербка					
$\Sigma T_c$	1220	1720	980	65	3,9
$\Sigma T_{\partial n}$	1665	2115	1230	70	4,2
$\Sigma T_n$	915	1285	815	85	9,2
$\Sigma T_{\partial n} - \Sigma T_n$	750	1100	680	80	10,6
$\Sigma T_{\partial n} / \Sigma T_n$	1,82	-	-	-	-
б) Одеса					
$\Sigma T_c$	1510	1680	1395	70	4,6
$\Sigma T_{\partial n}$	1900	2120	1750	80	7,6
$\Sigma T_n$	1120	1200	1100	85	8,1
$\Sigma T_{\partial n} - \Sigma T_n$	664	930	800	70	8,6
$\Sigma T_{\partial n} / \Sigma T_n$	1,31	-	-	-	-
б) Болград					
$\Sigma T_c$	1750	2170	1460	75	4,2
$\Sigma T_{\partial n}$	2095	2425	1871	90	4,3
$\Sigma T_n$	1355	1845	1450	85	6,2
$\Sigma T_{\partial n} - \Sigma T_n$	740	580	571	95	12,8
$\Sigma T_{\partial n} / \Sigma T_n$	1,55	-	-	-	-

Таблиця 3.5

Статистична характеристика агрокліматичних показників теплових ресурсів на метеорологічних станціях Миколаївської області за червень - вересень

показники	ср	Xmax	Xmin	$\sigma$	Cv, %
а) Баштанка					
$\Sigma T_c$	1425	1820	1120	65	4,4
$\Sigma T_{дн}$	1765	2115	1395	75	4,2
$\Sigma T_n$	1115	1390	935	80	7,1
$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_n$	650	725	586	85	13,1
$\Sigma T_{дн} / \Sigma T_n$	1,58	-	-	-	-
б) Миколаїв					
$\Sigma T_c$	1790	2100	1400	65	3,6
$\Sigma T_{дн}$	2120	2390	1780	70	3,3
$\Sigma T_n$	1590	1690	1220	75	3,9
$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_n$	530	700	560	80	4,7
$\Sigma T_{дн} / \Sigma T_n$	1,33				
в) Очаків					
$\Sigma T_c$	2053	2374	1720	65	3,2
$\Sigma T_{дн}$	2360	2560	2070	75	3,2
$\Sigma T_n$	1690	1845	1350	80	4,7
$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_n$	670	650	770	85	12,7
$\Sigma T_{дн} / \Sigma T_n$	1,40	-	-	-	-

Встановлена географічна мінливість цих сум, причому, максимально вона проявляється для сум середньодобових температур. У просторовому розподілі сум денних і нічних температур відзначається

згладжуваний вплив Чорного моря. Різниця між сумами денних і середньодобових та нічних і середньодобових температур тут найменша.

Таблиця 3.6

Статистична характеристика агрокліматичних показників теплових ресурсів на метеорологічних станціях Херсонської області за червень - вересень

показники	ср	Xmax	Xmin	$\sigma$	Cv, %
а) Велика Олександрівка					
$\Sigma T_c$	1220	1520	990	75	6,1
$\Sigma T_{дн}$	1665	1815	1195	85	5,1
$\Sigma T_{н}$	1115	1485	735	90	8,1
$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_{н}$	550	330	560	65	11,0
$\Sigma T_{дн} / \Sigma T_{н}$	1,49	-	-	-	-
б) Нова Каховка					
$\Sigma T_c$	1450	1665	1250	65	4,4
$\Sigma T_{дн}$	1880	2235	1490	80	4,2
$\Sigma T_{н}$	1200	1645	970	85	7,0
$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_{н}$	1005	1160	755	75	7,5
$\Sigma T_{дн} / \Sigma T_{н}$	1,57	-	-	-	-
в) Херсон					
$\Sigma T_c$	1520	1680	1395	58	3,8
$\Sigma T_{дн}$	1995	2130	1750	75	3,7
$\Sigma T_{н}$	1045	1175	925	62	5,9
$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_{н}$	950	915	855	73	8,8
$\Sigma T_{дн} / \Sigma T_{н}$	1,32	-	-	-	-

### Висновки до розділу 3

Розглянуто показники, які характеризують ресурси світла і тепла та методи їх розрахунку. Вказується на перевагу використання сум денних і нічних температур за теплий період і за період розвитку генеративних органів ао даним 9 метеорологічних станцій Одеської, Миколаївської і херсонської області. На прикладі Даних по метеорологічних станціях Одеса і Болград досліджено динаміку і тренд сум середньодобових, денних, нічних температур і різниці та відношення сум денних і нічних температур.

Відзначається загальна закономірність – зменшення різниці між сумами денних і нічних температур з півночі на південь. Дещо більша різниця цих сум відзначається в Херсонській області, а найменша – в Миколаївській області. За даними метеостанцій Одеса і Херсон простежується різниця у сумах середньодобових, денних і нічних температур та різниці сум денних і нічних температур відповідно до 800-930 і 855-955 °С.

## РОЗДІЛ 4

### МОДЕЛЬ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВІНОГРАДУ

#### 4.1 Концептуальні положення динамічних моделей продуктивності сільськогосподарських культур

Як вказувалося в розділі 1 одним із сучасних методів досліджень в системі ґрунт – рослина - атмосфера є метод математичного моделювання. Цей напрямок досліджень базується на теорії фотосинтетичної продуктивності посівів, розробленої Ничипоровичем О.О. в середині минулого століття [88 - 90]. Розробка теорії стимулювала інтенсивний розвиток досліджень, спрямованих на моделювання продукційного процесу рослин [6, 10, 16, 17, 31, 37, 92, 96 – 101, 103, 110, 112 – 113, 125 -126, 130 - 131].

Особливий інтерес представляють довгоперіодні динамічні моделі формування врожаїв. Динамічні моделі продуктивності дозволяють відтворювати ефект впливу агрометеорологічних умов на основні показники фотосинтетичної діяльності посівів. Цей підхід набув особливо інтенсивного розвитку в кінці минулого дослідження, коли була розроблена значна кількість моделей формування продуктивності сільськогосподарських культур.

Завдяки отриманим теоретичним результатам виявлена також можливість нового підходу до розробки методів оцінки агрометеорологічних умов формування і прогнозу врожаїв сільськогосподарських культур.

В Україні з 70-х років минулого століття метод динамічного моделювання продуктивності сільськогосподарських культур розвивався В.П. Дмитренко [17]. На основі розробленої ним моделі здійснювалася оцінка агрометеорологічних умов и прогнозування урожайності більшості культур, які вирощувалися в країні.

Структура будь-якої моделі визначається на підставі закономірностей формування гідрометеорологічного режиму у системі «грунт - рослина - атмосфера» і біологічних уявлень про ріст і розвиток культури під впливом агрометеорологічних умов. В основі моделі лежить система рівнянь радіаційного, теплового і водного балансів та балансу біомаси сільськогосподарських посівів.

Розглядаються наступні концептуальні положення:

- ріст і розвиток рослин визначається їх генотипом і факторами навколишнього середовища;

- моделюється ріст рослин як накопичення сухої біомаси шляхом розподілу продуктів фотосинтезу з врахуванням необхідності в асимілятах для росту надземної і підземної частин рослин;

- моделюється радіаційний, тепловий і водний режим системи «грунт - рослина - атмосфера»;

- моделюються природне старіння рослин та старіння через стресові умови, а також перетік асимілятів із листя, стебел, коріння в репродуктивні органи;

- моделюється вплив агрометеорологічних умов на формування врожаїв в розрізі основних міжфазних періодів, а також можливі втрати урожаю через несприятливі агрометеорологічні умови.



## 4.2 Структура моделі формування врожайності винограду

В розділі була описана динамічна модель формування врожайності винограду Bindi M, Gozzini M and et [136]. В структурі моделі разом з морфометричними показниками (площею листової поверхні, накопичення загальної біомаси і маси грон) із факторів навколишнього середовища розглядаються інтенсивність сонячної радіації і температура повітря.

В 2012 - 2013 роках в ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» Ляшенко Г.В. і Жигайло Т.С. [41 – 42, 61 – 68, 143] була розроблена довгоперіодна динамічна модель, структура якої визначалася закономірностями формування гідрометеорологічного режиму у системі "грунт – виноград – атмосфера" і біологічних уявлень про ріст і розвиток винограду під впливом чинників зовнішнього середовища [6 – 7, 19, 32, 48 – 49, 81, 87, 122].

При розробці моделі використовувався підхід, запропонований Польовим А.М. За цією моделлю можна оцінити формування однорічної маси виноградного куща з урахуванням динаміки росту біомаси листя, пагонів, суцвіть і грон. Задавалося, що однорічна маса кущів не перетинається, а знаходиться над горизонтальною проекцією, довжина сторони якої «а» - відстань між кущами, а ширина – середня за вегетаційний період ширина крони, яка задається агротехнічним заходом «підв'язка».

В основу моделі покладена система рівнянь радіаційного, теплового і водного балансів та балансу біомаси рослин. Модель має ієрархічну структуру і містить п'ять блоків: вихідної інформації; радіаційного і теплового режиму; фотосинтезу; дихання; росту та розподілу асимілятів. Основним призначенням моделі є оцінка зміни рівня врожайності винограду за різних агрометеорологічних та

агрокліматичних умов.

Загальна блок-схема динамічної моделі формування продуктивності винограду представлена на рис. 4.1 [117].

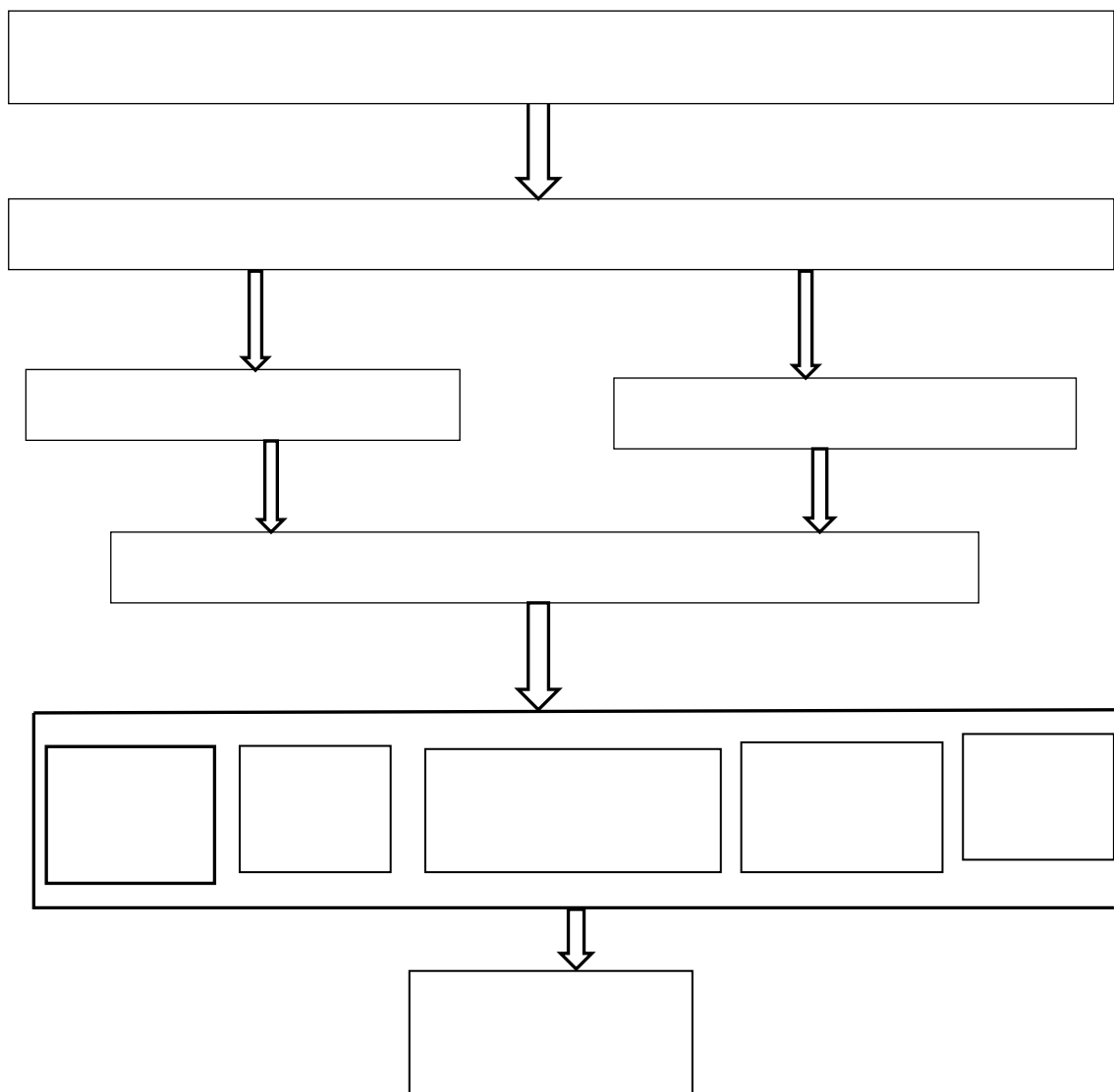


Рисунок. 4.1. Блок-схема моделі «Vitis vinifera – 2013» (Ляшенко Г.В., Жигайло Т.С.).

Блок вхідної інформації містить такі дані:

1) *разова інформація*: географічна широта, град.; дата розпускання бруньок; дата наливу ягід; дата технічної стиглості;

найменша вологоємність у метровому шарі ґрунту, мм; кількість бруньок, що розпустилися, %; зрідженість, %; вміст води в листі, пагонах і гронах, %; відстань між кущами, м; ширина міжрядь, м; ширина крони, м; біологічний мінімум, °С; коефіцієнт витрат на дихання підтримки, відн. вел.; коефіцієнт витрат на дихання росту, відн. вел.; початкові маси листя і пагонів, г/кущ; початкова площа листя, м<sup>2</sup>/кущ; кількість вічок залишених після обрізки, шт./кущ; інтенсивність фотосинтезу при світловому насиченні і нормальній концентрації СО<sub>2</sub>, мг СО<sub>2</sub>/(дм<sup>2</sup> год); початковий нахил світлової кривої фотосинтезу, (мгСО<sub>2</sub>/(дм<sup>2</sup> год))/(кал/(см<sup>2</sup> хв)); питома густина листя, г/м<sup>2</sup>; кількість плодівих 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 води 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 формулою Сивкова С.І. уточненої Українцевим [112]:

$$Q^j = 12.66(SS^j)^{1.31} + 315(\sinh_0^j)^{2.1} , \quad (4.1)$$

де Q – величина сумарної радіації за декаду (кал/см<sup>2</sup>/дек);

SS – тривалість сонячного сяйва за декаду (год);

h<sub>0</sub> – полуденна 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 / (см<sup>2</sup> · доба);

$\tau_d$  – тривалість світлого часу доби, ч.

Поглинена виноградними насадженнями фотосинтетична активна радіація ФАР визначається за формулою:

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

де  $Q'_\phi$  – інтенсивність ФАР в середині насадження, мДж/м<sup>2</sup>;

$L$  – відносна площа листя, м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>;

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

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

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

де  $T_d$  – середня денна температура повітря, °С;

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

$\alpha_1$  і  $\alpha_0$  – коефіцієнти, які залежать від місяця.

Розрахунок суми активних температур розраховується за наступною формулою:

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

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

$T_{ср}$  – 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. [124]:

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

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

$\alpha_{\phi}$  – початковий нахил світловий 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,  $\text{кал} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{хв}$ .

Рівняння інтенсивності фотосинтезу в реальних умовах має вигляд:

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

де  $\Phi_o^j$  – інтенсивність фотосинтезу при оптимальних тепло- і вологозабезпеченості і реальних умовах освітленості,  $\text{мгСО}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$ ;

$\alpha_{\phi}^j$  – онтогенетична крива фотосинтезу, безрозмірна;

$\psi_{\phi}^j$  – функція впливу температури повітря, безрозмірна;

$\gamma_{\phi}^j$  – функція впливу вологості ґрунту, безрозмірна.

Функції  $\alpha_{\phi}^j$ ,  $\psi_{\phi}^j$ ,  $\gamma_{\phi}^j$  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 міжфазним періодам «розпускання бруньок - цвітіння», «цвітіння - початок дозрівання», «початок дозрівання - технічна стиглість» і має наступний вигляд [41 – 42]:

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

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

Функція впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу так звана "температурна крива фотосинтезу" визначається як

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

де  $T_{\partial}$  – середня денна температура повітря, °С;

$T_{opt}$  – оптимальна температура повітря для фотосинтезу, °С.

Функція впливу вологозабезпеченості на інтенсивність фотосинтезу має наступний вигляд:

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

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

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

Сумарний фотосинтез  $1\text{ м}^2$  виноградного насадження за світлий час доби визначається за формулою [41 - 42]:

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

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

$\varepsilon$  – коефіцієнт ефективності фотосинтезу, г/доба;

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

$\tau_D$  – тривалість світлого часу доби, год.

Витрати на дихання поділяються на дихання, пов'язане з підтриманням структурної організації тканин, і на дихання, яке пов'язане з пересуванням речовин, фотосинтезом і створенням нових структурних одиниць для росту рослин. Вираз, що описують процес дихання має вигляд [66, 72, 143]:

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

де  $R$  – витрати на дихання, г/м<sup>2</sup>;

$\alpha_R$  – значення онтогенетичної кривої дихання, безрозмірна величина;

$c_1$  – коефіцієнт, який характеризує витрати на підтримку структури, безрозмірна величина;

$M$  – суха однорічна біомаса куща, г/м<sup>2</sup>;

$c_2$  – 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  $\alpha_R$ , яка характеризує вплив віку рослини на швидкість дихання. Онтогенетична крива дихання аналогічна онтогенетичній кривій фотосинтезу і визначається за виразом 4.8 [72, 143].

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  $\Delta M$  за



розрахунковий період часу  $\Delta t$ . Приріст біомаси визначається різницею між сумарним фотосинтезом і витратами на дихання:

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

де  $\Delta M$  – приріст біомаси, г/м<sup>2</sup>;

$\Phi^j$  – сумарний фотосинтез, г/м<sup>2</sup>;

$R^j$  – витрати на дихання, г/м<sup>2</sup>;

Ріст окремих органів протягом вегетаційного періоду визначається функціями розподілу асимілятів або ростовими функціями (рис. 3.4);

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

де  $m_i^j$  – маса і-го органу, г/м<sup>2</sup>;

$\beta$  – значення функції розподілу асимілятів.

Динаміка 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, м<sup>2</sup>/кущ;

$m_l$  – маса листя, г/м<sup>2</sup>;

$z$  – питома площа листя, г/м<sup>3</sup>.

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

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

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

$\psi_i$  – вміст води 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 ( $Y_{\kappa}$ ).

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

де  $Y$  – врожайність, ц/га;

$d$  – ширина міжрядь, м;

$P$  – зрідженість кущів, %.

$$m_{cp} = \frac{Y_{\kappa} P}{10g} \cdot III \cdot K_{Пл} \quad (4.18)$$

де  $m_{cp}$  – маса середнього грона, г;

$p$  – відсоток бруньок, що розпустилися, %;

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

$ПП$  – 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, м<sup>2</sup>·доба;

$L$  – відносна площа листя, м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>;

$X$  – 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  $\text{ЧПФ}$  – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м<sup>2</sup>;

$\Delta M$  – приріст загальної біомаси за декаду, г/кущ.

Вихідна інформація може бути представлена в табличному і графічному вигляді. У запропонованому варіанті в табличному вигляді представлено такі показники продуктивності винограду: сорт винограду; рік проведення розрахунків; загальна суха біомаса, г/кущ; суха маса окремих органів, г/кущ; загальна сира біомаса, кг/кущ; сира маса окремих органів, кг/кущ; фотосинтетичний потенціал, м<sup>2</sup>·доба; чиста

продуктивність фотосинтезу,  $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ ; врожайність куща, кг; врожайність з гектара, ц; маса середнього грона, г. [72, 143].

У графічному вигляді представлені загальна сира маса, кг/кущ і сира маса грон, кг/кущ.

Використання моделі продуктивності винограду передбачає адекватний опис основних процесів життєдіяльності рослин, який встановлюється шляхом перевірки адекватності моделі. Процес перевірки полягає в зіставленні розрахованих за моделлю та емпіричних характеристик біомаси вегетативних і продуктивних органів (рис. 4.5а, 4.5б, 4.6а, 4.6б).

Досліджувалася динаміка накопичення загальної сухої біомаси та біомаси грон винограду сортів Мускат одеський і Одеський чорний в 2014 і 2015 роках в порівнянні з розрахованих величин за моделлю. Розраховано середню квадратичну похибку моделі за величинами загальної біомаси і біомаси грон. Наочно видно, що найбільша похибка відзначається в 2014 році, коли в період формування ягід і грон винограду відзначалася посуха - 18 ... 21%. Разом з тим, середні квадратичні похибки не перевищують 14%, що дає право стверджувати про достатній ступінь адекватності моделі.

### 4.3 Блок моделі формування якості виноградної продукції

В моделі якості головна увага надавалася розрахунковому блоку якості виноградної продукції. В цьому блоці основні параметри моделі включали дані паспорту сорту зі ступенем рослості винограду (кількості пагонів і максимальної площі листової поверхні, кількості грон і їх маси) [7].

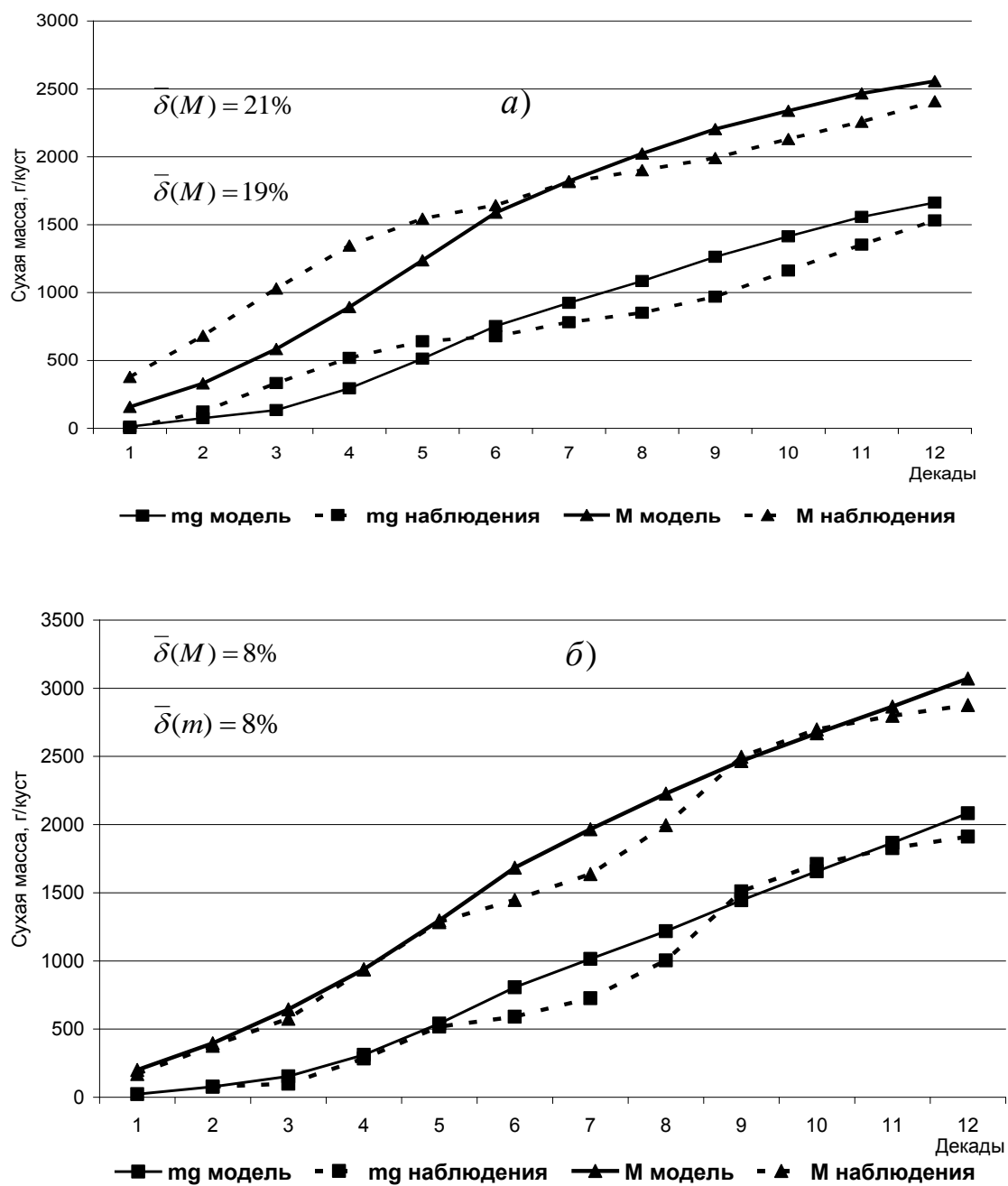


Рисунок 4.5. Динаміка сухої біомаси винограду: а) за даними 2014 року; б) за даними 2015 року (M – загальна біомаса,  $m_g$  – біомаса грон). Сорт Мускат одеський.

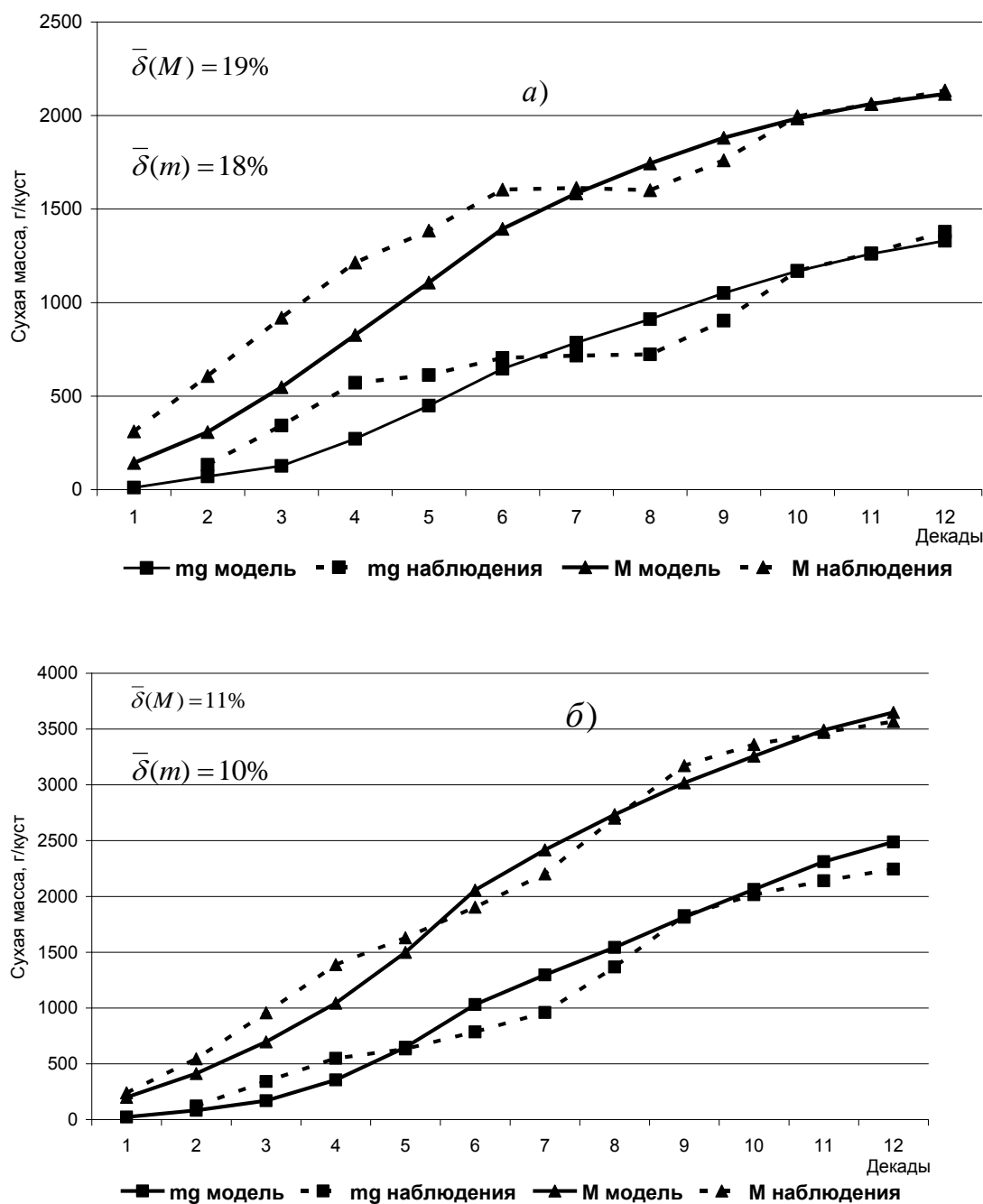


Рисунок 4.6. Динаміка сухої біомаси винограду: а) за даними 2014 року; б) за даними 2015 року (М – загальна біомаса,  $m_g$  – біомаса грон). Сорт Одеський чорний.

Посилаючись на дослідження Амірджанова А.Г., Бондаренко С.Г. та ін., а також встановлені в цьому дослідженні зв'язки між показниками якості виноградної продукції і відношенням денних і

нічних температур та сум денних і нічних температур за період від утворення ягід до технічної стиглості, рівняння формування біомаси модифікується.

Сира загальна біомаса і біомаса окремих органів винограду, врожайність з куща і гектара, маса середньої грона, фотосинтетичний потенціал за такими виразами:

$$m_{Ci}^j = \frac{m_i^j}{(100 - \psi_i)10} \cdot K_{Земл} \quad (4.21)$$

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

$\psi_i$  – 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 ( $Y_k$ ).

$$Y = \frac{100Y_k}{X \cdot d} \cdot \frac{(100 - P)}{100} \quad (4.21)$$

де  $Y$  – урожайність, ц/га;

$d$  – ширина міжрядь, м;

$P$  – зрідженість кущів, %.

$$m_{cp} = \frac{Y_{kp}}{10g} \cdot III \cdot K_{Pl} \quad (4.22)$$

де  $m_{cp}$  – маса середнього грона, г;

$p$  – відсоток бруньок, що розпустилися, %;

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

$III$  – відсоток плодоносних пагонів, %;

$K_{Pl}$  – коефіцієнт плодоношення.

Запропонована формула визначення вмісту цукру у ягодах винограду має вигляд [72]:

$$C_{cp} = Kc1Kc2 \frac{Y_{kp}}{10g} \cdot III \cdot K_{Pl} \quad (4.23)$$

де  $Kc1$  і  $Kc2$  – показники, що враховують співвідношення денних і нічних температур та сум денних і нічних температур за період від утворення ягід винограду до технічної стиглості

#### Висновки розділу 4

Удосконалено модель формування продуктивності винограду шляхом введення блоку якості врожаю. Параметрами моделі якості є площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал рослини і величина сирої біомаси куща, а також коефіцієнти, які характеризують зв'язок вмісту цукру у ягодах винограду з вказаними вище параметрами.



Вхідна інформація блоку містить середню величину відношення сум денних і нічних температур за період від утворення ягід до технічної стиглості.

Перевірка адекватності моделі здійснювалася на залежному матеріалі (2013-2015рр.). Найменша похибка при розрахунку вмісту цукру у ягодах винограду відзначається за врахування біомаси грон з куща – до 10%, а найбільша – за врахування площі листової поверхні. Похибка результатів розрахунку, які базуються на врахуванні зв'язку між накопиченням цукру у ягодах і відношенням денних та нічних температур, не перевищує 14%.

## РОЗДІЛ 5

### ОЦІНКА АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВІНОГРАДУ РІЗНИХ СОРТІВ В ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І

Застосування методу математичного моделювання формування продуктивності сільськогосподарських культур має перевагу над іншими методами, так як дозволяє досліджувати вплив різних типів агрометеорологічних умов на фотосинтетичну діяльність рослин і формування їх продуктивності. Ці типи можна створювати за допомогою чисельного експерименту.

Моделювання проводилося з метою визначення агрокліматичних умов формування врожайності і якості винограду трьох сортів різних строків стиглості – Мускат одеський, Сухолиманський білий і Одеський чорний, відповідно середньораннього, середнього і пізнього строків стиглості.

Для виконання розрахунків використовувалися матеріали метеорологічних і агрометеорологічних спостережень на метеомайданчику ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», метеорологічних станцій Сербка, Одеса і Болград Гідрометцентру Чорного і Азовського морів, Баштанка, Миколаїв і Очаків Миколаївського Гідрометцентру та Велика Олександрівка, Херсон і Нова Каховка Херсонського Гідрометеорологічного центру.

## 5.1 Агрокліматичні умови формування продуктивності винограду різних сортів

Інтенсивність фотосинтезу і дихання визначається режимом температур і вологістю впродовж усього періоду вегетації. За сприятливих агрометеорологічних умов в результаті проходження процесів фотосинтезу і дихання спрямовані на утворення максимально можливої біомаси рослин. Відхилення температур і вологості від необхідного рівня зумовлює відхилення і сумарної продуктивності фотосинтезу, що зумовлює зміну в динаміці біомаси окремих органів і їх асиміляційної поверхні. Зменшення асиміляційної поверхні зумовлює зменшення й продуктивності фотосинтезу.

Тому важливо визначити динаміку різних органів винограду, фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності насаджень за різних типів агрометеорологічних умов. В узагальненому вигляді розглядаються три типи : 1-й тип - норма, 2-й - волого і прохолодно, 3-й - тепло і сухо (табл.5.1).

Тип 1 – норма - інформація бралася із агрокліматичного довідника;

Тип 2 – волого і прохолодно – 2014 рік;

Тип 3 – сухо і тепло -2015 рік.

За першого типу погоди середня температура повітря за період від розпускання бруньок до технічної стиглості на території ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» становить 20,0 °С, кількість опадів за період становили 130 мм. Гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК) – 0,95. На початку весни під виноградними насадженнями запаси продуктивної вологи у

метровому шарі ґрунту становлять 130 мм, а на кінець вересня вони знижувалися до 45 мм.

За другого типу погоди термічний режим низький, особливо в травні і червні. Середня температура повітря на 2 °С нижче, ніж за першого типу, а опадів випало на 25 мм більше. ГТК майже в два рази більше, що буває нечасто. Вище норми в цей рік спостерігалися й запаси продуктивної вологи у ґрунті - впродовж усієї вегетації були вище норми.

Таблиця 5.1.

Агрометеорологічні характеристики вегетаційного періоду досліджуваних сортів винограду. ННЦ «ІВіВ ім. В.Є.Таїрова»

Типи погоди	ПОКАЗНИКИ				
	Середня температура повітря, °С	Кількість опадів, мм	Гідротермічний коефіцієнт	Запаси продуктивної вологи в 0-100 см шарі ґрунту, мм	
				початок періоду	кінець періоду
1. Норма	20,5	130	0,95	105	45
2. Волого, прохолодно	18,5	155	2,0	115	55
3. Сухо, тепло	21,5	85	0,3	105	30

За типу 3 усі агрометеорологічні показники характеризують посушливі умови в період вегетації винограду. Середня температура повітря в 2015 році була на 1, 0 °С вище середньої багаторічної. Кількість опадів в даному році була незначна – 64 % норми. Гідротермічний коефіцієнт знизився до 0,3, що характеризує наявність

дуже сильної посухи. До кінця вегетації запаси продуктивної вологи у ґрунті майже на 50% були нижче норми.

Мінливість агрометеорологічних умов в конкретні роки зумовлює особливості фотосинтетичної продуктивності винограду. У сорту Мускат одеський (рис.5.1а) за першого і другого типу погоди на дату розпускання бруньок площа листя складала 1 м<sup>2</sup>/кущ, а за третього типу – вона була меншою на 0,8 м<sup>2</sup>/кущ, ніж за типу 1 і 2. В період від розпускання бруньок до початку дозрівання відзначається більш інтенсивне збільшення листя за типу 1 і 2, але в період цвітіння площа листя стала інтенсивно збільшуватися і на початок дозрівання вирівнялася, досягнувши своєї максимальної величини - 8,2 і 8,1 м<sup>2</sup>/кущ відповідно.

За типу погоди 2 збільшення площі листя відбувається дуже інтенсивно, що пояснюється сприятливими умовами зволоження. Максимальна площа листової поверхні досягла 9,9 м<sup>2</sup>/кущ. Надалі, на дату технічної стиглості площа листової поверхні зменшується за усіх типів погоди у зв'язку із природною властивістю опадати старого листя.

У сорту Одеський чорний (рис 5.1б) тривалість вегетаційного періоду на декаду довше. Цей сорт формує й більшу, ніж Мускат одеський, площу листової поверхні. За першого типу погоди максимальна площа листя склала 11,5 м<sup>2</sup>/кущ, що на 3,3 м<sup>2</sup>/кущ більше, ніж у сорту Мускат Одеський. За типу 2 площа листової поверхні сорту винограду Одеський чорний збільшилась вже до 13,5 м<sup>2</sup>/кущ. За типу 3, на відміну від сорту Мускат одеський у сорту Одеський чорний відзначається зменшення площі листової поверхні, що зумовлено більш пізнім початком вегетації.

Різниця у площі листя склала 2,5 м<sup>2</sup>/кущ. Відрізняється і динаміка формування площі листя в період від початку досягання до технічної стиглості. За типів погоди 1 і 2 відзначається майже синхронне

зменшення площі листя, а за типу 3 відзначається різке зменшення площі листя від 9,5 до 6,0 м<sup>2</sup>/кущ. Що підтверджує отримані в 2-му розділі висновки про більш чутливу реакцію на характер зволоження сорту Одеський чорний порівняно з сортом Мускат одеський.

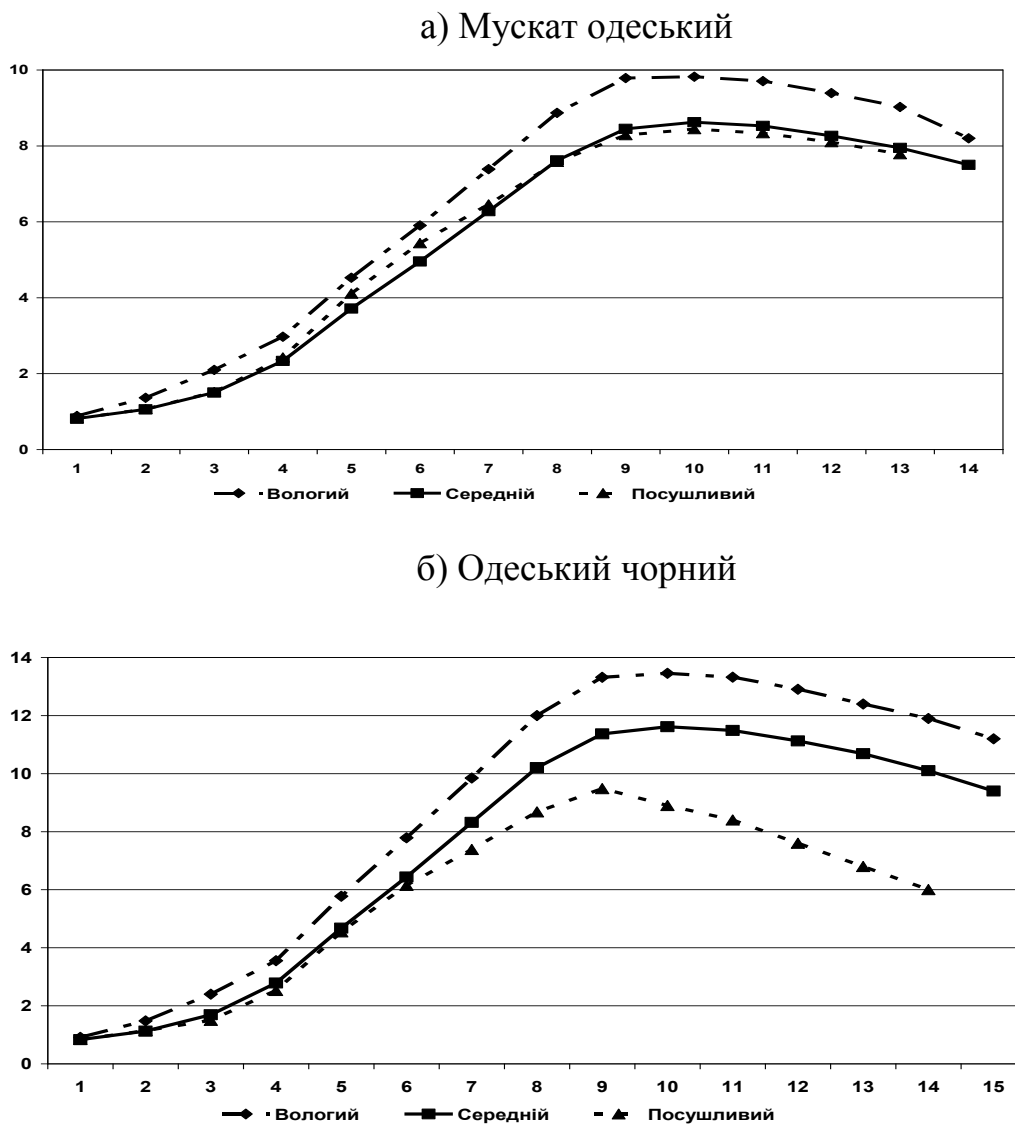


Рисунок 5.1. Динаміка площі листя у сортів винограду за різних типів погоди. ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова»

Відзначаються особливості приросту біомаси в залежності від агрометеорологічних умов, насамперед режиму тепла і вологи (рис. 5.2а, 5.2б), а також загальної сухої біомаси і біомаси суцвіть та грон

(рис. 5.3а і 5.3б). За типу 1 приріст біомаси на початок цвітіння у сорту Мускат одеський (рис. 5.2а) дорівнює 145 г/кущ.

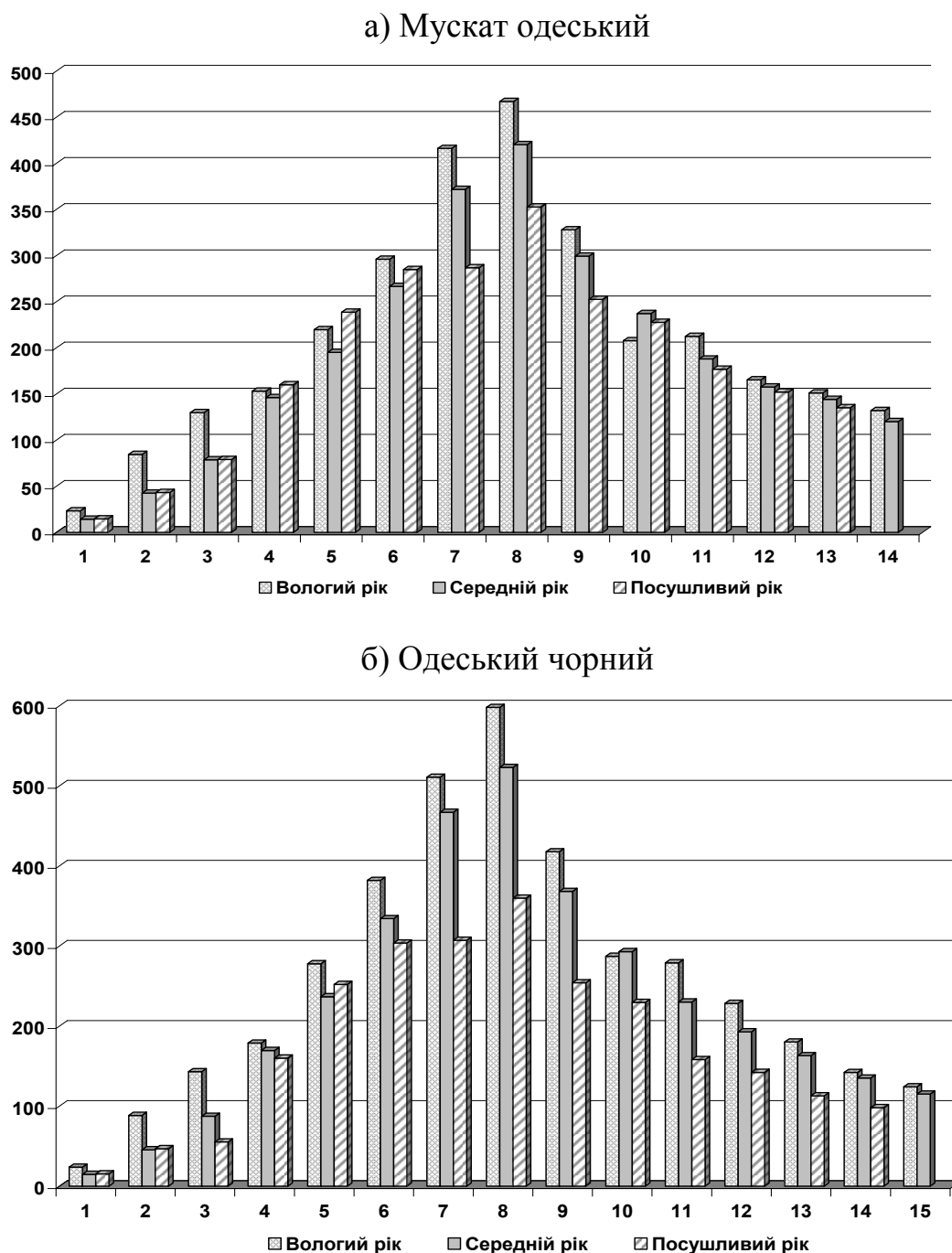
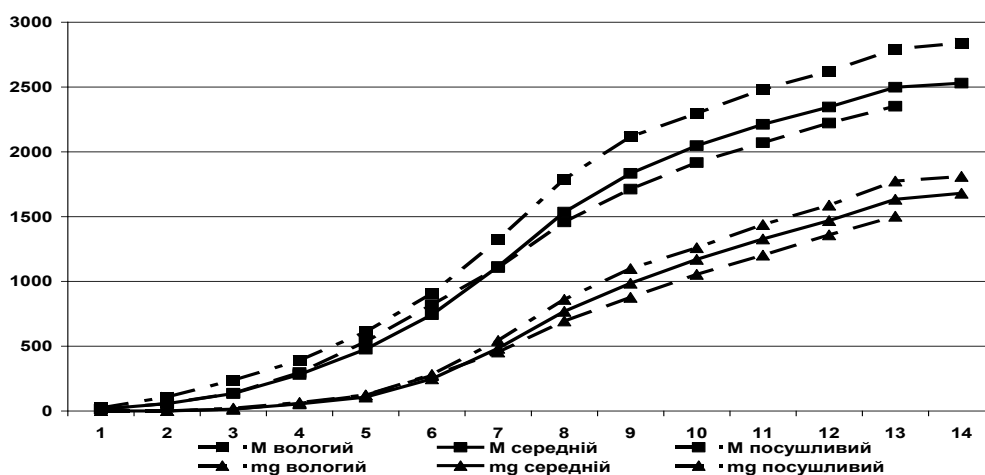


Рисунок 5.2. Прирости загальної біомаси технічних сортів винограду за різних типів погоди. ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова».

Максимальний приріст відзначається на кінець цвітіння - початок дозрівання вже досягає 370 г/кущ, а надалі на фазу технічної стиглості

приріст знижується до 130 г/кущ. За другого типу (волого) до початку цвітіння прирости біомаси збільшуються практично в два рази. В період цвітіння вони продовжують бути більше, ніж в першому варіанті і на початок дозрівання збільшуються до 420-470 г/кущ, на кінець вегетації знижуються до 140 г/кущ.

а) Мускат одеський



б) Одеський чорний

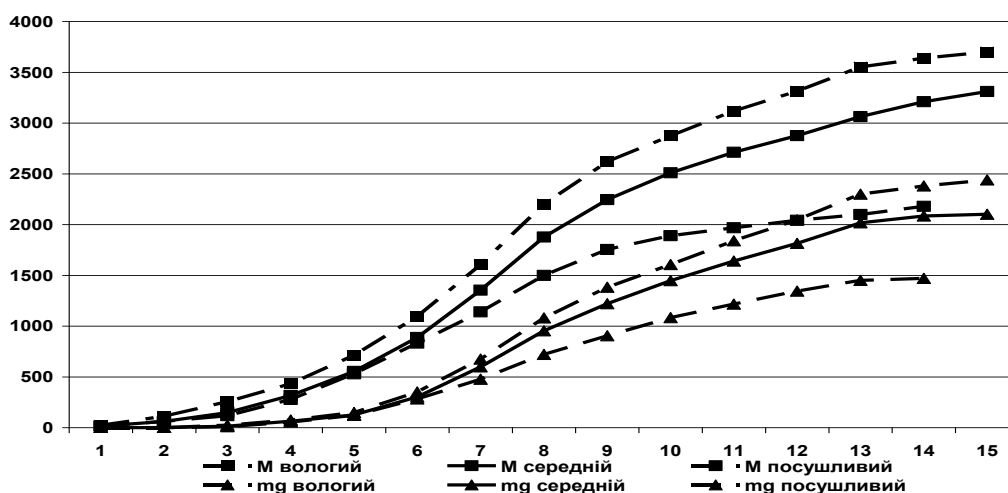


Рисунок 5.3. Динаміка загальної біомаси винограду, біомаси суцвіть і грон за різних типів погоди. ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова».

За типу 3 на початку вегетації і в період цвітіння прирости загальної біомаси практично, як за типом 1, а в період цвітіння прирости збільшуються порівняно з нормою Проте, на кінець цвітіння



відзначається зниження приросту біомаси до 270 г/кущ, а на початок дозрівання прирости вже менші, на 70 г/кущ, ніж за типом 1. На технічну стиглість приріст і за першого типу погоди зберігається на рівні 135 г/кущ.

Аналіз приростів у сорту Одеський чорний (рис. 5.2б) показав, що за типу погоди 1 до кінця цвітіння відзначається рівномірне збільшення приростів - від 50 до 320 г/кущ, а на дату кінця цвітіння і на початок дозрівання відзначається максимальний приріст біомаси - відповідно, 470 і 520 г/кущ. Порівняно з сортом Мускат одеський максимальні прирости у сорту Одеський чорний на 100 г/кущ більше. В період дозрівання, як і у сорту Мускат одеський, за різних типів погоди відбувається відмирання старого листя і, як наслідок, зменшуються прирости загальної біомаси. На дату технічної стиглості прирости загальної біомаси зменшуються до 110 г/кущ, що на 20 г/кущ менше, ніж у сорту Мускат одеський.

За типу погодних умов 2 на початку вегетації прирости загальної біомаси майже в два рази більші, ніж за середніх багаторічних умов, а на початок цвітіння вони майже не відрізняються. Надалі, до кінця цвітіння прирости біомаси більше на 40-50 г/кущ, ніж за типу 1. Максимальний приріст відзначається на початок дозрівання і також перевищує приріст за типу погоди 1 на 80 г/кущ (600 г/кущ) і на 140 г/кущ більше, ніж у сорту Мускат одеський. В період дозрівання прирости у сорту Одеський чорний знижуються, як і у сорту Мускат одеський. За типу погоди 3 на початку вегетації у сорту Одеський чорний прирости майже не відрізняються від приростів за типів погоди 1 і 2, що пов'язано з залишковою після зими вологою у ґрунті. А вже на кінець цвітіння - початок дозрівання через нестачу вологи прирости біомаси на 35% менше, а на кінець вегетації вони маже на третину менше, ніж за типу 1.

Відзначається вплив агрометеорологічних умов на динаміку загальної біомаси винограду сортів Мускат одеський і Одеський чорний (рис.5.3). У сорту Мускат одеський (рис. 5.3а) за середніх багаторічних умов (тип 1) загальна біомаса від дати цвітіння до початку дозрівання збільшується від 600 до 1500 г/кущ, а на дату технічної стиглості вона досягає 2500 г/кущ. Біомаса грона від початку дозрівання до технічної стиглості збільшується від 700 до 1600 г/кущ. За типу погоди 2 накопичення біомаси більш інтенсивне і на початок дозрівання загальна біомаса досягла 1700 г/кущ, а маса грона - 800 г/кущ, що на 200 і 100 г/кущ більше, ніж за типів погоди 1 і 3. На технічну стиглість загальна біомаса збільшується до 2800 г/кущ, а маса грон - до 1800 г/кущ.

За типу погоди 3 до початку цвітіння відзначається інтенсивне накопичення біомаси, а вже на кінець цвітіння і початок дозрівання процес накопичення загальної біомаси і біомаси суцвіть сповільнюється і стає таким, як і за типу погоди 1. Проте відзначається, що тепла погода на кінець вегетації сприяє прискореному досягненню: на 13 і 14 діб раніше, ніж за середніх багаторічних і вологих умовах. Загальна біомаса і біомаса грона при цьому зменшилися лише на 100 г/кущ.

На дату цвітіння загальна біомаса у обох сортів зрівнюється (рис. 5.3б). Надалі, на початок дозрівання за типу погоди 1 у сорту Одеський чорний загальна біомаса і біомаса грон на 300 і 500 г/кущ, а на технічну стиглість і загальна біомаса, і маса грон на 500 г/кущ більше, ніж у сорту Мускат одеський. В окремі роки різниця в датах настання технічної стиглості сортів відрізняється на місяць, а у середньому період вегетації сорту Мускат одеський на 10-15 діб менше, ніж у сорту Одеський чорний.

За вологих агрометеорологічних умов (тип погоди 2) накопичення загальної біомаси і біомаси грон майже синхронне динаміці накопичення біомаси за типу погоди 1. Різниця відзначається

тільки на фазу технічна стиглість, відповідно 3700 і 2400 за типу 2 проти 3400 і 2000 г/кущ – за середніх багаторічних умов. За типу погоди 3 від початку дозрівання до технічної стиглості інтенсивність накопичення загальної біомаси і маси грон знижується відповідно на 500 і 400 г/кущ. На дату технічної стиглості загальна біомаса і біомаса грон на 500 г/кущ менше, ніж за типу погоди 1.

Важливим показником фотосинтетичної діяльності в посівах і насадженнях є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ). Аналіз ЧПФ в різні за погодними умовами роки показав, що найбільші її значення відзначаються у обох сортів (рис. 5.4а, 5.4б) на початку вегетації. Надалі вона спочатку зменшується, з наступним збільшенням, що пояснюють із на кущах кількості грон. На кінець вегетації відзначається її зниження втретє. В окремі роки чиста продуктивність фотосинтезу змінюється в залежності від зміни відношення сухої фітомаси виноградних насаджень до їх листової поверхні.

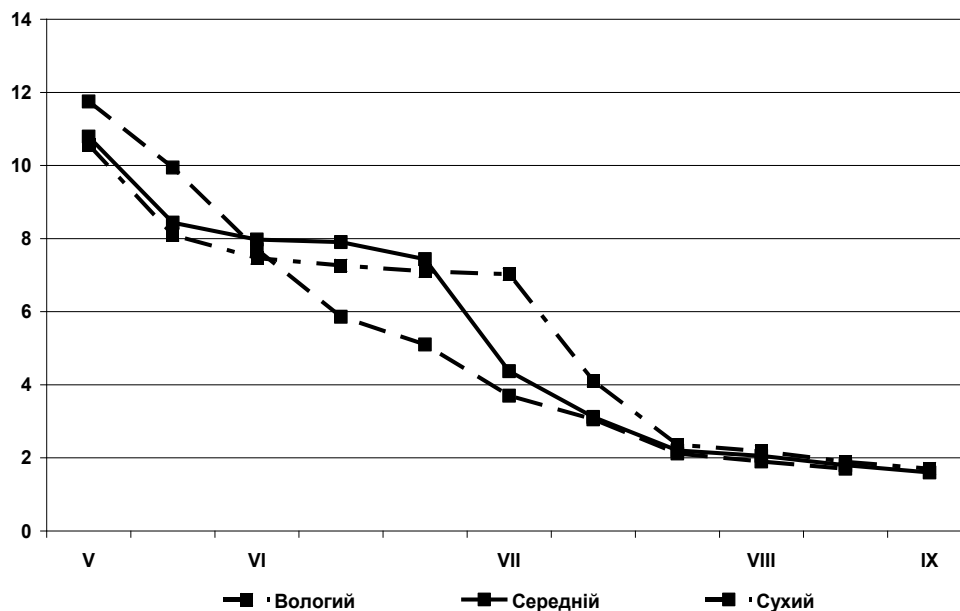
Встановлено, що за типу погоди 2 ЧПФ на дату початку дозрівання збільшується у обох сорті у зв'язку із збільшенням біомаси грон. За сухих погодних умов, навпаки, відзначається зниження ЧПФ, порівняно з ЧПФ за середніх багаторічних умов – у зв'язку із зниженням біомаси грон.

## 5.2 Моделювання формування врожайності винограду різних сортів

Моделювання здійснювалося за адаптованою авторами для вказаних вище сортів [72 - 73] динамічної моделі формування продуктивності винограду, розробленої Ляшенко Г.В. і Жигайло Т.С.

[64, 66], в якій основними елементами продуктивності розглядалися площа листової поверхні і маса грона.

а) Мускат одеський



б) Одеський чорний

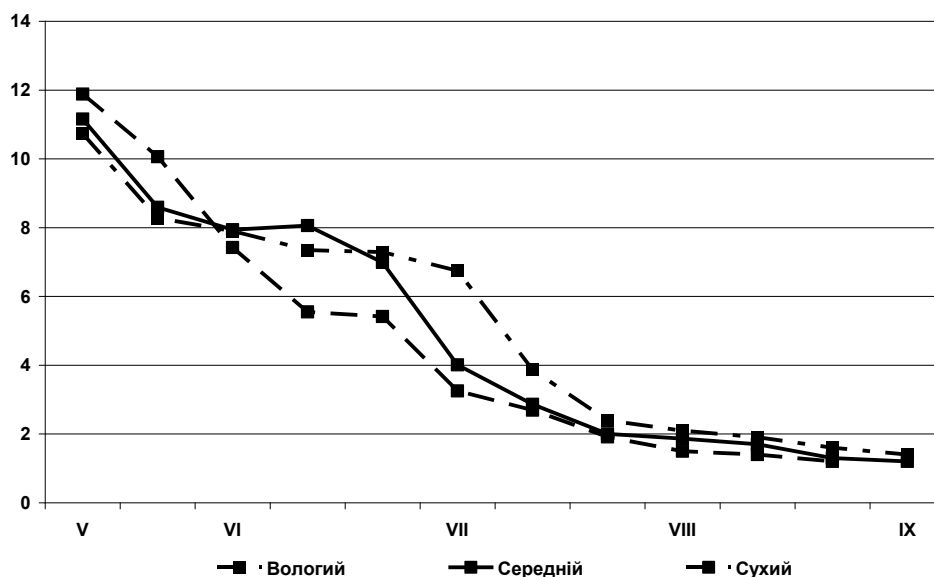


Рисунок 5.4. Динаміка показника ЧПФ за різних агрометеорологічних умов.

В моделі якості головна увага надавалася розрахунковому блоку якості виноградної продукції. В цьому блоці основні параметри моделі

включали дані паспорту сорту зі ступенем рослості винограду (кількості пагонів і максимальної площі листової поверхні, кількості грон і їх маси) [64]. Вхідна ж інформація містила дані по максимальній і мінімальній температурам, за якими розраховувалися за встановленими для України [60] рівняннями денних і нічних температур повітря в період з липня по вересень.

З метою здійснення моделювання формування продуктивності винограду визначено деякі агрокліматичні показники, які вказані у перших двох блоках моделі. Ці показники не є традиційними для оцінки агрокліматичних ресурсів, але є необхідною інформацією для проведення моделювання і входить в перші два блоки моделі.

Радіаційний режим визначається тривалістю сонячного сьйва за теплий період, яка в Одеській області становить 1356-1418 годин, в Миколаївській області - 1298-1412 годин, а в Херсонській області - 1388-1482 годин (табл.5.2).

Температурний режим на території Північного Причорномор'я для періоду розпускання бруньок - технічна стиглість визначається температурами 19,0 ... 20,1 °С, підвищуючись з півночі на південь. Підвищений режим по областях відзначається в південних районах областей - станцій Болград, Очаків, Нова Каховка.

Режим зволоження по території нерівномірний, найменша кількість опадів випадає у східній частині Херсонської області (179 мм), практично однакова кількість опадів в прибережних районах: Бехтери (201 мм) і Очаків Миколаївської області (202мм). На захід і північ Одеської, Миколаївської і Зерсонської областей кількість опадів збільшується до 218 ... 224 мм. В південних і прибережних районах кількість опадів збільшується до 235 ... 247 мм. Ще більше опадів 270 ... 277 мм випадає в районах Болграда, Баштанки та Великої Олександрівки. Найбільша кількість опадів випадає в районах Одеси.

Таблиця 5.2

## Агрокліматичні характеристики Північного Причорномор'я

Станції	Найменша вологоємність, в 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
Сербка	147	19,2	1418	275
Миколаївська область				
Баштанка	168	19,0	1298	270
Миколаїв	152	19,4	1412	224
Очаків	152	19,2	1298	202
Херсонська область				
Велика Олександрівка	152	19,1	1445	276
Нова Каховка	158	19,6	1445	218
Херсон	152	19,3	1445	235

\*

Період вегетації з 3-ї декади квітня по 3-ю декаду вересня

Як зазначалося вище, на продуктивність винограду значний вплив робить режим зволоження ґрунту, який залежить, як від кількості опадів, що випали, так і від її механічного складу. Показником, що характеризує цей процес, є найменша вологоємність ґрунту (НВ). Найбільш різноманітні за механічним складом ґрунту в Одеській області. Тому й показники НВ значно змінюються. Так в районі станції Ізмаїл НВ становить 137мм, в Сербці - на 10 мм більше, в районі Сарати та Одеси НВ збільшується на 13 ... 15 мм. В районі Болграда - на 52 мм, а в Роздільній - на 59 мм.

В Миколаївській області практично у всіх районах області найменша вологоємність дорівнює 152 мм, незначно збільшується в районі Снігурівці (на 7 мм) і в районі Баштанки - на 16 мм.

Діапазон найменшої вологоємності ґрунту в Херсонській області, як і в Миколаївській невеликий, менше в районі станції Генічеськ (139 мм), більше в районі Нової Каховки (158 мм).

Розглянемо результати моделювання фотосинтетичної продуктивності винограду різних сортів. Стосовно до сорту Мускат одеський і Одеський чорний (табл. 5.3).

Таблиця 5.3.

Показники фотосинтетичної діяльності винограду.

Сорт Мускат одеський

Станція	Максимальна площа листя, м <sup>2</sup> /кущ	Максимальна ЧПФ за вегетацію, г/(м <sup>2</sup> доба)	ФП на технічну стиглість, м <sup>2</sup> ·доба	Максимальний приріст, г/(кущ· доба)	Урожайність, ц/га
Одеська область					
Болград	10,0	11,4	924	43	135
Одеса	10,5	11,7	1008	41	145
Сербка	10,2	11,2	966	39	147
Миколаївська область					
Баштанка	10,4	11,3	1003	43	141
Миколаїв	9,8	11,6	902	40	117
Очаків	8,1	9,7	753	37	107
Херсонська область					
Велика Олександрівка	10,7	11,6	1025	45	153
Нова Каховка	9,5	11,0	877	41	120
Херсон	9,6	11,6	893	39	115

Для виноградних насаджень сорту Мускат одеський (табл. 5.3) найвищі показники фотосинтетичної діяльності спостерігаються на північному кордоні Причорномор'я, райони станцій Сербка, Баштанка та Велика Олександрівка. Максимальна площа листя на кущ становить 10,2 ... 10,7 м<sup>2</sup>, чиста продуктивність фотосинтезу, максимум якої припадає на період розпускання бруньок, досягає за добу 11,3 ... 11,7 г/м<sup>2</sup>, найбільший добовий приріст загальної сухої біомаси, який припадає на початок дозрівання, дорівнює 39 ... 45 г/кущ, а фотосинтетичний потенціал на технічну стиглість збільшується до 966 ... 1025 м<sup>2</sup>·доба.

Урожай за таких показників становить 141 ... 153 ц/га. При просуванні на південь фотосинтетична діяльність винограду знижується. Проте в районах метеостанцій Роздільня, Нижні Серогози, Одеса та Ізмаїла фотосинтетичний потенціал ФП у сорту Мускат одеський залишається досить високим - максимум площі листя на 0,7 м<sup>2</sup>/кущ менше, ніж в північних районах. Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) знаходиться в межах 10,5 ... 11,6 г/м<sup>2</sup> за добу, максимальний приріст загальної біомаси знижується незначно (37 ... 43 г/кущ), зниження фотосинтетичного потенціалу досить відчутне - 913 ... 959 м<sup>2</sup>·доба.

Урожай знижується до 135 ... 136 ц/га, що на 5..6 ц/га вище паспортних показників врожайності сорту Мускат одеський. Фотосинтетична діяльність цього сорту значніше знижується в Березанському, Ново-Каховському та Болградському районах, урожай при цьому становить, відповідно, 124 ц/га, 120 ц/га і 127 ц/га. Найнижча продуктивність сорту мускат одеський буде в районах Очакова (107 ц/га), Бехтерів (103 ц/га) і Генічеська (84 ц/га)

В Одеській області в сорт Мускат одеський можна вирощувати повсюдно. Фотосинтетичний потенціал і ЧПФ сорту Одеський чорний вище, ніж у сорту Мускат одеський (табл. 5.4). У північній частині



Причорномор'я на технічну стиглість ФП дорівнює 1114 ... 1155 м<sup>2</sup>·доба. При цьому, на кінець цвітіння - початок дозрівання площа листя досягає 11,2 ... 11,3 м<sup>2</sup>/кущ, що майже на 1 м<sup>2</sup>/кущ більше, ніж у сорту Мускат одеський.

Таблиця 5.4.

Показники фотосинтетичної діяльності винограду. Сорт  
Одеський чорний

Станція	Максимальна площа листя, м <sup>2</sup> /кущ	Максимальна ЧПФ за вегетацію, г/(м <sup>2</sup> доба)	ФП на технічну стиглість, м <sup>2</sup> ·доба	Максимальний приріст, г/(кущ·доба)	Урожайність, ц/га
Одеська область					
Болград	7,5	10,8	781	34	117
Одеса	9,6	8,4	964	45	146
Сербка	11,2	10,0	1114	51	170
Миколаївська область					
Баштанка	11,2	10,2	1157	49	154
Миколаїв	7,5	10,6	765	37	110
Очаків	7,0	7,4	658	35	97
Херсонська область					
Велика Олександрівка	11,3	10,5	1155	52	172
Нова Каховка	7,1	9,3	716	37	111
Херсон	9,9	9,7	992	46	139

Найбільший приріст сухої біомаси на кущ за добу (майже на десять грам більше), але чиста продуктивність фотосинтезу вища у сорту

Мускат одеський. При цьому. У сорту Одеський чорний урожай грон склав 170 ... 172 ц/га. Високопродуктивним цей сорт може бути і в районах дії метеостанцій Роздільна, Баштанка та Нижні Сірогозм. Максимальний приріст за добу на куці в цих районах на 5 ... 7 г більше, ніж у сорту Мускат одеський. Також вище і фотосинтетичний потенціал - 1064 ... 1157 м<sup>2</sup>·доба.

Урожайність, відповідно, вище на 17 ц/га, 13 ц/га і 20 ц/га. В районі Одеси найбільш продуктивним буде Одеський чорний. Його фотосинтетичний потенціал тут вище на 51 м<sup>2</sup>·доба, а урожай - на 10 ц/га більше. В районі Сарати продуктивність обох сортів вирівнюється. В районах метеостанцій Ізмаїл і Болград показники фотосинтетичної діяльності у сорту Одеський чорний значно нижче, ніж у сорту Мускат одеський. Урожайність грон, відповідно, на 8 ц / га і 10 ц / га менше.

В районах метеостанцій Снігурівка, Херсон та Асканія-Нова фотосинтетичний потенціал сорту Одеський чорний вище, ніж у сорту Мускат одеський, відповідно, на 92 м<sup>2</sup>·доба, 99 м<sup>2</sup>·доба і 105 м<sup>2</sup>·доба, урожай грон, відповідно, буде більше на 16 ц/га, 24 ц/га і 16 ц/га.

Більш чуттєвий до умов зволоження сорт Одеський чорний в районах метеостанцій Очаків, Бехтерів і Генічеськ менш продуктивним, ніж сорт Мускат одеський. Так в районі Очакова максимальна площа листя на куц буде менше на 1,1 м<sup>2</sup>, фотосинтетичний потенціал на 95 м<sup>2</sup>·доба, чиста продуктивність фотосинтезу за добу менше на 2,3 г/м<sup>2</sup>, менше буде і максимальний приріст загальної сухої біомаси.

Урожай грон буде менше на 10 ц/га. В районі Генічеська у Одеський чорний максимальна площа листя на куц менше на 2,5 м<sup>2</sup>, чиста продуктивність фотосинтезу на третину менше, ніж у сорту Мускат одеський, на 34% нижче ФП, менше і максимальний приріст. В агрокліматичних умовах даного району можна отримати урожай грон тільки 67 ц/га.

Таким чином, сорт Одеський чорний дуже продуктивний сорт, однак при недостатньому зволоженні в період дозрівання ягід спостерігається в'янення, а в подальшому і опадання листя. Як результат, зменшується асиміляційна поверхня і знижується інтенсивність фізіологічних процесів, що призводить до значних втрат врожаю.

### 5.3 Моделювання формування якості винограду різних сортів

Моделювання формування якості винограду, як і фотосинтетичної діяльності, виконувався для трьох типів агрометеорологічних умов. За прохолодний тип приймалися умови, коли в розрахунковий період середня температура повітря була на 2 °С нижче середніх багаторічних температур і теплого типу - з середньою температурою вище на 2 °С за середні багаторічні умови і третій тип – відмічаються саме середньобагаторічні температури. Для цих трьох типів агрометеорологічних умов аналізувалися денні і нічні температури повітря та їх відношення.

Треба зазначити, що чіткої синхронності у динаміці середніх, денних і нічних температур з показниками якості впродовж розрахункового періоду не простежувалося. Але комплексний аналіз динаміки вмісту цукру у ягодах і масової концентрації титруємих кислот у врожаї винограду та динаміки температур, а особливо, співвідношення денних і нічних температур дозволяє відмітити чіткий зв'язок з певною інерцією в 1-2 доби.

Базуючись на одержаних даних маси грон, співвідношення сум денних і нічних температур ( $\Sigma T_{дн}/\Sigma T_{н}$ ) та зв'язку маси грон і вмісту цукру у ягодах винограду за [73, 74] виконано моделювання формування

якості винограду сортів Мускат Одеський і Таїровський чорний на території Північного Причорномор'я за різних типів агрометеорологічних умов (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Просторовий розподіл біометричних, агрометеорологічних показників і вмісту цукру у ягодах винограду на території Північного Причорномор'я

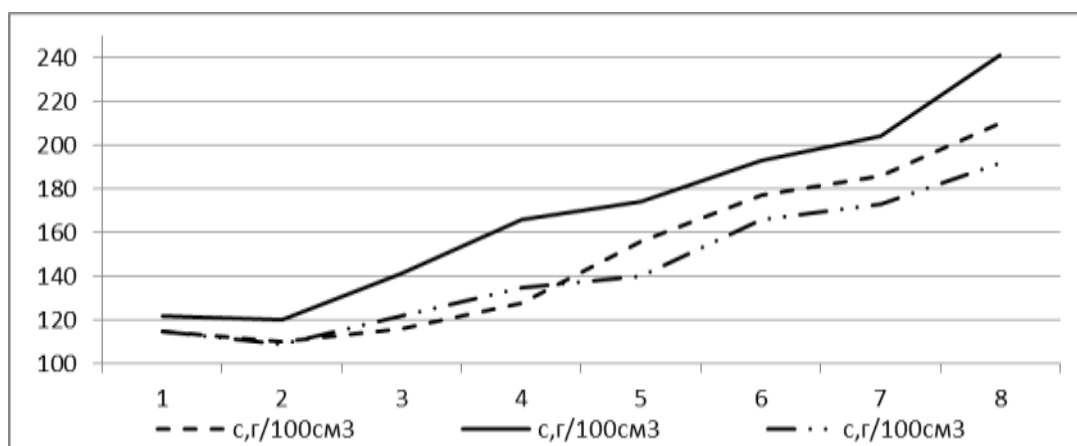
Метеорологічні станції	Типи агрометеорологічних умов								
	«Теплі»			«Середньо-багаторічні»			«Прохолодні»		
	маса грон, г/кущ	$\Sigma T_{\text{дн}}/\Sigma T_{\text{н}}$	Вміст цукру $C, /100\text{см}^3$	маса грон, г/кущ	$\Sigma T_{\text{дн}}/\Sigma T_{\text{н}}$	Вміст цукру $C, /100\text{см}^3$	маса грон, г/кущ	$\Sigma T_{\text{дн}}/\Sigma T_{\text{н}}$	Вміст цукру $C, /100\text{см}^3$
а) Мускат одеський									
Сербка	2500	1,4	205	2300	1,4	195	2200	1,4	190
Одеса	2600	0,9	225	2400	0,9	200	2300	0,9	195
Болград	2700	1,1	230	2500	1,1	215	2400	1,1	200
Баштанка	2500	1,4	190	2300	1,4	190	2200	1,4	180
Миколаїв	2600	1,0	210	2400	1,0	200	2300	11.1	190
Очаків	2650	0,9	210	2550	0,9	200	2400	0,9	195
Велика Олександрівка	2400	1,4	210	2300	1,4	200	2200	1,4	190
Херсон	2500	1,2	210	2400	1,2	210	2300	1,2	200
Нова Каховка	2600	1,1	215	2500	1,1	210	2400	1,1	205
б) Таїровський чорний									
Сербка	2700	1,4	195	2500	1,4	185	2400	1,4	180
Одеса	2800	0,9	205	2600	0,9	190	2500	0,9	185

Болград	2900	1,1	215	2700	1,1	195	2600	1,1	190
Баштанка	2600	1,4	180	2500	1,4	170	2400	1,4	165
Миколаїв	2700	1,0	185	2600	1,0	175	2500	1,0	170
Очаків	2850	0,9	185	2700	0,9	175	2600	0,9	170
Велика Олек- сандрівка	2600	1,4	190	2500	1,4	180	2400	1,4	170
Херсон	2800	1,2	195	2600	1,2	185	2500	1,2	175
Нова Каховка	2900	1,1	200	2700	1,1	190	2600	1,1	180

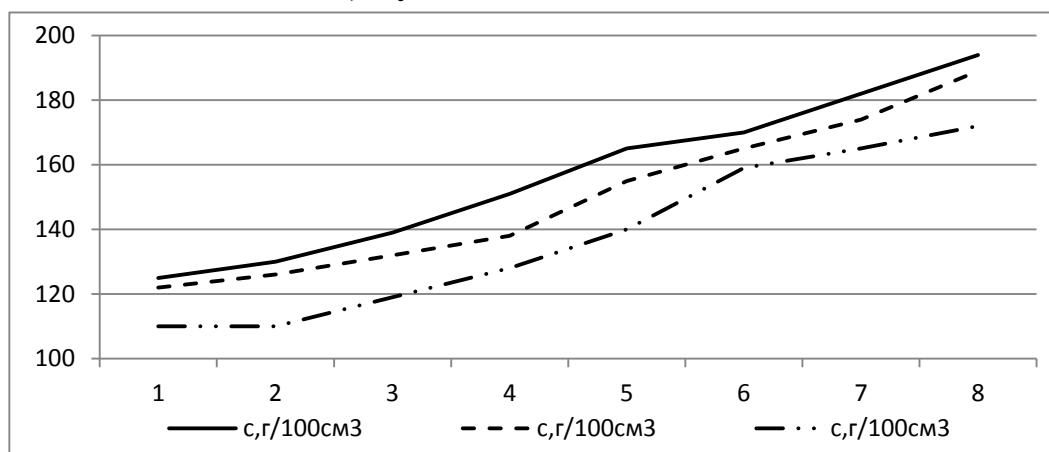
Виявлено підвищення вмісту цукру у ягодах винограду при збільшенні маси грон і співвідношення сум денних і нічних температур однаково для сортів, території і типів агрометеорологічних умов. Результируючий вплив двох факторів дещо змінює характер впливу кожного із факторів. Проте відзначається однозначне збільшення вмісту цукру у ягодах винограду сорту Мускат одеський порівняно з сортом Таїровський чорний, різниця складає 15-25 г/100см<sup>3</sup>. Також збільшується вміст цукру у ягодах за теплого типу агрометеорологічних умов порівняно з прохолодним – різниця становить 20-60 г/100см<sup>3</sup>.

У сорту Мускат одеський вміст цукру у ягодах винограду збільшувався від початку наливу ягід до їх технічної стиглості за теплого типу від 120 до 241 г/100 см<sup>3</sup>, за багаторічних і прохолодних умов – відповідно від 110 до 210 і від 109 до 192 г/100 см<sup>3</sup> (рис. 5.5а). У сорту Сухолиманський білий загальна тенденція зберігається, але абсолютні величини на 5-30 г/100 см<sup>3</sup> нижчі (рис. 5.5б). Така ж тенденція зберігається й у динаміці накопичення цукру у ягодах винограду сорту Таїровський чорний (рис.5.5в), але абсолютні величини нижчі, ніж у сорту Мускат Одеський і вищі, ніж у сорту Сухолиманський білий.

## а) сорт Мускат одеський



## б) Сухолиманський білий



## в) Таїровський чорний

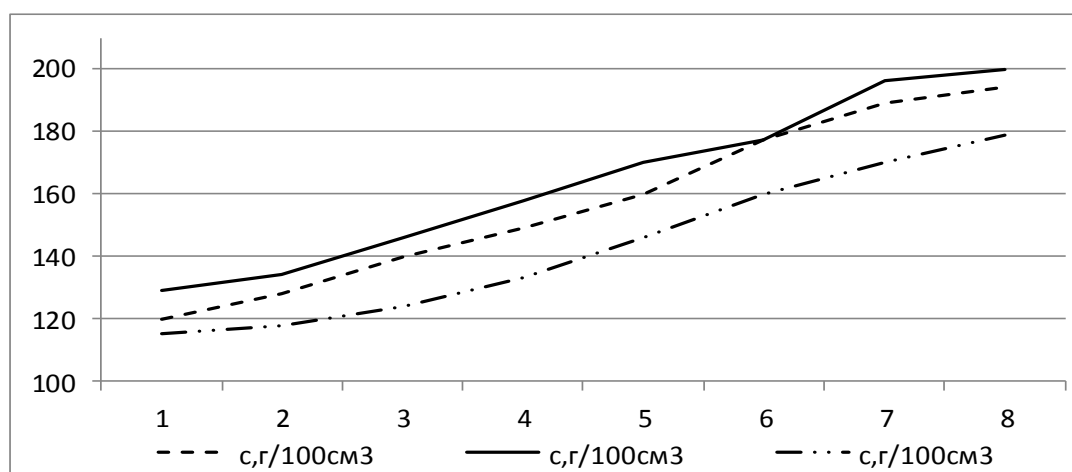
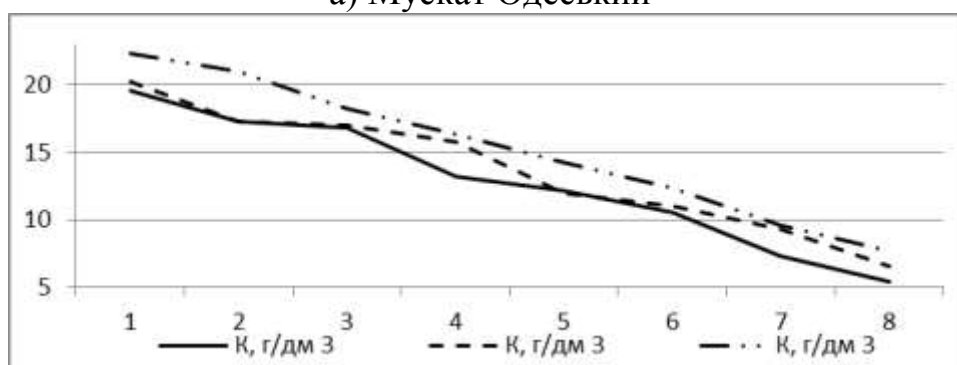


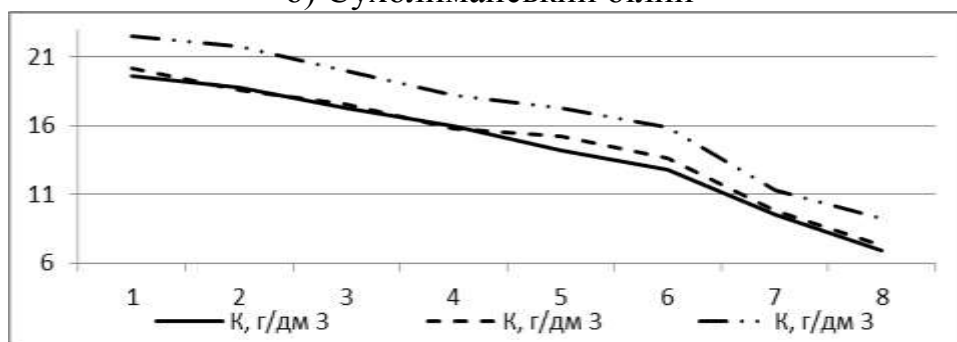
Рисунок 5 5 . Динаміка накопичення цукру у ягодах винограду різних за строками досягання сортів за теплих, середньо багаторічних і прохолодних агрометеорологічних умов

Динаміка концентрації кислоти у ягодах винограду має обернений характер – зменшується від початку наливу ягід до технічної стиглості (рис. 5.6) рівно для усіх сортів і типів агрометеорологічних умов. За абсолютними величинами найменша концентрація відзначається у сорту Мускат одеський, а найвища – у сорту Сухолиманський білий; найменша за теплому типу агрометеорологічних умов і вища – за холодного.

а) Мускат Одеський



б) Сухолиманський білий



в) Таїровський чорний

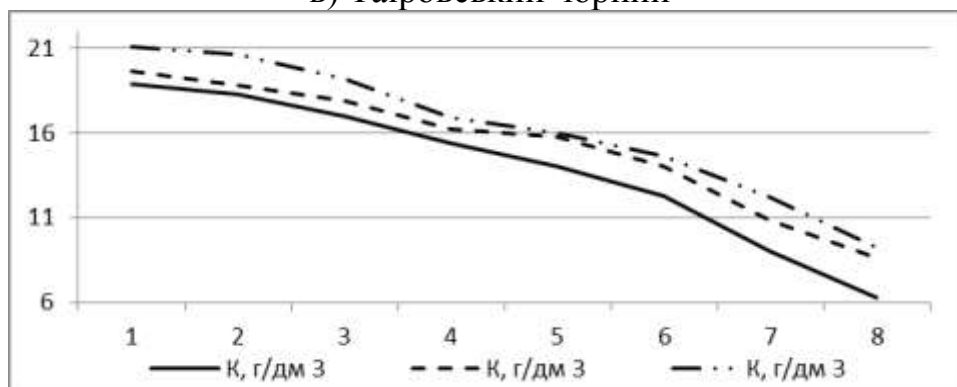


Рисунок 5.6 – Динаміка кислотності ягід винограду різних за строками досягання сортів за прохолодних, середньо багаторічних і теплих умов

## Висновки до розділу 5

В результаті проведених досліджень із застосуванням методу математичного моделювання встановлено особливості формування якості (вмісту цукру у ягодах винограду і концентрації кислоти у соку ягід) сортів Мускат одеський, Сухолиманський білий, Таїровський чорний, які відрізняються за строками дозрівання. Новизна представленого матеріалу полягає в тому, що вперше для вказаних сортів розглядається динаміка показників якості винограду для різних типів агрометеорологічних умов і показники якості винограду на технічну стиглість для території Північного Причорномор'я. Одержані результати можуть використовуватися фермерами при виборі сортів винограду для закладання виноградників, а також для аналогічних розрахунків показників якості врожаю винограду інших сортів й на інших територіях.



## ВИСНОВКИ

У дисертації отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують наукову задачу оцінки агрокліматичних умов формування якості винограду технічних сортів різних строків стиглості у Північному Причорномор'ї.

1. Обґрунтовано застосування методу оцінки впливу агрокліматичних умов на формування якості винограду із застосуванням денних і нічних температур та їх відношення як показників термічного режиму в період від утворення ягід до технічної стиглості. Як показники якості врожаю винограду використовувалися вміст цукру і концентрація титруємої кислотності в ягодах винограду та глюкоацидометричний показник.

2. Встановлено, що загальні агрокліматичні умови виноградарської зони України цілком сприятливі для формування високої якості винограду – вміст цукру у ягодах досягає 189-230 г/100 см<sup>3</sup>. Виявлено, що в окремі роки можливе зниження вмісту цукру у ягодах як у зв'язку зі зниженим рівнем температур, так і за високого рівня температур, але за незначної різниці між денними і нічними температурами.

3. Виявлено за результатами польового дослідження та лабораторних аналізів, проведених в 2013-2015 рр., особливості темпів розвитку, накопичення цукру, концентрації титруємої кислотності у ягодах винограду та глюкоацидометричного показника в період від наливу ягід до технічної стиглості у сортів середньоранніх, ранніх і пізніх строків дозрівання. Встановлено, що різниця у строках настання фаз утворення ягід і технічної стиглості середньораннього і пізнього сортів складає 25-30 діб.

4. Більш інтенсивне накопичення цукру у ягодах винограду відзначається у сорту Мускат одеський, а менш інтенсивне – у Одеського

чорного за загальної зміни величин від 10-12 до 21-22 г/100см<sup>3</sup>. Концентрація титруємої кислотності змінюється впродовж періоду від 21 до 5.5 г/дм<sup>3</sup>, а глюкоацидометричний показник (ГАП) збільшується від 1 до 3.5.

5. Встановлено, що відношення денних і нічних температур за період від утворення ягід до технічної стиглості в роки спостережень коливалось від 1,0 до 1,4. Відзначається тісна залежність між вмістом цукру, титруємою кислотністю у ягодах винограду і ГАП та відношенням денних і нічних температур, коефіцієнти детермінації становлять 0,91-0,93.

6. Простежується особливість просторового розподілу ресурсів тепла (сум середньодобових, денних і нічних температур та їх різниці) за період від утворення ягід до технічної стиглості винограду в Північному Причорномор'ї за даними 9 метеорологічних станцій Одеської, Миколаївської і Херсонської областей. Загальна закономірність – зменшення різниці між сумами денних і нічних температур з півночі на південь. Дещо більша різниця цих сум відзначається в Херсонській області, а найменша – в Миколаївській області. За даними метеостанцій Одеса і Херсон простежується різниця у сумах середньодобових, денних і нічних температур та різниці сум денних і нічних температур відповідно до 800-930 і 855-955 °С.

7. Удосконалено модель формування продуктивності винограду шляхом введення блоку якості врожаю. Параметрами моделі якості є площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал рослини і величина сирої біомаси куща, а також коефіцієнти, які характеризують зв'язок вмісту цукру у ягодах винограду з вказаними вище параметрами. Вхідна інформація блоку містить середню величину відношення сум денних і нічних температур за період від утворення ягід до технічної стиглості.

8. Перевірка адекватності моделі здійснювалася на залежному матеріалі (2013-2015рр.). Найменша похибка при розрахунку вмісту цукру у ягодах винограду відзначається за врахування біомаси грон з куща – до 10%, а найбільша – за врахування площі листової поверхні. Похибка результатів розрахунку, які базуються на врахуванні зв'язку між накопиченням цукру у ягодах і відношенням денних та нічних температур, не перевищує 14%.

9. Встановлені за результатами чисельного експерименту закономірності просторового розподілу показників продуктивності винограду сортів різних строків стиглості (Мускат одеський, Сухолиманський білий і Одеський чорний) в Північному Причорномор'ї. Відзначається збільшення вмісту цукру у ягодах винограду з півночі на південь, за винятком прибережних територій Чорного і Азовського морів, де спостерігається зменшення різниці між денними і нічними температурами повітря. Просторовий розподіл концентрації титруємих кислот у ягодах винограду має обернений характер – зменшення з півночі на південь, а в прибережних південних районах візначається її збільшення.

10. Вміст цукру у ягодах винограду сорту Мускат одеський збільшується від утворення ягід до їх технічної стиглості за теплового типу агрокліматичних умов від 120 до 241 г/100 см<sup>3</sup>, за середніх багаторічних і прохолодних умов – відповідно від 110 до 210 і від 109 до 192 г/100см<sup>3</sup>. У сорту Сухолиманський білий загальна тенденція зберігається, але абсолютні величини на 5-30 г/100см<sup>3</sup> нижчі. Така ж тенденція зберігається й у динаміці накопичення цукру у ягодах винограду сорту Одеський чорний, але абсолютні величини нижчі, ніж у сорту Мускат одеський і вищі, ніж у сорту Сухолиманський білий. На дату технічної стиглості винограду вміст цукру у сорту Мускат одеський за трьох типів агрокліматичних умов відповідно складає 190, 210 і 240

г/100см<sup>3</sup>, у сорту Сухолиманський білий – 170, 190 і 195 г/100см<sup>3</sup>, а у сорту Одеський чорний – 180, 195 і 200 г/100см<sup>3</sup>.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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. Адамень Ф.Ф., Вергунов В.А., Вергунова И.Н. Основі математического моделирования агробиопроцессов. К.: Нора-принт, 2005. С. 372 с.
6. Амирджанов А.Г. Радиационные факторы и транспирационный расход виноградника / Физиол. Растений. 1977. Т. 24. Вып. 4 . С. 790-798.
7. Амирджанов А.Г. Солнечная радиация и продуктивность виноградника. Л.: Гидрометеоздат, 1980. 210 с.
8. Амирджанов А.Г. Методы оценки продуктивности виноградников с основами программирования урожаяев. Кишинев: Штиинца, 1992. 176 с

9. Ампелографический атлас сортов и форм винограда селекции Национального научного центра «Институт виноградарства и виноделия им. В.Е. Таирова». Киев: Аграрна наука. 2014. 136 с.
10. Арвеладзе А.Г. Математическое моделирование агрометеорологических процессов формирования урожая многолетних культур и оптимизация технологии их возделывания. Тбилисси: Институт гидрометеорологии, 2006. 267 с.
11. Арутюнян А. Ф., Погосян А.С. База данных для размещения виноградников в Армении. / Виноделие и виноградарство, 2002. № 4. С. 17.
12. Атлас «Агрокліматичні ресурси України» /за ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко. К. , 2016. 90 с.
13. Атлас Одеської області / под. ред. А.Г. Топчиева. Одеса: ТОВ „Хорст”, 2002. 80 с.
14. Болгарев П.Т. Виноградарство. Симферополь: Крымиздат, 1960. 574 с.
15. Бондаренко С.Г., Кибенко Т.Я., Буянович Н.А. Программирование урожая винограда. Кишинев: Штиница, 1977. 100 с.
16. Будаговский А.И., Росс Ю.К. Основы качественной теории фотосинтетической деятельности посевов / Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. М.: Наука, 1986. С. 51-58.
17. Будыко М.И. Влияние метеорологических факторов на фотосинтез /Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. М.: Наука, 1972. С. 424-436.
18. Вериго С.А., Разумова Л.А. Почвенная влага и ее значение в сельскохозяйственном производстве. Л.: Гидрометеиздат, 1963. 288 с.

19. Виноградарство / под ред. проф. К. В. Смирнова. М.: Издат. МСХА, 1998. 510 с.
20. Виноградарство / под. ред. М. О. Дудника. К.: Урожай, 1999. 288 с.
21. Виноградарство Северного Причерноморья / под. ред. чл. - корр. НААН Украины Власова В.В. Одесса, 2009. 216 с.
22. Власов В.В., Ляшенко Г.В., Власова Е.Ю. Вопросы комплексной оценки ампелоэкологических ресурсов на территории Северного Причерноморья / Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко «Новые технологии производства и переработки винограда для интенсификации отечественной виноградо - винодельческой отрасли», Новочеркасск, 2006. С. 22-27.
23. Власов В.В., Ляшенко Г.В., Власова Е.Ю. Ампелоэкологические аспекты комплексных исследований природных условий на территории Северного Причерноморья / Материалы Всероссийской науч. - практ. конф. «Научно-прикладные аспекты дальнейшего развития и интенсификации виноградно-винодельческой отрасли в связи со вступлением России в ЕС и ВТО», Махачкала, 12-13 сентября 2006 г. С. 443-449.
24. Власов В.В. Оцінка можливих змін агроєкологічних умов вирощування винограду на півдні України у зв'язку з глобальною зміною клімату /Вісник аграрної науки Південного регіону. Одеса: Одеський інститут агропромислового виробництва УААН, 2007. Вип. 8. С. 5-8.
25. Власов В.В., Ляшенко Г.В., Власова Е.Ю. Комплексная оценка ампелоэкологических ресурсов на примере отдельного

- административного района Одесской области / Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Е.И. Захаровой: Захаровские чтения «Агротехнологические и экологические аспекты развития виноградо-винодельческой отрасли», Новочеркасск, 23-25 мая 2007 г. С. 69-74.
26. Власов В.В. Оценка условий увлажнения и влагообеспеченность виноградных насаждений в засушливой зоне юга Украины /Агроекологічний журнал. 2008. Спец. випуск. С. 40-46.
27. 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.
28. Власов В.В. Екологічна оцінка врожайності винограду на півдні України / Агроекологічний журнал. 2009. Спец. вип. С.76-78.
29. Власов В. В., Ляшенко Г.В. Характеристика просторового розподілу агрокліматичних ресурсів на півдні України як складової загальних ампелоекологічних ресурсів / Виноградарство і виноробство. Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 2009. Вип. 46 (2). С. 9-15.
30. Власов В. В. Структура моделі формування продуктивності ампелоландшафтів / Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. К.: НУБіПУ, 2009. № 132. С. 123-134.
31. Гуляев Б.И., Рожко И.И., Рогаченко А.Д. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений. Киев: Наукова думка, 1989. 148 с.



32. Давитая Ф.Ф. Климатические зоны винограда в СССР. М.: Пищепромиздат, 1948. 192 с.
33. Давитая Ф.Ф. Исследование климатов винограда в СССР и обоснование их практического исследования. М. – Л., 1952. – 321.
34. Джеймс В. Дыхание растений. М.: Изд. иностр. лит., 1956. 439 с.
35. Двораковский М.С. Экология растений. М.: Высшая школа, 1983. 190 с.
36. Дикань О.П., Бондаренко В.В., Заморський О.Г., Пелеха А.О. Виноградарство: Навч. посіб. Сімферополь: Бізнес Інформ, 2002. 208 с.
37. Дмитренко В.П. О моделях расчета урожайности с/х культур с учетом гидрометеорологических факторов / Метеорология и гидрология, 1971. № 5. С. 84 – 91.
38. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / под ред. В.Е. Егорова. М.: Колос, 1965. 424 с.
39. Дюжев П.К. Выбор почвы и места для виноградников / Виноградарство. М.: Гос. изд-во с. - х. литературы, 1960. С. 217–257.
40. Жигайло Т.С. Влияние агрометеорологических условий на интенсивность фотосинтеза сортов винограда Рубин Таировский и Загрей / Матеріали 12-ї наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2012. С. 17.
41. Жигайло Т.С. Моделирование зависимости формирования продуктивности винограда от агроэкологических факторов / Матеріали міжнародної конференції «Молодь у вирішенні

- екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення». Одеса, 2013. С. 116-118.
42. Жигайло Т.С. Моделирование влияния агрометеорологических условий на интенсивность фотосинтеза технических сортов винограда / Материалы IV международной дистанционной научно-практической конференции молодых ученых «Параметры адаптивности многолетних культур в современных условиях развития садоводства и виноградарства». <http://kubansad.ru/ru/content/sekciya-3/>.
43. Закон України „Про виноград та виноградне вино”/ Відомості Верховної Ради. №31. 2005. Ст. 419
44. Константиnescу Г. Районирование и микрорайонирование сортов винограда – научная основа плодоводства и виноградарства /Садоводство, виноградарство и виноделие Молдовы. 1967. № 11. С.53-56.
45. Крылатов А.К. Влияние почв, климата и других природных условий на виноградное растение и выбор земель для виноградников. М.: Из-во Московского университета, 1966. 22 с.
46. Курсанов А.Л. Транспорт ассимилятов в растении. М.: Наука, 1976. 646 с.
47. Куперман Я.А., Хитрово Е.В. Дыхательный газообмен как элемент продукционного процесса растений. Новосибирск: Наука, 1977. 181 с.
48. Лазаревский М. А. Методы ботанического описания и агробиологического изучения сортов винограда / Ампелография СССР. М.: Пищепромиздат, 1946. Т. 1. С. 347-380.

49. Лазаревский М. А. Роль тепла в жизни европейской виноградной лозы. Ростов на Дону: Ростиздат, 1961. 29 с.
50. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Изд-во Ростовского университета, 1963. 150 с.
51. Лебедев С.И. Физиология растений. М.: Агропромиздат, 1988. 544 с.
52. Лемешко Н. А. Реакция земледелия в XXI веке на предстоящие изменения климата. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 1999. С. 24-34.
53. Лянной А.Д., Самсонов А.М., Глотова Л.В., Микитенко С.В., Паволой Ф.Т., Поляков В.И. / Виноградарство і виноробство. Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 2005. Вип. 42. С. 87-95.
54. Ляшенко Г.В. Структура пространственной изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур на ограниченной территории /Метеорология, климатология и гидрология. Одесса. 2001. Вып. 39. С 161-167.
55. Ляшенко Г.В. Пространственная изменчивость тепловых ресурсов дня и ночи на юге Украины / Труды УкрНИГМИ. 2001. Вып. 249. С. 230-236.
56. Ляшенко Г.В. Агро- и микроклиматическое обоснование размещения сельскохозяйственных культур на примере винограда /Виноградарство і виноробство. Одеса: Optimum, 2005. Вип. 42. С. 87-95.
57. Ляшенко Г.В. Вклад микроклимата в изменение зональных границ размещения виноградных плантаций / Виноградарство і виноробство. Одеса: Optimum, 2006. Вип. 43. С. 87-95.

58. 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.
59. Ляшенко Г.В. Методика оцінки агрокліматичних ресурсів та їх картографування з врахуванням мікроклімату / Виноградарство і виноробство. Одеса: Optimum, 2009. 58 с.
60. Ляшенко Г.В. Агроклиматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур в Украине. Одесса: ННЦ ИВиВ им. Таирова НААНУ, 2011. 249 с.
61. Ляшенко Г.В. Жигайло Т.С. Исследование влияния факторов внешней среды на интенсивность фотосинтеза винограда / Материали 12-ї наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2012. С.19.
62. Ляшенко Г.В. Жигайло Т.С. Анализ параметров модели продуктивности винограда по результатам полевого опыта 2012 года /Тези доповідей міжнародної наукової конференції студентів та молодих вчених ОДЕКУ. – Одеса.: ТЕС, 2012. С. 23-24.
63. Ляшенко Г.В. Жигайло Т.С. Агроэкологические исследования формирования продуктивности новых сортов винограда на одессине /Матеріали міжнародної конференції «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення». Кам'янець-Подільський, 2012. С. 131-133.
64. 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.
65. Ляшенко Г.В. Жигайло Т.С. Оценка влияния ФАР на формирование фотосинтетического потенциала винограда сортов Рубин Таировский и Загрей / Материалы 3-й научно-практической конференции, посвященной 35-летию образования ФГБУ. Обнинск: «ВННИИСХМ», 2013. С. 387-393.
66. Ляшенко Г.В. Жигайло Т.С. Модификация агроэкологической модели формирования урожайности сельскохозяйственных культур применительно к винограду / Материалы международной научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы развития отечественной виноградо-винодельческой отрасли на современном этапе». Новочеркасск: Изд-во ГНУ ВНИИВиВ Россельхозакадемии, 2013. С. 26-30.
67. 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.
68. Ляшенко Г.В. Жигайло Т.С. Влияние агрометеорологических условий на формирование продуктивности и качества ягод винограда в Северном Причерноморье / Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасної науки». Умань, 2013. С.41-43.
69. Ляшенко Г.В., Соборова О.М., Опеха О.В., Мельнікова Є.В. Дослідження зв'язку якості виноградної продукції з агрокліматичними умовами / Виноградарство і виноробство. Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова». 2014. Вип. 51. С. 190-194.

70. Ляшенко Г.В. Практикум з агрокліматології. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС. 2014. 150 с.
71. Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Динаміка показників якості ягід технічних сортів винограду в період дозрівання / Український гідрометеорологічний журнал. Одеса: ТЕС. 2016. № 18. С.90-96.
72. Ляшенко Г.В., Соборова О.М., Ляшенко В.О. Агроекологічна модель формування якості винограду / Фізична географія та геоморфологія. Київ. 2016. Вип. 2 (82). С. 110-117.
73. Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Моделювання формування продуктивності винограду технічних сортів в Північному Причорномор'ї за різних агрометеорологічних умов / Фізична географія та геоморфологія. Київ. 2016. Вип. 4 (84). С.98-105.
74. Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Вплив добового режиму температур на вміст цукру і кислотність урожаю винограду / Матеріали XXXIII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початок третього тисячоліття у країнах Європи та Азії». Переяслав-Хмельницький, 2016. С. 34-36.
75. Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Зв'язок якості урожаю винограду з агрометеорологічними умовами / Тези доповіді Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду з міжнародною участю. Одеса, 22-23 березня 2017 р. С.85-86.
76. Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Моделювання формування якості винограду технічних сортів під впливом агрометеорологічних умов в Південному Причорномор'ї / Фізична географія та геоморфологія. Київ. 2017. Вип. 1 (85). 2017. С. 113-121.

77. Мелконян М. В., Чекмарев Л.А., Авидзба А.М. Влияние биотических и абиотических факторов на рост и развитие винограда. Симферополь: ИВиВ «Магарач», 2000. 106 с.
78. Мельник Е.Б. Оценка реакций винограда в Северном Причерноморье на изменение агроклиматических условий / Тези IV-тої Міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених «Стан і перспективи рослинницької галузі в умовах зміни клімату». Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я.Юрєва, УААН, 2009. 212 с.
79. Мельник Е.Б. Оцінка теплових ресурсів на території Північного Причорномор'я / Виноградарство і виноробство. Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 2010. Вип. 47. С.127-130.
80. Мельникова Є.В., Опеха О.В., Соборова О.М., Ляшенко Г.В. Характеристика тенденції зв'язку якості виноградної продукції з агрокліматичними умовами / Тези доповідей міжнародної наукової конференції молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення». ОДЕКУ, 7-9 жовтня 2014 р. С.38-39.
81. Мерджаниан А. С. Виноградарство. М.: Колос, 1967. 464 с.
82. Мищенко З.А., Лапскер З.И., Ляшенко Г.В. Изменчивость адаптивного потенциала винограда (фенология, урожай, качество) в сложном рельефе /Отчет по теме НИР №100. М. 1985. № 0286.0 066143. С. 92-100.
83. Мищенко З.А. Агроклиматология. Учебник. К.: КНТ, 2009. 512 с.
84. Мищенко З.А., Кирнасовская Н.В. Агроклиматические ресурсы и урожай. Одесса: ТЕС. 2013. 229 с.

85. Многолетние данные / Научно-прикладной справочник по климату СССР. Украинская ССР. Сер. 3. Ч. 1-6. Вып. 10. Л.: Гидрометеозид, 1995. 598 с.
86. Наставление Гидрометеорологическим станциям и постам. Л.: Гидрометеозидат, 1985. Вып. 11. 178 с.
87. Негруль А. М. Виноградарство. М.: Сельхозгиз, 1952. 426 с.
88. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев /Тимирязевские чтения. М.: Изд. АН СССР, 1956. Т.15. С. 1-14.
89. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Изд. АН СССР, 1963. 157 с.
90. Ничипорович А.А. Энергетическая эффективность фотосинтеза. М.: Изд. АН СССР, 1979. 37 с.
91. Пелях М. А. Справочник виноградаря. М.: Колос, 1971. 344 с.
92. Пеннинг де Фриз, Х.Х. ван Лаар. Моделирование роста и продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеозидат, 1986. 319 с.
93. Подгорная С.В. Расчет запасов влаги в тяжелых почвах на виноградниках /Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. К., 1972. Вып. 5. С. 19-21.
94. Підгорна С. В. Теплові ресурси Одеської області для вирощування винограду / Виноградарство і виноробство. К.: Урожай, 1974. Вип. 16. С. 107-111.
95. Полевой опыт / под ред. П.Г. Найдина. М.: Колос, 1968. 328 с.
96. Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеозидат, 1983. 175 с.



97. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 320 с.
98. Польовий А.М. Методи експериментальних досліджень в агрометеорології. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС. 2003. 248 с.
99. Полевой А. Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур / Метеорологія, кліматологія і гідрологія. Одесса, 2004. Вип. 48. С. 195–205.
100. Польовий А.М. Моделювання гідротермічного режиму та продуктивності агроєкосистем. Підручник. Одеса: Екологія. 2013. 432 с.
101. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. Підручник. Одеса: ТЕС. 2013. 630 с.
102. Польовий А. М., Ляшенко Г.В. Структура моделі оцінки агрокліматичних умов формування продуктивності сільськогосподарських культур / Культура народів Причорномор'я. Сімферополь, 2006. № 86. С. 140–144.
103. 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.
104. Полевой В.В. Физиология растений: Учебник. М.: Высш. шк, 1989. 464 с.
105. Полуэктов Р.А. Динамические модели агроэкосистемы. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 312 с.
106. Практикум по физиологии растений /под ред. Н.И. Третьякова, М.: Колос, 1982. 271 с.
107. Природа Одесской области / под ред. Г. И. Швевса и Ю. А. Амброз. Одесса: Вища школа, 1997. 144 с.

108. Разумова С.Т. Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології: Конспект лекцій. Дніпропетровськ: Вид-во «Економіка», 2005. 160 с.
109. Рапча М. П., Коробов Р.М., Кисиль М.Ф., Николенко А.В. Зависимость продуктивности винограда от местоположения и метеорологических условий года. Кишинев, 2002. 44 с.
110. Росс Ю.К. Система уравнений для описания количественного роста растений / Фитоактинометрические исследования растительного покрова. Таллинн: Валгус, 1967. С. 64-89.
111. Сивков С.И. Методы расчета характеристик солнечной радиации. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 232 с.
112. Сиротенко О.Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 167 с.
113. Сиротенко О.Д., Абашина Е.В. Влияние глобального потепления на агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства России /Метеорология и гидрология. М., 1994. № 4. С. 67-73.
114. Соборова О.М. Порівняльна характеристика вимог сортів винограду до агрокліматичних умов / Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 22-25 квітня 2014 р. С.31.
115. Соборова О.М. Дослідження зв'язку якості виноградної продукції з агрокліматичними умовами / Матеріали міжнародної конференції «Наука как основа возрождения общества и экономики». Донецьк:Науково-інформаційний центр «Знание». 16 сентября 2014 г. С.61-64.

116. Соборова О.М. Оцінка мінливості радіаційно-теплових ресурсів за вегетаційний період винограду в центральних і південних районах Північно-Західного Причорномор'я / Матеріали XIV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 11-15 травня 2015 р. С.33-34.
117. Соборова О.М. Структура моделі формування якості винограду за агрометеорологічними умовами / Матеріали XV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. 4-13 травня 2016 р. С.13-15.
118. Соборова О.М. Dynamics of the quality in lexes of grape varieties / Матеріали XV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 4-13 травня 2016 р. С.131-132.
119. Соборова О.М. Моделювання накопичення цукру у ягодах винограду різних сортів / Матеріали XVI наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 3-13 травня 2017 р. С.27-28.
120. Сорта винограда / под. ред. Е. Н. Докучаевой. К.: Урожай, 1986. 272 с.
121. Степаненко С.М., Польовий А.М. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України. Одеса: Екологія, 2011. 693 с.
122. Стоев К. Физиология винограда и основы его возделывания / под ред. акад. К. Стоева. София: Издат Болг. АН, 1981. Т. 1. 332 с.
123. Сытник К.М., Мусатенко Л.И., Богданова Т.Л. Физиология листа. Киев: Наукова думка, 1978. 390 с.
124. Тооминг Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 200 с.
125. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 264 с.

126. Торнли Дж.Г.М. Математические модели в физиологии растений. К.: Наукова думка, 1982. 309с.
127. Трачевский И.А. Основы фотосинтеза. М.: Высшая школа, 1977. 256 с.
128. Турманидзе Т.И. О влиянии метеорологических условий на урожай винограда / Труды ЗакНИГМИ. 1969. Вып. 33. С. 122-133.
129. Турманидзе Т.И. Климат и урожай винограда. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 223 с.
130. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений. / Гуляев Б.И.,Рожко И. И.,Рогаченко А.Д. и др. Киев: Наукова думка, 1989. 152 с.
131. Франс Дж., Торнли Х.М. Математические модели в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1987. 399 с.
132. Фурса Д.И. Погода, орошение и продуктивность винограда. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 199 с.
133. Цейко А.И. Агротехнический метод планирования урожайности на плодоносящих виноградниках / Вопросы виноградарства и виноделия, М.: Сельхозгиз., 1967. С. 100-102.
134. Чирков Ю.И. Обеспеченность фотосинтетической деятельности посевов некоторых сельскохозяйственных культур ресурсами климата и проблема урожая / Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. М.: Колос, 1970. С. 108-127.
135. Шульгин И.А. Растение и солнце. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 251 с.
136. 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.
137. Gurry R.B. Dynamic simulation of plant growth / Development of a model. Trans. ASAE, 1971. Vol.14. № 5. P. 946-959.
138. Branas J. Recherches sur la densite et la disposition des plantations / Le Progres Agricole et Viticole . 1967. № 45-46. P. 285-293.
139. Hellwing Z. Schemat budowy prognozy statycznej metody wag harmonirnych / Przegląd Statystyczny, 1967. V. 14. N 2. P. 133-153.
140. Jones, G.V., Duchene, E., Tomasi, D., Yuste, J., Braslavksa, O., Schultz, H., Martinez, C., Boso, S., Langellier, F., Perruchot, C., and G. Guimberteau. Changes in European Winegrape Phenology and Relationships with Climate. GESCO. 2005.
141. Kogan F.N. Climate constants and trends in global graine production /Agriculture and forest meteorology. 1986. Vol. 37. P. 89-107.
142. 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.
143. Weatherclimate and sustainable agriculture production and protections /CAgM Report No. 74. WMO/TD. No. 838. Geneva, Switzerland. August, 1977. 111 p.
144. 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>.

145. Soborova O., Lyashenko V. Evaluation of radiation- thermal resources during a grapes growing period / International Journal of Research in Earth. and Environmental Sciences. 2017. Vol. 8. No.1. Pp.1-6.

## ДОДАТКИ

**Додаток А1 СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА***Статті у фахових наукових виданнях:*

1.Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Динаміка показників якості ягід технічних сортів винограду в період дозрівання /Український гідрометеорологічний журнал. 2016. № 18. С.90-96 (аналіз динаміки показників якості, висновки).

2.Ляшенко Г.В., Соборова О.М., Ляшенко В.О. Агроєкологічна модель формування якості винограду / Фізична географія та геоморфологія. 2016. Вип. 2(82). С.110-117 (розробка структури і встановлення параметрів моделі).

3.Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Моделювання формування продуктивності винограду технічних сортів в Північному Причорномор'ї за різних агрометеорологічних умов / Фізична географія та геоморфологія. 2016. Вип. 4(84). С.98-105 (розрахунки і аналіз одержаних результатів).

4.Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Моделювання формування якості винограду технічних сортів під впливом агрометеорологічних умов в Південному Причорномор'ї / Фізична географія та геоморфологія. 2017. Вип. 1(85). С. 113-121 (розрахунки і аналіз одержаних результатів).

*Наукові статті в міжнародних виданнях:*

5.Soborova O., Lyashenko V. Evaluation of radiation- thermal resources during a grapes growing period / International Journal of Research in Earth. And Environmental Sciences. 2017. Vol. 8. No.1 (розрахунки і аналіз одержаних результатів).



*Наукові статті в інших виданнях*б.Ляшенко Г.В., Соборова О.М., Опеха О.В., Мельнікова Є.В. Дослідження зв'язку якості виноградної продукції з агрокліматичними умовами / Виноградарство і виноробство. 2014. Вип.51. С.190-194 (розрахунки і аналіз результатів)

*Тези доповідей і матеріали конференцій*

- 1.Соборова О.М. Порівняльна характеристика вимог сортів винограду до агрокліматичних умов / Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса:ТЕС. 2014. С.31.
2. Мельнікова Є.В., Опеха О.В., Соборова О.М., Ляшенко Г.В. Характеристика тенденції зв'язку якості виноградної продукції з агрокліматичними умовами / Тези доповідей міжнародної наукової конференції молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення». Одеса: ТЕС, 2014. С.38-39 (розрахунки і аналіз).
3. Соборова О.М. Дослідження зв'язку якості виноградної продукції з агрокліматичними умовами / Материалы международной конференции «Наука как основа возрождения общества и экономики». Донецьк:Науково-інформаційний центр «Знание». 2014. С.61-64.
4. Соборова О.М. Оцінка мінливості радіаційно-теплових ресурсів за вегетаційний період винограду в центральних і південних районах Північно-Західного Причорномор'я / Матеріали XIV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса:ТЕС. 2015. С.33-34.
- 5.Соборова О.М. Структура моделі формування якості винограду за агрометеорологічними умовами / Матеріали XV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса:ТЕС. 2016. С.13-15 (участь в обґрунтуванні структури).

6. Соборова О.М. Dynamics of the quality in lexes of grape varieties / Матеріали XV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса: ТЕС. 2016. С.131-132 (проведення розрахунків і аналіз одержаних результатів).
7. Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Вплив добового режиму температур на вміст цукру і кислотність урожаю винограду / Матеріали XXXIII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початок третього тисячоліття у країнах Європи та Азії». Переяслав-Хмельницький, 2016. С. 34-36 (розрахунки і аналіз результатів).
8. Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Зв'язок якості урожаю винограду з агрометеорологічними умовами / Тези доповіді Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду з міжнародною участю. Одеса: ТЕС. 2017. С.85-86 (розрахунки, складання графічного матеріалу).
9. Соборова О.М. Моделювання накопичення цукру у ягодах винограду різних сортів / Матеріали XVI наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 3-13 травня 2017 р. С.27-28.

Додаток В1 Акт впровадження

## Додаток В2