

КАМЕНЕВА НАТАЛЯ

**ФІЗІОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ  
ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЮ  
І ЯКОСТІ ВІНОГРАДУ**



**КАМЕНЕВА НАТАЛЯ**

**ФІЗІОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ  
ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЮ І ЯКОСТІ ВИНОГРАДУ**

*Монографія*

Харків  
«Факт»  
2021

*Рекомендовано до друку Вченою Радою  
Одеської національної академії харчових технологій  
Протокол № 7 від 11.12.2020*

**Рецензенти:**

**Зеленянська Н.М.**, доктор сільськогосподарських наук,  
Заступник директора з науково-інноваційної діяльності Національного  
наукового центру «Інститут виноградарства і виноробства імені  
В.Є. Таїрова», Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

**Верхівкер Я.Г.**, доктор технічних наук, професор, в.о. зав. кафедри  
товарознавства та митної справи, Лауреат Державної премії України  
в галузі науки і техніки, Заслужений діяч науки і техніки України

**Петренко С.О.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,  
зав. кафедри садівництва, виноградарства, біології та хімії  
Одеського державного аграрного університета

**Каменева Н.В.**

К18 Фізіологічні та біохімічні основи підвищення врожаю і якості винограду.  
Монографія. Харків: «Факт», 2021. 196 с.

ISBN 978-966-637-966-8

Монографія присвячена оцінці низки технологічних рішень, в основі яких  
лежить застосування мікро- і макроелементів, регуляторів росту, фізіологічно  
активних речовин, що відносяться до різних груп сполук, а також мікродобрив  
сучасного покоління. Застосування зазначених речовин у країнах світового  
винаградарства дозволило отримати значну базу даних, аналіз яких надається  
у монографії.

УДК 661.162.6



716485

ISBN 978-966-637-966-8

© Каменева Н.В., 2021

СКОРОЧЕННЯ.....	4
ВСТУП.....	5
1. Біохімічні механізми дії макро- і мікроелементів.....	16
2. Фізіологічні основи дії макро- і мікроелементів у складі добрив, їх вплив на ріст, розвиток та плодоношення винограду.....	28
3. Особливості складу та застосування мікродобрив.....	38
4. Застосування мікроелементів та нутривантів у виноградарстві – аспекти впливу на ріст та продуктивність винограду.....	49
5. Мікродобрива нового покоління у виноградарстві – практичне застосування і вплив на виноградну рослину.....	66
6. Практичне застосування регуляторів росту у виноградарстві.....	78
7. Теоретичні основи комплексного застосування крапельного зрошення та підживлення фізіологічно-активними речовинами.....	117
8. Застосування добрив на фоні різного обробітку ґрунту .....	138
Список використаних джерел.....	156

## СКОРОЧЕННЯ

АФК – активні форми кисню  
АВА – абсцизова кислота  
ФАП – фізіологічно активні препарати  
ФАР – фізіологічно активні речовини  
6-БАП – 6-бензиламінопурин  
ПАБК – параамінобензойна кислота  
ІОК – індолілоцтова кислота  
ІМК – індолілмасляна кислота  
ІДХА – хелатизуючий агент  
ССС –  $\beta$ -хлоретилтриметиламонійнийхлорид  
ПЕО – поліетиленоксид  
КБП – коефіцієнт біологічного поглинання  
д.р. – діюча речовина  
ЕДТА – етилендіамінтетраоцтова кислота  
ОЕДФ – оксиетилендендифосфорна кислота  
2,4-Д – 2,4-дихлорфенілоцтова кислота  
АНУ –  $\alpha$ -нафтил-оцтова кислота

## ВСТУП

Віноград – найдавніша культура людства, поживні та біологічно активні властивості якої дозволяють вважати її однією з культур так званого функціонального харчування. Перелік біологічно активних сполук та метаболітів винограду перевищує 1000, це цукри, амінокислоти, органічні кислоти, вітаміни і мінерали, поліфенольні сполуки із антиоксидантними властивостями.

Однією з найважливіших проблем у сучасному виноградарстві нашої країни та за її межами є захист врожаю та насаджень в цілому від шкідників, хвороб та негативного впливу окремих факторів навколишнього середовища (низькі температури, карбонатні та засолені ґрунти та ін.), одночасно із захистом біосфери від шкідливого впливу хімічних препаратів, які застосовуються у виноградарстві. Тому у сучасному виноградарстві виникла дилема: з одного боку, потрібно значно скоротити кількість препаратів, що використовуються, з метою збереження довкілля від забруднення, а з іншого боку – виробляти високоякісний виноград для споживання, виготовлення марочних вин та шампанських виноматеріалів, що неможливо без ефективного захисту насаджень від шкідливих організмів та застосування біологічно активних речовин з метою покращення росту та розвитку виноградної рослини, збільшення врожайності насаджень та якості продукції, що отримується.

У строгому сенсі поживними речовинами у відношенні до культури винограду потрібно вважати всі ті елементи, які необхідні (незамінні) для росту і розвитку виноградної рослини. Отже, якщо один з таких елементів відсутній або не може бути поглинений у достатній кількості, виникають порушення у вегетативному або генеративній розвитку навіть в тому випадку, коли всі інші фактори росту присутні в оптимальному поєднанні. Елемент, як поживна речовина, повинен впливати специфічно, тобто ознаки його нестачі можна усунути тільки внесенням цього елемента. Крім того, елемент, щоб

його можна було вважати живильною речовиною, повинен брати участь безпосередньо в обміні речовин, а не просто нейтралізувати або своєю присутністю послаблювати чи усувати якість негативні впливи..

Живильні речовини рослин залежно від їх кількості в рослині поділяють на основні живильні речовини і мікроелементи. Основні поживні речовини часто визначають як макроелементи, їх частка у вегетативних та генеративних органах виноградного кущу дуже значна. Відомо, що до складу живих організмів входять не лише макро-, але й мікроелементи, вміст яких є досить незначним. Отже потреба винограду в основних поживних речовинах є великою, а у мікроелементах – низькою. Водночас виноград є культурою, дуже чутливою до покращення умов живлення, зокрема, до підживлень мікроелементами у рідкому стані, що одразу проявляється на інтенсивності основних фізіолого-біохімічних процесів.

Родючість ґрунту визначається його здатністю максимізувати продуктивність рослин, що дуже важливо в 21-м столітті. Швидке зниження родючості ґрунту пов'язане з високим попитом на продукти харчування через зростання населення і інтенсифікацією сільськогосподарських робіт без належного обліку довгострокової підтримки родючості шляхом внесення добрив.

Загальні результати землеробської діяльності у світі вражають, оскільки на 1,5 мільярдах га земель біологічна продуктивність втрачена повністю. Це, зокрема, пустелі, які тепер визнано, мають антропогенне походження. Ще на 5,5 мільярдах га біопродуктивність помітно знижена через недбалу діяльність людини. У сумі втрати продуктивних земель оцінюються в 50 % від поверхні суші, що становить близько 14,7 млрд. га. Вітрова і водна ерозія, яка розвинулася внаслідок зміни рослинності, придбала внаслідок її масштабності, самостійне значення і негативно позначається на великих просторах.

Слід також зазначити, що в цілому культурні посіви і насадження (особливо селекційні сорти та гібриди) мають вузький діапазон пристосування

до ґрунтово-кліматичних умов зростання. Однак коливання таких важливих чинників як температура і вологість ґрунту, відбувається у більш широкому діапазоні, отже, на планеті у ряді регіонів ростуть втрати врожаїв від посух, надлишку опадів, заморозків та перегріву посівів і насаджень. Паралельно зростанню середніх врожаїв у світі швидко зростає амплітуда їх коливань через зростання діапазону коливань зазначених вище чинників. Поки ще обсяги виробництва продовольства у світі підтримуються зростаючими вкладеннями енергії на виробництво одиниці харчових калорій, проте як складатиметься ситуація під час «експоненціального вибуху», ніхто не береться прогнозувати.

Особливо різко змінилася ситуація у зоні степу при оранці чорноземів, де річне надходження органічної речовини скоротилося в 13 разів; азоту в 13 разів, фосфору в 2,5 рази, калію в 4 рази, кальцію в 35 разів, магнію в 36 разів, сірки в 15 разів. Це радикально погіршило ґрунтовий колообіг, особливо з урахуванням розвитку ерозії ґрунтів. Безгосподарність у землеробстві, особливо зрошуваному і на осушених землях, обертається недобором сільськогосподарських продуктів, економічними втратами та нанесенням шкоди природному середовищу – ґрунті, воді, повітрю, біосфері в цілому. Застосування мінеральних добрив також пов'язано із загостренням проблем довкілля. Так, з азоту, внесеного в ґрунт, культурні рослини використовують тільки 40–50 %. Решта вимивається і випаровується, але з дощами теж повертається у воду і служить причиною евтрофікації водойм. Фосфорні добрива, що вносяться до ґрунту, незважаючи на малу рухливість фосфорних сполук у ґрунті, через ерозію і утворення орґанофосфатних комплексів, теж збільшують надходження фосфатів у водостоки і водойми та підсилюють евтрофікацію. Великі дози мінеральних добрив негативно впливають на якість продукції сільського господарства. Нині багато вчених – екологів розцінюють мінеральні добрива взагалі як тимчасовий засіб, а не як базисну міру, здатну фундаментально поліпшити ґрунт. При застосуванні високих доз мінеральних

добрив відмічено зниження вмісту гумусу, що є свідченням витрати капітальних ґрунтових ресурсів та падіння родючості.

На жаль, останнім часом природна родючість більшості ґрунтів України помітно знизилася внаслідок їх нещадної експлуатації. За даними ДУ «Центр Держродючість» України баланс гумусу складає на Поліссі 0,76 т/га, в Лісостепу – 0,48 т/га і у Степу – 0,81 т/га, що середньому по Україні складає 0,68 т/га. Таким чином, втрата основних живильних елементів з ґрунту перевищила нижню допустиму межу в 2–3 рази.

Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. А.Н. Соколовського НААН відзначає, що з 32 млн. га орних земель України 56 % мають низький зміст рухомих форм цинку, 25 % – рухомого бору і 8 % – рухомих форм міді. Для поліпшення цієї ситуації необхідно вносити достатню кількість органічних і мінеральних добрив. На практиці через організаційно-фінансові причини не завжди можливо внести необхідну кількість добрив у ґрунт.

Крім цього слід враховувати, що значна частина елементів живлення добрив при внесенні в ґрунт трансформується в важко доступні для рослин форми. Через це коефіцієнт використання з добрив азоту складає всього 50 %, фосфору – 25 % і калію – 60 %. Коефіцієнти використання NPK з ґрунту ще нижче і коливаються для азоту в межах 12–40 %, фосфору – 10–23 % і калію – 20–60 %.

Зниження родючості ґрунту пов'язано не тільки з браком макро-, але також і мікроелементів. Частічно вирішити цю проблему може добриво на основі мікронутрієнтів або агрономічна біофортіфікація. Ефективність їх застосування залежить від відмінності у видах і сортах сільськогосподарських культур, типах добрив і методах їх застосування, кліматі і ґрунтових умовах, а також у характері впливу хімічного складу ґрунту на доступність поживних речовин для поглинання рослинами.

Застосування пестицидів має як позитивні, так і негативні сторони для навколишнього середовища і організму людини. Екологізована система захисту рослин є в нашій країні одним з пріоритетних напрямів в агрономії,

оскільки при виробництві продукції плідництва і виноградарства пред'являються високі вимоги до її токсикологічної безпеки.

Не можна не враховувати проблеми сучасного виноградарства, пов'язані із сильним розвитком грибних хвороб. Класичні сорти, на які орієнтуються багато агрофірм, мають низький ступінь стійкості до захворювань. Ряд пестицидів, що застосовуються на винограді, втрачають свою ефективність у зв'язку з розвитком резистентності шкідливих організмів до них. Це знижує ефективність дії пестицидів, змушуючи агрономів збільшувати кратність обробок, що відповідно приводить до погіршення якості продукції і підсилює несприятливу дію на екологію. Ряд агрофірм галузі виноградарства знаходяться в курортних зонах, у зв'язку з чим питання зниження кількості обробок отрутохімікатами набуває особливого значення. У господарствах, які вирощують виноград, рослини піддаються багаторазовій хімічній обробці у системах захисту насаджень протягом усього вегетаційного періоду препаратами, які містять мідь, сірку, фосфор і т.д. Необхідність одержання екологічно безпечної продукції, а також здійснення заходів щодо охорони навколишнього середовища, що спрямовані на зниження кількості всіляких хімічних обробок виноградників, вимагає пошуків альтернативних методів з аналогічним ефектом.

Внаслідок цього на перший план вийшли проблеми підвищення продуктивності виноградників і стійкості їх плодоношення із використанням еколого-сприятливих методів, що запобігають деградації природного середовища та знижують негативні наслідки техногенного впливу. В даний час селекціонери інститутів як в нашій країні, так і за кордоном дуже активно працюють саме над проблемою виведення сортів винограду, які можуть значно знизити використання обробки отрутохімікатами, зберігаючи при цьому високий рівень смакових та поживних властивостей.

Зміни в кліматичних моделях, що призводять до абіотичних стресів, охоплюють сукупність екологічних умов, які знижують ріст і урожайність нижче оптимальних рівнів. Найбільш поширені абіотичні стреси включають

посуху (дефіцит води), солоність, підкислення ґрунту, високі температури та надмірне опромінення, оскільки важко розрізнити індивідуальний вплив кожного стресу в умовах відкритого поля, через взаємопов'язаність факторів довкілля. Фактично йдеться про так званий "літній" стрес, який є поєднанням різних абіотичних стресів, таких як дефіцит води, сильне сонячне світло та висока температура. Взаємозв'язок між рівнем сонячного світла та температурою виноградних грон є важливим для перебігу метаболізму виноградної лози, оскільки багато біохімічних шляхів залежать як від світла, так і від температури .

Дослідження попередніх років показали, що затінені ягоди часто перевищували температуру навколишнього середовища на 2,4 ° C, тоді як ті, що знаходилися на сонці – були на 12,4 ° C вище навколишнього середовища (Millar, Smart та Sinclair). В той же час грона. Що знаходяться на сонці, були дещо прохолоднішими вночі. Більше того, широко відомо, що високі температури можуть завдати шкоди протягом всього циклу вирощування, винограду, включаючи обпалення листя, сонячні опіки, старіння та відрив листя, гальмування росту пагонів та коренів, пошкодження плодів та зниження врожаю.

Іншою суміжною темою є підвищена вхідна радіація, особливо в діапазоні ультрафіолетового випромінювання, яке, незважаючи на позитивний вплив на фенольні речовини шкірки, також може впливати на ароматичні сполуки винограду, а отже, і на якісний потенціал вин.

Еколого-адаптивне ведення виноградарства забезпечує стабільність виробництва з оптимальним використанням біологічного потенціалу сортів та отриманням щорічних гарантованих врожаїв необхідної якості. Тільки стає виноградарство може забезпечити адаптивність насаджень до місцевих умов, а також гарантувати конкурентоспроможність продукції для виходу на міжнародні ринки.

Вплив кліматичних змін на виноградарство та виноробство виходить за рамки економічних та культурних трендів цієї галузі. Вже зараз відчутні

тенденції, що відображають порушення численних природних механізмів які впливають на ріст винограду, його фізіолого-біохімічні процеси та дозрівання ягід, що може спричинити серйозні втрати врожаю та зниження якості. Тому увага світової наукової спільноти у практичному плані зосереджена на розробці обґрунтованих та стійких стратегій адаптації для виноградарства. В теоретичному сенсі вивчення впливу кліматичних змін на культуру винограду призведе до кращого розуміння реакцій виноградної рослини на стрес. Завдяки розробці стратегій адаптації виноградної рослини та галузі виноградарства до стресових умов, викликаних кліматичними змінами, стає можливим підвищити якість, прибутковість, ефективність та стійкість виноробної галузі в мінливих кліматичних умовах.

Стратегії адаптації включають весь набір дій та процесів, які можна залучити у відповідь на зміну клімату. Класичним прикладом адаптивної стратегії, яка застосовується у виноградарстві, є стійке управління виноградниками, яке може сприяти поглинанню та покращенню стійкості ампелоекотопів на основі екосистемного підходу. Це, в свою чергу, дасть можливість регулювати природні та сільськогосподарські системи, зменшуючи ризики пошкодження насаджень, керуючи зниженням економічних збитків галузі.

Мультидисциплінарні дослідження проблеми, виконані останнім часом, були зосереджені не лише на впливах зміни клімату на фізичні, біологічні та молекулярні аспекти культури винограду, виноградної лози, але також на сучасних стратегіях адаптації, які можуть бути застосовані наразі. Однак масштабність та широка географія проблеми потребує розширення досліджень у місцевому та регіональному масштабах, особливо в регіонах, де протягом сезону вегетації рівень ряду факторів сягає своєї верхньої межі.

Хоча вже є дослідженнями зі визначенню стійкості винограду до стресу в період вегетації (високі температури та знижені рівні опадів) (Ollat and Touzard), наукове обґрунтування щодо сортової чутливості та взаємодії між чинниками довкілля середовища та реакціями адаптації рослин ще відсутнє.

Невизначеною залишається і спроможність виноградарів-практиків адаптуватися до змінних умов в технологічному та економічному плані.

Тісна взаємодія між харчуванням рослини, її хворобами і збудниками показує можливість зниження пестицидного навантаження на навколишнє середовище шляхом оптимізації вмісту мікро- і макроелементів. Мікронутрієнти, таким чином, сприяють підвищенню неспецифічної резистентності до збудників грибних хвороб, що відповідно дозволяє внести коригування в схеми захисту, зменшуючи кратність обробок пестицидами.

Другим шляхом вирішення питання зниження кількості обробок пестицидами є використання нових біологічних препаратів, екологічно безпечних, що дозволяють істотно знизити застосування пестицидів на виноградниках. Це дає можливість одержати екологічно чисту продукцію.

Для рослин характерний два види живлення – кореневе і позакореневе. Кореневе живлення забезпечує рослину живильними речовинами, водою, вуглекислим газом, використовуючи природні запаси ґрунтів і макро-мікроелементи, які вносяться з добривами.

Позакореневе підживлення дозволяє рівномірно розмістити на площі невеликі дози добрив, проводити строго диференційоване живлення рослин в різні фази і стадії їх розвитку, що підвищує витривалість рослин в умовах реалізації сценаріїв кліматичних змін і адаптує їх до зовнішнього середовища. Позакореневим живленням, як відомо, прийнято називати поглинання листям і засвоєння рослиною таких живильних речовин, які в недостатній мірі поглинаються і засвоюються кореневою системою. У літературі такий вид поглинання називають «листовим живленням» або «живленням через листя». Суть такого живлення полягає у тому, що водні розчини живильних речовин проникають у лист через продири до кутикули. Проникність епідермальних кліток багаточарової кутикули залежить від концентрації живильного розчину, фази зростання і розвитку рослини, площі і покриття листової пластинки, агрометеорологічних факторів, часу проведення підживлення, форми живильного елементу і інших чинників.

Численні спостереження показали, що при позакореному підживленні більшості культур в полі наприкінці дня (перед заходом сонця) розчин на поверхні листя висихає через 30–40 хвилин після їх обприскування. Цього часу цілком достатньо для того, щоб велика частина живильних речовин встигла проникнути всередину тканини листа. Подальше надходження в рослину живильних речовин з поверхні листя продовжується при випадінні роси. Живильні речовини, поглинені листям, в деяких рослинах включаються безпосередньо до синтезу органічних речовин, а іноді переносяться в інші органи і використовуються у внутріклітинному обміні і тим самим позитивно впливають на найважливіші фізіологічні процеси (фотосинтез, ріст тощо).

Позитивний вплив позакореного підживлення полягає також в підвищенні активності процесів реутилізації (повторного використання) елементів живлення в органах рослин, багато компонентів живильних сумішей спроможні активізувати ростові процеси. Доведено, що позакореневе підживлення сприяє процесам кореневого живлення (поглинання живильних речовин, кількість корневих виділень) і навіть впливає на ризосферну мікрофлору). Позакореневе підживлення є більш доступним з технологічної точки зору, оскільки дуже часто воно проводиться одночасно з внесенням засобів захисту рослин, що значно скорочує витрати на його проведення.

Для позакореного підживлення використовуються різні солі, що містять макро- і мікроелементи (сечовина монофосфату калія, калійна селітра, борна кислота, сірчанокислий цинк і мідь, молібденовокислий амоній і ін.) всі вони повинні бути водорозчинні, мати нейтральну реакцію, не містити токсичних домішок.

Дослідження позакореного застосування добрив на винограді показали їх позитивний вплив на культуру. Так, наприклад, було продемонстровано, що застосування хелатів заліза (Fe), цинку (Zn) і марганцю (Mn) в три різні періоди на сортах "Томпсон Сідлесс" і "Роумі Ред" істотно впливає на врожайність винограду, збільшуючи розміри і вагу ягід (Bacha et al.). Також було встановлено, що позакореневе застосування цинку на сорті

Султаніна призвело до збільшення врожаю. В іншому дослідженні, в якому позакореневі добрива застосовувалися для сортів «Екшікара», «Ерменек» і «Хесап Алі», їх дія мала сортову специфічність і проявлялася сильніше на перших 2-х сортах що показує відмінність сортової реакції на позакореневе підживлення. Таким чином, було показано позитивний вплив позакореневих добрив (особливо в хелатній формі) і мікроелементів на збільшення врожаю винограду і підвищення його якості.

Регулятори росту рослин почали застосовувати в сільсько-господарському виробництві (порівняно із мінеральними добривами) відносно недавно. Поступово накопичувався практичний досвід, отримувалися дані щодо механізмів впливу та ефективності їх використання, різноманітних побічних явищ, пов'язаних із застосуванням біологічно активних речовин. Список хімічних препаратів, здатних змінювати інтенсивність фізіологічних процесів рослин в напрямку поліпшення господарсько цінних ознак, постійно поповнюється. В останнє десятиліття препарати з біологічною активністю використовуються при вирощуванні багатьох сільськогосподарських культур у великих масштабах. Вони успішно застосовуються для боротьби із виляганням зернових, затримкою росту молодих пагонів та для регулювання плодоносіння у плодівництві, для запобігання проростання бульб картоплі при зберіганні тощо. Регулятори росту дають можливість інтенсифікувати і механізувати багато виробничих процесів у сільському господарстві.

Широке практичне застосування регулятори росту рослин знаходять і у виноградарстві, де особливості культури накладають відбиток на використання препаратів з біологічною активністю.

Застосування регуляторів росту рослин на винограді почалося майже 50 років тому. Ще тоді було показано їх вплив на врожайність і якість винограду і т.ін. Наразі застосування регуляторів росту у світовому виноградарстві розглядається як прийом підвищення кількості одержуваного врожаю і його якості. В першу чергу це стосується таких показників як кількість ягід у гроні, маса ягоди і маса грона, міцність плодоніжки і кутикули і т.ін. З іншого боку,

надмірне застосування регуляторів росту (гіббереліни) може викликати розтріскування і схильність винограду до появи сірої гнилі, викликаної *Botrytis cinerea*, що також необхідно брати до уваги.

Управління поживними речовинами є важливим питанням для виноградарів, оскільки воно впливає на ріст виноградної лози, урожайність, склад ягід та якість вин.

Зважаючи на екологічні обмеження, накопичується все більше доказів, що відповідне мінеральне живлення може відігравати вирішальну роль у збільшенні як урожайності, так і механізмів толерантності до стресів у сільськогосподарських культурах. Крім того, споживачі та законодавці вимагають стійких виробничих практик, спрямованих на зменшення живлення виноградників та впливу на навколишнє середовище, що може призвести до змін у складі поживних речовин винограду. Ефекти управління поживними речовинами у виноградної лози можуть бути як прямими, незбалансованими за складом ягід та ароматом вина, так і непрямими через вплив на вегетативний ріст.