

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Національний науковий центр
«Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова»

**МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВПЛИВУ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ
УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВРОЖАЮ СОРТІВ
ВИНОГРАДУ, РІЗНИХ ЗА СТРОКАМИ ДОСТИГАННЯ**

Одеса - 2024

Розглянуто і затверджено до друку рішенням вченої ради Національного наукового центру «Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова» (протокол № 6, від 07.05.2024 р.)

Методика оцінки впливу погодно-кліматичних умов на формування якості врожаю сортів винограду різних за строками досягання / Г. Ляшенко, Е. Мельник, М. Бузовська, Г. Попова, О. Мандич. Одеса: ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова», 2024. 24 с.

В розробленій методиці оцінки впливу погодно-кліматичних умов на формування якості винограду різних за строками досягання сортів представлено етапи і методологію досліджень. Проводиться аналіз та обґрунтування показників, що адекватно характеризують вплив погодно-кліматичних умов на формування якості врожаю винограду, методика проведення польових і лабораторних досліджень. Представлена удосконалена агрокліматична модель формування якості врожаю винограду. Приклад реалізації моделі показано для сортів Мускат одеський, Сухолиманський білий та Одеський чорний.

Методика розроблена у відділі екології винограду, призначена для працівників в галузі виноградарства, і може використовуватися при оцінці стану виноградних насаджень залежно від поточних погодних умов.

Автори :

Галина ЛЯШЕНКО, д-р геогр. наук, проф., гол. наук. співр. сектору агрокліматології;

Елла МЕЛЬНИК, канд. с.-г. наук, завідувач сектору агрокліматології;

Марина БУЗОВСЬКА, канд. с.-г. наук, завідувач відділу екології винограду;

Ганна ПОПОВА, н. співр. лабораторії ампелоекологічних досліджень;

Олеся МАНДИЧ, м. н. співр. сектору агрокліматології.

Рецензенти :

Ніна МУЛЮКІНА, д-р с.-г. наук, член-кореспондент НААН України

Людмила ГЕРУС, д-р с.-г. наук

ВСТУП

Результати досліджень впродовж останніх 30 років вітчизняних та зарубіжних вчених свідчать, що вплив погодно-кліматичних умов на формування кількості та якості врожаю винограду залишається значним. Така ж тенденція підтверджується результатами пошукових досліджень, проведених в останні 10 років вченими ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», хоча методи досліджень дещо відрізнялись.

У 2005-2020-х роках у відділі екології винограду ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» були проведені комплексні агрокліматичні дослідження стосовно зміни складових агрокліматичних ресурсів – ресурсів світла, тепла і вологи та умов морозо- і заморозконебезпечності стосовно винограду різних за строками досягання сортів селекції інституту на території України [5-13].

Була розроблена динамічна агрокліматична модель формування врожайності винограду [12] і агрокліматична модель ризиків пошкодження винограду в період заморозків весною і восени [14]. За цими моделями проведено чисельні експерименти з моделювання формування врожайності на прикладі сортів Рубін таїровський і Загрей та ризиків пошкодження винограду в період заморозків на прикладі сортів Аркадія та Загадка в Лісостеповій зоні, Північностеповій та Південностеповій підзонах Степової зони України.

Також в рамках філії кафедри агрометеорології та агроєкології Одеського державного екологічного університету в ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова» виконано пошукові дослідження аспірантами кафедри стосовно просторової мінливості врожайності винограду під впливом погодно-кліматичних умов на територіях з неоднорідною підстильною поверхнею і моделювання дослідження формування якості винограду сортів Мускат одеський, Сухолиманський білий та Одеський чорний [6-13].

Крім того, було здійснено спробу реалізації агрокліматичної моделі формування врожайності винограду в напрямку визначення зміни врожайності, його якості та ризиків пошкодження заморозками у зв'язку зі зміною клімату за сценаріями А1В і А2 в Лісостеповій зоні, Північностеповій і Південностеповій підзонах Степової зони України до 2050 року [12-13]. Отримані результати здебільшого

збігаються з результатами дослідників з Франції, Іспанії, Італії, Аргентини, Германії, США, Китаю тощо [14-21].

Проведені пошукові дослідження стосовно агрокліматичних умов формування якості врожаю винограду спрямовані на встановлення агрокліматичних показників, які мають найбільший вплив. Було вдосконалено динамічну модель формування врожайності шляхом введення блоку якості врожаю. Модель реалізовано на прикладі сортів різних строків досягання Мускат одеський, Сухолиманський білий і Одеський чорний.

Метою виконання фундаментальних досліджень відділу екології винограду на 2021-2025 рр. 23.00.01.03.Ф «Дослідження формування якості врожаю винограду під впливом погодно-кліматичних умов у різних природних зонах України у зв'язку із зміною клімату» є проведення комплексних досліджень формування якості врожайів винограду в Україні. Досягнення мети буде здійснюватися з використанням результатів польового дослідження проведених пошукових досліджень і удосконаленої агрокліматичної моделі формування якості врожаю винограду.

В розробленій методиці оцінки впливу погодно-кліматичних умов на формування якості винограду різних за строками досягання сортів представлено етапи і методологію досліджень. Структура методики включає аналіз та обґрунтування показників, що відображають вплив погодно-кліматичних умов на формування якості врожаю винограду, методику проведення польових і лабораторних досліджень, характеристику удосконаленої агрокліматичної моделі формування якості врожаю винограду. Наведено приклад реалізації моделі сортів Мускат одеський, Сухолиманський білий та Одеський чорний, продукція яких використовується для виготовлення марочних вин Мускат одеський, Таїровське біле та Таїровське червоне – «інноваційне обличчя» ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова».

1. Структура методики

Методика проведення будь-яких досліджень визначає не тільки характеристику основних складових досліджень, які становлять їх мету, а й їх послідовність за теоретичними або практичними вимогами та методами, що застосовуються.

Запропоновано таку послідовність проведення дослідження:

- за результатами аналізу літературних джерел визначаються базові величини концентрації цукру та титрованих кислот у ягодах винограду як показників якості врожаю вказаних сортів;

- проведення польового дослід з визначення дат наступу фаз наливу ягід і технічної стиглості та відбору проб для лабораторного аналізу концентрації цукру і титрованих кислот у ягодах винограду;

- проведення метеорологічних спостережень за температурою повітря, дефіцитом насичення повітря водяною парою і кількістю опадів впродовж польового дослід з;

- виконується аналіз динаміки концентрації цукру і титрованих кислот у ягодах винограду за період від наливу ягід до технічної стиглості для кожного сорту;

- здійснюються розрахунки середніх денних і нічних температур за середньою добовою температурою;

- аналізується динаміка середніх добових, денних, нічних температур і їх співвідношення та дат і кількості опадів;

- за даними найближчої гідрометеорологічної станції із агрокліматичного довідника і метеорологічного майданчика на ділянці колекції ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» виконуються розрахунки тривалості сонячного саява, сум середньодобових, денних і нічних температур повітря, кількості опадів, сум дефіцитів насичення повітря водяною парою, запасів вологи у ґрунті на початок і кінець періоду, потенційного і фактичного вологоспоживання та вологозабезпеченості за період від наливу ягід до технічної стиглості кожного сорту;

- формується матриця даних показників якості врожаю винограду і показників ресурсів світла, тепла й вологи та визначаються парні і множинні коефіцієнти кореляції. А також складаються регресійні рівняння зв'язку.

Дана методика реалізована на прикладі визначення формування характеристик якості врожаю винограду сортів Одеський чорний, Сухолиманський білий і Мускат одеський (рис. 1), які відрізняються за темпами розвитку і, таким чином, за датами наступу фази наливу ягід (початку і масового) та дат технічної стиглості під впливом погодно-кліматичних умов, строками стиглості і технологічними характеристиками та вимогами до екологічних умов.

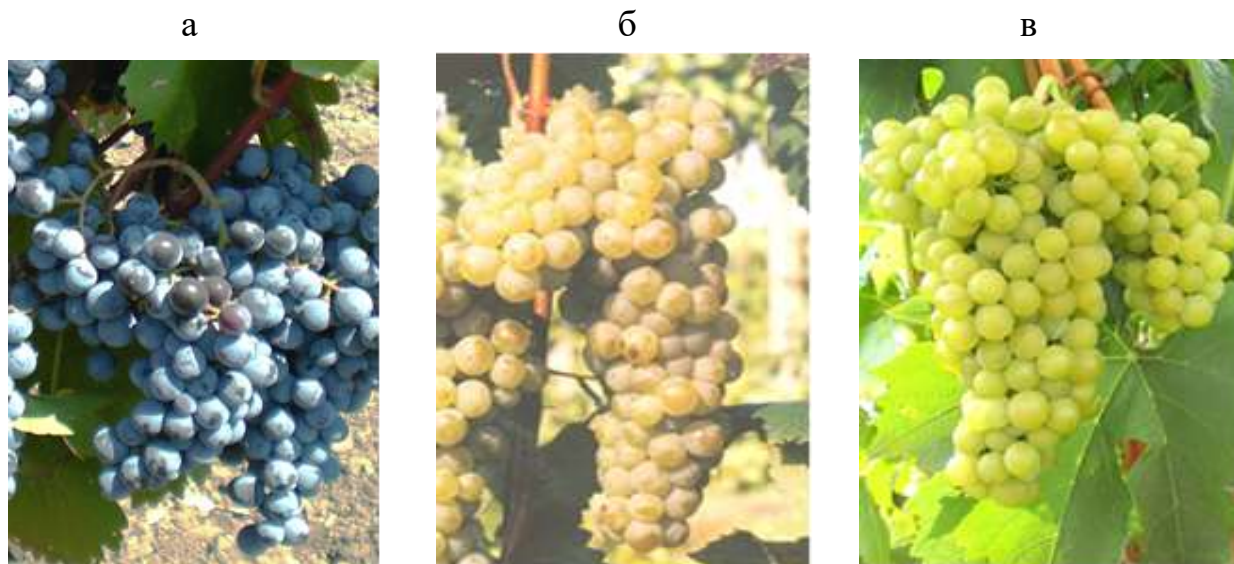


Рис. 1. Сорти винограду селекції ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» різних строків досягання [9]: а – Одеський чорний (пізній); б – Сухолиманський білий (середній); в – Мускат одеський (ранній)

Агробіологічну та еколого-господарську характеристику досліджуваних сортів представлено в табл. 1. До агробіологічних показників відносяться сила росту і відсоток визрівання пагонів, відсоток плодоносних пагонів, оптимальне навантаження пагонами, коефіцієнт плодоношення і коефіцієнт плодоносності, середня маса грона. До еколого-господарських показників відносяться строки стиглості, необхідні суми температур, морозостійкість, базові величини врожайності, вміст цукру і титрованих кислот.

2. Показники якості врожаю винограду та методи їх визначення

З близько 20 фізико-хімічних показників якості врожаю винограду, що характеризують фізико-хімічні (масова концентрація цукрів і титрованих кислот, показник рН), глюкоацидометричний показник ГАП та показник технічної зрілості ПТ, масова концентрація амінного азоту) і комплексу фенольних та окислювальних властивостей, ароматоутворюючого комплексу найбільшого поширення набули масова концентрація цукрів і титрованих кислот у ягодах винограду.

Вміст цукрів є основним показником якості врожаю винограду. У складі цукру відрізняють глюкозу і фруктозу, які є редукуючими цукрами та проявляють відновлювальну дію в мідно-лужному розчині. Співвідношення між вмістом глюкози та фруктози залежить

від ступеня досягання ягід винограду. В кінці дозрівання в ягодах в незначній кількості накопичуються й інші форми цукру: сахароза, галактоза, рамноза, рибоза, мелібіоза, ксилоза, мальтоза, рафіноза, дезоксирибоза.

Таблиця 1

**Агробіологічна (а) і еколого-господарська (б)
характеристика досліджуваних сортів**

а)

Сорт винограду	Сила росту пагонів	Визрівання пагонів, %	Відсоток плодоносних пагонів, %	Оптимальне навантаження пагонами, тис.шт./га	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
Сухолиман- ський 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

б)

Сорти винограду	Строки стигlosti, діб	Врожай- ність, т/га	Вміст цукру, г/100см ³	Титрована кислота, г/дм ³	$\Sigma T \geq 10$ °C, °C	Морозо- стійкість, °C
Мускат одеський	середньо- ранній, 135-145	8-11	20-21	7,7-8,0	2700- 2800	-27
Сухолиман- ський білий	середній, 145-150	8-12	17-19	8,0-10,0	2850- 2900	-22
Одеський чорний	пізній, 160-165	11-13	18-20	5,0-9,0	3000- 3200	-23

Вміст цукру у винограді залежить від біологічних особливостей сорту, території (географічної широти та довготи, висоти над рівнем моря, близькості до водойм), рельєфу (форм рельєфу, експозиції і крутості схилів), ґрунтів (типу, гранулометричного складу, вмісту органічних і неорганічних сполук, кислотності, рівня ґрунтових вод), погодно-кліматичних умов (інсоляції, режиму температур не тільки в період вегетації, а й в період зимового спокою, вологості повітря і ґрунту) та агротехніки вирощування.

Саме величина вмісту цукрів у ягодах винограду визначає кондицію сировини для використання. Вважають, що вміст цукрів у ягодах столового винограду повинен складати 12-15% і більше, для сушіння – 28% і більше, для соку – 16% і більше, для виноматеріалів (коньячних – 15-17%, шампанських – 17-20%, сухих столових білих і червоних – 18-22%, кахетинських – 22% і більше).

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

Техніка визначення. 200 см³ освітленого сусла наливають в циліндр, попередньо обполоснений цим же суслом, і встановлюють його на строго горизонтальній площині. Вимірюють температуру сусла та опускають в нього ареометр, шкала якого підбирається таким чином, щоб нижня його частина після занурення знаходилася на відстані не менше 1 см від дна циліндра. Ареометр не повинен торкатися стінок циліндра. Відлік показань знімають по верхньому меніску для забарвленого сусла і по нижньому – для білого.

Температура сусла повинна знаходитися в межах $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$. Якщо вона дорівнює $20 ^\circ\text{C}$, то щільність сусла буде точно відповідати вмісту цукру, зазначеному в спеціальній таблиці. В іншому випадку необхідно у показання ареометра внести поправку, яка складає 0,0002 на кожен градус. Якщо температура сусла нижче $20 ^\circ\text{C}$, поправку віднімають, якщо вище – додають.

Кислотність сусла, виноматеріалу і вина є одним з основних показників їх хімічного складу і смакових ознак. Органічні кислоти полегшують розчинення красильних речовин, а при поєднанні зі спиртами утворюють складні ефіри, які характеризують букет вин.

З органічних кислот у вині, які переважають, є яблучна і винна, що перейшли з винограду, а також молочна і бурштинова, які утворюються внаслідок яблучно-молочного і спиртового бродіння. На співвідношення яблучної та винної кислот впливають погоднокліматичні умови та технологія вирощування винограду. Підвищений вміст яблучної кислоти обумовлює неприємну різкість в смаку. При проходженні яблучно-молочного бродіння (ЯМБ) присмак «зеленої кислотності» зникає внаслідок перетворення яблучної кислоти в молочну. У незначній кількості присутні щавлева, лимонна, глюконова і глюкуронова кислоти. Вміст трьох останніх значно зростає при ураженні винограду сірою гниллю.

Всі кислі сполуки, які характеризують кислотність ягід поділяють на такі групи: загальна кислотність; титрована кислота; нетитрована кислота; зв'язана, напівзв'язана і вільна кислоти; летучі та нелетучі (постійні) кислоти, а також актуальна або активна кислотність. Концентрація титрованих кислот в суслі коливається в межах 5-14 г/дм³, а у вині – 4-9 г/дм³.

Кислотність вина відіграє важливу роль у запобіганні бактеріальних захворювань, впливає на швидкість ферментативних і окислювальних процесів, а також на стабільність вин. Слід зазначити, що величини титрованої кислоти дає дещо занижені значення в порівнянні з фактичним вмістом у суслі органічних кислот. Але, незважаючи на це, у практиці виноградарства і виноробства для характеристики якості виноградного соку і сусла користуються в основному даними про титровану кислоту, оскільки вона порівняно легко визначається і добре відображає зміни у часі й просторі суми органічних кислот в суслі. Концентрація титрованих кислот у суслі складає 5-14 , а у вині – 4-9 г/дм³.

Принцип методу. Визначення масової концентрації титрованих кислот (г/дм³) засноване на прямому титруванні соку титрувальним лужним розчином (*NaOH* або *KOH*) до нейтральної реакції розчину, яка встановлюється за допомогою індикатора. Ці показники вимірюються інструментально з досить високою точністю.

Устаткування. Конічна колба об'ємом 250-300 см³; бюретка об'ємом 25 см³; скляна паличка; нагрівальний прилад.

Реактиви. Гідроксид натрію або калію 0,1 М або 1 М розчину; розчин індикатора бромтимолового синього: 0,4 г індикатора розчиняють у 10 см³ спирту-ректифікату і доводять свіжокип'яченою, нейтралізованою до рН 7 водою до об'єму 100 см³ (інтервал переходу рН від 6 до 7,6, забарвлення в лужному середовищі – синє, в кислому – жовте); буферний розчин з рН 7: 107,3 г дигідрофосфату калію KH_2PO_4 розчиняють у 500 см³ 1 М розчину гідроксиду натрію і доводять водою до об'єму 1 дм³.

Техніка визначення. У конічну колбу відбирають 10 см³ сусла, додають 25 см³ води і нагрівають до початку кипіння, щоб видалити вуглекислий газ. До проби додають 1 см³ розчину бромтимолового синього і титрують 0,1 М розчином *NaOH* до появи зелено-синього забарвлення, після чого відразу доливають 5 см³ буферного розчину. Отриманий розчин слугує розчином порівняння. Потім в іншу конічну колбу відміряють 10 см³ сусла або вина, 30 см³ води, нагрівають до кипіння, додають 1 см³ індикатора і титрують 0,1 М

розчином $NaOH$ до появи забарвлення, ідентичного забарвленню розчину порівняння.

При титруванні сусл, у якому відсутнє бродіння, нагрівання необов'язкове. Розчин порівняння служить для серії визначень кислотності сусел (або вин), близьких за забарвленням.

Розрахунки. Концентрацію титрованих кислот виражають у міліграм-еквівалентах (мг-екв) на 1 дм³ або у г/дм³ у перерахунку на винну кислоту або, у разі плодово-ягідних вин, на яблучну кислоту, за формулою:

$$T = K \cdot V_i / V \cdot 1000$$

де T – концентрація титрованих кислот, мг-екв /дм³;

K – коефіцієнт поправки основи;

V_i – кількість 0,1 М розчину $NaOH$, витраченого на титрування, см³;

V – об'єм проби, см³;

1000 – множник для перерахунку на 1 дм³.

Величина K виражає кількість міліграм-еквівалентів або грамів кислоти, відповідне 1 см³ розчину $NaOH$. Для 1 см³ 0,1 М розчину до 1 М 0,1 мг-екв, або 0,0075 г винної, 0,0067 г яблучної та 0,0049 г сірчаної кислот. Підставляючи ці величини в формулу 2.1 і допускаючи, що V дорівнює 10 см³, після відповідних скорочень отримуємо для винної кислоти: $T = 0,75$, г/дм³.

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

3. Програма польового дослідження

Розроблено програму проведення польового дослідження, в завдання якого входили метеорологічні, фенологічні і біометричні спостереження на ділянках з технічними сортами винограду різних

строків досягання (рис. 2). В останні входить взяття ягід винограду для визначення вмісту цукрів і концентрації титрованих кислот.

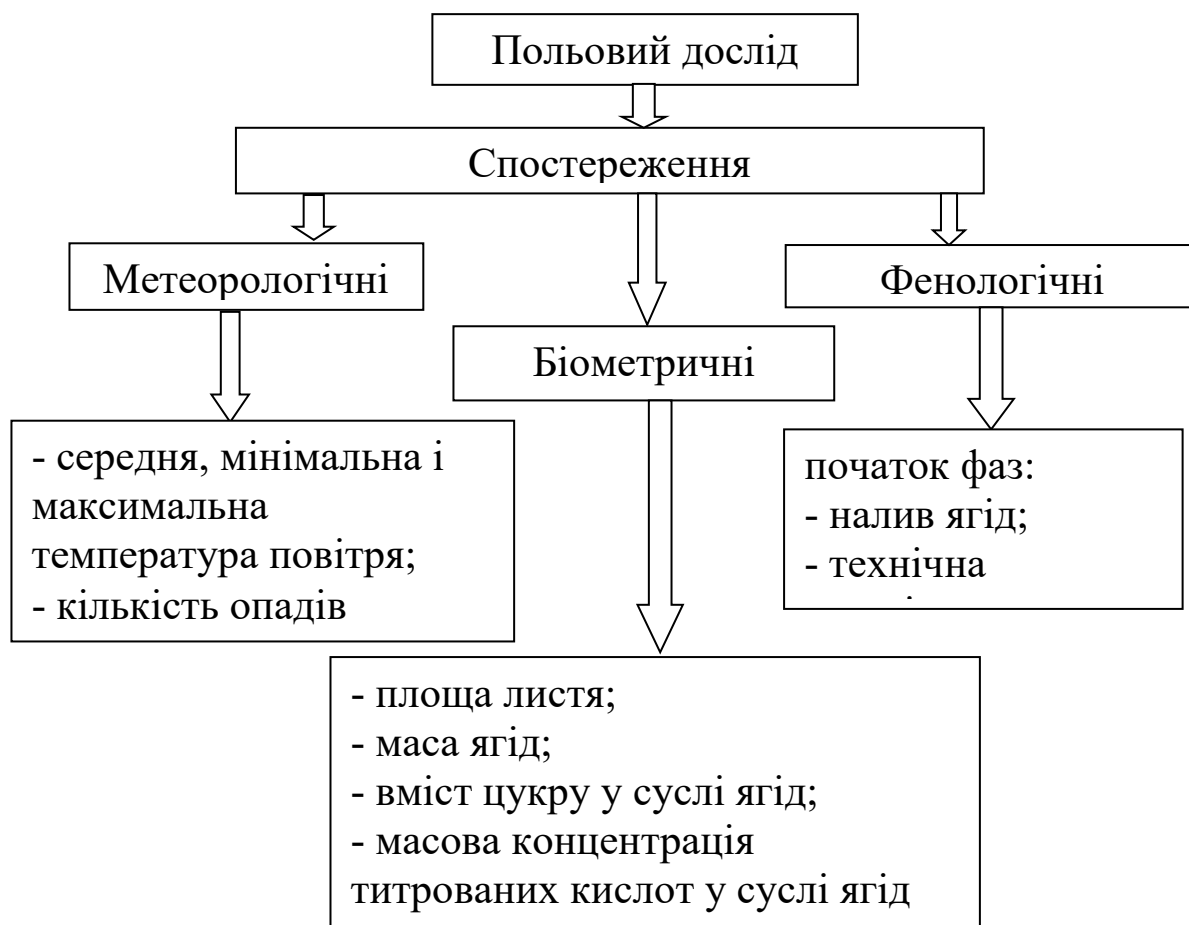


Рис. 2. Програма польового дослідження погодних умов формування якості врожаю винограду

Польовий дослід проводився з травня по жовтень від початку цвітіння до технічної стиглості та 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».

Схема розміщення ділянок різних сортів винограду показана на рисунку 3. Усі досліджувані ділянки розташовані в 65-му кварталі, першій і другій – клітках колекції ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова».



Рис. 3. Схема розміщення дослідних ділянок сортів Сухолиманський білий, Мускат одеський, Ароматний і Одеський чорний

Визначення дат наступу фаз наливу ягід (початку досягання) і технічної стиглості (збір врожаю) та відбір проб для аналізу вмісту цукру і титрованих кислот у ягодах винограду здійснювали через 5 діб. Для кожного із сорту обирали 40 кущів у 4-х повторностях – по дві повторності у двох суміжних рядах (рис. 4).



Рис. 4. Схема відбору кущів винограду для проведення досліджень

Паралельно, впродовж червня - жовтня, проводили спостереження за максимальними, середніми та мінімальними температурами повітря на метеомайданчику ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», за якими розраховували денні та нічні температури за уточненими Г.В. Ляшенко для південних областей України рівнянь, отриманих З.А. Міщенко для території європейської частини СНД [5].

4. Обробіток та узагальнення результатів досліджень

Найбільш точним є метод прямих розрахунків за стрічками термографа. Оскільки 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).

Наступним кроком є аналіз отриманих в результаті проведеного дослідження даних показників якості винограду за прикладом дослідження 2015 року (рис. 5), проведеного Ляшенко Г.В. і Соборовою О.М. [7-9]. Виявляються особливості динаміки накопичення цукру у ягодах винограду, зниження величин титрованих кислот і глюкоацидометричного показника для сортів різного строку дозрівання – Муската одеського, Сухолиманського білого й Одеського чорного.

Рівняння зв'язку між різними показниками термічного режиму

Місяць	R	ϵ_R	σ_d	$\sigma_{\max}$	$T_{\text{дн}} = a T_{\text{max}} + b$	S_y
$T_{\text{дн}}$ і T_{max}						
Червень	0,98	0,002	5,4	5,8	$T_{\text{дн}} = 0,91 T_{\text{max}} - 2,5$	$\pm 3,2$
Липень	0,97	0,003	5,1	5,4	$T_{\text{дн}} = 0,91 T_{\text{max}} - 2,2$	$\pm 3,6$
Серпень	0,99	0,001	5,3	5,4	$T_{\text{дн}} = 0,97 T_{\text{max}} - 3,2$	$\pm 2,2$
Вересень	0,98	0,002	5,5	6,0	$T_{\text{дн}} = 0,90 T_{\text{max}} - 2,0$	$\pm 3,1$
T_n і $T_{\text{мін}}$						
Червень	0,9	0,004	4,7	4,4	$T_n = 1,03 T_{\text{мін}} + 2,4$	$\pm 1,3$
Липень	0,9	0,004	4,0	4,0	$T_n = 0,96 T_{\text{мін}} + 3,2$	$\pm 1,1$
Серпень	0,9	0,003	4,6	4,3	$T_n = 1,04 T_{\text{мін}} + 2,0$	$\pm 1,1$
Вересень	0,9	0,003	5,0	4,8	$T_n = 1,01 T_{\text{мін}} + 2,7$	$\pm 1,2$

По кожному сорту окремо визначаються середні величини, дисперсія і коефіцієнт варіації показників якості врожаю винограду по повторностях (10 кущів) і по всіх повторностях разом (40 кущів). Розрахунки виконуються за формулами 1 – 3 [4]:

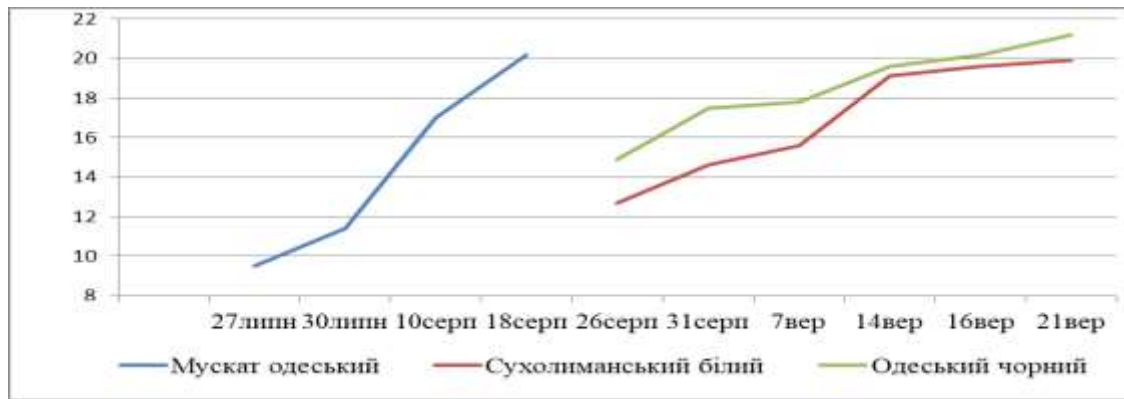
$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

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

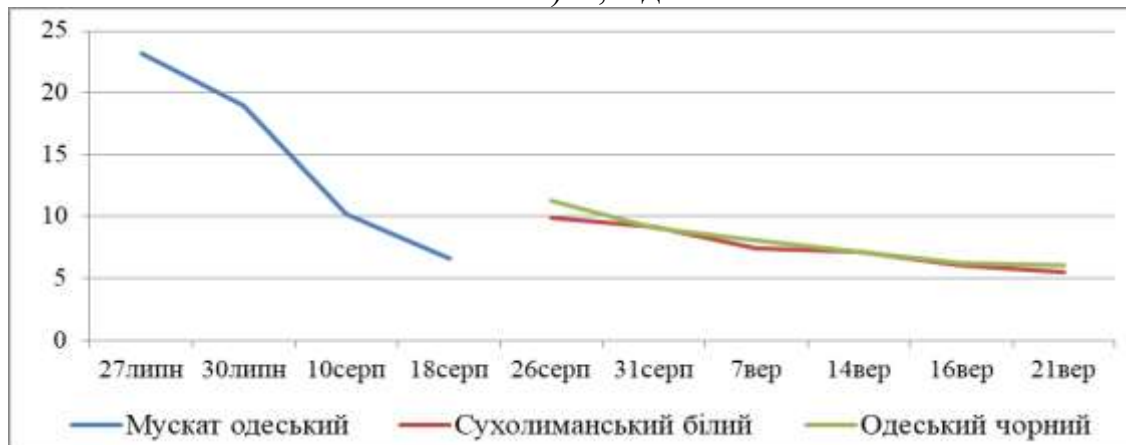
$$C_v = \frac{\sigma}{x} \quad (3)$$

Надалі за даними спостережень на метеорологічному майданчику за період від наливу ягід до технічної стиглості кожного сорту виконуються розрахунки середньодобових, денних і нічних температур повітря та аналізується динаміка цих показників. Одночасно виконується аналіз режиму опадів за цей період: дат випадання опадів та їх інтенсивність.

а) С, г/100см³



б) К, г/дм³



в) ГАП

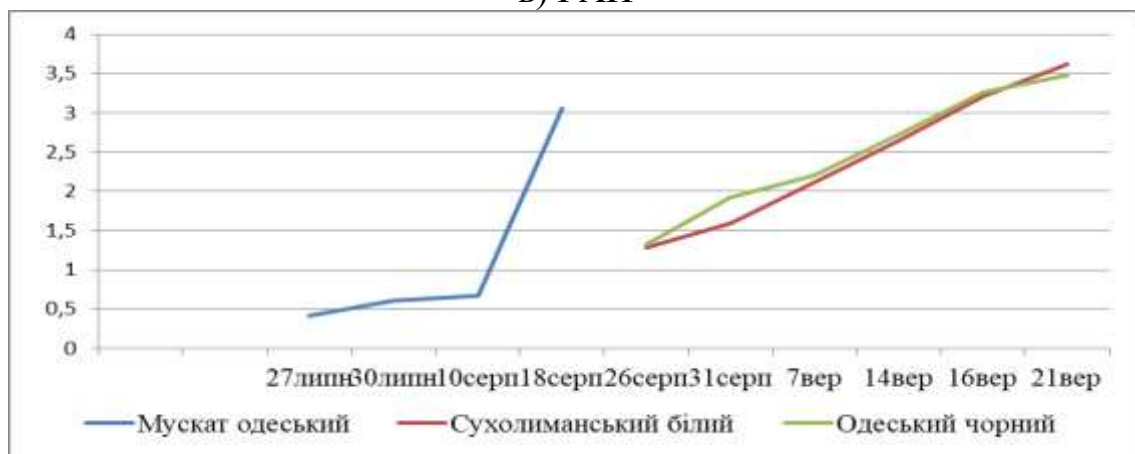


Рисунок 5. Динаміка (2015 р.): а) накопичення цукру (С, г/100см³); б) концентрації титрованих кислот; в) глюкоацидометричного показника

Паралельно за даними метеорологічних спостережень на найближчій гідрометеорологічній станції [1-2] виконуються розрахунки середньобаторічних величин (норм) за цей період усіх показників ресурсів світла, тепла і вологи, які можуть впливати на

якість врожаю винограду (табл. 3). Це величини тривалості сонячного сяйва (SS), сум сумарної (ΣQ) і фотосинтетично активної радіації ($\Sigma Q\phi$), сум середньодобових (ΣT_c), денних ($\Sigma T_{дн}$) і нічних (ΣT_n) температур повітря, різниці сум денних і нічних температур ($\Delta(\Sigma T_{дн} - \Sigma T_n)$), кількості опадів (R), сум дефіцитів насичення повітря водяною парою (Σd), запасів вологи у ґрунті на початок (W_p) і кінець (W_k) періоду, потенційного (E_o) і фактичного (E) вологоспоживання та вологозабезпеченості (V). Виконується порівняльний аналіз отриманих даних.

Таблиця 3

Форма представлення інформації про ресурси світла, тепла і вологи за період від наливу ягід до технічної стиглості сортів винограду

Ресурси	Сорт винограду		
	Мускат одеський	Сухолиманський білий	Одеський чорний
SS , годин			
ΣQ , МДж/м ²			
$\Sigma Q\phi$, МДж/м ²			
ΣT_c , °C			
$\Sigma T_{дн}$, °C			
ΣT_n , °C			
$\Delta(\Sigma T_{дн} - \Sigma T_n)$, °C			
$\Sigma T_{дн} / \Sigma T_n$, відн. вел			
O , мм			
Σd , мм			
W_p , мм			
W_k , мм			
W_c , мм			
E_o , мм			
E , мм			
V , %			
ГТК, відн. вел.			

Формується матриця даних з окремих показників якості врожаю

винограду для кожного із сорту і показників ресурсів світла, тепла й вологи по повторностях і в цілому по 40 кущам. Із застосуванням прикладної програми «Статистика» виконуються розрахунки дисперсії і коефіцієнт варіації по кожному із показників матриці, з наступним визначенням парних і множинних коефіцієнтів кореляції та складаються регресійні рівняння зв'язку.

5. Агрокліматична модель формування якості врожаю винограду та перевірка її адекватності

У досліджуваному етапі 2022 року застосовуємо інший підхід моделювання формування якості врожаю винограду під впливом погодно-кліматичних умов, який вважаємо більш ефективним. Розроблений метод моделювання формування якості врожаю винограду полягає у врахуванні показників цих умов через коефіцієнти впливу.

В моделі визначення накопичення цукру і концентрація кислоти у винограді виконується за період від наливу ягід до повної технічної стиглості, загальний вигляд якої представлено формулами 4 і 5:

$$C_i^c = \bar{C}_i \cdot K_1^c(SS) \cdot K_2^c(\sum Q_\Phi) \cdot K_3^c(\sum T_c) \cdot K_4^c(\sum T_{\text{дн}}) \cdot K_5^c(\sum T_{\text{н}}) \cdot K_6^c(\Delta(\sum T_{\text{дн}} - \sum T_{\text{н}})) \cdot K_7^c(\sum R) \cdot K_8^c(\sum d) \quad (4)$$

$$A_i^A = \bar{A}_i \cdot K_1^A(SS) \cdot K_2^A(\sum Q_\Phi) \cdot K_3^A(\sum T_c) \cdot K_4^A(\sum T_{\text{дн}}) \cdot K_5^A(\sum T_{\text{н}}) \cdot K_6^A(\Delta(\sum T_{\text{дн}} - \sum T_{\text{н}})) \cdot K_7^A(\sum R) \cdot K_8^A(\sum d) \quad (5)$$

де C_i^c - вміст цукру у ягодах винограду будь-якого сорту в різні роки;

$\bar{C}_i$ – базова величина вмісту цукру у ягодах винограду конкретного сорту.

Коефіцієнти впливу погодно-кліматичних умов на накопичення цукру у ягодах винограду:

$K_1^c(SS)$ – тривалість сонячного саява;

$K_2^c(\sum Q_\Phi)$ – суми фотосинтетично активної радіації;

$K_3^c(\sum T_c)$ – суми середньодобових температур повітря вище 10 °С;

$K_4^c(\sum T_{\text{дн}})$ – суми денних температур повітря вище 10 °С;

$K_5^c(\sum T_{\text{н}})$ – суми нічних температур повітря вище 10 °С;

$K_6^c(\Delta(\sum T_{\text{дн}} - \sum T_{\text{н}}))$ – різниці між сумами денних та нічних температур повітря вище 10 °С;

$K_7^c(\Sigma R)$ – суми опадів;

$K_8^c(\Sigma d)$ – суми дефіциту насичення вологи у повітрі.

A_i' – концентрація титрованої кислоти у ягодах винограду будь-якого сорту в різні роки;

$\bar{A}_i$ – базова концентрація титрованої кислоти у ягодах винограду конкретного сорту.

Коефіцієнти впливу погодно-кліматичних умов на концентрацію титрованої кислоти у ягодах винограду:

$K_1^A(SS)$ – тривалість сонячного саява;

$K_2^A(\Sigma Q_\phi)$ – суми фотосинтетично активної радіації;

$K_3^A(\Sigma T_c)$ – суми середньодобових температур повітря вище 10 °С;

$K_4^A(\Sigma T_{\text{дн}})$ – суми денних температур повітря вище 10 °С;

$K_5^A(\Sigma T_{\text{н}})$ – суми нічних температур повітря вище 10 °С;

$K_6^A(\Delta(\Sigma T_{\text{дн}} - \Sigma T_{\text{н}}))$ – різниці між сумами денних та нічних температур повітря вище 10 °С;

$K_7^A(\Sigma R)$ – суми опадів;

$K_8^A(\Sigma d)$ – суми дефіциту насичення вологи у повітрі.

Базові величини вмісту цукру і концентрації титрованих кислот у ягодах винограду конкретного сорту та коефіцієнти впливу погодно-кліматичних умов. Загальний вигляд такої інформації з переліком коефіцієнтів показано в табл. 4. Коефіцієнти можуть змінюватися від 0,50 до 1,0. Чим більше цей коефіцієнт наближено до 1,0, тим більший вплив показника погодно-кліматичних умов.

За формулами 4 і 5 проводитиметься моделювання формування якості винограду по окремих сортах. Перевірка розробленої агрокліматичної моделі буде здійснюватися на прикладі 2014-2015 і 2023-2024 років, коли проводився польовий дослід.

Як приклад розглянемо перевірку агрокліматичної моделі за даними польового дослідження і агрохімічного аналізу, який здійснювався при виконанні дисертаційної роботи аспірантки Соборової О.М. в рамках філії кафедри агрометеорології та агроекології Одеського державного екологічного університету в ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» в 2014-2015 рр. Проводилися фенологічні спостереження за фазами розвитку сортів винограду Мускат одеський, Таїровський чорний і Сухолиманський білий.

Таблиця 4

**Форма представлення інформації по коефіцієнтах впливу
погодно-кліматичних умов на формування якості врожаю
винограду на кінець досягання**

Показники	Сорти винограду			Показники	Сорти винограду		
	Мускат одеський	Сухолиман- ський білий	Одеський чорний		Мускат одеський	Сухолиман- ський білий	Одеський чорний
$\bar{C}_i$				$\bar{A}_i$			
$K_1^C(SS)$				$K_1^A(SS)$			
$K_2^C(\sum Q_\phi)$				$K_2^A(\sum Q_\phi)$			
$K_3^C(\sum T_c)$				$K_3^A(\sum T_c)$			
$K_4^C(\sum T_{дн})$				$K_4^A(\sum T_{дн})$			
$K_5^C(\sum T_n)$				$K_5^A(\sum T_n)$			
$K_6^C(\Delta(\sum T_{дн} - \sum T_n))$				$K_6^A(\Delta(\sum T_{дн} - \sum T_n))$			
$K_7^C(\sum R)$				$K_7^A(\sum R)$			
$K_8^C(\sum d)$				$K_8^A(\sum d)$			

Встановлено, що дати настання фази утворення ягід у 2014 році спостерігалися в кінці липня – на початку серпня, а технічної стиглості – в середині вересня і майже не відрізнялися у сортів. У 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. 5а) – від 10 до 27,9 г/100 см³ в 2014 році і від 9,5 до 20,2 г/100 см³ – в 2015 році. У сортів Сухолиманський білий і Одеський чорний ці величини відповідно

складали 17,5-19,7 та 17-18,6 г/100 см³ в 2014 році і 12,7-19,9 та 14,9-21,2 г/100 см³ – у 2015 році.

Відзначається майже пропорційне збільшення вмісту цукру кожні 3-4 дні рівно для трьох ярусів. При цьому, на початку періоду дещо більша концентрація спостерігається у ягодах винограду нижнього ярусу, що пов'язано зі зменшенням площі листової поверхні кушта. Таким чином, збільшення концентрації цукру у ягодах складає 9,6-10,7 г/100 см³.

Титрована кислота зменшується від 18,9-19 г/100 см³ до 6,4-6,6 г/дм³. При цьому, по ярусах кушта не відзначається стійкої закономірності у зміни величин. Зменшення ж концентрації кислоти по ярусах становить відповідно 14,9; 16,6 і 15,2 г/дм³. Тобто, за абсолютною величиною, величина зміни концентрації кислоти перевищує зміну вмісту цукру (рис. 6б).

Комплексний показник якості врожаю винограду – глюкоацидометричний показник ГАП – зростає 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. Показник, який характеризує відношення денних і нічних температур, впродовж усього періоду змінювався від 1,1 до 1,5.

За даними вмісту цукрів та титрованих кислот 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. Коефіцієнти детермінації досить високі – 0,90-0,92 (рис. 6).

Глюкоацидометричний показник, як комплексний показник якості соку винограду, збільшується від 0,45 до 5,17 в 2014 році і від 0,41 до 3,06 – в 2015 році у сорту Мускат одеський. У сортів Сухолиманський білий і Одеський чорний ГАП відповідно складає 2,54-3,5 та 1,28-3,49 (рис. 5в). Різниця ГАП у цих сортів невелика, але нижчі величини відмічаються у сорту Сухолиманський білий. А вміст цукру в ягодах винограду збільшувався від 9,5-10,6 до 20,2 г/100 см³.

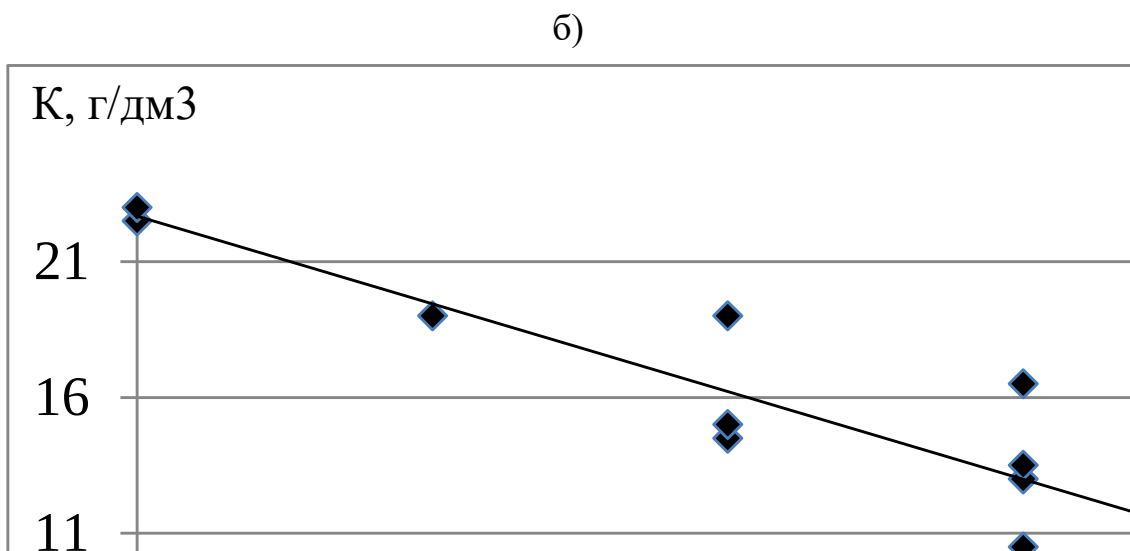
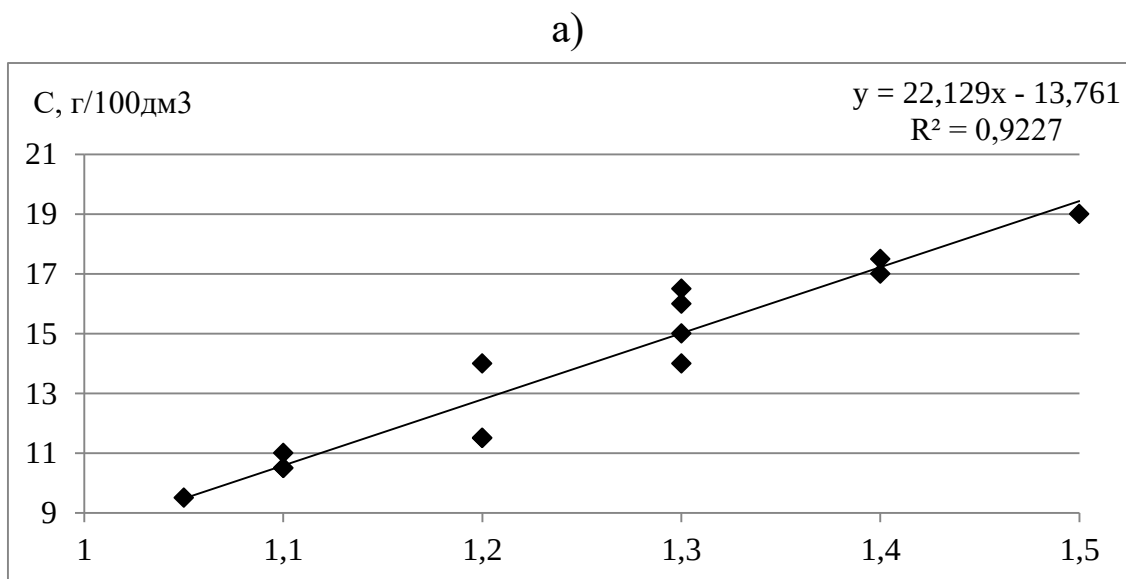


Рисунок 6. Зв'язок показників якості врожаю винограду: а) - вмісту цукру; б) - концентрації титруємої кислоти сорту Мускат одеський з відношенням денних і нічних температур ($T_{дн}/T_{н}$) в період дозрівання

ВИСНОВКИ

В представленій методиці показано етапи проведення досліджень оцінки впливу погодно-кліматичних умов на накопичення цукрів, концентрації титрованих кислот та динаміки глюкоацидиметричного показника у ягодах винограду сортів різних строків дозрівання. Розглядається методика проведення польового дослідження й лабораторних аналізів, які включають терміни їх проведення та розрахунки окремих агрокліматичних показників стосовно винограду.

Дано детальну агробіологічну та еколого-господарську характеристику досліджуваних сортів і території проведених досліджень.

Обґрунтовано використання показників агрокліматичних умов та розглядається модель формування якості врожаю винограду за вмістом цукрів і титрованих кислот.

На прикладі пошукових досліджень 2014-2015 рр. показано приклад аналізу впливу погодно-кліматичних умов на формування якості врожаю винограду і перевірки адекватності розробленої раніше моделі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Агрокліматичний довідник по території України /за ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко. Житомир : Полісся, 2019. 82 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. Ампелографічний атлас сортів і форм винограду селекції Національного наукового центру «Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова». Вид. друге, доп. Київ : Аграрна наука, 2024. 142 с.
4. Ляшенко Г. В. Практикум з агрокліматології : навч. посібник. Одеса : ТЕС, 2014. 150 с.
5. Ляшенко Г. В., Мельник Е. Б., Суздальова В. І. Оцінка мінливості агрокліматичних умов вегетаційного періоду і адаптивних реакцій винограду у зв'язку із зміною клімату. *Виноградарство і виноробства* : мівід. темат. наук. зб. Одеса : Optimum, 2007. Вип. 44. С. 59-67.
6. 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.
7. 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.
8. Ляшенко Г. В., Соборова О. М. Моделювання формування якості винограду технічних сортів під впливом агрометеорологічних умов в Північному Причорномор'ї. *Фізична географія та геоморфологія*. Київ, 2017. Вип. 1 (85). С. 113-121.
9. Ляшенкко Галина, Жигайло Тарас. Вплив змін клімату на продуктивність винограду до 2050 року в Україні. *Агрометеорологічне забезпечення агропромислового комплексу України в умовах зміни клімату: матеріали наради-семінару спеціалістів агрометеорологів обласних гідрометеорологічних організацій Державної служби України з надзвичайних ситуацій*. (Вінниця, 11-15 вересня 2023 р.). Вінниця, 2023. 11 с.
10. Zhygailo T. Application of the method of mathematical modeling to assess the influence of agrometeorological conditions on the productivity of grapes. *Italian Science Review*. 2014. Vol. 14 (4). Available at URL: <http://www.ias-journal.org/archive/2014/april/Zhygailo.pdf>.

11. Marinin E. I., Lyashenko V. A. Tendency in frost damage change s in 2011-2050 on the South of Ukraine (based on climate change scenario A1B and A2). *European Applied Sciences. Stuttgarrrt:ORT Publishing*. 2014. N 10. P. 64-67.
12. Lyashenko V. A. Application of mapping method in the agro-climatic research. *International Journal of Research in Earth and Environmental Sciences*. 2015. No. 01. Vol. 03. Pp. 49-52.
13. Soborova O., Lyashenko V. Evaluation of radiation-thermal resources during a grapes growing period. *International Journal of Research in Earth and Environmental Sciences*. 2017. No. 1. Vol. 8. Pp. 1-6 (розрахунки).
14. 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.
15. Monsi M., Saeki T. Uber den Lichtfactor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung fur die Stoffproduction. *Jap. J. Bot.* 1953. Vol. 14. S.
16. Parker A. K., De Cortázar-Atauri I. G., Chuine I. et al. Classification of varieties for their timing of flowering and veraison using a modelling approach: a case study for the grapevine species *Vitis vinifera* L. *Agric. For. Meteorol.* 2013. Vol. 180, P. 249–264. doi: 10.1016/j.agrformet.2013.06.005
17. Parker A. K., de Cortázar-Atauri I. G., GénY L. et al. Temperature-based grapevine sugar ripeness modelling for a wide range of *Vitis vinifera* L. cultivars. *Agric. For. Meteorol.* 2020. Vol. 285. P. 107902. doi: 10.1016/j.agrformet.2020.107902
18. Sadras V. O., and McCarthy M. G. Quantifying the dynamics of sugar concentration in berries of *Vitis vinifera* cv. Shiraz: a novel approach based on allometric analysis. *Aust. J. Grape Wine Res.* 2007. Vol. 13. P. 66–71. doi: 10.1111/j.1755-0238.2007.tb00236.x
19. Santesteban L. G., and Royo J. B. Water status, leaf area and fruit load influence on berry weight and sugar accumulation of cv. ‘Tempranillo’ under semiarid conditions. *Sci. Hortic.* 2006. Vol. 109. P. 60–65. doi: 10.1016/j.scienta.2006.03.003.e.
20. Bruno Suter, Agnes Destrac Irvine, Mark Gowdy, Zhanwu Dai and Cornelis van Leeuwen. Adapting Wine Ripening to Global Change Requires a Multi-Trait Approach. *Frontiers in Plant Science*. 2021. www.frontiersin.org |volume 12| Article 624867.

21. Fotoula Droulia and Ioannis Charalampopoulos. A Review on the Observed Climate Change in Europe and Its Impacts on Viticulture. *Atmophere*. 2022. Vol. 13. P. 837. <https://doi.org/10.3390/atmos13050837>

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. Структура методики	4
2. Показники якості врожаю винограду та методи їх визначення	6
3. Програма польового досліджу	10
4. Обробіток та узагальнення результатів дослідження	13
5. Агрокліматична модель формування якості врожаю винограду та перевірка її адекватності	17
ВИСНОВКИ	21
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	23

Наукове-практичне видання

**Методика оцінки впливу погодно-кліматичних умов на
формування якості врожаю сортів винограду різних за строками
достигання**

Ляшенко Галина Віталіївна
Мельник Елла Борисівна
Бузовська Марина Борисівна
Попова Ганна Константинівна
Мандич Олеся Михайлівна

Головний редактор І.А. Ковальова
Відповідальний редактор Н.А. Мулюкіна
Технічний редактор: Г.О. Возняк, В.М. Суховілова
Коректор О.С. Запорожан

Здано до друку 22.04.2024 р. Підписано до друку 07.05.2024 р.
Формат 60 x 84/32. Папір офсетний. Гарнітура TimesNewRoman.
Друк цифровий.

Наклад 100 прим. Замовлення № 152

Видавництво ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова»,
65496, м. Одеса, смт. Таїрове,
вул. 40-річчя Перемоги, 27
тел./факс +(048) 740-36-76
Email: iviv_ nnc@ukr.net
www.tairov.org.ua

Свідоцтво ДК № 2903 від 17.07.2007 р.