

[https://doi.org/10.18524/2077-1746.2023.2\(53\).292971](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2023.2(53).292971)

УДК 581.1:631.8:634.8

Аргюх М. М.¹, канд. с.-г. наук, ст. наук. сп.

Якуба І. П.², к.б.н., доцент

Ружицька О. М.², к.б.н., доцент

Назарчук Ю. С.², к.б.н., доцент

Степаненко Н. І.², магістр

¹Національний науковий центр Інститут виноградарства і виноробства імені В. Є. Таїрова, смт. Таїрове; Одеська область, вул. 40-річчя Перемоги, 27, 65496, Україна,

²Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Одеса, вул. Дворянська, 2, 65082, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРЕПАРАТІВ ЦИТОКІНІНІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ КАЛЮСОГЕНЕЗУ ТА ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЩЕП ВИНОГРАДУ (*VITIS VINIFERA* L.)

Досліджено дію препаратів з цитокінінами X-Cyte та MC Set на індукцію калюсогенезу та фізіологічні показники щеп винограду. Обробку препаратами здійснювали замочуванням чубуків та щеп перед посадкою у шкілку та обприскуванням рослин винограду у шкілці. Показано стимуляцію калюсогенезу та зростання компонентів щеп, органогенезу та приживлюваності щеп у шкілці. Обробка сприяла підвищенню вмісту хлорофілу, інтенсивності дихання листків, покращенню показників водного режиму листків та ростових показників рослин. Саджанці містили більше запасних вуглеводів, вихід саджанців збільшився. Більшу ефективність проявив MC Set від Valagro із вмістом цитокінінів 0,06%.

Ключові слова: щепи винограду; саджанці; фізіологічні показники; цитокініни; калюсогенез; ріст; вуглеводи

Вегетативне розмноження винограду є проблемою, яка постійно потребує дослідження. Не втрачає актуальності оптимізація та вдосконалення прийомів і засобів, адаптація до конкретних агрокліматичних умов новостворених сортів та генотипів, що знаходяться у постійному селекційному процесі. Така робота ведеться на базі відділу розсадництва, розмноження та біотехнології винограду ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» [1,3,5,6,10]. Одним із аспектів вдалого вегетативного розмноження, зокрема живцювання підщеп, щеплення та отримання кореневласних живців винограду є використання фітогормонів [18]. Гормони цитокініни є не тільки регуляторами клітинного поділу, росту й органогенезу рослин [20], а й факторами стресовитривалості, реакції на дію несприятливих чинників середовища та адаптації до умов вирощування [19]. Від часу винаходу проведено чимало досліджень з практичного використання властивостей цитокінінів [16]. Основним напрямком наукових робіт було й залишається ви-

значення доцільності, способів застосування та механізмів дії цитокінінів за вирощування окремих видів та сортів рослин у конкретних агрокліматичних або лабораторних умовах [12].

Хоча основна сфера використання цитокінінів у виноградарстві це традиційно мікроклональне розмноження винограду [12], інтерес вчених також постійно привертає питання ефективності та механізмів позитивної дії екзогенної обробки ними рослин винограду *in vivo*, зокрема, на ріст та морфогенез, фізіологічні показники рослин і врожайність [18]. Palma і Jackson в своєму дослідженні показали, що обробка винограду сприяла галуженню пагонів стимуляцію утворення квіткових бруньок [27]. Показано можливість покращення співвідношення корінь/пагін за рахунок утворення придаточних коренів [14]. Обробка цитокінінами підвищувала вміст хлорофілу в листках винограду, навіть після попереднього спричиненого посухою зниження [23,25]. Дослідники відмічають підвищення активності ферментів вуглеводного обміну, а також підвищення осмотичного потенціалу за рахунок вуглеводних осмолітиків [26]. Багато дослідників підкреслюють покращення стійкості винограду до абіотичних стресів [15,25,33], стійкості до фітопатогенів [24,30], поглинання елементів живлення [28], спричинені цитокінінами. Є дані про збільшення ваги та розміру ягід, китиць, поліпшення біохімічних показників якості соку за обробки цитокінінами [29,30,31].

Зважаючи на наявні відомості про позитивні ефекти екзогенного застосування цитокінінів, є доцільним тестування нових форм випуску препаратів цитокінінової групи в умовах південного заходу України для оптимізації розмноження й вирощування цінних сортів щеплених саджанців винограду. Результати таких досліджень сприяють збереженню і розмноженню унікального набутку виноградарів півдня України – сорту Сухолиманський білий. Метою даної роботи було дослідити ефективність використання препаратів, що містять цитокініни, для індукції калюсогенезу та покращення стану щеп винограду сорту Сухолиманський білий.

Матеріал та методи досліджень

Матеріалом дослідження були щепи та саджанці винограду (*Vitis vinifera* L.) отримані з: прищепа – чубуки винограду сорту Сухолиманський білий [2] з пасинків 1 см в діаметрі; підщепа Ріпарія x Рупестріс 101–14 (PP101–14). Чубуки і щепи обробляли препаратами X-Cyte від компанії Stoller (містить кінетин 0,04%) та MC Set від компанії Valagro (містить цитокініни природного походження, в основному зеатин, 0,06%) за схемою: 1 – вимочування чубуків підщепа та прищепи протягом 18 годин; 2 – заливання розчину препарату у ящики перед висаджуванням щеп у шкільку; 3 – триразові вегетаційні обробки приросту щеп з інтервалом один місяць. Контроль обробляли водою. Повторність дослідів у шкільці триразова, кількість облікових щеп 100 штук. Середні по

варіантах обчислено за середніми значеннями для повторностей, дані подано у вигляді середнє арифметичне \pm похибка. Достовірність різниці між середніми контролю й досліду оцінювали за критерієм Стьюдента. Різницю вважали достовірною за $t \geq t_{st}$ для $\alpha \leq 0,05$ [7].

Для визначення інтенсивності калюсо- і коренеутворення на чубуках підщепи та прищепи робили зріз під вузлом, осліплювали вічка та вимочували у воді та робочих розчинах препаратів, що вивчалися, не менше 18 годин. На верхньому кінці робили косий зріз, загортали чубуки в вологозатримуючий матеріал та стратифікували в термостаті при температурі + 28 °C 20 діб. Чубуки вимочували 14–18 годин у воді та робочих розчинах, косий зріз робили нижче вічка. Через 21 добу після стратифікації проводили обліки інтенсивності розвитку калюсу. Лабораторні дослідження проводили на базі кафедри ботаніки ОНУ та лабораторії фізіології відділу розсадництва, розмноження та біотехнології винограду ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова».

Щеплення та вирощування щеп у шкільці проведено згідно загальноприйнятих в районі дослідження прийомів. На дослідних ділянках підтримувався загальний агротехнічний фон у відповідності до рекомендацій з догляду за шкількою. Шкілька була розташована на території приватної присадибної ділянки та території міста Біляївка, Біляївський район, Одеська область.

Розміри калюсу визначали шляхом візуальної оцінки та вимірювань. Агробіологічні показники визначали методом вимірювання. Після викопування саджанців проводили їх сортування, обліки розвитку кореневої системи шляхом візуальної оцінки відповідно до ДСТУ 4390:2005 [8].

Вплив обробок препаратами, які містять цитокініни, на фізіологічні та біохімічні показники розвитку щеп винограду визначали шляхом виконання фізіологічних і біохімічних аналізів з використанням загальноприйнятих методів: показники водного режиму рослин – ваговим методом Л. І. Сергєєва, К. О. Сергєєвої, В. К. Мельникова [3]; інтенсивність дихання листків визначали за кількістю виділеного вуглекислого газу за методом Бойсен – Йенсена [4]; вміст хлорофілів а, b їх суми в листках визначали у спиртовій витяжці спектрофотометрично за формулами Вінтерманс де Мотс в інтерпретації Мусієнко [9]; вміст редукувальних цукрів у пагонах визначали методом Бертрана [4]; вміст крохмалю в пагонах визначали за Починком [4]. Дослідження проведені протягом вегетаційного періоду 2021 року, висадку щеп у шкільку проводили у другу декаду квітня, викопування та аналіз саджанців здійснювали на початку грудня.

Результати досліджень та їх обговорення

Вплив препаратів цитокінінів на калюсоутворення та зрощення підщеп та прищеп. Сорт винограду Сухолиманський білий, отримай на базі Інституту виноградарства і виноробства імені Таїрова, є унікальним набутком вітчизняної селекції винограду, який потребує збереження й постійної оптимізації аг-

ротехніки. Суттєвим етапом агротехніки сорту є щеплення. Для покращення зростання щепи з підщепою доцільно використовувати індукцію калюсогенезу, що можливе за допомогою препаратів, які містять цитокініни. Тому було проведено скринінг наявних на сучасному ринку препаратів як індукторів калюсогенезу підщеп і прищеп та оцінено ступінь зростання щеп винограду сорту Сухолиманський білий.

На двадцять першу добу після обробки препаратами й витримування в умовах постійної температури та вологості проведено візуальну оцінку утворення калюсу по периметру стебла. Щепи були поділені на групи: все коло (95–100%) по периметру обросло калюсом, більше половини (50–95%) обросли калюсом та менше половини ($\leq 50\%$). В кожній групі було оцінено середнє співвідношення між обростанням калюсами прищепи і підщепи (табл. 1). В Контролі підщепи та прищепи обростали калюсом в основному однаково, повне коло спостерігалось всього тільки у приблизно 20% щеп. Обробка препаратами з цитокінінами привела до збільшення кількості щеп, в яких спостерігалось колове формування калюсів, максимально – до 72% у варіанті MC Set на підщепках. У дослідних варіантах вдвічі знижувалась кількість щеп із слабо розвиненим (менш ніж на половину) кільцем калюсу.

Таблиця 1

Обростання калюсом периметру зрізу щеп винограду (*Vitis vinifera* L.) сорту Сухолиманський білий за дії препаратів з цитокінінами

Варіант	Частина щепи	Обростання периметру, % щеп від загальної кількості		
		95–100% периметру	50–95% периметру	$\leq 50\%$ периметру
Контроль	підщепка	22,1 \pm 2,3	64,5 \pm 2,8	13,4 \pm 1,2
	прищепка	20,2 \pm 1,8	58,9 \pm 2,3	20,9 \pm 3,5
X-Cyte	підщепка	55,4 \pm 3,7*	33,8 \pm 1,6*	10,8 \pm 0,7*
	прищепка	28,3 \pm 1,5*	65,8 \pm 2,2	5,9 \pm 0,4*
MC Set	підщепка	72,3 \pm 5,2*	21,1 \pm 1,8*	6,7 \pm 0,5*
	прищепка	43,4 \pm 1,5*	48,9 \pm 2,8*	7,7 \pm 0,6*

Примітка. Тут і далі: результати представлено у вигляді $M \pm m$, $N=3$, $n=100$, перевірку гіпотези про відмінність між дослідом і контролем здійснено за критерієм Стьюдента, * – різниця достовірною на рівні вірогідності вище 95%.

В результаті вимірювань товщини та висоти калюсу з урахуванням діаметру чубуків підщепи й прищепи було розраховано середній об'єм калюсів за варіантами (табл. 2). Обидва препарати з цитокінінами стимулювали збільшення

об'єму калюсів, більший ефект спостерігався на дії MC Set. Даний препарат збільшував об'єм калюсу на підщепі відносно контролю в середньому на 60%, на прищепі – вдвічі.

Для точнішої оцінки стану калюсів було визначено дію цитокінінових препаратів на сиру та суху вагу калюсів та вміст води, що показує ступінь їх обводнення (табл. 2). Препарат X–Cyte збільшував ці показники у підщеп на 28 та 56%, прищеп 27 і 26%, відповідно. Препарат MC Set збільшував вагу калюсів підщеп на 47 та 81%, прищеп на 103 та 92%.

На підщепах у дослідних варіантах спостерігається незначне, але достовірне зниження вмісту води, що говорить про ущільнення калюсу, і може бути пов'язане із скорішим формуванням перидерми.

Таблиця 2

**Показники стану калюсів винограду (*Vitis vinifera* L.)
сорту Сухолиманський білий за дії препаратів з цитокінінами**

Варіант	Компонент щепи	Об'єм, см3	Сира маса, мг	Суха маса, мг	Обводнення, %
Контроль	підщеп	0,33±0,02	35,5±2,1	7,8±0,3	77,8±1,2
	прищеп	0,25±0,05	25,3±1,4	6,2±0,3	75,5±1,5
X–Cyte	підщеп	0,42±0,07	45,4±2,7*	12,2±0,5*	73,2±0,9*
	прищеп	0,32±0,05	32,3±2,5*	7,8±0,2*	75,9±0,6
MC Set	підщеп	0,55±0,07*	52,1±4,2*	14,1±0,8*	72,7±0,7*
	прищеп	0,57±0,07*	51,4±2,5*	11,9±0,8*	77,7±0,8

Досліджені препарати викликали покращення зростання підщепи й прищепи винограду. Щепи було поділено на три групи за ступенем зростання: більше половини зрізу, менше половини та відсутнє зростання (рис. 1). За результатами дослідження, кількість добре зрощених щеп збільшується за впливу препаратів, а щеп з відсутніми ознаками зростання майже немає.

Слід зазначити невелику кількість робіт із докладним описом стану калюсів живців винограду за дії цитокінінів в іноземних джерелах, хоча на базі ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» у попередні роки досліджували вплив бензиламінопуріну на показники щеп у шкільці [6]. В огляді Aremu та ін. [13] підкреслено, що створення оптимальних протоколів застосування цитокінінів для мікрোকлонального та вегетативного розмноження рослин – це шлях спроб і помилок, що дає результат для окремого виду та сорту. За даними нашого дослідження можна стверджувати, що застосована схема обробки чубуків X–Cyte та MC Set є ефективним засобом стимуляції калюсоутворення за вегетативного розмноження винограду сорту Сухолиманський білий та PP101–14.

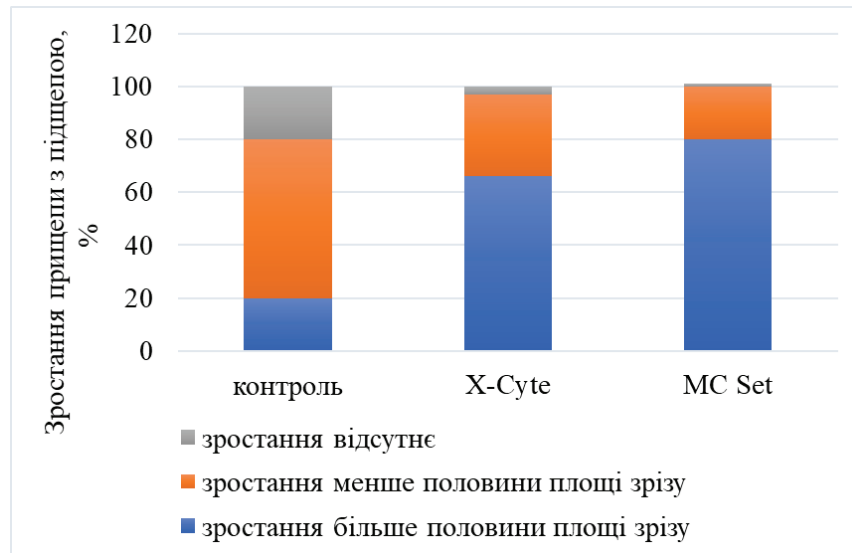


Рис. 1. Вплив обробки препаратами з цитокінінами на зростання компонентів щеп (прищепи з підщепою) винограду (*Vitis vinifera* L.) сорту Сухолиманський білий, % щеп із зростанням більше половини площі зрізу, менше половини та незрощених, відносно загальної кількості щеп.

Поряд із стимуляцією калюсогенезу у щеп спостерігали підсилення ризогенної активності підщепи після обробки розчинами цитокінінових препаратів: у дослідних варіантах кількість кореневих пагорбків та корінців збільшилась на 21 та 61%, відповідно, довжина на 29% за дії MC Set, а вага зросла на 39 та 87% в двох варіантах відносно контролю. Ця позитивна ознака має особливе значення, тому що за дії цитокінінів, як відомо [20], є ризик порушення донорно-акцепторної взаємодії між полюсами рослини й інгібування коренеутворення за рахунок переважання паростків. Однак правильно підібрані протоколи для мікроклонального розмноження, розробка яких постійно триває [13,14,32] та підбір препарату та схеми обробки рослин *in vivo* [17] дозволили досягти стимуляції коренеутворення у лабораторних та ґрунтових умовах.

Таким чином, обраний у нашому дослідженні засіб обробки і склад препарату цитокініну можна вважати придатним для укорінення щеп винограду. Особливо слід відмітити, що стимуляцію коренеутворення спостерігали на підщепі PP101–14, яку використовують для отримання живців багатьох сортів винограду, зокрема на півдні України. Збільшення довжини було низьким відносно збільшення кількості і маси коренів, тобто корінці на дослідних варіантах були більш щільними. Зважаючи на те, що цитокінін-залежне підвищення співвідношення корінь-пагін є доведеною для різних сільгоспкультур [28,32] передумовою кращого поглинання елементів живлення та води за несприят-

ливих ґрунтових умов, отриманий за допомогою обробки X-Cyte та MC Set стимулювальний ефект на ризогенез забезпечуватиме кращу приживлюваність щеп у ґрунті.

Показники пагонів прищепи теж суттєво покращувались за дії препаратів. Довжина пагонів – на 62 та 71%, середня вага суми пагонів на щепі – на 39 та 61%, що є закономірним й характерним результатом застосування цитокінінів. Екзогенна обробка саджанців плодкових дерев та винограду у шкілках за даними різних дослідників сприяє галуженню, утворенню адвентивних бруньок та стимулює ріст бічних пагонів [17,21,23,27]. Більші значення отримано у варіанті з MC Set, ніж X-Cyte (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив препаратів з цитокінінами на органогенез щеп винограду (*Vitis vinifera* L.) сорту Сухоліманський білий

Варіант	Кількість коренів, шт	Довжина коренів, см	Вага вологих коренів, г	Довжина пагону, см	Вага вологих пагонів, г
Контроль	1,72±0,11	2,06±0,21	0,23±0,02	2,35±0,12	0,18±0,02
X-Cyte	2,08±0,15	2,19±0,19	0,32±0,02*	3,81±0,19*	0,25±0,01*
MC Set	2,77±0,09*	2,65±0,13*	0,43±0,03*	4,03±0,15*	0,29±0,02*

Таким чином, в процесі щеплення винограду прищепами сорту Сухоліманський білий спостерігали виражений стимулювальний ефект розчинів препаратів, які містять кінетин (X-Cyte) та зеатин (MC Set) на калюсоутворення та початкові етапи органогенезу щеп винограду перед висадкою у шкілку. Застосовані препарати у концентраціях, рекомендованих виробниками, продемонстрували типовий для цитокінінів ефект покращення поділу та стимуляції розвитку бруньок прищепи. Не відмічене гальмування коренеутворення, навпаки, суттєво збільшувалась вага і кількість корінців, корінці були більш щільними. Сильніший стимулювальний ефект відмічений для препарату MC Set, що може бути пов'язане із наявністю корисних компонентів на додаток до цитокінінів у його складі.

Для препаратів цитокінінів на фізіологічні та агробіологічні показники щеп винограду у шкілці. Щепи отримані в лабораторії висаджували в ґрунт, попередньо відсортувавши. Висаджували тільки життєздатні щепи стандартного виду із рівномірно розвинутою кореневою системою і життєздатними паростками. На момент висадки щепи були вже двічі оброблені препаратами: на етапі обробки чубуків та на етапі укорінення в ящиках. Після двох тижнів за збереженням тургору, забарвленням, та наявністю приросту оцінювали приживлюваність щеп в умовах шкілки у ґрунті. Загалом, застосування препаратів з цитокінінами X-Cyte та MC Set підвищувало приживлюваність, хоча за несприятливих посушливих умов весни поточного року вона була досить низькою (рис. 2).

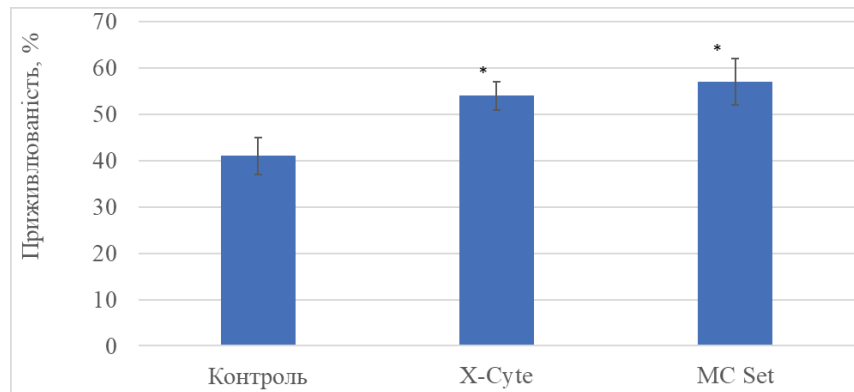


Рис. 2. Вплив препаратів з цитокінінами на приживлюваність в умовах шкільки щеп винограду (*Vitis vinifera L.*) сорту Сухолиманський білий.

Обидва дослідні препарати покращували приживлюваність у шкільці на третину відносно контролю, що може бути зумовлене ефектом цитокінінів щодо здатності до самовідновлення рослин за умов стресів, таких як висадка у ґрунт.

Відомим фізіологічним ефектом цитокінінів є підвищення вмісту хлорофілу в листках та покращення стану фотосинтетичного апарату [13,20]. Після другої вегетативної обробки щеп у шкільці на фоні інтенсивного вегетативного росту визначали вміст хлорофілів в листках винограду. Результати визначення свідчать, що вміст хлорофілів суттєво підвищувався за впливу препаратів (табл. 4): під впливом препарату X-Cyte в середньому на 33%, під дією MC Set – на 42%. Зростання вмісту хлорофілів відбувалося за рахунок вмісту хлорофілу «а». Це показує інтенсивніший синтез хлорофілу у дослідних варіантах та показує омолоджувальну дію цитокінінів на фотосинтетичний апарат рослин Аналогічний ефект спостерігали на винограді сорту в умовах [25].

Покращення стану фотосинтетичного апарату забезпечує більш інтенсивний фотосинтез та накопичення його продуктів, які є субстратами дихання тканин листка. Визначення інтенсивності дихання показує забезпеченість метаболітами тканин та інтенсивність метаболізму. В дослідних варіантах спостерігали підвищення інтенсивності дихання на 28 та 22% за дії X-Cyte та MC Set, відповідно (табл. 4). Підсилення активності ферментів вуглеводного метаболізму спостерігали Olmedo із співавторами у тканинах столових сортів винограду [26]

Основним стресовим чинником навколишнього середовища на виноградниках півдня України є недостатнє вологозабезпечення [1,3]. Якщо нестачу ґрунтової вологи було компенсовано за рахунок крапельного зрошення, то повітряна посуха та високі температури все одно спричиняють стресове навантаження на

рослини щеп. За таких умов обводненість тканин листка є основною групою критеріїв для оцінки фізіологічного стану рослини під дією стресорів середовища. За впливу MC Set збільшувалось обводнення тканин листків на 7% (табл. 4). Вміст легкоутримної води знижувався на 24 та 21% за дії X-Cyte та MC Set, відповідно. Підвищувалась водоутримна здатність листків на 21 та 26%.

Застосування цитокінінових препаратів за таких умов є дуже цікавим і нетрадиційним підходом, тому що у природній системі регуляції за дії стресорів має місце інгибування цитокінінів, яке є нормальною стресовою реакцією рослин. Проте для ростових процесів та продуктивності рослин це є негативним явищем у сільському господарстві. Застосування цитокінінів сприяє скорішому переходу від стану стресу до стану продуктивного росту, екзогенні цитокініни сприяють самовідновленню рослин, стресовитривалості, що проявляється у здатності підтримувати водний баланс тканин [13,18,20,28]. Саме ці зазначені позитивні ефекти підтверджує аналіз фізіологічних показників щеп винограду Сухолиманський білий.

Таблиця 4

Фізіологічні показники листків щеп винограду (*Vitis vinifera* L.) сорту Сухолиманський білий за дії препаратів з цитокінінами

Варіант	Обводнення тканин, %	Легкоутримна вода, %	Водоутримна здатність, %	Сума хлорофілів, мг/г	Співвідношення хлорофілів а/б	Інтенсивність дихання, мг CO ₂ /м ² ·год.
Контроль	75,0±1,4	18,1±1,2	19,3±2,0	1,462±0,037	1,6±0,2	13,4±0,4
X-Cyte	75,9±0,9	14,3±1,5*	23,3±1,1*	1,761±0,033*	2,2±0,1*	17,0±0,6*
MC Set	79,8±1,5*	13,4±1,2*	24,3±0,9*	2,020±0,023*	2,2±0,1*	16,1±0,7

Про покращення росту щеп за дії цитокінінів в умовах шкільки свідчать зміни в агробіологічних ростових показниках рослин у дослідних варіантах (табл. 5). Препарати X-Cyte та MC Set стимулювали розвиток системи пагонів щеп винограду. Довжина пагонів збільшувалась на 34 та 26%, діаметр та ступінь визрівання пагонів підвищувалися на чверть за впливу MC Set. Є тенденція до збільшення кількості пагонів на рослині, що є наслідком стимуляції розвитку бруньок цитокінінами, що, зокрема, є одним з очікуваних ефектів від застосування цієї групи гормонів на винограді, що спостерігали інші дослідники [27]. Міжвузля не подовжуються, тобто товстіші та однаково щільні пагони за дії цитокінінів є більш міцними та створюють добру базу для створення фотосинтетичної поверхні та запасання поживних речовин для наступного року. Сама фотосинтетична поверхня рослин збільшується за рахунок підвищення площі листків – на 24 та 29% та їх кількості – на 26 і 35% під впливом X-Cyte та MC Set, відповідно.

Таблиця 5

**Ростові показники щеп винограду (*Vitis vinifera* L.)
сорту Сухолиманський білий**

Варіант	Контроль	X-Cyte	MC Set
Середня довжина пагонів, см	56,5±2,9	75,8±6,9*	71,2±12,5*
Середній діаметр пагонів, мм	4,9±0,4	5,7±0,3	6,1±0,2*
Кількість пагонів, шт.	2,9±0,3	3,3±0,3	3,4±0,2
Визрівання пагонів, %	71,5±2,5	69,6±1,7	75,4±1,8*
Середня довжина міжвузля, см	4,7±0,3	5,1±0,2	5,0±0,5
Середня площа одного листка, см ²	44,2±2,2	55,1±5,3*	58,2±6,2*
Кількість листків, шт	21,2±1,9	26,7±1,8*	28,7±2,5*

Таким чином, застосування препаратів X-Cyte та MC Set, які містять цитокініни, яке продовжувалося після висадки щеп у шкільку шляхом листових обробок (два рази на момент проведення аналізів) покращувало стан та функціональність фотосинтетичного апарату за показниками вмісту пігментів, інтенсивності дихання та розвитку листків, показники водного режиму листків та ріст системи пагонів – за результатами агробіологічних визначень.

Стан саджанців винограду за обробки препаратами цитокінінів

За морфологічними ознаками відповідно до ДСТУ 4390:2005 [8] вихід якісних саджанців за впливу X-Cyte був на 27%, а MC Set Valagro – на 35% вищий за контроль (табл. 6). Після входу рослин щеп винограду сорту Сухолиманський білий у стан зимового спокою було визначено основні біохімічні показники зимостійкості та потенціалу майбутнього врожаю – вміст цукрів та крохмалю в пагонах. Вміст редукувальних цукрів та цукрози збільшувався на 39 та 47% та на 50 та 55% за обробки X-Cyte та MC Set, вміст крохмалю на 17 та 16%. Тобто обробка препаратами сприяє накопиченню поживних речовин у пагонах, що є свідченням кращої якості саджанців винограду цього року. З високим вмістом запасних вуглеводів саджанці, за даними досліджень на базі ННЦ імені Таїрова [11], краще перезимують та приживляться навесні після пересадки.

Дані про збільшення вмісту вуглеводів у стеблах саджанців після листової обробки цитокінінами є досить унікальними, хоча в літературі є численні свідчення про підвищення вмісту цукрів та полісахаридів клітинних стінок в ягодах столових та технічних сортів винограду [24, 29, 30, 31].

Таблиця 6

Вихід саджанців та вміст цукрів у пагонах винограду (*Vitis vinifera* L.) сорту Сухолиманський білий

Варіант	Вихід саджанців, %	Вміст редукувальних цукрів, % у перерахунку на масу сухої речовини	Вміст цукрози, % у перерахунку на масу сухої речовини	Вміст крохмалю, % у перерахунку на масу сухої речовини
Контроль	32,4±2,2	3,6±1,4	2,2±0,2	6,3±0,3
X-Cyte	38,1±1,6*	5,0±0,9	3,3±0,5*	7,4±0,4*
MC Set	41,0±1,6*	5,3±1,5*	3,4±0,4*	7,3±0,3*

Таким чином, отримано закономірний економічний результат, передумовою якого були стимуляція цитокинінами калюсогенезу та зрощення чубуків, органогенезу, приживлюваності, фізіолого-біохімічних показників фотосинтезу та водного режиму, ростових показників за накопичення запасних речовин щеп у шкілці. Застосування препаратів з цитокинінами, а особливо MC Set Valagro є перспективним для покращення агротехніки розмноження районаного сорту винограду Сухолиманський білий.

Висновки

1. Обробка препаратами X-Cyte та MC Set, які містять цитокиніни, винограду сорту Сухолиманський білий стимулювала калюсоутворення чубуків підщепи та прищепи: збільшувала обростання калюсом по периметру, підвищувало об'єм та масу калюсів на 26% – 100%, покращувала зростання компонентів щеп.

2. За дії препаратів наявне підсилення органогенезу чубуків винограду сорту Сухолиманський білий: у півтора-два рази збільшувалась кількість, довжина та вага корінців на підщепі; довжина та вага паростків на прищепі.

3. Обробка препаратами X-Cyte та MC Set на третину підвищувала приживлюваність щеп винограду сорту Сухолиманський білий в шкілці; стимулювала фізіологічні показники щеп за вирощування у шкілці: накопичення хлорофілів в листках та інтенсивності дихання листків; спричиняла оптимізацію водного режиму листків за рахунок збільшення обводнення тканин, зниження вмісту легкоутримної води та покращення водоутримної здатності листків. Фотосинтетична поверхня щеп зростала за рахунок підвищення площі окремих листків – на 24 та 29% та їх кількості – на 26 і 35%. В оброблених препаратами X-Cyte та MC Set щеп наявні ознаки стимуляції ростових показників за агробіологічними параметрами: в середньому на чверть збільшувались довжина пагонів, діаметр та ступінь визрівання пагонів.

4. В зимовий період перед викопуванням саджанців винограду сорту Сухолиманський білий вміст редукувальних цукрів та цукрози в пагонах вино-

граду збільшувався на 39 та 47% та на 50 та 55% за обробки X-Cyte та MC Set, вміст крохмалю на 17 та 16%, що свідчить про покращення їх зимостійкості.

5. Препарати з цитокінінами X-Cyte та MC Set підвищували вихід саджанців відповідно ДСТУ на 27% та 35%, що дозволяє вважати застосування даних препаратів ефективним засобом покращення вегетативного розмноження винограду сорту Сухолиманський білий. Більшу ефективність за дослідженими параметрами проявив препарат MC Set, який містить 0,06% цитокінінів.

Стаття надійшла до редакції 11.08.2023

Список використаної літератури

1. Александров Е. Г., Ботнаръ В. Ф., Гаина Б. С. Функциональность генотипов винограда и экотехнологии. *Виноградарство и виноделие: міжвідомчий тематичний науковий збірник; присвячений 160-річчю від дня народження В. Є. Таїрова* / НААН, ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова». Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2019. Вип. 56. С. 9.
2. Ампелографический атлас сортов и форм винограда селекции ННЦ ИВиВ им. В. Е. Таирова / В. В. Власов, Н. А. Мулюкина, Л. В. Джабурия и др. К.: Аграр. наука, 2014. С. 98–100.
3. Борун В. В. Особливості росту та розвитку щеплених саджанців винограду за різних рівнів передполивної вологості ґрунту. *Виноградарство і виноробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник; присвячений 160-річчю від дня народження В. Є. Таїрова* / НААН, ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова». Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2019. Вип. 56. С. 13.
4. Городній М. М. Агрохімічний аналіз: підручник. Київ: Арістей, 2005. 476 с.
5. Зелениянская Н. Н., Артюх Н. Н., Борун В. Ю. Капельное орошение виноградной школки *Modern science*. 2019. № 7. С. 61–72.
6. Кучер Г. М., Зелениянская Н. Н. Применение физиологически активных веществ в растениеводстве. *Виноградарство и виноделие*. Одесса, 2006. С. 67–76.
7. Ромакин В. В. Комп'ютерний аналіз даних: Навчальний посібник. Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2006. 144 с.
8. Саджанці винограду та чубуки виноградної лози: ДСТУ ISO 4390:2005. Технічні умови. [Чинний від 2005–04–01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 18 с. (Національні стандарти України).
9. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та фізіології рослин / М. М. Мусієнко, Т. В. Паршикова, П. С. Славний та ін. Київ: Соціоцентр, 2001. 348 с.
10. Таран Н. Г., Солдатенко Е. В. Современная виноградо-винодельческая наука и перспективы *Виноградарство и виноделие: міжвідомчий тематичний науковий збірник; присвячений 160-річчю від дня народження В. Є. Таїрова* / НААН, ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова». Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2019. Вип. 56. С. 121.
11. Шерер В. А., Зелениянская Н. Н. Выращивание виноградных саженцев. *Сад, виноград і вино України*. Київ, 2019. № 3–4. С. 22–27.
12. Aremu A. O., Fawole O. A., Makunga N. P., Nqobile A. Masondo, Moyo M., Buthelez N. M. D., Amoo S. O., Spíchal L., Doležal K. Applications of Cytokinins in Horticultural Fruit Crops: Trends and Future Prospects *Biomolecules*. 2020. 10(9). 1222. doi: 10.3390/biom10091222
13. Aremu A. O., Doležal K., Van Staden J. New cytokinin-like compounds as a tool to improve rooting and establishment of micropropagated plantlets. *Acta Hort.* 2017. 497–504. doi: 10.17660/ActaHortic.2017.1155.73.
14. Arya A., Sharma V., Tyagi P. K., Gola D., Husen A. Role of cytokinins in adventitious root formation / Environmental, Physiological and Chemical Controls of Adventitious Rooting in Cuttings. *Plant Biology, Sustainability and Climate Change*. 2022. 239–249. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90636-4.00017-9>
15. Azuara M., González M.-R., Mangas R., Martín P. Effects of the application of forchlorfenuron (CPPU) on the composition of verdejo grapes *BIO 43rd World Congress of Vine and Wine Web of Conferences* 56. 2023. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20235601022>
16. Baltazar M., Correia S., Guinan K. J., Sujeeth N., Bragança R., Gonçalves Recent Advances in the Molecular Effects of Biostimulants in Plants: An Overview. *Biomolecules*, 2021, 11(8), 1096; <https://doi.org/10.3390/biom11081096>

17. Biswal A., Rout Ch. K. Effect of Cytokinin on Fruit Crops *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2020. 9(11). 2896–2903. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.911.351>
18. Cataldo E. Biostimulants in Viticulture: A Sustainable Approach against Biotic and Abiotic Stresses. *Plants*. 2022. 11(2), 162. <https://doi.org/10.3390/plants11020162>
19. Cortleven A., Leuendorf J.E., Frank M., Pezzetta D., Bolt S., Schmülling T. Cytokinin action in response to abiotic and biotic stresses in plants. *Plant Cell Environ.* 2019. 42(3). 998–1018. doi: 10.1111/pce.13494.
20. Jameson P.E. Cytokinin. *Plant Physiology and Development / Encyclopedia of Applied Plant Sciences* (Second Edition). ELSEVIER, 2017. P. 391–402.
21. Gaštoł M., Domagała-Świątkiewicz I., Bijak M. The effect of different bioregulators on lateral shoot formation in maiden apple trees. *Folia Hort.* 2012. 24. 147–152. doi: 10.2478/v10245-012-0018-9.
22. Kieber J. J., Schaller G.E. Cytokinin Signaling in Plant Development. *Development*, 2018. 145 (4), 7. doi:10.1242/dev.149344
23. Koprna R., De Diego N., Dundálková L., Spíchal L. Use of cytokinins as agrochemicals. *Bioorganic Med. Chem.* 2016. 24. 484–492. doi: 10.1016/j.bmc.2015.12.022.
24. Marzouk H., Kassem H.A. Improving yield, quality, and shelf life of Thompson seedless grapevine by preharvest foliar applications. *Sci. Hortic.* 2011. 130. 425–430. doi: 10.1016/j.scienta.2011.07.013.
25. Montanaro G., Briglia N., Lopez L., Amato D., Panara F., Petrozza A. A synthetic cytokinin primes photosynthetic and growth response in grapevine under ion-independent salinity stress. *Journal of Plant Interactions*. 2022. 17 (1). 789–800 <https://doi.org/10.1080/17429145.2022.2102259>
26. Olmedo P., Núñez-Lillo G., Vidal J., Leiva C., Rojas B., Sagredo K., Arriagada C., Defilippi B. G., Pérez-Donoso A.G., Meneses C., Carpentier S., Pedreschi R., Campos-Vargas R. Proteomic and metabolomic integration reveals the effects of pre-flowering cytokinin applications on central carbon metabolism in table grape berries. *Food Chemistry*. 2023. 411. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135498>
27. Palma B. A., Jackson D.I. Inflorescence initiation in grapes – response to plant growth regulators. *Vitis* .1989. 28. 1–12.
28. Prasad R. Cytokinin and Its Key Role to Enrich the Plant Nutrients and Growth Under Adverse Conditions-An Update *Frontiers in Genetics*. 2022. 13. doi: 10.3389/fgene.2022.883924
29. Rojas B., Suárez-Vega F., Saez-Aguayo S., Olmedo P., Zepeda B., Delgado-Rioseco J., Defilippi Br. G., Pedreschi R., Meneses C., Pérez-Donoso A. G., Campos-Vargas R. Pre-Anthesis Cytokinin Applications Increase Table Grape Berry Firmness by Modulating Cell Wall Polysaccharides. *Plants (Basel)*. 2021. 10(12). 2642. doi: 10.3390/plants10122642
30. Strydom J. Research note: Effect of CPPU (N-(2-Chloro-4-pyridinyl)-N'-phenylurea) and a seaweed extract on Flame seedless, Redglobe and Crimson seedless grape quality. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 2016. 34. 233–240. doi: 10.21548/34-2-1099.
31. Zabadal T. J., Bukovac M.J. Effect of CPPU on fruit development of selected seedless and seeded grape cultivars. *HortScience*. 2006. 41. 154–157. doi: 10.21273/HORTSCI.41.1.154.
32. Zhang T.-Q., Lian H., Zhou C.-M., Xu L., Jiao Y., Wang J.-W. A two-step model for *de novo* activation of *WUSCHEL* during plant shoot regeneration. *Plant Cell*. 2017. 29. 1073–1087. doi: 10.1105/tpc.16.00863.
33. Zwack P. J., Rashotte A. M. Interactions between cytokinin signalling and abiotic stress responses. *J. Exp. Bot.* 2015. 66. 4863–4871. doi: 10.1093/jxb/erv172.

**М. М. Артюх¹, І. П. Якуба², О. М. Ружицька², Ю. С. Назарчук²,
Н. І. Степаненко²**

¹Національний науковий центр Інститут виноградарства і виноробства імені В. Є. Таїрова, смт. Таїрове; Одеська область, вул. 40-річчя Перемоги, 27, 65496, Україна,

²Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Одеса, вул. Дворянська, 2, 65082, Україна, e-mail: irinayakuba@yahoo.com

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРЕПАРАТІВ ЦИТОКІНІНІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ КАЛЮСОГЕНЕЗУ ТА ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЩЕП ВІНОГРАДУ (*VITIS VINIFERA L.*)

Анотація

Проблема. Гормони цитокініни є не тільки регуляторами клітинного поділу, росту та органогенезу рослин, а й факторами стресовитривалості, реакції на дію несприятливих чинників середовища та адаптації до умов вирощування. Розмноження й вирощування цінних сортів щеплених саджанців винограду потребує тестування нових форм випуску препаратів цитокінінової групи *in vivo* в умовах південного заходу України.

Мета. Дослідити ефективність використання препаратів, що містять цитокініни для індукції калюсогенезу та покращення стану щеп винограду сорту Сухолиманський білий.

Методика. Матеріалом дослідження були щепи та саджанці винограду, отримані з: прищепа – чубуки винограду сорту Сухолиманський білий з пасинків 1 см в діаметрі; підщепа Ріпарія х Рупестріс 101–14. Чубуки і щепи обробляли препаратами X-Cyte від компанії Stoller (містить кінетин 0,04%) та MC Set від компанії Valagro (містить зеатин 0,06%) за схемою: 1 – вимочування чубуків підщепи та прищепи протягом 18 годин; 2 – заливання розчину препарату у ящики перед висаджуванням щеп у шкілку; 3 – триразові вегетаційні обробки приросту щеп з інтервалом один місяць. Контроль обробляли водою. Визначення інтенсивності калюсо- і коренеутворення проводили через 21 добу після стратифікації. Після викопування саджанців проводили їх сортування, обліки розвитку кореневої системи шляхом візуальної оцінки відповідно до ДСТУ 4390:2005. Вплив обробок препаратами, які містять цитокініни на фізіологічні та біохімічні показники розвитку щеп винограду визначали шляхом виконання фізіологічних і біохімічних аналізів з використанням загальноприйнятих методів: показники водного режиму ваговим методом Л. І. Сергеева, К. О. Сергеевої, В. К. Мельникова; інтенсивність дихання листків визначали за кількістю виділеного вуглекислого газу за методом Бойсен – Йенсена; вміст хлорофілів а, b їх суми в листках визначали у спиртовій витяжці спектрофотометрично за формулами Вінтерманс де Моте в інтерпретації Мусієнка (2001); вміст редукованих цукрів у лозі визначали методом Бертрана; вміст крохмалю в лозі визначали за Починком.

Основні результати. Обробка препаратами стимулювала обростання чубуків підщепи та прищепи калюсом по периметру, підвищуючи кількість чубуків, які формували повне кільце та зменшуючи кількість чубуків, в яких калюсо займає менше половини периметру стебла. Також вимочування препаратами підвищувало на величини від 26% до 100% об'єм та масу калюсів. При цьому покращується зростання компонентів щеп: кількість добре зрощених щеп

збільшується за впливу препаратів, а щеп з відсутніми ознаками зростання майже немає. Поряд із стимуляцією калюсогенезу у щеп спостерігали підсилення органогенезу: кількість корневих пагорбків та корінців збільшилась на 21 та 61%, відповідно, довжина на 29% за дії MC Set, а вага зросла на 39 та 87% в двох варіантах відносно контролю; довжина паростків підвищувалась на 62 та 71%, середня вага суми паростків на щепі – на 39 та 61%.

Якщо в лабораторних умовах підчас зростання підщепи з прищепою позитивний ефект препаратів є результатом стимуляції поділу клітин, що є типовим проявом дії цитокінінів, то в умовах відкритого ґрунту можливість позитивного впливу на щепи цитокінінових препаратів спостерігали вперше в районі дослідження. Обробка препаратами, яка тривала протягом літа, в середньому на третину підвищувала приживлюваність щеп в шкільці. Під впливом препарату X-Cyte вміст хлорофілів підвищувався в середньому на 33%, під дією MC Set – на 42%. Зростання вмісту хлорофілів відбувалося за рахунок вмісту хлорофілу «а». Зазначений ефект обприскування цитокінінами відповідає класичному механізму дії цього фітогормону – озеленіння листків та відновлення хлоропластів. Покращення стану фотосинтетичного апарату як джерела субстратів дихання сприяє підвищенню інтенсивності дихання на 28 та 22% за дії X-Cyte та MC Set, відповідно. За впливу MC Set збільшувалось обводнення тканин листків на 7%. Вміст легкоутримної води знижувався на 24 та 21% за дії X-Cyte та MC Set відповідно. Підвищувалась водоутримна здатність листків на 21 та 26%. Такий ефект даних цитокінінових препаратів спостерігали вперше. Дія комплексу стресорів за вирощуванні щеп у шкільці в умовах півдня України може знижувати природний рівень цитокінінів в рослинах. Екзогенне внесення сприяє відновленню росту і, в результаті, кращій стресовитривалості рослин. Саме про більш інтенсивний ріст свідчить покращення агробіологічних показників рослин. Довжина пагонів збільшувалась на 34 та 26%, діаметр та ступінь визрівання пагонів підвищувалися на чверть за впливу MC Set. Є тенденція до збільшення кількості пагонів на рослині, що є наслідком стимуляції розвитку бруньок цитокінінами. Фотосинтетична поверхня рослин збільшується за рахунок підвищення площі окремих листків – на 24 та 29% та їх кількості – на 26 і 35% під впливом X-Cyte та MC Set, відповідно. Покращення фізіологічного стану рослин щеп винограду протягом вегетації сприяло накопиченню більшої кількості запасних вуглеводів при переході у стан зимового спокою. Вміст редуковувальних цукрів та цукрози збільшувався на 39 та 47% та на 50 та 55% за обробки X-Cyte та MC Set, вміст крохмалю на 17 та 16%. Основним економічним результатом застосування препаратів X-Cyte та MC Set є вихід стандартних саджанців, який зростає на за впливу X-Cyte був на 27%, а MC Set – на 35%.

Висновки. Обробка чубуків винограду препаратами з цитокінінами X-Cyte та MC Set сприяла калюсогенезу та зростанню компонентів щеп, органогенезу та приживлюваності щеп у шкільці. Спостерігали покращення показників фізіологічного стану щеп винограду Сухолиманський білий: вмісту хлорофілу, інтенсивності дихання листків, показників водного режиму листків та ростових показників рослин. Саджанці містили більше запасних вуглеводів. Обробка препаратами з цитокінінами дозволила отримати на третину більше стандартних саджанців. Ефективнішим з препаратів MC Set від Valagro із вмістом цитокінінів 0,06%.

Ключові слова: щепи винограду; саджанці; фізіологічні показники; цитокініни; калюсогенез; ріст; вуглеводи

**M. M. Artyukh¹, I. P. Yakuba², O. M. Ruzhytska², Yu. S. Nazarchuk²,
N. I. Stepanenko²**

¹ National Scientific Centre «V. Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking» NAAS of Ukraine; Odesa region, 40th anniversary of Victory street, 27, 65496, Tairove, Ukraine

² Odesa I. I. Mechnikov National University, Dvoryanska street, 2, Odesa, 65082, Ukraine, e-mail: irinayakuba@yahoo.com

EFFECTIVENESS OF CYTOKININ PREPARATIONS FOR IMPROVING CALLUSOGENESIS AND PHYSIOLOGICAL STATE OF GRAPE CUTTINGS (*VITIS VINIFERA* L.)

Summary

Problem. Cytokinin hormones are not only regulators of cell division, growth and organogenesis of plants, but also factors of stress resistance, response to adverse environmental factors and adaptation to growth conditions. Propagation and cultivation of valuable varieties of grafted grape seedlings requires testing of new forms of release of the cytokinins *in vivo* in the conditions of southwestern Ukraine.

Aim. Research of the effectiveness of the use of preparations containing cytokinins for the induction of callogenesis and the improvement of the state of grape cuttings of the grape variety Sukholimanskyi white.

Methods. In the study we used grape scions and seedlings obtained from: scion – Sukholimanskyi white grapes from stepsons 1 cm in diameter; rootstock Riparia x Rupestris 101–14. Rootstocks and scions were treated with growth stimulator X–Cyte produced by Stoller (containing 0.04% kinetin) and with growth stimulator MS Set from Valagro (containing 0.06% zeatin), according to the scheme: 1 – soaking the rootstock and scion rootstocks for 18 hours; 2 – pouring the solution of the growth stimulator into the boxes before planting the scions in the nursery; 3 – three-time vegetation treatments of graft growth with an interval of one month. The control was treated with water. Determination of the intensity of callus and root formation was carried out 21 days after stratification. After the seedlings were dug up, they were sorted, records of the development of the root system were carried out by visual assessment in accordance with GSTU4390:2005. The influence of treatments with cytokinin-containing preparations on the physiological and biochemical indicators of the development of grape cuttings was determined by physiological and biochemical analyzes using generally accepted methods: indicators of the water regime by the weight method of L. I. Sergejev, K. O. Sergejeva, V. K. Melnikova; the intensity of leaf respiration was determined by the amount of released carbon dioxide according to the Boysen-Jensen method; the content of chlorophylls *a* and *b* in the leaves were determined in the alcohol extract with spectrophotometry and calculated according to Wintermans de Mots formulas in the interpretation of Musienko (2001); the content of sugars in the vine was determined by the Bertrand method; the content of starch in the vine was determined according to Pochynk.

The main results. Treatment with cytokinin-containing preparations stimulated rootstock and scion overgrowth with callus around the perimeter, increasing the number of cuttings that formed a complete ring and reducing the number of cuttings in which the callus occupied less than half of the stem perimeter. Also, soaking

with cytokinin-containing preparations increased the volume and mass of calluses by 26% to 100%. At the same time, the growth of graft components improves: the number of well-fused grafts increases under the influence of the treatment, and there are almost no grafts with missing signs of growth. Along with the stimulation of callogenesis in the cuttings, an enhancement of organogenesis by X-Cyte and MC Set treatment was observed: the number of root mounds and roots increased by 21 and 61%, respectively, the length increased by 29% under the influence of MC Set, and the weight increased by 39 and 87%; the length of sprouts increased by 62 and 71%, the average weight of the sum of sprouts on the scion increased by 39 and 61%.

In laboratory conditions during the growth of the rootstock with the scion the positive effect of X-Cyte and MC Set treatment is the result of stimulation of cell division, which is a typical manifestation of the action of cytokinin's. However, in the conditions of the open ground, the possibility of a positive effect of cytokinin drugs on the grafts was observed for the first time in the study area. Treatment, which lasted throughout the summer, increased the survival of grafts in the nursery by a third on average. Under the influence of the drug X-Cyte, the content of chlorophyll increased by an average of 33%, under the influence of MC Set – by 42%. The increase in the content of chlorophyll occurred due to chlorophyll "a". The indicated effect of spraying with cytokinins corresponds to the classic mechanism of action of this phytohormone – greening of leaves and restoration of chloroplasts. Improving the state of the photosynthetic apparatus as a source of respiratory substrates contributes to an increase in the intensity of respiration by 28 and 22% under the action of X-Cyte and MC Set, respectively. Under the influence of MC Set, the watering of leaf tissues increased by 7%. The easily retained water content was reduced by 24 and 21% with X-Cyte and MC Set, respectively. The water-holding capacity of leaves increased by 21 and 26%. This effect of these cytokinin drugs on physiological parameters was observed in southern Ukraine for the first time. The action of a complex of stressors during the cultivation of cuttings in a nursery in the conditions of southern Ukraine can reduce the natural level of cytokinins in plants. Exogenous application promotes growth recovery and, as a result, better stress tolerance of plants. It is the more intensive growth that is evidenced by the improvement of the agrobiological indicators of the plants. The length of the shoots increased by 34 and 26%, the diameter and degree of maturation of the shoots increased by a quarter under the influence of MC Set. There is a tendency to increase the number of shoots on the plant, which is a consequence of the stimulation of bud development by cytokinins. The photosynthetic surface of plants increases by increasing the area of individual leaves by 24 and 29% and their number by 26 and 35% under the influence of X-Cyte and MC Set, respectively.

The improvement of the physiological state of the plants of grape cuttings during the growing season contributed to the accumulation of a larger amount of reserve carbohydrates during the transition to the state of winter dormancy. The content of reducing sugars and sucrose increased by 39 and 47% and by 50 and 55% under X-Cyte and MC Set treatments, starch content by 17 and 16%. The main economic result of the use of X-Cyte and MC Set drugs is the yield of standard seedlings, which increased by 27% under the influence of X-Cyte, and by 35% with MC Set.

Conclusions. Treatment of grape buds with X-Cyte and MC Set cytokinins promoted callogenesis and the growth of graft components, organogenesis, and graft survival in the nursery. An improvement in the parameters of the physiological state

of Sukholimanskyi white grape seedlings was observed: the content of chlorophyll, the intensity of leaf respiration, indicators of the water regime of leaves and plant growth indicators. Seedlings contained more reserve carbohydrates. Treatment with drugs with cytokinins made it possible to obtain one-third more standard seedlings. The most efficacy was demonstrated by MC Set preparations from Valagro with a cytokinin content of 0.06%.

Key words: grape grafts; seedlings; physiological indicators; cytokinins; callogenesis; growth; carbohydrates

References

1. Aleksandrov, E. G., Botnar, V. F., & Gaina, B. S. (2019). Functionality of grape genotypes and eco-technology [Funktsional'nost' henotypov vynohrada y ékotehnolohyy]. *Viticulture and winemaking: interdepartmental thematic scientific collection; dedicated to the 160th anniversary of the birth of V. Ye. Tairov / NAAS, NSC "V. Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking"*. Odesa: NSC "V. Ye. Tairov IV&W", Vol. 56. P. 9. [in Ukrainian]
2. Ampelographic atlas of varieties and forms of grapes of the selection of the NSC V. Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking. [Ampelograficheskiy atlas sortov i form vinograda selektsii NNTS IViV im. V. Ye. Tairova] / V.V. Vlasov, N.A. Mulyukina, L. V. Jaburiya et al. Kyiv: Agrar. Science, 2014. P. 98–100. [in Russian]
3. Borun, V. V. (2019). Peculiarities of growth and development of grafted grape seedlings at different levels of pre-irrigation soil moisture" [Osoblyvosti rostu ta rozvytku shcheplenykh sadzhantsiv vynohradu za riznykh rivniv peredpolyvnoyi volohosti gruntu.] *Viticulture and winemaking: interdepartmental thematic scientific collection; dedicated to the 160th anniversary of the birth of V. Ye. Tairov / NAAS, NSC "V. Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking"*. Odesa: NSC "V. Ye. Tairov IV&W". Vol. 56. P. 13. [in Ukrainian]
4. Horodniy, M. M. (2005). *Agrochemical analysis: textbook* [Ahrokhimichnyy analiz: pidruchnyk]. Kyiv: Aristei, 476 p. [in Ukrainian]
5. Zelenyanskaya, N. N., Artyukh N. N., & Borun V. Yu. "Drip irrigation of a grape school" [Kapel'noye orosheniye vinogradnoy shkolkij]. *Modern science* 2019. No. 7. Pp. 61–72. [in Russian]
6. Kucher, G. M., & Zelenyanskaya, N. N. (2006). Application of physiologically active substances in crop production" [Primeneniye fiziologicheskii aktivnykh veshchestv v rasteniyevodstve.] *Viticulture and winemaking*. Odesa. pp. 67–76. [in Russian]
7. Romakin, V. V. (2006). *Computer data analysis: Training manual*. [Komp'yuternyy analiz danykh: Navchal'nyy posibnyk]. Mykolaiv: Department of the Moscow State University named after Petra Mohyly, 144 p. [in Ukrainian]
8. Grape seedlings and grape vine shoots (2006). [Sadzhantsi vynohradu ta chubuky vynogradnoyi lozy]: DSTU ISO 4390:2005. Specifications. [Effective from 2005–04–01]. K.: State Consumer Standard of Ukraine, 18 p. (National standards of Ukraine). [in Ukrainian]
9. *Spectrophotometric methods in the practice of physiology, biochemistry and plant physiology*" (2001). [Spektrofotometrychni metody v praktytsi fiziolohiyi, biokhimiyyi ta fiziolohiyi roslyn] / M.M. Musienko, T. V. Parshikova, P. S. Slavnyi et al. Kyiv: Sotsiocentr. 348 p. [in Ukrainian]
10. Taran, N. G., & Soldatenko, E. V. (2019). Modern viticulture and winemaking science and prospects [Sovremennaya vynohrado-vynodel'cheskaya nauka y perspetyvy] *Viticulture and winemaking: interdepartmental thematic scientific collection; dedicated to the 160th anniversary of the birth of V. Ye. Tairov / NAAS, NSC "V. Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking"*. Odesa: NSC "V. Ye. Tairov IV&W". P. 121. [in Ukrainian]
11. Sherer, V. A., & Zelenyanskaya N. N. (2019). Growing grape seedlings [Vyrashchivaniye vinogradnykh sazhentsev] *Garden, grapes and wine of Ukraine*. Kiev, No. 3–4. pp. 22–27. [in Russian]
12. Aremu, A. O., Fawole, O. A., & Makunga, N. P. [et al.] (2020). "Applications of Cytokinins in Horticultural Fruit Crops: Trends and Future Prospects" *Biomolecules*. 10(9): 1222. doi: 10.3390/biom10091222
13. Aremu, A. O., Doležal, K., & Van Staden, J. (2017). New cytokinin-like compounds as a tool to improve rooting and establishment of micropropagated plantlets". *Acta Hort.* 497–504. doi: 10.17660/ActaHortic.2017.1155.73.

14. Arya, A., Sharma, V., Tyagi, P. K., Gola, D., & Husen A. (2022). Role of cytokinins in adventitious root formation/ Environmental, Physiological and Chemical Controls of Adventitious Rooting in Cuttings. *Plant Biology, Sustainability and Climate Change*. 239–249. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90636-4.00017-9>
15. Azuara, M., González, M.-R., Mangas, R., & Martín P. (2023) “Effects of the application of forchlorfenuron (CPPU) on the composition of verdejo grapes” BIO 43rd World Congress of Vine and Wine Web of Conferences. 56. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20235601022>
16. Baltazar, M., Correia, S., & Guinan, K. J. [et al.] (2021). Recent Advances in the Molecular Effects of Biostimulants in Plants: An Overview. *Biomolecules*. 11(8), 1096. <https://doi.org/10.3390/biom11081096>
17. Biswal, A., & Rout, Ch. K. (2020). Effect of Cytokinin on Fruit Crops. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 9(11). 2896–2903. <https://doi.org/10.20546/ijemas.2020.911.351>
18. Cataldo, E. (2022) “Biostimulants in Viticulture: A Sustainable Approach against Biotic and Abiotic Stresses”. *Plants*, 11(2), 162. <https://doi.org/10.3390/plants11020162>
19. Cortleven, A., Leuendorf, J. E., & Frank, M. [et al.] (2019). Cytokinin action in response to abiotic and biotic stresses in plants. *T. Plant Cell Environ.* 42(3):998–1018. doi: 10.1111/pce.13494.
20. Jameson, P. E. (2017). Cytokinin. *Plant Physiology and Development / Encyclopedia of Applied Plant Sciences* (Second Edition). ELSEVIER P. 391–402.
21. Gaštoł, M., Domagała-Swiątkiewicz, I., & Bijak, M. (2012). The effect of different bioregulators on lateral shoot formation in maiden apple trees. *Folia Horti.* 24.147–152. doi: 10.2478/v10245-012-0018-9.
22. Kieber, J. J., & Schaller, G. E. (2018). Cytokinin Signaling in Plant Development. *Development*, 145 (4), 7. doi:10.1242/dev.149344
23. Koprna, R., De Diego, N., Dundálková, L., & Spíchal, L. (2016). Use of cytokinins as agrochemicals. *Bioorganic Med. Chem.* Vol. 24. 484–492. doi: 10.1016/j.bmc.2015.12.022.
24. Marzouk, H., & Kassem, H. A. (2011). Improving yield, quality, and shelf life of Thompson seedless grapevine by preharvest foliar applications. *Sci. Horti.* 130.425–430. doi: 10.1016/j.scienta.2011.07.013.
25. Montanaro, G, Briglia, N., & Lopez, L. [et al.]. (2022). A synthetic cytokinin primes photosynthetic and growth response in grapevine under ion-independent salinity stress. *Journal of Plant Interactions*. 17 (1). 789–800 <https://doi.org/10.1080/17429145.2022.2102259>
26. Olmedo, P., Núñez-Lillo, G., & Vidal, J. [et al.]. (2023). Proteomic and metabolomic integration reveals the effects of pre-flowering cytokinin applications on central carbon metabolism in table grape berries. *Food Chemistry*. 411. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.135498>
27. Palma, B. A., & Jackson, D. I. (1989). Inflorescence initiation in grapes -response to plant growth regulators. *Vitis*. Vol.28. 1–12.
28. Prasad, R. (2022). “Cytokinin and Its Key Role to Enrich the Plant Nutrients and Growth Under Adverse Conditions-An Update” *Frontiers in Genetics: REVIEW* June 2022. 13. doi: 10.3389/fgene.2022.883924
29. Rojas, B., Suárez-Vega, F., & Saez-Aguayo, S. [et al.] (2021). Pre-Anthesis Cytokinin Applications Increase Table Grape Berry Firmness by Modulating Cell Wall Polysaccharides. *Plants (Basel)*. 10 (12). 2642. doi: 10.3390/plants10122642
30. Strydom, J. (2016). Research note. Effect of CPPU (N-(2-Chloro-4-pyridinyl)-N'-phenylurea) and a seaweed extract on Flame seedless, Redglobe and Crimson seedless grape quality. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 34.233–240. doi: 10.21548/34-2-1099.
31. Zabadal, T. J., & Bukovac, M. J. (2006). Effect of CPPU on fruit development of selected seedless and seeded grape cultivars. *HortScience*. 41.154–157. doi: 10.21273/HORTSCI.41.1.154.
32. Zhang, T.-Q., Lian, H., & Zhou, C.-M., [et al.]. (2017). A two-step model for *de novo* activation of *WUSCHEL* during plant shoot regeneration. *Plant Cell*. 29.1073–1087. doi: 10.1105/tpc.16.00863.
33. Zwack, P. J., & Rashotte, A. M. (2015). Interactions between cytokinin signalling and abiotic stress responses. *J. Exp. Bot.* 66. 4863–4871. doi: 10.1093/jxb/erv172.