

38.1 mm,  $GTK=0.65$ ), July – 21.6 °C, the amount of precipitation was 72.7 mm. In August, the maximum air temperature was 38.3 °C, precipitation was 8.6 mm, and  $GTK$  was 0.12. The beginning and middle of autumn were abnormally warm. The sum of active temperatures during the growing season was 3416.4 °C (with a norm of 3064 °C). Such weather conditions contributed to the improvement of the taste qualities of pear fruits, and did not have a negative impact on the preservation of fruits.

**Key words:** pear, variety, elite form, fruits, keeping quality, RGS, cold storage, fruit shape.

Одержано редколегією 19.07.2024

DOI: 10.35205/0558-1125-2024-79-106-128

УДК: 634.8:551.58

## **ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ВИНОГРАД (*VITIS VINIFERA* L.) ТА МОЖЛИВІ АДАПТАЦІЇ КУЛЬТУРИ**

**А.В. ШТІРБУ**, доктор філософії

**Г.В. ЛЯШЕНКО**, доктор геогр. наук, професор

**М.Б. БУЗОВСЬКА**, кандидат с-г. наук

ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова» НААН України, 65496, Одеська область, сщ. Таїрове, вул. Перемоги, 27, e-mail: iviv\_nnc@ukr.net

*У статті наведено аналіз вітчизняних та зарубіжних літературних джерел, в яких відображені наукові проблеми теорії, практики та перспективи сучасного виноградарства у контексті зміни клімату. Визначені основні реакції винограду на умови зміни клімату та основні стратегії адаптації культури до умов дефіциту ґрунтової вологи на територіях обмеженого природнього зволоження. Встановлено актуальність вивчення проблеми стабілізації культури винограду за оптимізації параметрів системи ведення куців, площі їх живлення та агротехніки на виноградниках з метою адаптації до зміни природних умов.*

**Ключові слова:** виноград, агробіологія, посухостійкість, жаростійкість, зрошення, сорт, підщепа, агротехніка.

Клімат є ключовим фактором для культури винограду, тому інформація про прогнозовану його зміну та відносну глобальну дію становить великий практичний інтерес [1]. З історичних описів відомо, що клімат Півдня України в античний час був дещо суворішим і прохолоднішим, ніж нині. Однак, у приморській частині регіону, а також у гирлах і нижній течії великих річок були всі умови для вирощування культур, звичних для тодішніх греків – винограду, пшениці, ячменю, просо, овочів, за винятком тільки оливкового дерева [2].

Природні умови в той час були мало придатні для культурних сортів винограду Греції, Малої Азії та Кавказу. Палеонтологічними дослідженнями встановлено, що на території Північного Причорномор'я культивувались в основному сорти культурного винограду балканських країн, західної Грузії та частково малої Азії, які характеризувались коротшим часом вегетації та більшою морозостійкістю [3, 4].

На теперішній час зміна клімату визнається переважною більшістю наукової спільноти у Світі. Для традиційних виноробних регіонів помітні такі зміни клімату як потепління та збільшення ступеню посушливості територій, які створюють ризик для сталого виробництва виноградарсько-виноробної продукції високої якості [5].

Прогнозовані зміни клімату для європейських виноробних регіонів у найближчі десятиліття можуть суттєво змінити сортове районування та спеціалізацію. Підвищиться ризик для сталого виробництва через можливі дефіцити ґрунтової вологи [6].

Якість виноградно-виноробної продукції, кліматичні умови та географічне походження тісно пов'язані між собою. Зміна клімату ускладнює проблему сталого виробництва. Для наукової спільноти вирішення проблеми адаптації культури винограду до умов клімату, що змінюються, з метою стабілізації якості продукції вимагає нових наукових підходів, міждисциплінарних досліджень та розробок [7, 8, 9].

Глобальна зміна клімату безперечно впливатиме на приріст врожаю та якість винограду. Перспективні рішення повинні будуть спрямовані на мінімізацію сезонних коливань середовища та оптимізацію стійкого виробництва високоякісних ягід для певних категорій виноробної продукції у посушливих умовах [10, 11, 12].

Модельні прогнози зміни температурного режиму та посушливості для різних виноробних регіонів Світу на 2030 та 2070 роки представлені в роботі L. Webb та ін. [13]. Показано, що потепління прогнозується для всіх регіонів, у більшому ступені на континентальних широтах Північної півкулі, у меншому – Південної півкулі, а також прибережних районах. Прогноз річної кількості опадів за розрахунками низки моделей свідчить про зменшення ступеня посушливості для регіонів високих широт, наприклад для Нової Зеландії, Мозельської долини, Північного Орегону, провінції Шаньдун. Однак для регіонів південної Європи, Австралії та Південної Африки прогнозується збільшення ступеня посушливості.

В роботах [14, 15, 16] представлений аналіз зареєстрованих метеорологічних даних Румунії, який дозволив виявити чіткі тенденції зміни кліматичних факторів. Зокрема, за останні 75 років відзначається збільшення середніх річних значень температури повітря та зменшення суми опадів. Поряд із цим почастишало таке екстремальне явище як дефіцит ґрунтової вологи упродовж вегетації винограду. Наслідки цих змін істотно впливають на кількість та якість врожаю культури. Одночасно з посухами спостерігаються сильні вітри, а також метеорологічне явище – крижаний дощ, який часто ушкоджує виноградні рослини.

Основні висновки про кліматичні показники України та їх прогнози викладено у роботі L. Wilson та ін. [17]. Показано, що температура доквілля збільшилася на 1,5 °C упродовж останніх 30 років. За сценарієм помірної концентрації парникових газів очікується, що порівняно з показниками на кінець XX століття середньорічні температури можуть підвищитися на 1,2-3,0 °C до кінця XXI століття. Збільшиться дефіцит ґрунтової вологи, особливо на території півдня, та пом'якшиться зимовий період.

У процесі досліджень стало очевидним, що дані літератури щодо впливу змін клімату на виноград фрагментарні, описують проблему тільки для певної території, сорту та/або технології. У зв'язку з цим, інтерес теоретичного дослідження полягає як у вивченні реакцій винограду на умови зміни клімату, так й розроблення основних стратегій адаптації культури.

**1. Агробіологічні реакції винограду на умови зміни клімату.** Виноград – модельний вид багаторічних культур, який широко використовуються в біокліматичних дослідженнях. Залежно від температури доквілля змінюються як календарні дати настання та тривалості фенологічних фаз розвитку рослин, так й фізіолого-біохімічні процеси їх росту [18, 19].

Зміна температурного режиму в зв'язку з глобальним потеплінням може впливати на фенологію винограду [20, 21, 22, 23]. Так, М. Ramos та ін. [24] для умов Рібера-дель-Дуеро (Іспанія) розробили прогнози фенологічних фаз розвитку сортів винограду Tempranillo та Каберне Совіньон за різних сценаріїв глобального потепління. Показано, що у 2030-х, 2050-х та 2070-х роках фенологічна фаза «розпускання бруньок» може наступати раніше на 2-3, 3-5 та 5-9 днів; фаза «цвітіння» – до 5-ти, 10-ти та 16-ти днів, відповідно. Початок збору врожаю може прискорюватися на 23-35 днів до 2070 року.

Однак слід врахувати, що просторова мінливість температури за умовами рельєфу у регіоні Бордо (Франція) може давати відмінності у термінах досягання винограду до 20 днів [25]. Окрім температури на якість виноградних вин Бургундії значною мірою впливають умови зволоження ґрунту, особливо їх розподіл упродовж періоду вегетації. Так, високоякісні «вінтажні» вина вірогідніше було б виробляти з винограду, коли в процесі його вегетації в фазу «розпускання бруньок» випадає достатньо опадів, а в фазу «досягання ягід» опади відсутні [26].

Глобальне потепління у поєднанні зі зменшенням та нерівномірним розподілом опадів викликає прискорене досягання винограду, що призводить до небажаного збільшення концентрації спирту у вині, з неоптимальним кольором і нетиповим смаком [27]. G. Gambetta та ін. [28] вивчено взаємозв'язок змінних умов клімату з показниками якості виноградних вин в умовах відомих регіонів червоного вина Долини Напа (Каліфорнія, США) та Бордо (Франція). Показано, що до теперішнього часу потепління сприяло підвищенню якості сировини для вина. Проте за умов подальшого збільшення температури середовища прогнозується погіршення якості червоного вина у традиційних виноробних регіонах.

За даними D. Molitor та ін. [29] в умовах виноробного регіону Люксембург температура повітря в період фази «досягання ягід» у майбутньому може підвищитись на +4,6...+5,3 °С, а середньорічні значення – на +2,6 °С. За таких умов процеси цукронакопичення та кислото-пониження в ягодах відбуватимуться у несприятливих температурних режимах, що сприятиме формуванню нетиповості виноградних вин.

Посилення посушливості та підвищення температурного режиму в долині Баросса (Австралія), які спостерігаються останніми десятиріччями, сприяють зміні профілю виноградного вина з сорту Shiraz. Прогнозується, що подальше зростання дефіциту ґрунтової вологи, який до теперішніх часів сприяв збагаченню виноградних вин фенольними речовинами, може погіршувати якість продукції виноробства [30].

Коливання природних умов змінюють якість винограду та вина районаних сортів в основних виноробних регіонах Румунії. Так, в найбільш спекотні роки врожай сортів Совіньон та Піно сірій відрізняється підвищеним вмістом цукру в ягодах, що відповідно збільшує вміст спирту у вині після бродіння [32]. Прискорений процес цукронакопичення в ягодах сорту Feteasca regala відбувається при одночасному кислотопониженні суслу до рівнів, що потребують додаткових заходів з його штучного підкислення під час виробництва виноградних вин [31].

**2. Посухо- та жаростійкість виноградних рослин.** Прогнози зміни клімату свідчать про подальше збільшення дефіциту ґрунтової вологи для культури винограду, особливо в районах обмеженого або нестійкого зволоження, де часто спостерігаються посушливі періоди у літні місяці [33].

Відомо, що водний дефіцит для рослин створюється, коли рівень витрати води під час транспірації перевищує рівень її надходження. Тимчасове в'янення

листіків через водний дефіцит часте явище на виноградних плантаціях у дні зі спекотною та сонячною погодою. За доступності для рослин ґрунтової вологи у вечірній та нічній час відбувається насичення водою всіх органів рослин. Однак глибоке в'янення листків при відсутності у ґрунті доступної води може призводити до загибелі рослин, особливо при ураженні їх хронічними хворобами багаторічної деревини [34].

Дія посухи спочатку призводить до зменшення у клітинах листків вільної води, що у подальшому призводить до зменшення активності фотосинтезу та активації зворотного процесу дихання [35]. Процес сповільнюється в основному через нестачу CO<sub>2</sub> під час закривання продохів, а також затримки відтоку продуктів фотосинтезу з листків. Відновлення фотосинтетичної діяльності листків приблизно відбувається на п'ятий день після насичення тканин водою [36].

Виноград відноситься до рослин мезофітів з деякими ознаками ксероморфізму. Пристосування до посушливих умов забезпечують глибоко проникаюча коренева система, що дозволяє рослинам вегетувати під час дефіциту вологи у верхніх шарах ґрунту, а також ознаки ксероморфної структури листків – товста кутикула, опушеність листкової пластинки, тощо [37].

Культурні сорти винограду проявляють анатомічні адаптації листків до екстремальних для рослин умов навколишнього середовища, наприклад таких, як клімат туніської Сахари (Rjim-Mâatoug). У таких умовах на листках рослин збільшується товщина кутикули та зовнішньої епідермальної клітинної стінки [38].

Водний дефіцит різною мірою діє на різні органи рослин винограду. Так, у роботі [39] показано, що однорічний приріст зеленої маси більш схильний до впливу посухи, ніж багаторічні органи. В умовах дефіциту ґрунтової вологи продукти фотосинтезу інтенсивніше використовуються на накопичення в деревині та коренях, ніж на ріст пагонів та плодів.

На водний дефіцит рослин істотно впливають водні властивості ґрунтового покриву. Наприклад, в умовах Південної Африки рослини винограду на сланцевих ґрунтах з великим вмістом дрібних частинок, в порівнянні з гранітними ґрунтами, піддавалися меншому водному дефіциту, особливо в посушливі роки. У таких умовах на сланцевих ґрунтах якість винограду та вина була вищою, ніж на гранітних. Однак у вологі та прохолодніші роки спостерігається зворотна залежність [40, 41].

Слід зазначити, що помірний водний дефіцит у період досягання ягід підвищує якість урожаю винограду, особливо призначених для виноробства. Вино з урожаю винограду, вирощеного в таких умовах, часто називають «преміум-клас» [46, 45, 44, 43, 42]. Однак тривала дія дефіциту ґрунтової вологи негативно впливає на якість винограду та вина [47, 48].

Адаптивні реакції рослин до водного дефіциту відбуваються на рівні гормональної регуляції. Стресор збільшує концентрацію абсцизину в тканинах листків, що викликає закривання продохів та зниження транспірації [49]. Обробка листкової поверхні екзогенним регулятором росту також може пригнічувати транспірацію в умовах посухи [50, 51].

Під час дії посухи поряд із зневодненням відбувається перегрів рослин. Високі температури знижують фотосинтетичну діяльність рослин винограду, при цьому ефективність використання води збільшується [52]. Наприклад, у відповідь на дефіцит ґрунтової вологи на листках може спостерігатися зниження щільності продохів, що може запобігати надмірній витраті води на транспірацію [39].

У практиці виноградарства для підвищення посухостійкості та стійкості

рослин до перегріву застосовують позакореневі обробки препаратами на основі біологічно активних речовин [53] або плівкоутворюючих антитранспірантів [54].

Стрес може викликати неспецифічну реакцію рослин у вигляді усихання ягід винограду під час їх достигання. Ознаки такої реакції спостерігаються при сумісній дії таких несприятливих факторів середовища як дефіцит ґрунтової вологи, низька відносна вологість повітря та підвищений температурний режим [55].

Негативна дія високих температур у літні місяці може пом'якшуватися за достатньої кількості доступної води для рослин. На добре политих виноградниках висока температура повітря збільшує провідність продохів і транспірацію, що знижує температуру листків, посилює приріст зеленої біомаси та фотосинтетичну діяльність [56].

Водний потенціал листків винограду швидко реагує на будь-яку зміну світло поглинання та транспірації. Нестача або надлишок доступної для рослин води зменшує її транспіраційні витрати. Виноградна лоза має загальну систему регулювання, яка спонукає рослину заощаджувати воду, навіть якщо запасів достатньо [57].

За даними Е. Edwards та ін. [58] негативний вплив високої температури повітря (40-45 °С) на фізіологічні процеси винограду сорту Каберне Совіньйон був більш інтенсивним на рослинах при дефіциті ґрунтової вологи, ніж – при зрошенні. Проте короточасне порушення функціональної активності листків швидко відновлюються після поливу насаджень, що вказує на високу пластичність виноградних рослин до посухи.

Значний дефіцит під час достигання ягід з одночасно підвищеним температурним режимом сприяють дисбалансу між технологічним та фенольним достиганням ягід винограду. Водночас підвищення вологості за допомогою зрошення дозволяє усунути розрив у дисбалансі, позитивно впливаючи на приріст урожайності насаджень у порівнянні з богарним землеробством [59, 60].

Отже, в найближчому десятиріччі кліматичні зміни вірогідно матимуть негативний вплив на виноградарство Півдня України. Підвищення температурного режиму упродовж вегетаційного періоду може спричинити частіші посухи, що впливатиме на якість виноградарсько-виноробної продукції та може загрожувати сталому виробництву. Загалом, важливо розробляти стратегії адаптації винограду до нових умов вирощування, враховуючи такі основні фактори як зміна температури та опадів.

**3. Основні стратегії адаптації культури винограду до змін клімату.** Адаптація культури винограду до змін клімату може бути успішною лише з урахуванням регіональних природних та економічних умов. Однією з ключових проблем сталого виробництва для багатьох регіонів є наявність поливної води [61]. Евапотранспірація та потреба у зрошенні збільшуватимуться у відповідь на коливання та зміни клімату [62]. Прогнозоване збільшення потреб у зрошенні, ймовірно, перебуватиме в межах як можливостей водних ресурсів, так й існуючої інфраструктури зрошувальних систем [63, 64].

**Зрошення виноградників.** Для сільськогосподарських культур вода грає вирішальну роль у поглинанні та транспортуванні поживних речовин, регулюванні температури та фізіологічних процесів рослин, в тому числі фотосинтезу.

Південь України відноситься до території з обмеженим природним зволоженням ґрунту. Останнім десятиріччям проблема зволоження набула особливої гостроти, через що культивування багаторічних насаджень без зрошення стає ризикованим [65].

Мінімальна річна кількість опадів, необхідна для вирощування винограду в культурі без зрошення на території європейських виноробних регіонів, дорівнює приблизно 350-400 мм [66]. Однак у регіонах підвищеної евапотранспірації, наприклад, на території Центральної Азії, така кількість опадів має бути не меншою ніж 600-800 мм [67].

Поряд із тим, що виноград є відносно стійкою рослиною до водного дефіциту, недостатня кількість ґрунтової вологи в критичні періоди розвитку може порушувати водний обмін рослин і, як наслідок, уповільнювати приріст врожаю [68, 69].

В умовах недостатнього природного зволоження виноград добре реагує на зрошення [70]. Прийом вирішує проблему низької урожайності та якості врожаю для культури. Однак можливість зрошення визначається водними ресурсами, які стають дедалі вразливішими.

Рішенням ощадного використання прісних водних ресурсів для поливу виноградників може бути так зване «обмежене» або «дефіцитне» зрошення. Дефіцитне зрошення визначається як стратегія оптимізації за якої поливи застосовуються тільки на стадіях росту і розвитку рослин, чутливих до посухи. Поза цими періодами зрошення обмежене або навіть непотрібне, якщо опади забезпечують мінімальний запас води [71, 72].

Дефіцитне зрошення передбачає застосування поливів з урахуванням ступеня впливу посухи на приріст врожаю, втрата якого економічно виправдовує використання поливної води. Іншими словами, витрати на поливну воду повинні окупуватися вартістю збереженого врожаю.

Основна мета дефіцитного зрошення зменшити стрес рослин від дії посухи та забезпечити максимальну ефективність використання поливної води [71, 73].

Ефективність зрошення оцінюється за відношенням між масою товарного врожаю та об'ємом використаної води (кг/м<sup>3</sup>). Репрезентативні значення показника для шпалерно-рядових виноградників в умовах Півдня України – в середньому 3,4 кг/м<sup>3</sup> на богарі, 2,5 кг/м<sup>3</sup> на повному зрошенні [70].

Причини підвищення ефективності використання води в умовах дефіциту зрошення наступні. Якщо сільськогосподарські культури мають певні фенологічні фази, в яких вони толерантні до водного стресу, дефіцитне зрошення може збільшити співвідношення між урожайністю та водоспоживанням через зменшення втрат води на непродуктивне випаровування, та/або збільшення частки товарного врожаю до загальної виробленої біомаси, та/або збільшення приросту біомаси до транспірації [74], та/або через застосування добрив [75], та/або шляхом уникнення поганих агрономічних умов під час росту рослин, таких як шкідники та хвороби тощо.

Дефіцитне зрошення на культурі винограду передбачає застосування поливів з таким розрахунком, щоб вони доповнювали атмосферні опади до рівня 50 % евапотранспірації. Така стратегія використання води дозволяє покращити якість врожаю без економічного зниження урожайності насаджень, а також зберігати прісні водні ресурси [76].

Режим зрошення виноградників доцільно коригувати з урахуванням вологості кореневмісного шару ґрунту, який підтримується близьким до рівня потреби рослин у воді по фазам вегетації [77, 78]. Оптимальний рівень вологості ґрунту по фенологічним фазам вегетації дорівнює: 100-95 % НВ у період фази «сокорух»; 95-75 % НВ у – «розпускання вічок»; 85-70 % НВ у – «росту ягід»; 70-60 % НВ у – «достигання ягід» [79].

Під час планування зрошення слід враховувати, що водний режим винограду багато в чому залежить від запасів доступної для рослин вологи навесні, на старті вегетації. Саме в цей час рівень зволоження визначає кількісні показники розвитку рослин [80].

В умовах Долини Баросса (Австралія) низький рівень запасу вологи у весняний період сприяв розвитку меншій кількості пагонів на рослинах. Під час вегетації рослини відрізняються зменшеними параметрами листкового пологую, що значно зменшує негативну дію посушливих умов літнього періоду. Як результат, водний дефіцит навесні сприяв поліпшенню якості виноградних вин [81].

Помірний дефіцит ґрунтової вологи покращує якість ягід винограду для виробництва червоних вин [82]. Однак, тривалий водний дефіцит, як правило, уповільнює фотосинтетичну продуктивність, значно зменшує урожайність насаджень, погіршує якість врожаю [65].

Регульоване дефіцитне зрошення, яке поєднує інтенсивне зрошення упродовж росту ягід та менш інтенсивне під час їх досягання має потенціал для створення найкращого балансу між вегетативним ростом, високою урожайністю та якістю вина з покращеним кольором і ароматом [46].

Дослідження впливу різного ступеню дефіциту ґрунтової вологи на компоненти врожаю та вина сорту Verdejo показало, що вологозабезпеченість на рівні 50 % від евапотранспірації було найбільш ефективним за показниками маси та якості врожаю. Зменшення норм поливу виноградників до рівня 25 % від евапотранспірації або без зрошення збільшують летучу кислотність вина. Висока вологозабезпеченість, як правило, підвищує урожайність, але зменшує вміст у вині фенольних речовин [83].

Водночас на біло-ягідному сорті винограду Arvine посушливі умови, в тому числі помірний дефіцит ґрунтової вологи, погіршували якість ароматичного вина. Показано, що водний режим рослин і вміст азоту в суслі є ключовими факторами якості винограду та органолептичних характеристик ароматичних білих вин [84].

Ступінь дефіциту ґрунтової вологи пропорційно зменшує плононосність пагонів і масу грона через уповільнення приросту ягід винограду. Дефіцитне зрошення забезпечує високу ефективність використання поливної води збільшує приріст врожаю винограду за умови підтримування водного потенціалу листків не менше 35 МПа упродовж періоду від цвітіння до збору врожаю. Такий режим дефіцитного зрошення покращував якість врожаю сорту Muscat of Alexandria [45].

Дефіцитне зрошення та проріджування грон упродовж періоду досягання ягід покращують якість врожаю винограду та сенсорні характеристики вина з сорту Tempranillo. Дефіцит ґрунтової вологи посилював квіткові та фруктові аромати та зменшував аромати трав. Поєднання дефіцитного зрошення з проріджуванням грона покращило інтенсивність кольору, стійкість і баланс вина [85].

Дефіцит ґрунтової вологи має бути узгоджений з рівнем урожайності виноградників з метою уникнення ефекту негативної післядії. Так, стрес від нестачі води та підвищене навантаження кущів врожаєм уповільнюють накопичення вуглеводів для періоду спокою рослин. Після чотирьох років водного стресу вегетативний ріст та урожайність значно зменшуються [86].

Отже, зростаючий ризик дефіциту води через глобальне потепління створює проблему для традиційних регіонів культури винограду. Серед стратегій пом'якшення наслідків посухи зрошення найбільш дієвий агроприйом [87, 63].

Однак, правильне застосування дефіцитного зрошення в окремому регіоні та за певних сортів і технологій може бути тільки на підставі результатів польових

експериментів. Основними завданням дослідів є встановлення механізму підвищення ефективності використання води; розроблення графіку необхідних поливів під час посухи упродовж чутливих стадій росту і розвитку культури, враховуючи можливу мінливість клімату; тестування стратегій дефіцитного зрошення культури в певних умовах культивування.

**Зміна меж виноградарських регіонів.** Зміна клімату, а саме глобальне потепління, потенційно може розширювати межі придатних територій для виноградарства у північному напрямку та гірських місцевостях через тісний зв'язок між природними умовами та культурою винограду [90, 89, 88].

На північній межі промислової культури винограду глобальне потепління сприяє покращенню якості ягід для виноробства. Наприклад, в умовах виноробного району Гайзенхайма (Німеччина) врожаї високої якості сорту Піно чорний були пов'язані з теплішими, ніж зазвичай, вегетаційними періодами та меншою кількістю опадів. Як правило, висока якість винограду та накопичення цукру в соку ягід відбуваються при підвищеному температурному режимі в період фази «достигання ягід» [91].

Реалізація сценарію глобального потепління ставить під загрозу виробництва продукції з географічним зазначенням походження. Так, для підтримання сортової якості столового винограду під маркою «Uva di Puglia I.G.P.» в умовах Апулії (Італія) необхідними будуть заходи з перенесення виноградників в інші місця на височинах, або використання нових сортів, більш пристосованих до підвищеного температурного режиму [92].

Оцінка впливу мінливості клімату на сортове районування у Китаї за останні 50 років показала, що виноградарська зона безперервно розширюється на північ із середнім збільшенням у 0,204 млн. км<sup>2</sup>/десятиліття. Зміна меж відбувається переважно через збільшення без морозного періоду, без помітної зміни умов посушливості. Зазначається, що територія придатна для культури збільшується, але площі для виробництва високоякісних вин з урахуванням сортового районування зменшуються [93].

A. Nesbitt та ін. [94] зазначають, що збільшення тривалості вегетаційного періоду на перший погляд дозволяє розширити можливості виноградарства у прохолодному кліматі Великобританії. Однак спостерігається вплив короткострокових температур та опадів, а також високий ступінь між річної мінливості, що створює ризики для сталого виробництва.

Внаслідок значного потепління, прогнозованого майбутніми кліматичними сценаріями, деякі гірські ділянки на висоті близько 1000 м, такі як райони Трентіно (Італійські Альпи), можуть бути придатними для виноградарства, до кінця цього століття. Проте помітних змін природних умов не спостерігаються на сьогодні [95].

Зміни клімату через потепління та посушливість укладаються у глобальний контекст, але тільки зі специфікою географічного району для культури винограду [96].

На території північних і північно-східних виноградарських регіонів США прогнози передвіщають потепління, у тому числі й у зимовий період, але з високою ймовірністю швидких перепадів температури (наприклад, при полярному вихорі). У таких природних умовах рослини сортів культурного винограду європейсько-азіатського виду *Vitis vinifera* L. часто ушкоджуються, що призводить до втрати врожаю та потребує значних вкладень на відновлення виноградників [98, 97].

При зміщенні меж придатних територій для культури винограду у північному напрямку слід враховувати можливі ризики пошкодження рослин упродовж

зимового періоду [99]. Для північних регіонів виноградарства доцільним буде культивування морозостійких сортів гібридної селекції [100].

Так, при зниженні температури в зимовий період до  $-28^{\circ}\text{C}$  відсоток пошкоджених бруньок змінюється у широкому діапазоні залежно від культурного сорту. Ушкодження до 2 % відзначалися на гібридах групи *Vitis labruscana*; 2-25 % на гібридах, що походять від *V. vinifera*, *V. rupestris*, *V. riparia* і *V. lincecumii*, *V. vinifera* і *V. amurensis*; 25-100 % на сортах *V. vinifera*, а також деяких гібридах [101].

S. Andrej та ін. [102] показали, що навіть зимові температури на рівні  $-37^{\circ}\text{C}$ , які викликають повну загибель рослин виду *Vitis vinifera* L., на території східної частини Північної Дакоти (США) не були летальними для деяких складних генотипів культурного винограду.

Перезимівля рослин та урожайність виноградників мають причинно-наслідкові зв'язки. Окрім впливу на врожай, пошкодження рослин низькими температурами взимку сприяють порушенню транспорту поживних речовин та пригніченню сили росту [104, 103], розвитку хвороб багаторічної деревини [105]. Ці порушення не менш шкідливі, оскільки значно скорочують продуктивний період використання насаджень [106].

Слід зазначити, що виноград за своєю біологією відрізняється серед інших багаторічних культур високою регенераційною здатністю при пошкодженнях в зимовий період. Про це свідчить наявність різних типів зимуючих бруньок: нормально розвинених, кутових та потемних; резервних чи «сплячих» на багаторічній деревині [108, 107].

Пластичність винограду до природніх умов не виключає можливість просування культури в північному напрямку у зв'язку з глобальним потеплінням. Однак, такі рішення доцільно проводити з деякими обов'язковими умовами щодо перезимівлі та запровадження заходів захисту рослин упродовж зимового періоду [109].

При закладці виноградників у нових північніших районах необхідно враховувати оптимальні агроєкологічні параметри рельєфу, виключати садіння рослин в нижніх частинах схилів, особливо північної експозиції, а також у балках [111, 110]. Підбирати морозо-, зимостійкі сорти та підщепи [112], використовувати укриття культуру, підтримувати високий агротехнічний стан насаджень під час вегетації [114, 113].

**Уточнення сортового районування.** Прогнозовані зміни клімату вимагатимуть адаптації сортового складу винограду у тих регіонах, які залишаться придатними у майбутньому для культури [115]. Потенційне глобальне потепління буде діяти на процес транспірації рослин винограду, яку серед іншого можна регулювати методом селекції сортів, а також підбором підщеп [116].

Проблема може бути вирішена як створенням нових адаптивних сортів винограду за допомогою генеративної селекції, так і підбором клонів класичних сортів для потенційно нових природніх умов [117]. Незалежно від методу селекції стабільний розвиток культури може бути досягнутий у спосіб вирощування сортів та клонів з біологічними ознаками підвищеної посухостійкості [118, 119].

Культурні сорти винограду по-різному реагують на підвищення температурного режиму середовища [20]. Так, високою адаптивністю до посушливих умов відрізняються місцеві «аборигенні» сорти винограду. Наприклад, в умовах Сицилії (Італія) стародавній сорт Moscato Cerletti характеризується високими показниками пластичності до посушливих умов, а також відрізняється високими показниками якості ягід для виробництва мускатних ігристих вин [120].

У роботі M. Stroe та ін. [16] автори дійшли висновку, що пластичність місцевих

сортів значно вища, ніж у інтродукованих, перенесених з інших виноградарських регіонів. Так, високу адаптивну здатність до екстремальних погодних явищ, агробіологічний та технологічний потенціал показав сорт *Feteasca neagra* на клоновій основі, який належить до місцевих стародавніх сортів.

Потенціал нових сортів може дати потужну відповідь на зміну клімату та сталє виробництво виноробної продукції на австралійському ринку у майбутньому. Так, виноградні вина з нових посухостійких сортів *Aglianico*, *Berbera*, *Durif*, *Graciano*, *Mencia*, *Montepulcano*, *Negroamino*, *Nero d'Avola* та *Touriga National*, нарівні з винами традиційних сортів Каберне Совіньон, *Grenache*, *Shiraz* отримали високі дегустаційні оцінки [121].

Зміна клімату вимагатиме у майбутньому культивування сортів винограду з урахуванням часу досягання ягід. Наприклад, щоб зменшити негативний вплив підвищеного температурного режиму на досягання ягід необхідним буде підбирати пізньостиглі сорти. Таким чином період досягання ягід може бути перенесений в більш комфортний температурний режим для процесів формування якості врожаю [123, 122].

Реакція винограду на умови підвищеного температурного режиму залежить як від сорту, так й підщепи. Наприклад, кореневласні рослини сорту *Cardinal* більш стійкі до дефіциту ґрунтової вологи, ніж сорту *Superior Seedless*. Однак незалежно від культурного сорту культивування їх на підщепях забезпечує підвищення посухостійкості рослин [124].

Для культурного винограду підщепи використовуються для боротьби з філоксерою, яка була завезена на європейсько-азіатські терени наприкінці XIX століття [125]. Згодом виявилось, що якщо правильно підібрати підщепи для культурних сортів, то можна вирішувати інші агрономічні завдання. Так, за допомогою підщепи можна: вести боротьбу з нематодами, едафічним хлорозом; просушувати культуру винограду в північні райони; регулювати кількісні та якісні показники врожаю [37].

В роботах [127, 126] показана позитивна роль посухостійких підщеп у продишовій регуляції листків прищепних сортів і, відповідно, у оптимізації транспірації рослин під час дефіциту ґрунтової вологи.

Відомо, що водний потенціал листків рослин позитивно корелює з урожайністю виноградників. Наприклад, в роботі [128] показано, що культивування сортів винограду *Dattier de Beyrouth* та *Alphonse Lavallée* на підщепі 1103P більш ефективне в посушливих умовах, ніж на підщепях 41B, SO4, R-Lot.

**4. Агротехнології підвищення ефективності використання природних водних ресурсів на виноградниках.** Зростаючий ризик дефіциту води через глобальне потепління створює проблему для традиційних регіонів культури винограду. Серед стратегій пом'якшення наслідків посухи зрощення найбільш дієвий агроприйом. Поряд із зрощенням, організаційні і технологічні прийоми культивування винограду, що дозволяють підвищити ефективність використання природних водних ресурсів на виноградниках, не втрачають актуальність у зв'язку з обмеженими прісними водними ресурсами та зрошувальними системами багатьох виноградарських регіонів [64].

Підвищення ефективності використання природних водних ресурсів на виноградниках має вирішальне значення для сталого розвитку виноградарства у семиаридних регіонах. Ця мета може бути досягнута на існуючих виноградниках за допомогою таких агротехнологій як обробіток ґрунту з низьким фізичним випаровуванням вологи при мульчуванні або утриманні за системою чорного

пару [129, 130, 131]; операцій із зеленими частинами рослин [132, 133, 134], притінення листків [135, 136], які зменшують витрати води на транспірацію.

Пристосовувати виноградні рослини до умов недостатнього зволоження представляється можливим за допомогою системи ведення кущів. При цьому, параметри системи повинні забезпечувати дотримання наступного правила: *підвищення посухостійкості винограду відбувається при зменшенні площі листової поверхні рослини та одночасному збільшенні площі її живлення* [137, 138].

З давніх часів виноград культивується у посушливих умовах за системою ведення Гoble. Кущі мають чагарнико-подібну форму, площа їх живлення 2×2 м і більше. Площа листової поверхні куща невелика. Істотним недоліком таких виноградників є складність запровадження механізації виробничих процесів, особливо збирання врожаю. Через це, систему ведення кущів використовують переважно у присадибному господарстві [139, 140, 141, 142].

На виноградниках промислового типу в умовах недостатнього зволоження технологічними можуть бути широкорядні шпалерно-рядові насадження. Так, за високотехнологічної кордонної системи ведення кущів при садінні за схемою 4×1 м параметри площі живлення куща та листової поверхні будуть аналогічними як при системі Гoble [143].

Система ведення кущів винограду дозволяє управляти характером розташування пагонів у просторі, формувати певну архітектуру листового полого, задавати площу листової поверхні. Оптимізація параметрів системи ведення кущів пом'якшує негативну дію водного дефіциту та дозволяє пристосовувати рослини для культури без зрощення в умовах семіарідного клімату [144].

Серед способів вирішення проблеми пристосування культури до посушливих умов пропонується використовувати адаптивні системи ведення виноградних кущів. Підвищення висоти розташування врожаю дозволяє зменшити негативну дію високої температури приземного шару [146].

Система ведення кущів включає такий параметр як площа живлення рослин, який також розглядається як фактор адаптації винограду до природних умов. У практиці виноградарства застосовуються різні варіанти площі живлення кущів, які визначають щільність насаджень, залежно від природних умов, сорт-підщепних комбінацій, тощо.

За розробками фахівців у виноградарстві впроваджено велику кількість різноманітних варіантів щільності садіння кущів у різних природних умовах [148]. У зоні достатнього зволоження щільність насаджень висока – кількість рослин на гектарі 5 000-8 000, іноді сягає 10 000. Саме для таких умов пропонується зменшувати щільність насаджень з метою адаптації рослин до посушливих умов вегетації [147, 149].

У зоні недостатнього зволоження щільність насаджень значно рідша 2 000-4 000 кущів на гектарі [150]. За нашими даними в таких умовах дія на виноград посушливих умов протягом вегетації послаблюється при більш високій щільності насаджень – 3 333, у порівнянні з 2 222 куща на гектарі. Такий ефект пов'язаний зі зменшенням рівня навантаження пагонами й врожаєм в розрахунку на один кущ [145].

У виноградарстві навантаження пагонами є одним з основних агротехнічних прийомів регулювання росту та плодоношення виноградних кущів. Залежно від нормування кущів пагонами збільшується або зменшується сила росту лози [151], змінюється площа листової поверхні та співвідношення між листками і гронами [152], а також фотосинтетична діяльність рослин та продуктивність насаджень [153].

В літературі зустрічаються неоднозначні рекомендації про оптимальну ширину міжрядь для рядових насаджень винограду залежно від природних умов. Так, в роботі [150] зазначається, що ширина міжрядь на рівні 2 м доцільна в посушливих районах, при сумі опадів за рік 400-450 мм; 3 м – у районах із сумою опадів за рік 500-550 мм; 3,5 м – більше 550 мм або на зрошуваних ділянках.

Однак, у роботі С. Leeuwen та ін. [154] зазначено, що ширина міжрядь та відповідно кількість рядів на одиниці площі під насадженнями істотно впливає на водний режим винограду. Авторами проведено моделювання насаджень із шириною міжрядь 2 м, 3 та 4 м з урахуванням тенденції зміни клімату. Показано, що розріджені насадження у майбутніх посушливих умовах відчуватимуть менший дефіцит ґрунтової вологи, особливо на ґрунтах з невисокою водоутримуючою здатністю.

Водночас, широкорядним насадженням винограду притаманний істотний недолік – значно менший потенціал урожайності, що, в свою чергу, може зменшувати економічну ефективність такої культури. У зв'язку з цим, подальша оптимізація параметрів системи ведення кущів для певних природних умов та сортів винограду залишається актуальним напрямком наукових досліджень.

**Висновки:** 1. В результаті глобального потепління, яке зараз відбувається на територіях більшості виноградарських регіонів, дефіцит ґрунтової вологи збільшується, а водний режим рослин винограду погіршується. Існує щонайменше чотири стратегії, які можуть забезпечити в таких умовах ефективне культивування винограду. Зрошення, зміна меж виноградарських регіонів, районування нових сортів та підщеп, а також застосування технологій раціонального використання природних водних ресурсів можуть забезпечити стає с-г. виробництво у довгостроковій перспективі.

2. Перенесення культури винограду в нові місця культивування придатних за показниками теплозабезпеченості менш складна стратегія на перший погляд. Але, пророблене дослідження дозволяє зробити висновок про можливі ризики зниження температур упродовж зимового періоду до критичних значень для винограду за перенесення культури у північніші регіони.

3. Застосування сортів нової селекції та технологій культивування винограду, що забезпечують ефективне використання природних водних ресурсів традиційних виноградарських регіонів, не потребує значних матеріально-технічних витрат у порівнянні з впровадженням зрошення на насадженнях. Стратегії не лише ощадні, але й значно спрощують с-г. виробництво, а також зберігають прісні водні ресурси. Все це пов'язано зі зменшенням обсягів капітальних вкладень на створення виноградників та менш тривалим строком їх окупності, що вкрай необхідне в теперішній ринковій економіці.

### **Список використаної літератури**

1. Jones G.V., Reid R., Vilks A. Climate, grapes, and wine: structure and suitability in a variable and changing climate. *The Geography of Wine*. Haarlem, 2012. P. 109-133. DOI:10.1007/978-94-007-0464-0\_7
2. Иевлев М. М. Очерки античной палеоэкологии Нижнего Побужья и Нижнего Поднепровья. Київ, 2014. 276 с.
3. Винокуров Н.И. Агроклиматизация винограда и начальный этап развития виноградарства в Северном Причерноморье. *Боспорские исследования*. 2001. Вып. 1. С. 4-22.
4. Макаренко П.П. Очерки истории виноградарства Бессарабии и Левобережного

- Поднестровья. Кишинев, 1988. 262 с.
5. Leeuwen C., Darriet P. The impact of climate change on viticulture and wine quality. *Journal of Wine Economics*. 2016. Vol. 11, No. 1. P. 150-167. DOI:10.1017/jwe.2015.21
  6. Schultz H. Climate change and viticulture: A European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2000. Vol. 6, No. 1. P. 2-12. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2000.tb00156.x
  7. The challenging issue of climate change for sustainable grape and wine production / Ollat N., Leeuwen C., Cortazar-Atauri I., Touzard J. *OENO One*. 2017. Vol. 51, No 2. P. 59-60. DOI: 10.20870/oeno-one.2017.51.2.1872
  8. Hardie W. Grapevine biology and adaptation to viticulture. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2000. Vol. 6, No. 2. P. 74-81. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2000.tb00165.x
  9. Moore J.P. Methodologies and Results in Grapevine Research. *Journal of Wine Research*. 2013. Vol. 4(1). P. 77-84. DOI:10.1080/09571264.2013.764669
  10. Keller M. Managing grapevines to optimise fruit development in a challenging environment: a climate change primer for viticulturists. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2010. Vol. 16, No. 1. P. 56-69. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2009.00077.x
  11. Rienth M., Scholasch T. State-of-the-art of tools and methods to assess vine water status. *OENO One*. 2019. Vol. 4. P. 619-637. DOI: 10.20870/oeno-one.2019.53.4.2403
  12. Кулюбакін В. Кліматичні зміни та їх наслідки. *Farmer*. 2008. № 2. С.8-9.
  13. Global climate analogues for winegrowing regions in future periods: projections of temperature and precipitation / L. Webb et al. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2013. Vol. 19, No. 3. P. 331-341. DOI: 10.1111/ajgw.12045
  14. Puscalau M., Bosoi I., Dirloman C. Research on climate trends in the area of odobesti vineyard. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 2021. Vol. LXV, No. 1. P. 334-341.
  15. Study of the impact of climate change on the quantity and quality of harvest in the murfatlar vineyard conditions / I. Dina et al. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 2019. Vol. LXIII, No. 1. P. 205-210.
  16. Research regarding the behavior of clonal feteasca neagra 10 pt to local climate changes / M. Stroe et al. *Scientific Papers. Series B. Horticulture*. 2013. Vol. LVII. P. 229-234.
  17. Climate change impacts for Ukraine / Wilson L., New S., Daron J., Golding N. *Met Office*. 2021. 34 p. URL: <https://www.metoffice.gov.uk> (дата звернення: 15.06.2024)
  18. Petrie P., Clingeleffer P. Effects of temperature and light (before and after budburst) on inflorescence morphology and flower number of Chardonnay grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2005. Vol. 11, No. 1. P. 59-65. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2005.tb00279.x
  19. Bonada M., Sadras V. Review: critical appraisal of methods to investigate the effect of temperature on grapevine berry composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2015. Vol. 21, No. 1. P. 1-17. DOI: 10.1111/ajgw.12102
  20. Advancement of grape maturity: comparison between contrasting cultivars and regions / W. Cameron et al. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2020. Vol. 26, No. 1. P. 53-67. DOI: 10.1111/ajgw.12414
  21. Viticulture in Portugal: A review of recent trends and climate change projections

- / H. Fraga et al. *OENO One*. 2017. Vol. 51, No. 2. P. 61-69. DOI: 10.20870/oeno-one.2017.51.2.1621
22. Grapevine phenology in France: from past observations to future evolutions in the context of climate change / Cortázar-Atauri I. et al.. *OENO One*. 2017. Vol. 51, No. 2. P. 115-126. DOI: 10.20870/oeno-one.2017.51.2.1622
  23. Statistical modelling of grapevine phenology in Portuguese wine regions: observed trends and climate change projections / H. Fraga et al.. *Journal of Agricultural Science*. 2016. Vol. 154, No. 1. P. 795-811. DOI:10.1017/S0021859615000933
  24. Ramos M., Jones G., Yuste J. Phenology of Tempranillo and Cabernet-Sauvignon varieties cultivated in the Ribera del Duero DO: observed variability and predictions under climate change scenarios. *OENO One*. 2018. Vol. 52, No. 1. P. 31-44. DOI: 10.20870/oeno-one.2018.52.1.2119
  25. Temperature-based zoning of the Bordeaux wine region / B. Bois et al. *OENO One*. 2018. Vol. 52, No. 4. P. 291-306. DOI: 10.20870/oeno-one.2018.52.4.1580
  26. The effect of climate on Burgundy vintage quality rankings / Davis R., Dimon R., Jones G., Bois. *OENO One*. 2019. Vol. 53, No. 1. P. 59-73. DOI: 10.20870/oeno-one.2019.53.1.2359
  27. Effect of post-veraison source limitation on the accumulation of sugar, anthocyanins and seed tannins in *Vitis vinifera* cv / I. Filippetti et al. Sangiovese berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2015. Vol. 21, No. 1. P. 90-100. DOI: 10.1111/ajgw.12115
  28. Gambetta G., Kurtural S. Global warming and wine quality: are we close to the tipping point? *OENO One*. 2021. Vol. 55, No. 3. P. 353-361. DOI: 10.20870/oeno-one.2021.55.3.4774
  29. Molitor D., Junk J. Climate change is implicating a two-fold impact on air temperature increase in the ripening period under the conditions of the Luxembourgish grapegrowing region. *OENO One*. 2019. Vol. 53, No. 3. P. 409-422. DOI: 10.20870/oeno-one.2019.53.3.2329
  30. Impact of elevated temperature and water deficit on the chemical and sensory profiles of Barossa Shiraz grapes and wines / M. Bonada et al. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2015. Vol. 21, No. 2. P. 240-253. DOI: 10.1111/ajgw.12142
  31. Bucur G., Dejeu L. Researches on situation and trends in climate change in south part of romania and their effects on grapevine. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 2017. Vol. LXI. P. 243-248.
  32. Growing Season Climate Variability and its Influence on Sauvignon Blanc and Pinot Gris Berries and Wine Quality: Study Case in Romania (2005-2015) / Niștor E., Dobrei A., Dobrei A., Camen D. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2018. Vol. 39, No. 2. P. 196-207. DOI: 10.21548/39-2-2730
  33. An Update on the Impact of Climate Change in Viticulture and Potential Adaptations / C. Leeuwen et al. *Agronomy*. 2019. Vol. 514, No. 9. P. 2-21. DOI: 10.3390/agronomy9090514
  34. Champagnol F. Elements de Physiologie de la Vigne et de Viticulture Generale. Montpellier, 1984. 381 p.
  35. Гончаров В.М., Шейн Е.В., Фаустова Е.В. Агрофизические исследования почвенного покрова: учебник. Москва, 2019. 121 с. DOI:10.31453/kdu.ru.91304.0100
  36. Düring H. CO<sub>2</sub> assimilation and photorespiration of grapevine leaves: Responses to light and drought. *Vitis*. 1988. Vol. 27. P. 199-208. DOI: 10.5073/

- vitis.1988.27.199-208
37. Дерендовская А., Штирбу А. Физиологические особенности привитых растений винограда: монография. Саарбрюкен, 2013. 140 с.
  38. Adaptative anatomical characteristics of grapevine leaf in the south of Tunisia / A. Salem-Fnayou et al. *OENO One*. 2005. Vol. 39, No. 1. P. 11-18. DOI: 10.20870/oeno-one.2005.39.1.904
  39. Effects of water stress on dry matter content and partitioning in four grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) / Gómez-del-Campo M., Baeza P., Ruiz C., Lissarrague J. *OENO One*. 2005. Vol. 39. No. 1. P. 1-10. DOI: 10.20870/oeno-one.2005.39.1.905
  40. Shange L. Effects of Soil Parent Material and Climate on the Performance of *Vitis vinifera* L. cvs. Sauvignon blanc and Cabernet Sauvignon - Part II. Climate, Leaf Analysis, Juice Analysis and Wine Quality. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2012. Vol. 33, No. 2. P. 174-183.
  41. Shange L., Conradie W. Effects of Soil Parent Material and Climate on the Performance of *Vitis vinifera* L. cvs. Sauvignon blanc and Cabernet Sauvignon - Part I. Soil Analysis, Soil Water Status, Root System Characteristics, Leaf Water Potential, Cane Mass and Yield. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2012. Vol. 33, No. 2. P. 161-173. DOI: 10.21548/33-2-1116
  42. Gaudillère J.P., Leeuwen C.V., Ollat N. Carbon isotope composition of sugars in grapevine, an integrated indicator of vineyard water status. *Journal of Experimental Botany*. 2002. Vol. 53, No. 369. P. 757-763.
  43. The influence of water stress on plant hydraulics, gas exchange, berry composition and quality of Pinot Noir wines in Switzerland / V. Zufferey et al. *OENO One*. 2017. Vol. 51, No. 1. P. 37-57. DOI: 10.20870/oeno-one.2017.51.1.1314
  44. Cooley N., Clingeleffer P., Walker R. Effect of water deficits and season on berry development and composition of Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grown in a hot climate. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2017. Vol. 23, No. 2. P. 260-272. DOI: 10.1111/ajgw.12274
  45. Effect of deficit irrigation on vine performance and grape composition of *Vitis vinifera* L. cv. Muscat of Alexandria / I. Buesa et al.. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2017. Vol. 23. No. 2. P. 251-259. DOI: 10.1111/ajgw.12280
  46. Munitz S., Netzer Y., Schwartz A. Sustained and regulated deficit irrigation of field-grown Merlot grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2017. Vol. 23, No. 1. P. 87-94. DOI: 10.1111/ajgw.12241
  47. The impact of plant water status on the gas exchange, berry composition and wine quality of Chasselas grapes in Switzerland: Impacts of water stress on grapevine physiology / V. Zufferey et al. *OENO One*. 2018. Vol. 52. No. 4. P. 347-361. DOI: 10.20870/oeno-one.2018.52.4.2181
  48. From grape berries to wines: drought impacts on key secondary metabolites / S. Savoi et al. *OENO One*. 2020. Vol. 54, No. 3. P. 569-582. DOI: 10.20870/oeno-one.2020.54.3.3093
  49. The effects of drought and supplemental UV-B radiation on physiological and biochemical traits of the grapevine cultivar "Soultanina" / Doupis G., Chartzoulakis K., Taskos D., Patakas A. *OENO One*. 2020. Vol. 54, No. 4. P. 687-698. DOI: 10.20870/oeno-one.2020.54.4.3581
  50. Exogenous application of abscisic acid to root systems of grapevines with or without salinity influences water relations and ion allocation / Degaris K., Walker R., Loveys B., Tyerman S. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2017. Vol. 23, No. 1. P. 66-76. DOI: 10.1111/ajgw.12264

51. Differential response of the accumulation of primary and secondary metabolites to leaf-to-fruit ratio and exogenous abscisic acid / L. Wang et al. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2021. Vol. 27, No. 4. P. 527-539. DOI: 10.1111/ajgw.12509
52. Effects of deficit irrigation on the performance of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. 'Godello' and 'Treixadura' in Ribeiro, NW Spain / Trigo-Córdoba E., Bouzas-Cid Y., Orriols-Fernández I., Mirás-Avalosa J.M. *Agricultural Water Management*. 2015. Vol. 161. P. 20-30. DOI: 10.1016/j.agwat.2015.07.011
53. Каменева Н. Фізіологічні та біохімічні основи підвищення врожаю і якості винограду: монографія. Харків, 2021. 193 с.
54. Manipulation of ripening via antitranspirants in cv. Barbera (*Vitis vinifera* L.) / M. Gatti et al. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2016. Vol. 22, No. 2. P. 245-255. DOI: 10.1111/ajgw.12212
55. Effect of water stress and elevated temperature on hypoxia and cell death in the mesocarp of Shiraz berries / Z. Xiao et al. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2018. Vol. 24, No. 4. P. 487-497. DOI: 10.1111/ajgw.12363
56. Interactive effects of high temperature and water deficit on Malbec grapevines / Galat Giorgi E., Sadras V. O., Keller M., Perez Peña J. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2019. Vol. 25, No. 3. P. 345-356. DOI: 10.1111/ajgw.12398
57. Carbonneau A., Costanza P. Response of vine leaf water potential to quick variation in canopy exposure. Example of canopy opening manipulation of Merlot (*Vitis vinifera* L.). *OENO One*. 2004. Vol. 38, No. 1. P. 27-33. DOI: 10.20870/oeno-one.2004.38.1.929
58. Grapevine canopy response to a high-temperature event during deficit irrigation / Edwards E., Smithson L., Graham D., Clingeleffer P. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2011. Vol. 17, No. 2. P. 153-161. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2011.00125.x
59. Effects of the irrigation regimes on grapevine cv. Bobal in a Mediterranean climate: I. Water relations, vine performance and grape composition / E.P. Pérez-Álvarez et al. *Agricultural Water Management*. 2021. Vol. 248. DOI: 10.1016/j.agwat.2021.106772
60. Рекомендации по орошению виноградников на юге УССР / Лянной А.Д., Поляков В.И., Захарченко В.А., Шевченко И.В. Одесса, 1984. 39 с.
61. Schultz H. Issues to be considered for strategic adaptation to climate evolution – is atmospheric evaporative demand changing? *OENO One*. 2017. Vol. 51, No. 2. P. 107-114. DOI: 10.20870/oeno-one.2017.51.2.1619
62. Irrigation effects on the performance of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. 'Albariño' under the humid climate of Galicia / Mirás-Avalos J. M., Trigo-Córdoba E., Bouzas-Cid Y., Orriols-Fernández I. *OENO One*. 2016. Vol. 50, No. 4. P. 183-194. DOI: 10.20870/oeno-one.2016.50.4.63
63. Historical and future trends in evapotranspiration components and irrigation requirement of winegrapes / Phogat V. et al. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2020. Vol. 26, No. 4. P. 312-324. DOI: 10.1111/ajgw.12446
64. Improving water use efficiency of vineyards in semi-arid regions / H. Medrano et al. A review. *Agron. Sustain. Dev*. 2015. Vol. 35. P. 499-517. DOI: 10.1007/s13593-014-0280-z
65. Режимна територія / А.В. Штірбу, О.В. Олефір, Н.О. Сівак, В.О. Паларієв. *Садівництво по українські*. 2021. Т. 50, №. 3. С. 68-71.
66. Swan F. 3 Myths About Irrigation and Dry Farming. 2017. URL: <https://daily.seventyfive.com/3-myths-about-irrigation-and-dry-farming/> (дата звернення:

- 17.06.2024)
67. Юсупов Ю., Икрамова М., Каландаров Р. Агроэкологическое обоснование потенциальных урожаев винограда в богарных условиях Таджикистана. *Перспективы развития производства и переработки винограда*. 1987. С. 143-146.
  68. Зрошення виноградників / О.Д. Ляний та ін. Київ, 1994. 25 с.
  69. Амирджанов А.Г. Солнечная радиация и продуктивность виноградника. Ленинград, 1980. 208 с.
  70. Амирджанов А.Г. Методы оценки продуктивности виноградников с основами программирования урожая. Кишинев, 1992. 176 с.
  71. English M. Deficit Irrigation. I: Analytical Framework. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 1990. Vol. 116, No. 3. P. 399-412. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9437(1990)116:3(399)
  72. Fereres E., Soriano M.A. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*. 2007. Vol. 58, No. 2. P. 147-159. DOI: 10.1093/jxb/erl165
  73. Zhang H., Oweis T. Water-yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region. *Agricultural Water Management*. 1999. Vol. 38, No. 3. P. 195-211. DOI: 10.1016/S0378-3774(98)00069-9.
  74. AquaCrop - The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water: I. Concepts and Underlying Principles / Steduto P, Hsiao T.C., Raes D., Fereres E. *Agronomy Journal*. 2009. Vol. 101, No. 3. P. 426-437. DOI: 10.2134/agronj2008.0139s
  75. Steduto P., Albrizio R. Resource use efficiency of field-grown sunflower, sorghum, wheat and chickpea. II. Water use efficiency and comparison with radiation use efficiency. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2005. Vol. 130, No. 3-4. P. 269-281. DOI: 10.1016/j.agrformet.2005.04.003
  76. Effects of Irrigation at Different Fractions of Crop Evapotranspiration on Water Productivity and Flavonoid Composition of Cabernet Sauvignon Grapevine / N. Torres et al. *Front. Plant Sci*. 2021. Vol. 12. DOI: 10.3389/fpls.2021.712622
  77. Proper deficit irrigation applied at various stages of growth can maintain yield and improve the comprehensive fruit quality and economic return of table grapes grown in greenhouses / X. Jiang et al. *Irrigation and Drainage*. 2021. Vol. 5. P. 1056-1072.
  78. Postveraison Deficit Irrigation Effects on Fruit Quality and Yield of "Flame Seedless" Table Grape Cultivated under Greenhouse and Net / P.Virginia et al. *Plants*. 2020. Vol. 9, No. 11. P. 14-37.
  79. Дворнин А.В. Орошение виноградников. Агроуказания по виноградарству. Кишинев, 1989. С. 292-297.
  80. The soil component of terroir / White R., Balachandra L., Edis R., Chen D. *Journal of Vine and Wine Sciences*. 2007. Vol. 41. P. 9-18. DOI: 10.20870/oeno-one.2007.41.1.860
  81. Soil water availability during spring modulates canopy growth and impacts the chemical and sensory composition of Shiraz fruit and wine / Bonada M., Catania A., Gambetta J., Petrie P. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2021. Vol. 27, No. 4. P. 491-507. DOI: 10.1111/ajgw.12506
  82. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? / C. Leeuwen et al. *OENO One*. 2009. Vol. 43, No. 3. P. 121-134. DOI: 10.20870/oeno-one.2009.43.3.798

83. Influence of water regime on yield components, must composition and wine volatile compounds of *Vitis vinifera* cv. Verdejo / Vilanova M., Rodríguez-Nogales J., Vila-Crespo J., Yuste J. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2019. Vol. 25, No. 1. P. 83-91. DOI: 10.1111/ajgw.12370
84. The influence of vine water regime on the leaf gas exchange, berry composition and wine quality of Arvine grapes in Switzerland / V. Zufferey et al. *OENO One*. 2020. Vol. 54, No. 3. P. 553-568. DOI: 10.20870/oeno-one.2020.54.3.3106
85. Water stress and bunch thinning on Tempranillo wine / E. Gamero et al. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2014. Vol. 20. P. 394-400. DOI: 10.1111/ajgw.12088
86. Irrigation and crop load effects on carbohydrates / Dayer S., Prieto J.A., Galat E., Perez Peña J. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2013. Vol. 19. P. 422-430. DOI: 10.1111/ajgw.12044
87. Edwards E., Clingeleffer P. Interseasonal effects of regulated deficit irrigation on growth, yield, water use, berry composition and wine attributes of Cabernet Sauvignon grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2013. Vol. 19, No. 2. P. 261-276. DOI: 10.1111/ajgw.12027
88. Researches concerning the influences of climate changes on grapevine / Bucur G., Dejeu L., Cazan G., Tănase A. *Scientific Papers. Series B. Horticulture*. 2012. Vol. LVI. P. 43-48.
89. Ляшенко Г.В., Жигайло Т.С. Моделирование влияния изменения климата на продуктивность технических сортов винограда в Северном Причерноморье. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2014. Т. 14. С. 112-122.
90. Leeuwen C., Seguin G. The concept of terroir in viticulture. *Journal of Wine Research*. 2006. Vol. 17, No. 1. P. 1-10. DOI:10.1080/09571260600633135
91. Blank M., Hofmann M., Stoll M. Seasonal differences in *Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir fruit and wine quality in relation to climate. *OENO One*. 2019. Vol. 53, No. 2. P. 189-203. DOI: 10.20870/oeno-one.2019.53.2.2427
92. Alba V., Gentileco G., Tarricone L. Climate change in a typical Apulian region for table grape production: spatialisation of bioclimatic indices, classification and Future Scenarios. *OENO One*. 2021, Vol. 55, No. 3. P. 317-336. DOI: 10.20870/oeno-one.2021.55.3.4733
93. Wang X., Wang H., Li H. The influence of recent climate variability on viticultural zoning and variety regionalization of *Vitis vinifera* in China. *OENO One*. 2020. Vol. 54, No. 3. P. 523-541. DOI: 10.20870/oeno-one.2020.54.3.2971
94. Impact of recent climate change and weather variability on the viability of UK viticulture – combining weather and climate records with producers’ perspectives / A. Nesbitt et al. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2016. Vol. 22, No. 2. P. 324-335. DOI: 10.1111/ajgw.12215
95. Caffarra A., Eccel E. Projecting the impacts of climate change on the phenology of grapevine in a mountain area. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2011. Vol. 17, No. 1. P. 52-61. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2010.00118.x
96. Evaluation of the viticultural potential from the pietrosasa wine-growing region in the context of current climatic changes / Donici A., Mari S., Banita C., Urmuzache R. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 2021. Vol. LXV, No. 2. P. 105-108.
97. Londo J.P., Martinson T.E. Grapevine Winter Survival and Prospects in an Age of Changing Climate. Appellation Cornell. 2016. URL: <https://hdl.handle.net/1813/103657> (дата звернення: 12.05.2024)
98. Штірбу А.В. Зимова обрізка виноградного куща на плодоношення.

- Садівництво і виноградарство. Технології і інновації*. 2021. № 1. С. 78-82.
99. Mitigating grapevine winter damage in cold climate areas / Rahemi A., Fisher H., Carter K., Taghavi T. *Hort. Sci.* 2022. Vol. 49. P. 59-70. DOI: 10.17221/176/2020-HORTSCI
  100. Обобщенная экологическая оценка земель под виноградники / А.Я. Земшман и др. *Почва, климат, виноград*. Кишинев, 2000. С. 154-200.
  101. Lisek J. Winter frost injury of buds on one-year-old grapevine shoots of *Vitis vinifera* cultivars and interspecific hybrids in Poland. *Folia Horticulturae*. 2012. Vol. 24, No. 1. P. 97-103. DOI: 10.2478/v10245-012-0010-4
  102. Cold-Hardy Grape Cultivar Winter Injury and Trunk Re-Establishment Following Severe Weather Events in North Dakota / S. Andrej et al. *Horticulturae*. 2020. Vol. 6, No. 75. DOI: 10.3390/horticulturae6040075
  103. Mechanical Winter Injury in Grapevine Trunks / J.H. Paroschy et al. *Am J Enol Vitic.* 1980. Vol. 31. P. 227-232. DOI: 10.5344/ajev.1980.31.3.227
  104. Winter Injury to Grapevine Secondary Phloem and Cambium Impairs Budbreak, Cambium Activity, and Yield Formation / Gonzalez Antivilo et al. *J Plant Growth Regul.* 2020. Vol. 39. P. 1095–1106. DOI: 10.1007/s00344-019-10051-w
  105. Grapevine trunk diseases of cold-hardy varieties grown in Northern Midwest vineyards coincide with canker fungi and winter injury / DeKrey D.H., Klodd A.E., Clark M.D., Blanchette R.A. *PLoS ONE*. 2022. Vol. 17, No. 6. DOI: 10.1371/journal.pone.0269555
  106. Слюсаренко О.М., Шматковська К.А. Поширення хвороб деревини винограду й удосконалення заходів з обмеження їх шкодочинності в умовах Північного Причорномор'я. *Вісник аграрної науки*. 2019. Т. 790, № 1. DOI: 10.31073/agrovisnyk201901-03
  107. Перстнєв Н.Д. Виноградарство. Кишинєв, 2001. 603 с.
  108. Штірбу А., Олефір О., Сивак Н. Зазирнути у вічка. *Садівництво по-українськи*. 2022. № 2, 3. С. 58-59.
  109. Пособие для производителей столового винограда / Николаеску Г., Апруда П., Перстнев Н., Терещенко А. Кишинев, 2008. 142 с.
  110. Власов В.В. Экологические основы формирования виноградных ландшафтов. Арциз, 2013. 248 с.
  111. Gribcova A. Argumentarea tehnologica a parametrilor ecologici pentru amplasarea vitei de vie in regiunea Centru a Republicii Moldova : autoref. ... PhD : 411.07. Chisinau, 2023. 33 p.
  112. Bucur G., Dejeu L. Research on Frost Injury of New Romanian Grapevine Cultivars in the Winter 2014-2015. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2016. Vol. 10. P. 233-237. DOI: 10.1016/j.aaspro.2016.09.057
  113. Winter injury to grapevines and methods of protection / T.J. Zabadal et al. Michigan State University Extension, 2007. 93 p. URL: <https://www.traubenshow.de> (дата звернення: 17.08.2024)
  114. Willwerth J., Ker K., Inglis D. Best Management Practices for Reducing Winter Injury in Grapevines. Brock University, 2014. 81 p. URL: [https://brocku.ca/webfm\\_send/33923](https://brocku.ca/webfm_send/33923) (дата звернення: 17.08.2024)
  115. Tóth J., Végvári Z. Future of winegrape growing regions in Europe. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2016. Vol. 22, No 1. P. 64-72. DOI: 10.1111/ajgw.12168
  116. Adapting plant material to face water stress in vineyards: which physiological targets for an optimal control of plant water status? / T. Simonneau et al. *OENO*

- Oeno*. 2017. Vol. 51, No. 2. P. 167-179. DOI: 10.20870/oeno-one.2017.51.2.1870
117. Growth and physiology of four *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo clones under future warming and water deficit regimes / M. Arrizabalaga-Arriazu et al. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2021. Vol. 27, No. 3. P. 295-307, DOI: 10.1111/ajgw.12494
  118. Prieto J., Lebon É., Ojeda H. Stomatal behavior of different grapevine cultivars in response to soil water status and air water vapor pressure deficit. *OENO One*. 2010. Vol. 44, No. 1. P. 9-20. DOI: 10.20870/oeno-one.2010.44.1.1459
  119. The challenge of adapting grapevine varieties to climate change / E. Duchêne et al. *Clim. Res.* 2010. Vol. 41. P. 193-204.
  120. Moscato Cerletti, a rediscovered aromatic cultivar with oenological potential in warm and dry areas / A. Sparacio et al. *OENO One*. 2021. Vol. 55, No. 3. P. 123-140. DOI: 10.20870/oeno-one.2021.55.3.4605
  121. Meeting the demands of climate change: Australian consumer acceptance and sensory profiling of red wines produced from non-traditional red grape varieties / L. Mezei et al. *OENO One*. 2021. Vol. 55, No. 2. P. 29-46. DOI: 10.20870/oeno-one.2021.55.2.4571
  122. Adaptation to climate change by determining grapevine cultivar differences using temperature-based phenology models / A. Parker et al. *OENO One*. 2020. Vol. 54, No. 4. P. 955-974. DOI: 10.20870/oeno-one.2020.54.4.3861
  123. Adaptive capacity of winegrape varieties cultivated in Greece to climate change: current trends and future projections / Koufos G., Mavromatis T., Koundouras S., Jones G. *OENO One*. 2020. Vol. 54, No. 4. P. 1201-1219. DOI: 10.20870/oeno-one.2020.54.4.3129
  124. Response of ungrafted and grafted grapevine cultivars and rootstocks (*Vitis* sp.) to water stress / I. Toumi et al. *OENO One*. 2007. Vol. 41, No. 2. P. 85-94. DOI: 10.20870/oeno-one.2007.41.2.853
  125. Challenges of viticulture adaptation to global change: tackling the issue from the roots / D. Marin et al. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2021. Vol. 27, No. 1. P. 8-25. DOI: 10.1111/ajgw.12463
  126. Review: the interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine / Serra I., Strever A., Myburgh P., Deloire A. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2014. Vol. 20, No. 1. P. 1-14. DOI: 10.1111/ajgw.12054
  127. Effect of water stress and rootstock genotype on Pinot Noir berry composition / M. Berdeja et al. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2014. Vol. 20, No. 3. P. 409-421. DOI: 10.1111/ajgw.12091
  128. Ezzahouani A., Williams L. Performance of dattier de Beyrouth and Alphonse Lavallée grapevines on eight rootstocks under dry-land conditions. *OENO One*. 2005. Vol. 39, No. 2. P. 91-94. DOI: 10.20870/oeno-one.2005.39.2.898
  129. Sustainable Viticulture: Effects of Soil Management in *Vitis vinifera* / E. Cataldo et al. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, No. 12. DOI: 10.3390/agronomy10121949
  130. Reflective materials and management practices on the physicochemical and biochemical quality of Merlot grapes / A. Porto et al. *Advances in Horticultural Science*. 2018. Vol. 33, No. 1. P. 39-48. DOI: 10.13128/ahs-23606
  131. Șerdinescu A., Pîrcălabu L., Fotescu L. Influence of soil maintenance systems and fruit load on grapes quality under drought conditions. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 2014. Vol. LVIII. P. 201-204.
  132. Composition of Sauvignon blanc Grapes as Affected by Pre-veraison Canopy

- Manipulation and Ripeness Level / Hunter J., Volschenk C., Marais J., Fouche G. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2004. Vol. 25, No. 1. P. 13-18. DOI: 10.21548/25-1-2132
133. Influence of Canopy Management Practices on Canopy Architecture and Reproductive Performance of Semillon and Shiraz Grapevines in a Hot Climate / Wang X., De Bei R., Fuentes S., Collins C. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2019. Vol. 70, No. 4. P. 360-372. DOI: 10.5344/ajev.2019.19007
  134. Bucur G. Research on some methods of canopy management to mitigate the effects of climate warming at grapevine. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 2021. Vol. LXV, No. 1. P. 305-310.
  135. Shading of the fruit zone to reduce grape yield and quality losses caused by sunburn / M. Oliveira et al. *OENO One*. 2014. Vol. 48, No. 3. P. 179-187. DOI: 10.20870/oenone.2014.48.3.1579
  136. Effects of sunlight exclusion on leaf gas exchange, berry composition, and wine flavour profile of Cabernet-Sauvignon from the foot of the north side of Mount Tianshan and a semi-arid continental climate / H. Lu et al. *OENO One*. 2021. Vol. 55, No. 2. P. 267-283. DOI: 10.20870/oenone.2021.55.2.4545
  137. Власов В.В. Екологія винограду Північного Причорномор'я: моногр. Одеса, 2009. 157 с.
  138. Reduced density is an environmental friendly and cost effective solution to increase resilience to drought in vineyards in a context of climate change / C. Leeuwen et al. *OENO One*. 2019. Vol. 53, No. 2. P. 129-146. DOI: 10.20870/oenone.2019.53.2.2420
  139. Gutiérrez-Gamboa G., Zheng W., Toda F.M. Strategies in vineyard establishment to face global warming in viticulture: a mini review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020. Vol. 101, No. 4. P. 1261-1269. DOI: 10.1002/jsfa.10813
  140. Salvi L., Cataldo E., Mattii G.B. Grapevine quality characteristics as affected by the training system. *Acta Hort.* 2017. Vol. 1188. P. 113-120. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1188.15
  141. Influence of trellis system and shoot positioning on light interception and distribution in two grapevine cultivars with different architectures: an original approach based on 3D canopy modelling / G. Louarn et al. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2008. Vol. 14, No. 3. P. 143-152. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2008.00016.x
  142. Principles of vineyard establishment and strategies to delay ripening under a warming climate / T. Morales-Henriquez et al. *IVES Technical reviews*. 2022. P. 1-2. DOI: 10.20870/IVES-TR.2022.5580
  143. Deloire A., Rogiers S., Trujillo P.B. What could be the architectural forms of future vines adapted to climate change: a new challenge! Let's discuss the Gobelet (Bush Vine). *IVES Technical reviews*. 2022. P. 1-2. DOI: 10.20870/IVES-TR.2022.5384
  144. Shtirbu A., Olefir O., Sivak N. Agrobiological Responses of Grapevines to Different Training Systems in Semiarid Environments. *Mitteilungen Klosterneuburg*. 2023. Vol. 73. P. 114-125. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20230343276> (дата звернення: 11.05.2024)
  145. Shtirbu A., Kovalova I., Vlasov V. Responses of Grapevines to Planting Density and Training Systems in Semiarid Environments. *Agricultural Science and Practice*. 2022. Vol. 9, No. 2. P. 38-50. DOI: 10.15407/agrisp9.02.038
  146. Leeuwen C., Roby J., Ollat N. Viticulture in a changing climate: solutions exist. *IVES Technical reviews*. 2019. DOI:10.20870/IVES-TR.2019.2530.

147. Reduced density is an environmental friendly and cost effective solution to increase resilience to drought in vineyards in a context of climate change / C. Leeuwen et al. *OENO One*. 2019. Vol. 53, No. 2. P. 129-146. DOI: 10.20870/oenone.2019.53.2.2420
148. General Viticulture / Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M., Lider L.A. University of California Press, 1974. 710 p.
149. Keller M., Mills L.J. High Planting Density Reduces Productivity and Quality of Mechanized Concord Juice Grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 2021. Vol. 72. P. 358-370. DOI: 10.5344/ajev.2021.21014
150. Стоев К.Д. Физиология винограда и основы его возделывания. Т. 3. София, 1984. 328.
151. Badr G., Hoffman J., Bates T. Effect of Cane Length on Concord and Niagara Grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2018. Vol. 69, No. 4. P. 386-393. DOI: 10.5344/ajev.2018.18019
152. Parker A. Manipulating the leaf area to fruit mass ratio alters the synchrony of total soluble solids accumulation and titratable acidity of grape berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2015. Vol. 21, No. 2. P. 266-276. DOI: 10.1111/ajgw.12132
153. Reynolds A., Wardle D., Dever M. Shoot Density Effects on Riesling Grapevines: Interactions with Cordon Age. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1994. Vol. 45, No. 4. P. 435-443.
154. Reduced density is an environmental friendly and cost effective solution to increase resilience to drought in vineyards in a context of climate change / C. Leeuwen et al. *OENO One*. 2019. Vol. 53, No. 2. P. 129-146. DOI: 10.20870/oenone.2019.53.2.2420

## **THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE IN VITICULTURE (*VITIS VINIFERA* L.) AND POTENTIAL ADAPTATIONS**

**A. SHTIRBU**, PhD

**G. LIASHENKO**, Doctor, Professor

**M. BUZOVSKAIA**, PhD

NSC «V.Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking», NAAS of Ukraine, Odesa  
e-mail: vvv\_tair@ukr.net

*The article analyzes literary sources reflecting scientific problems of modern viticulture theory, practice and prospects. The main responses of grapevines to climate change and the main strategies for adapting grapevines to conditions of soil moisture deficit in areas with limited natural moisture have been identified. The topicality of the study of the problem of stabilization of grape culture at optimization of parameters of vine training system, its feeding area and agrotechnics in vineyards for the purpose of adaptation to changes in environmental conditions has been established.*

*As a result of global warming, which is occurring in the territories of most viticultural regions, the soil moisture deficit is increasing and the water regime of grapevines is deteriorating. There are at least four strategies that can provide effective grape growing under such conditions. Irrigation, changing the boundaries of winegrowing regions, introducing new varieties and rootstocks, and applying technologies for the rational use of environmental water resources can ensure sustainable agricultural production in the long term.*

*At first glance, the strategy of transferring the grapevine to new growing areas suitable for thermal*

availability is not very complicated. However, the study allows us to draw conclusions about the possible risks of a drop in temperature during the winter period to critical values for the grapes in the case of a transfer of the culture to more northern regions.

The use of new varieties and cultivation technologies that ensure efficient use of environmental water resources in traditional wine-growing areas does not require significant material and technical costs compared to irrigation in plantations. These strategies not only conserve resources, but also greatly simplify agricultural production and conserve freshwater resources. All of this is due to the reduction of capital investment for the establishment of vineyards and a shorter payback period, which is essential in the current market economy.

**Key words:** viticultural, agrobiology, drought resistance, heat resistance, irrigation, cultivar, rootstock, agrotechnics.

Одержано редколегією 17.07.2024

DOI: 10.35205/0558-1125-2024-79-128-135

УДК 634.54:634.1/7.03.631.534

## **ВИХІД ВІДСАДКІВ ФУНДУКА (*CORYLUS MAXIMA* MILL.) ТА ЇХ ЯКІСТЬ В МАТОЧНИКУ ВЕГЕТАТИВНОГО РОЗМНОЖЕННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД СУБСТРАТУ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

**А.Я. КАРАСЬ**, кандидат с.-г. наук

Інститут садівництва (ІС) НААН України, 03027, Київ-27, вул. Садова, 23,

e-mail: sad-institut@ukr.net

*Наведено результати досліджень за 2020-2022 рр. експлуатації маточника вегетативного розмноження фундука вертикальним способом із схемою садіння 1,5×0,3 м та горизонтальним, схема садіння – 1,5×0,4 м при застосуванні різних субстратів і азотних мінеральних добрив, їх вплив на репродуктивну спроможність та якість отриманих відсадків. Досліджували два сорти фундука Святковий і Долинський. Виявлено доцільність використання субстратів та внесення азотних мінеральних добрив в період обкорінення. Встановлено, що основним чинником підвищення виходу як загальної кількості так і стандартних відсадків є субстрат, вплив якого складав 43,6 %.*

**Ключові слова:** фундук, маточник, стандартні відсадки, субстрат, торф, тирса, азотні мінеральні добрива.

**Вступ.** При закладанні нових інтенсивних садів важливе значення відводиться розсадництву, яке повинно повністю задовольнити потреби господарств різних форм власності і населення в якісному садивному матеріалі.

Одним із важливих агротехнічних заходів, який сприяє високій продуктивності вирощування садивного матеріалу, є мульчування ґрунту. Традиційним матеріалом для цього є перегній, торф, тирса, солома, рослинні рештки, полімерні плівки (напівпрозорі темні, і непрозорі чорні) та агротекстиль [1, 2, 3].

А. Gonkiewicz [4] зазначає, що у плодорозсадниках Центральної Польщі для підгортання маточних рослин клонових підщеп активно використовують тирсу. Тирсу вносять із розрахунку 1500 м<sup>3</sup>/га.

В.В. Волошина стверджує, що мульчування ґрунту в розсаднику сприяє збільшенню біометричних показників саджанців на 21,4 % порівняно з контролем (ґрунт) та на 13,6 % з еталоном [1].