


АГРОНОМІЯ

УДК: 634.83:632.931.2:632.542.

Режими краплинного зрошення винограду та їх ефективність

Шевченко І.В. , Минкін М.В. , Минкіна Г.О. 

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

 Минкіна Г.О. E-mail: an.mynkina@ukr.net

Шевченко І.В., Минкін М.В., Минкіна Г.О.
Режими краплинного зрошення винограду та їх ефективність. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 183–192.

Shevchenko I., Mynkin M., Mynkina H.
Grapes drip irrigation regimes and their efficiency. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 183–192.

Рукопис отримано: 06.10.2021 р.
Прийнято: 21.10.2021 р.
Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-183-192

Досліджено вплив режимів краплинного зрошення винограду на врожайність винограду сорту Ркацителі, ефективність використання поливної води, формування витрат природних, фінансових та енергетичних ресурсів в умовах Півдня України. Результати дослідження підтвердили, що врожайність ягід винограду не пропорційна витратам поливної води, а залежить від рівня вологості локального об'єму ґрунту в найбільш відповідальній фазі розвитку. Установлено, що безперешкодне вологоспоживання рослин упродовж вегетації потребує максимальних витрат поливної води у межах 1134 м³/га та ресурсів для забезпечення високого рівня передполивної вологості ґрунту. Водночас урожайність насаджень зростає тільки на 45–47 % порівняно з незрошуваним контролем.

Режим вологості ґрунту впродовж першої половини вегетації суттєвого впливу на кількість плодкових пагонів, показники їх плодоносності не мав. Найбільш істотний вплив порогів доступності вологи активного шару ґрунту проявився в процесі формування врожаю ягід. Сумарний ефект взаємодії чинників: високої вологості ґрунту, більшої кількості плодкових пагонів, їх підвищеної плодоносності та велика середня маса грона забезпечили і найбільшу врожайність ягід винограду, яка становила 11,3–11,7 т/га, або на 47,4 % більше порівняно з контрольною ділянкою. В умовах ощадливого режиму зрошення, на рівні 100–70 % НВ впродовж усього періоду вегетації рослин, середня урожайність ягід становила 10,7 т/га, що перевищує на 37,1 % аналогічні показники контрольної ділянки.

Детальний аналіз одержаних результатів дослідження показує, що режим зрошення по-різному впливає на ефективність використання поливної води, витрати якої на формування 1 т врожаю ягід за безперешкодного надходження вологи (100–80 % НВ) впродовж вегетації винограду становлять 476 м³/т. Найбільш ощадливо використовується поливна вода в режим зрошення на рівні 100–70 % НВ, що скорочує питомі витрати води до 266 м³/т. На ділянці цього варіанта врожайність ягід становила 10,5 т/га, тобто зменшилася на 8,6 %. Водночас питомі витрати води скоротилися на 38,3 % порівняно з аналогічними показниками ділянки з безперешкодним надходженням вологи.

Ключові слова: виноград, Ркацителі, краплинне зрошення, урожайність ягід, режим зрошення, дефіцит вологи, поливна вода.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Глобальні зміни параметрів клімату південних регіонів України, що спостерігаються останніми десятиліттями, безпосередньо впливають на стан і ефективність промислового виноградарства, висока та стала продуктивність якого досягається за оптимальних умов середовища впродовж вегетації. Внаслідок поступового загострення умов середовища головним обмежувальним чинни-

ком для оптимального росту та розвитку винограду став хронічний дефіцит вологи в ґрунті. Значні коливання вологозапасів ґрунту на виноградниках спостерігалися з певною періодичністю завжди, однак останнім часом умови вологозабезпечення рослин дедалі більше загострюються через підвищення температури повітря, в середньому на 0,7–0,9 °С, суттєве зменшення його вологості, порушення режиму випадання опадів упродовж року [9, 11, 14,

15, 21]. Порівнюючи умови вологозабезпечення винограду останніх десятиліть (1991–2019 рр.) з попередніми (1961–1990 рр.), слід зазначити, що дефіцит вологи ґрунту впродовж останніх десятиліть суттєво зріс унаслідок збільшення частоти, термінів дії та інтенсивності посух. Зокрема, за 2000–2019 рр. вегетація винограду у 12 випадках проходила в умовах гострої посухи, водночас упродовж 5 років (2003, 2004, 2007, 2009, 2015 рр.) дефіцит вологозапасів активного шару ґрунту на виноградниках спостерігався задовго до початку фази росту пагонів. Особливо жорсткі умови вологозабезпечення вегетації винограду склалися у 2020 році внаслідок синхронної дії кількох чинників. Насамперед, зменшення норми опадів за осінньо-зимовий період з 210–220 до 145–150 мм, або 68,6 % багаторічної норми. Однак аномально висока температура навколишнього середовища впродовж осені та зими 2019–2020 років зумовила втрату майже 500 м³/га на фізичне випаровування, зменшивши як загальні, так і доступні рослинам запаси вологи активного шару ґрунту. Тобто з 1480 м³/га потенційних запасів вологи опадів, що випали впродовж осені та зими 2019–2020 рр., приблизно 34 % (≈500 м³/га) були витрачені на фізичне випаровування з поверхні ґрунту до початку фази сокорух (табл.1).

Весною 2020 року вегетація кущів розпочалася в умовах стрімкого підвищення температури, тривалої відсутності опадів та низької вологості повітря, унаслідок чого сокорух рослин був дуже обмеженим у часі, проходив з незначним виділенням пасоки, або повною відсутністю її на окремих ділянках насаджень. Розвиток пагонів розпочався з великим запізненням, проходив з періодичними зупинками. У зв'язку з цим на початку фази квітування довжина приросту пагонів коливалася у межах 15–27 см, і лише окремі (≈9–11 %) досягали 50–55 см. Гострий дефіцит вологоспоживання у період квітування став основним чинником масового осипання квітів, в'янення та заги-

белі знаної частини суцвіть. Нетипові ознаки розвитку кущів першої половини вегетації, зумовлені гострим дефіцитом вологи в ґрунті, зберігалися до кінця вегетації рослин. Довготривала та гостра посуха зумовила зменшення врожайності ягід винограду майже у 2,0–2,3 раза – з 5,0–7,0 до 3,0–3,5 т/га. Водночас суттєво скоротився приріст однорічних пагонів, їх якість та визрівання, збільшивши ризики морозних пошкоджень кущів взимку. Зазнала пошкоджень і коренева система рослин, унаслідок гострого дефіциту вологи ґрунту, високого осмотичного тиску майже всі сисні корені, а також частина транспортуючих коренів (діаметром до 3 мм), втратили вологу і загинули, що обов'язково позначиться на розвитку кущів наступного року.

Виходячи з тенденції зміни основних параметрів клімату, імовірність багаторазового повторення гострого дефіциту вологозабезпечення рослин лише посилюється, тому гарантованим методом попередження згубної дії посухи є штучне зрошення насаджень. В умовах зрошення, зокрема краплинного, забезпечується оптимальний водний режим локального обсягу ґрунту впродовж вегетації, активізуються фотосинтетичні процеси рослин у визначальні періоди росту і розвитку, гарантується повна реалізація біологічного потенціалу різних сортів винограду. Заразом у зв'язку з високою вартістю прийому та дефіцитом водних ресурсів застосування зрошення насаджень, зокрема краплинного, суттєво збільшує фінансові та ресурсні витрати, а тому необхідно заздалегідь мати чітке обґрунтування економічної доцільності та його ефективності прийому, зокрема потенційні обсяги додаткового врожаю ягід винограду, його вартість, рівень окупності витрат, у тому числі додаткових. Водночас ефективність прийому безпосередньо залежить від режиму вологості активного шару ґрунту, що підтримується впродовж вегетації рослин, їх навантаження пагонами та врожаєм ягід, погодних умов.

Таблиця 1 – Динаміка запасів вологи активного шару ґрунту виноградників, ДМК АПФ «Таврія», сорт Подарунок Магарача (м³/га), 2020 р.

Глибина горизонту, см	Строки визначення, запаси вологи, м ³ /га				В %НВ
	восени 2019 р. загальні	весною 2020 р. загальні	різниця	в т.ч. продуктивні	
0-50	680	910	230	190	83
50-100	570	760	280	120	72
0-100	1250	1740	490	310	77

Краплинне зрошення насаджень винограду, на відміну від способів суцільного зволоження, забезпечує вологість на заданому рівні в 20–25 % проектного обсягу ґрунту, який коливається в межах 0,75–0,9 м³ і залежить від площі живлення рослин та їх віку, глибини максимального розвитку кореневої системи [1, 7]. Однак підтримання високого рівня вологості в локальному обсязі ґрунту впродовж усієї вегетації кущів не відповідає особливостям вологоспоживання рослин, суттєво збільшує зрошувані норми води та фінансові витрати на проведення поливів. Фактично урожайність винограду не зростає пропорційно зрошуваній нормі води, витраченої впродовж вегетації, а забезпечується поливами в найбільш відповідальні фази розвитку [2, 10, 16]. Про такі співвідношення свідчать і результати досліджень інших авторів. Зокрема, багаторічними дослідженнями встановлено, що підвищення нижнього порогу оптимального зволоження активного шару ґрунту з 60 до 70 % НВ впродовж вегетації збільшує витрати води майже на 42 %, водночас урожайність зростає лише на 38 % порівняно з незрошуваним контролем [13, 18, 20, 22]. З метою скорочення витрат поливної води, енергії та коштів часто застосовують диференційований режим зрошення насаджень, підтримуючи вологість ґрунту у фазу росту пагонів та квітування на рівні 100–80 % НВ, у фазу росту ягід – 100–70 % НВ, впродовж періоду досягання урожаю – 100–65 % НВ [16, 18]. Результати досліджень авторів свідчать, що найбільша ефективність локальних поливів забезпечується за чітко визначених верхнього та нижнього порогів зволоження локального обсягу ґрунту [10, 18]. Зменшення вологості ґрунту, або його підвищення за встановлені межі, збільшують витрати води, зменшують урожайність насаджень, погіршують якість та товарність ягід. Про безпосередній вплив режиму зрошення насаджень на їх врожайність та фінансово-ресурсні витрати свідчать і результати досліджень, виконаних за межами України [23, 24, 25].

Мета дослідження – вивчити ефективність режимів краплинного зрошення винограду, визначити обсяги фінансових та ресурсних витрат, ефективність їх використання, рівень окупності.

Матеріал і методи дослідження. Дослід проводили на 15-річних насадженнях сорту Ркацителі, що культивуються у ВАТ "Таврія" Херсонської області. Схема досліджень передбачала 4 варіанти: контроль (без зрошення); на варіантах краплинного зрошення вологість активного шару ґрунту підтримували на рів-

ні: 100–80 % НВ протягом вегетації рослин; 100–80 % до кінця фази квітування; наступні фази (ріст ягід, дозрівання врожаю) – 100–70 % НВ; 100–70 % НВ впродовж вегетації рослин. Досліди закладено у трикратному повторенні, в кожному варіанті 45 облікових кущів, по 15 у повторенні. Всього облікових кущів 180. Схема садіння рослин 3,0x1,25, формування кущів – високоштамбовий двоплечий кордон висотою 120 см. Навантаження кущів пагонами на всіх варіантах дослідів коливалося в межах 32,4–33,1 шт.

У технології краплинного зрошення винограду використано поливні трубопроводи діаметром 16 мм з інтегрованими водовипусками з кроком 60 см та витратою води 3,8 дм³/год, змонтовані на нижньому дроті шпалери. Строки проведення чергових поливів, поливні норми і тривалість міжполивних періодів визначали на основі моніторингу динаміки вологозапасів активного шару ґрунту, кількості та режиму випадання опадів. Запаси вологи контролювали щодаки термостатно-ваговим методом.

Промислові насадження винограду господарства, серед яких знаходилася і дослідна ділянка, культивуються на малопродуктивних землях лівобережного Нижньодніпров'я, на які щорічно надходить велика кількість тепла і світла, вирізняються високою випаровуваністю і посушливістю.

Ґрунт дослідної ділянки, як і всього масиву багаторічних насаджень, супіщаний чорнозем з умістом гумусу у шарі 0–100 см у межах 0,4–0,6 %. Щільність складання ґрунту – 1,42 г/см³, шпаруватість – 41 %, найменша вологоємність – 17,1 %. Тип водного режиму непрямий, основні природні вологозапаси ґрунту формуються впродовж осінньо-зимового періоду. За час проведення досліджень проводили агробіологічні обліки розвитку вічок і елементів плодоносності за загальноприйнятною у виноградарстві методикою. Обліки врожаю ягід проводили ваговим методом, окремо для кожного варіанта дослідів. Обліки витрат води та електроенергії проводили лічильниками, встановленими безпосередньо у приміщенні насосної станції. Вартість води та енергетичних ресурсів для зрошення розраховували за чинними тарифами [6, 8, 12].

Результати дослідження та обговорення. Ефективність культивування промислових насаджень винограду у районі лівобережного Нижньодніпров'я, як і в більшості інших регіонів України, зумовлюється взаємодією багатьох чинників, серед яких домінує режим забезпечення рослин вологою впродовж вегетації кущів. Для ефективного використання природних

ресурсів опадів упродовж осінньо-зимового періоду цілеспрямовано накопичуються максимальні запаси вологи ґрунту, застосовуються технологічні прийоми для її ефективного використання та зменшення непродуктивних витрат. Такі заходи часто забезпечують оптимальні умови вологоспоживання рослин до кінця фази квітання. Наступні фази розвитку винограду, які визначають урожайність насаджень, якість ягід, визрівання приросту пагонів, потенційні ризики морозних пошкоджень рослин під час зимівлі кущів, найчастіше проходять в умовах гострого дефіциту вологи, який зберігається до кінця вегетації. За останні два десятиліття обсяги опадів і режим їх випадання суттєво змінилися, тому дедалі частіше дефіцит вологоспоживання формується задовго до початку активного росту та розвитку рослин. Оптимізація умов життєдіяльності рослин, їх висока та стала продуктивність можливі за штучного регулювання режиму вологості ґрунту. Для проектування режиму зрошення насаджень необхідно знати потреби рослин у волозі на кожному етапі розвитку, особливості вологоспоживання, рівні доступності рослинам вологи ґрунту, техніку і технологію поповнення запасів вологи тощо. Складність цих завдань узагальнив К.А. Тимирязев [17]: "Как сильно иногда сплетаются влияния почвы, влаги, воздуха и солнца и как бесконечно сложна задача сельского хозяйства, заключающаяся в наилучшей эксплуатации этих четырех факторов". Додатковими чинниками, що ускладнюють проектування та реалізацію оптимального режиму зрошення промислових насаджень винограду, є незадовільний структурно-агрегатний склад ґрунту, щораз більший дефіцит органічної речовини, постійна глибина обробітку, унаслідок цього наявність перешкодженого горизонту, висока забур'яненість виноградників. Під впливом цих чинників змінюються інтенсивність акумуляції природних запасів вологи, її витрати на транспірацію та фізичне випаровування з поверхні ґрунту, внаслідок чого допускаються помилки за визначення поливної норми води впродовж окремих фаз вегетації рослин. Особливо часто такі обставини виникають в умовах появи дефіциту вологоспоживання вже на початку вегетації кущів, а для усунення негативного впливу дефіциту вологи на ріст та розвиток винограду підтримують високий рівень передполивної вологості ґрунту на рівні 100–80 % НВ. Згідно з результатами досліджень зазначений рівень вологості локального обсягу ґрунту досягається 14-ма вегетаційними поливами середньою поливною нормою 81 м³/га, які гарантують оптимальні умови вологозабезпечення для задовільного росту та

розвитку впродовж усієї вегетації рослин, забезпечили повну реалізацію біологічного потенціалу сорту. Постійно високий рівень передполивної вологості локального обсягу ґрунту, необмежене надходження вологи та бездефіцитне вологоспоживання винограду впродовж вегетації були забезпечені щорічною витратою 1134 м³/га поливної води. У практиці культивування промислових насаджень висока передполивна вологість ґрунту на початку активної вегетації винограду також періодично застосовується за механічного або морозного пошкодження коренів, високого температурного режиму середовища та інтенсивного наростання транспіраційної поверхні кущів, що зумовлюють одночасне зростання сукупного вологоспоживання. Коренева система кущів у цей період, насамперед фракція всмоктувальних коренів, знаходиться у стані відновлення, тому задовольнити рослини вологою повним обсягом не спроможна, оскільки за низького передполивного порогу збільшується опір надходження вологи на межі ґрунт–корені–рослина.

На ділянці диференційованого режиму вологості на рівні 100–80 % НВ підтримували впродовж першої половини вегетації рослин: у фазі ріст пагонів–квітання. За цей період було проведено 3 вегетаційні поливи нормою 81 м³/га. З початком фази росту ягід винограду чергові поливи проводили за досягнення нижнього порогу оптимального зволоження на рівні 100–70 % НВ. Зміна рівня передполивної вологості активного шару ґрунту дала змогу скоротити кількість поливів впродовж другої половини вегетації з 11 (на ділянці попереднього варіанту) до 6, за одночасного зростання поливної норми води до 105 м³/га. За період вегетації для підтримання проектного режиму вологості ґрунту знадобилося 9 вегетаційних поливів загальною зрошуваною нормою 945 м³/га, або на 17 % менше, ніж на ділянці попереднього варіанта режиму зрошення насаджень (табл. 2).

Вологість активного шару ґрунту впродовж вегетації кущів винограду, на рівні 100–70 % НВ забезпечили 5 вегетаційних поливів середньою нормою 127 м³/га, водночас міжполивний період збільшився до 19 діб. Всього за вегетацію винограду на цьому варіанті дослідження витрачено 635 м³/га, що майже на 500 м³/га менше, ніж з базовим рівнем вологості на рівні 100–80 % НВ.

Умови забезпечення рослин вологою, що склалися за різних режимів зрошення, по-різному вплинули на розвиток винограду, показники плодоносності, його продуктивність та ефективність використання вологи (табл. 3).

Таблиця 2 – Режим краплинного зрошення насаджень винограду залежно від рівня передполивної вологості локального обсягу ґрунту (РПВГ), АПФ "Таврія", сорт Ркацителі

РПВГ,% НВ	Кількість поливів	Поливна норма, м ³ /га	Міжполивний період, діб	Зрошувана норма, м ³ /га
Контроль без зрошення	-	-	-	-
100–80	14	81	7	1134
100–80–70	9	105	11	945
100–70	5	127	19	635

Таблиця 3 – Вплив режимів зрошення на розвиток винограду та його продуктивність, ВАТ "Таврія", сорт Ркацителі

Режими зрошення	Сформувалося пагонів, шт./кущ.		Сформувалося грон		Урожай ягід, т/га	Вміст цукру г/100 см ³	Вміст кислот, г/дм ³
	всього	в т.ч. утворюючих грони, %	шт/кущ	середня маса грона, г			
Контроль, без зрошення	32,5	63	27,5	107	7,8	16,9	10,1
100–80 % НВ	32,3	75	36,3	121	11,7	17,1	10,7
100–80–70 % НВ	32,7	73	35,7	119	11,3	17,5	10,5
100–70 % НВ	32,9	75	34,4	117	10,7	17,5	10,5

За близького навантаження кущів пагонами в штучно регульованих умовах вологості ґрунту, що склалися за різного рівня передполивної вологості, кількість плодоносних пагонів збільшилася порівняно з контролем в середньому на 10–12 %, і коливалася в межах 73–75 %. Така сама залежність простежувалася і в розвитку суцвіть. Отже, рівень передполивної вологості ґрунту впродовж першої половини вегетації суттєвого впливу на кількість плодів пагонів, показники їх плодоносності не мав. Більш істотний вплив порогів доступності води активного шару ґрунту проявився в процесі формування врожаю ягід. Постійна вологість активного шару ґрунту впродовж вегетації, на рівні 100–80 % НВ, сприяла росту середньої маси грона до 121 г проти 107 г на ділянці без зрошення. Близька маса грона склалася і на ділянці, де застосовувався диференційований режим зрошення. Отже, безперешкодне надходження води впродовж вегетації винограду, на рівні 100–80 і 100–80–70 % НВ, сприяє збільшенню середньої маси грона на 11–13,0 % порівняно з контролем. Сумарний ефект взаємодії чинників: високої вологості ґрунту, більшої кількості плодів пагонів, їх підвищеної плодоносності та велика середня маса грона забезпечили і найбільшу врожайність ягід винограду, яка становила 11,3–11,7 т/га, або на 47,4 % порівняно з контрольною ділянкою. В умовах ощадливого режиму зрошення, на рівні

100–70 % НВ впродовж усього періоду вегетації рослин, середня урожайність ягід становила 10,7 т/га, що перевищує на 37,1 % аналогічні показники контрольної ділянки, однак вони суттєво менші, ніж за умов безперешкодного надходження води в процесі вегетації рослин.

Попри явні переваги культивування зрошуваних насаджень винограду, порівнюючи з незрошуваним контролем, ефективність застосування різних режимів зрошення, використання поливної води, матеріальних та фінансових ресурсів потребують додаткового детального аналізу цих витрат, їх окупності. Аналіз одержаних результатів дослідження показує, що режим зрошення по-різному впливає на ефективність використання головного ресурсу – поливної води. Зокрема, витрати поливної води на формування 1 т врожаю ягід за безперешкодного надходження води (100–80 % НВ) впродовж вегетації винограду становлять 97,0 м³/т. Застосування диференційованого режиму вологості (100–80–70 % НВ) зменшує питомі витрати води до 83,6 м³/т, або на 14 %. Найбільш ощадливо використовується поливна вода в умовах ощадливого режиму зрошення на рівні 100–70 % НВ. На ділянці цього варіанта врожайність ягід становила 10,5 т/га, тобто зменшилася на 8,6 %, водночас питомі витрати води скоротилися на 38,3 % порівняно з аналогічними показниками ділянки з безперешкодним надходженням води (табл. 4).

Таблиця 4 – Вплив рівня передполивної вологості активного шару ґрунту на ефективність використання поливної води та вартість зрошення насаджень винограду, ВАТ "Таврія", сорт Ркацителі

Показники	Одиниці виміру	Рівень передполивної вологості ґрунту, % НВ		
		100–80	100–80–70	100–70
Питомі витрати води на формування врожаю ягід, у т.ч. додаткового	м ³ /т	97,0/290,7	83,6/270,0	59,3/219,0
Вартість 1 м ³ поливної води*	грн	2,15	2,15	2,15
Вартість зрошуваної норми води, витраченої для зрошення винограду	грн	2438,1	2031,7	1365,2
Питомі витрати електроенергії в процесі зрошення насаджень	кВт-год/м ³	0,41	0,41	0,41
Вартість 1 кВт-год електроенергії для зрошення насаджень*	грн	2,57	2,57	2,57
Сукупна вартість електроенергії, витраченої в процесі зрошення насаджень	грн	1195,0	995,6	669,0
Всього витрат на виконання заходів з регулювання водного режиму ґрунту	грн	3633,1	3027,3	2034,2
Вартість 1 кг ягід винограду*	грн	9,0	9,0	9,0
Сукупна вартість валового врожаю ягід винограду, у т.ч. додаткового	тис. грн	105,3/35,1	101,7/31,5	96,3/26,1
Всього витрат на вирощування врожаю ягід зрошуваних насаджень винограду	грн/га	47222	45780	43978
Собівартість 1 т врожаю ягід	грн/т	4036,2	4005,5	4025,8
Чистий прибуток від реалізації врожаю ягід винограду	тис. грн/га	58078	55920	52322
Рентабельність вирощування ягід винограду за різних режимів зрошення	%	122,9	122,1	119,0

Примітка: * тарифи на ресурси та ціни на сировину за даними 2020 р.

Такі самі закономірності питомих витрат води простежуються і в процесі формування додаткового врожаю ягід на ділянках з різними рівнями передполивної вологості активного шару ґрунту.

Витрати поливної води для оптимізації умов середовища є основними, оскільки безпосередньо визначають вартість водних ресурсів, обсяги та вартість енергоносіїв, сукупні фінансові витрати на зрошення насаджень, рентабельність режимів зрошення багаторічних насаджень винограду.

За даними досліджень на зрошення виноградників нормою 1134 м³/га за вегетацію витрачається 465,0 кВт-год електроенергії (0,41кВт-год/м³). Диференційований режим зрошення насаджень (100–80–70 % НВ) скорочує витрати електроенергії до 387,4 кВт-год, або на 16,7 %. Найменші витрати електроенер-

гії – 260,3 кВт-год, були за ощадливого режиму зрошення на рівні 100–70 % НВ впродовж вегетації кущів. Обсяги використання поливної води для зрошення насаджень винограду, електроенергії загалом визначають і вартість прирйому, економічну ефективність культивування насаджень в умовах штучного зрошення.

Культивування зрошуваних насаджень винограду збільшує сукупні фінансові витрати з 36048 грн/га на контрольній ділянці в середньому на 26–27 %, зокрема на амортизацію гідротехнічних споруд, поливної мережі краплинного зрошення, її щорічний огляд та ремонт, заробітну плату робітників, вартість природних ресурсів поливної води та використаних енергоносіїв. Незалежно від рівня передполивної вологості ґрунту, в структурі додаткових фінансових витрат домінує частка вартості використаних ресурсів води – 63,7–66,5 % та елек-

троенергії – 33,5 %. Інші складові фінансових витрат коливаються в межах 2,5–3,1 % і суттєвого впливу на формування вартості зрошення насаджень винограду не мають. Найбільше впливають на витрати поливної води, ефективність її використання, а отже і її сукупну вартість, режими зрошення. Зокрема, вартість підтримання безперешкодного надходження вологи до рослин впродовж вегетації становить 3633,1 грн/га, збільшуючи витрати на догляд за насадженнями в середньому на 31,2 % порівняно з незрошуваним контролем. Диференційований режим вологості активного шару ґрунту зумовив зменшення врожайності насаджень порівняно з попереднім варіантом досліджу лише на 3,4 %, а фінансові витрати на 16,7 %, забезпечуючи ефективніше використання поливної води, інших ресурсів. В умовах постійної вологості активного шару ґрунту на рівні 100–70 % НВ, врожайність насаджень зменшилася на 8,6 % порівняно з кращим варіантом досліджу (100–80 % НВ), а сукупні фінансові витрати на 44 % – з 3661,9 до 2050,6 грн/га. Сукупна вартість урожаю ягід винограду, залежно від рівня передполивної вологості активного шару ґрунту, коливалася в межах 105,3–96,3 тис. грн/га, зокрема додаткового 35,1–26,1 тис. грн/га.

Висновки. 1. Теоретичне обґрунтування та практичне регулювання режимів краплинного зрошення промислових насаджень винограду сприяє формуванню оптимальних параметрів вологості локального обсягу ґрунту, скорочує витрати поливної води, фінансових та енергетичних ресурсів.

2. Висока продуктивність насаджень винограду складається за оптимального рівня передполивної вологості локального обсягу ґрунту у найбільш відповідальні фази розвитку рослин.

3. Оптимальне співвідношення між витратами природних, фінансових і енергетичних ресурсів досягається за постійного рівня вологості локального обсягу ґрунту впродовж вегетації куців у межах 100–70 % НВ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Танчик С.П., Цюк О.А., Центило Л.В. Наукові основи систем землеробства: монографія. Вінниця: Нілан – ЛТД, 2015. С. 58–60.
2. Андрусенко І.І., Задніпрний К.О. Способи і режими зрошення виноградників Крима. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2013. № 83. С. 203–210.
3. Буласко Л.М. Формування та регулювання ціни на поливну воду для зрошення в Херсонській обл. Таврійський науковий вісник, 2009. Вип. 65. Ч. 2. С. 78–82.
4. Дубровін В.О., Броварець О.О., Аль-Хазалі Хайдер Раад Надим. Екологія вирощування винограду. Техніка та енергетика. 2014. № 196. С. 13–22.

5. Каменева Н.В. Економічна ефективність застосування крапельного зрошення винограду сорту Мерло в умовах півдня України. Виноградарство і виноробство: міжвід. темат. збірник. Одеса, 2015. Вип. 52. С. 78–81.

6. Ковальчук П.І., Волошин М.М., Матяш Т.В. Оптимізація водокористування на основі аналізу додаткового чистого прибутку від зрошення. Водне господарство України. 2003. Вип. 2. С. 27–29.

7. Зеленянська Н.М. Наукове обґрунтування та розробка сучасної технології вирощування садивного матеріалу винограду: автореф. дис. ... доктора с.-г. наук. Одеса, 2015. 48 с.

8. Коваленко П.І., Ковальчук П.І., Сапаров К.Б. Оптимізація внутрішньохозяйственного водопользования. Мелиорация и водное хозяйство. 1991. № 7. С. 46–48.

9. Кіряк Ю.П., Коваленко А.М. Зміни та коливання клімату в південно-степовій зоні України та його можливі наслідки для землеробства. Зрошуваче землеробство. 2015. Вип. 63. С. 86–89.

10. Кулинич І.К. Рост сорта Ркацители при капельном орошении. Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1980. №2. С. 21–23.

11. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського. К.: В-во Равського, 2003. 342 с.

12. Система сертифікованого виноградного розсадництва України / Гадзало Я.М. та ін. Київ. Аграрна наука, 2015. 288 с.

13. Влияние капельного орошения на урожайность и качество винограда / Михайлов М.В. и др. Режимы орошения при прогрессивных способах полива. Кишинев: Штиинца, 1983. С. 20–21.

14. Методика проведення енергоаудиту на об'єктах водогосподарських систем: НД 33-6.2-01-2006. К.: Держводгосп України, 2006. 46 с.

15. Ромащенко М.І. Методика формування ціни на подачу води на зрошення. Промислові та комунальні потреби. Київ. 2006. 41 с.

16. Сучасні методи з оперативного призначення чергових поливів при краплинному зрошенні виноградників: матеріали доповідей. Еколого-збалансоване управління меліоративними ландшафтами: міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів. Херсон, 2010. 160 с.

17. Тимирязев К.А. Земледелие и физиология растений: собр. сочинений. Москва. Сельхозиздат. Том 11. 1948. 82 с.

18. Тетьоркіна О.М. Звіт про науково-дослідну роботу 38А.02-005. Дослідити процеси водоспоживання, розробити новітні технології краплинного зрошення виноградних насаджень, маточників садивного матеріалу для різних регіонів виноградарства (заклучний). Київ. 2010. 47 с.

19. Власов В.В., Штирбу А.В., Булаєва Ю.Ю. Сучасний стан і тенденції розвитку галузі виноградарства України. Виноградарство і виноробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Одеса: ННЦ "ІВІВ ім. В.Є. Таїрова", 2016. Вип. 53. С. 62–67.

20. Шевченко І.В. Агрономическая оценка режимов капельного орошения винограда. Виноделие и виноградарство СССР. 1986. № 3. С. 6–8.

21. Шикломанов И.А. Развитие орошения в мире и его влияние на водный баланс. Современные проблемы гидрологии орошаемых земель. 1981. Ч. 1. С. 3–15.

22. Цискаришвили А.В. Режим капельного орошения виноградников в условиях восточной части Грузии. Вопросы мелиорации в горных и предгорных условиях. 1988. С. 158–162.

23. Liuni C.S., Calo F., Jannini B. Influence de l'irrigation sur les caractéristiques culturales et la productivité de la vigne dans quelques régions d'Italie. *Bullo. I.V.* 1985. P. 648–649.

24. Grimes D.W., Williams L.E. Irrigation effect on plant water relations and productivity of Thompson seedless grapevines. *Crop. Sc.* 1990. P. 255–260.

25. Keller M. Deficit irrigation and vine mineral nutrition. *Am. J. Enol. Viticult.* 2005. № 56. P. 267–283.

REFERENCES

1. Tanchyk, S.P., Tsiuk, O.A., Tsentylo, L.V. (2015). *Naukovi osnovy system zemlerobstva: monohrafiya* [Scientific bases of agricultural systems]. Vinnytsia, Nilan – LTD, pp. 58–60.

2. Andrusenko, I.I., Zadnipyany, K.O. (2013). *Sposoby i rezhymy zroshennya vy'nogradny'kiv Kry'ma*. [Methods and modes of cultivation of Crimean vineyards]. *Tavrijs'ky'j naukovy'j visny'k* [Taurian Scientific Bulletin]. Kherson, no. 83, pp. 203–210.

3. Bulaenko, L.M. (2009). *Formuvannya ta reguluvannya ciny' na poly'vnu vodu dlya zroshennya v Xersons'kij obl.* [Formation and adjustment of water for removal in the Kherson region]. *Tavrijs'ky'j naukovy'j visny'k* [Tavriya scientific bulletin], no. 65, pp. 78–82.

4. Dubrovin, V.O., Brovarets, O.O., Al'-Xazaali Xajder, Raad Nady'm. (2016). *Ekologiya vy'roshhuvannya vy'nogradu* [Ecology of grape growing]. *Texnika ta enerhety'ka* [Technology and Energy], no. 196, pp. 13–22.

5. Kameneva, N.V. (2015). *Ekonomichna efekty'vnist' zastosuvannya krapel'nogo zroshennya vy'nogradu sortu Merlo v umovax pivdnya Ukrainy* [Economic efficiency of freezing of drip irrigation of Merlot grapes in the conditions of the south of Ukraine]. *Vy'nogradarstvo i vy'norobstvo: mizhvid. temat. zbirny'k* [Viticulture and winemaking: interdepartmental subject collection]. Odesa, no. 52. pp. 78–81.

6. Kovalchuk, P.I., Voloshin, M.M., Matyash, T.V. (2003). *Opty'mizaciya vodokory'stuvannya na osnovi analizu dodatkovogo chy'stogo pry'butku vid zroshennya* [Optimization of water treatment based on the analysis of additional net profit from removal]. *Vodne gospodarstvo Ukrainy* [Water management of Ukraine], no. 2, pp. 27–29.

7. Zelenyans'ka, N.M. (2015). *Naukove obg'runtuvannya ta rozrobka suchasnoi texnologiyi vy'roshhuvannya sady'vnogo materialu vy'nogradu: avtoref. dy's. ... doktora s.-g. nauk* [Scientific substantiation and development of modern technology of growing grape planting material: author's ref. Dis. doctor of Agricultural Science]. Odesa, 48 p.

8. Kovalenko, P.I., Kovalchuk, P.I., Saparov, K.B. (1991). *Opty'my'zacy'ya vnutry'xozyajstvennogo vodopol'zovany'ya* [Optimization of in-farm water use]. *Mely'oracy'ya y' vodnoe xozyajstvo* [Land reclamation and water management], no. 7, pp. 46–48.

9. Kiriyaq, Y.P., Kovalenko, A.M. (2015). *Zminy' ta koly'vannya klimatu v pivdenno-stepovij zoni Ukrainy' ta jogo mozhly'vi naslidky' dlya zemlerobstva* [Climate change and fluctuations in the southern steppe zone of Ukraine and its possible consequences for agriculture]. *Zroshuvane zemlerobstvo* [Irrigated agriculture], no. 63, pp. 86–89.

10. Kulinich, I.K. (1980). *Rost sorta Rkacy'tely' pry' kapel'nom orosheny'y'* [Growth of the variety Rkatsiteli under drip irrigation]. *Sadovodstvo, vy'nogradarstvo y' vy'nodely'e Moldavy'y'* [Horticulture, viticulture and winemaking of Moldova], no. 2, pp. 21–23.

11. Lipinsky, V.M. (2003). *Klimat Ukrainy* [Climate of Ukraine]. Kyiv, Publishing house Raevskogo, 342 p.

12. Gadzalo, Ya.M., Vlasov, V.V., Mulyukina, N.A. (2015). *Sy'stema serty'fikovanogo vy'nogradnogo rozsadny'cztva Ukrainy'* [System of certified vineyards of Ukraine]. Kyiv, Agricultural Science, 288 p.

13. Mikhailov, M.V., Ehrlichman, Y.V. (1983). *Vly'yany'e kapel'nogo orosheny'ya na urozhajnost' y' kachestvo vy'nograda* [The influence of drip irrigation on the yield and quality of grapes]. *Rezhimy orosheniya pri progressivnyh sposobah poliva* [Irrigation regimes with progressive methods of watering]. Chisinau, Shtiintsa, pp. 20–21.

14. *Metody'ka provedennya energoaudy'tu na obyektax vodogospodars'ky'x sy'stem* [Methods of conducting energy audits at water management systems]. State Water Management of Ukraine, 2006, 46 p.

15. Romashchenko, M.I. (2006). *Metody'ka formuvannya ciny' na podachu vody' na zroshennya. Promy'slovi ta komunal'ni potreby'* [Methods of formulating the price of water supply at a loss. Industrial and communal needs]. Kyiv, 41 p.

16. *Suchasni metody z operatyvnogo pryznachennja chergovyh polyviv pry kraplynnomu zroshenni vynogradny'kiv: materialy dopovidej* [Modern methods for the rapid determination of regular watering with drip irrigation of vineyards: materials of additional]. *Ekologo-zbalansovane upravlinnya melioraty'vny'my' landshaftamy': mizhnar. nauk.-prakt. konf. molody'x ucheny'x ta studentiv* [Ecologically-balanced management of reclamation landscapes: scientific-practical conf. young scientists and students]. Kherson, 2010, pp. 22–23.

17. Timiryazev, K.A. (1948). *Zemledely'e y' fy'zy'ology'ya rasteny'j: sobr. sochinenij* [Agriculture and plant physiology]. Moscow, Selkhozizdat, 82 p.

18. Tetyorkina, O.M. (2010). *Zvit pro naukovodoslidnu robotu 38A.02-005. Doslidy'ty' procesy' vodospozhy'vannya, rozroby'ty' novitni texnologiyi kraply'nnogo zroshennya vy'nogradny'x nasadzen', matochny'kiv sady'vnogo materialu dlya rizny'x regioniv vy'nogradarstva (zaklyuchny'j)* [Report on research work 38A.02-005. Deliver water filling processes, distribute new technological drip irrigation of vineyards, queen cells of planting material for different regions of viticulture (final)]. Kyiv, 47 p.

19. Vlasov, V.V., Shty'rbu, A.V., Bulayeva, Yu. Yu. (2016). *Suchasny'j stan i tendenciya rozvy'tku galuzi vy'nogradarstva Ukrainy'* [Current state and tendencies of development

of the viticulture branch of Ukraine]. Vy'nogradarstvo i vy'norobstvo: mizhvidomchy`j tematy`chny`j naukovy`j zbirny`k [Viticulture and winemaking: interdepartmental thematic scientific collection]. Odessa, NSC IviV them. VE Tairov, no. 53, pp. 62–67.

20. Shevchenko, I.V. (1986). Agronomy`cheskaya oценка rezhy`mov kapel`nogo orosheny`ya vy'nograda [Agronomic assessment of the regime of drip irrigation of grapes]. Vy`nodely`e y` vy'nogradarstvo SSSR [Winemaking and viticulture of the USSR], no. 3, pp. 6–8.

21. Shiklomanov, I.A. (1981). Razvy`ty`e orosheny`ya v my`re y` ego vly`yany`e na vodnyj balans [Development of irrigation in the world and its impact on water balance]. Sovremennye problemy gy`drology`y` oroshayemyx zemel` [Modern problems of hydrology of irrigated lands], no. 1, pp. 3–15.

22. Tsiskarishvili, A.V. (1988). Rezhy`m kapel`nogo orosheny`ya vy'nogradny`kov v uslovy`yax vostochnoj chasty` Gruzuy` [Drip irrigation regime of vineyards in the conditions of the eastern part of Georgia]. Voprosy mely`oracy`y` v gornyx y` predgornyx uslovyax [Reclamation issues in mountain and foothill conditions], pp. 158–162

23. Luni, K.S., Kalo, F., Giannini, B. (1985). Influence of irrigation on cultural features and productivity of wine regions in other regions. Bullo. IV, pp. 648–649.

24. Grimes, D.W., Williams, L.E. (1990). Influence of irrigation on water relations and productivity of seedless Trompson vines. Trim. Sc. pp. 255–260.

25. Keller, M. (2005). Deficiency of irrigation and mineral nutrition of the vine. I am. J. Enol. Viticult. no. 56, pp. 267–283.

Режимы капельного орошения винограда и их эффективность

Шевченко И.В., Мынкин Н.В., Мынкина А.А.

Исследовано влияние режимов капельного орошения винограда на урожайность винограда сорта Ркацители, эффективность использования поливной воды, формирование расходов природных, финансовых и энергетических ресурсов в условиях Юга Украины. Результаты исследования подтвердили, что урожайность ягод винограда не пропорциональна расходу поливной воды, а зависит от уровня влажности локального объема почвы в наиболее ответственные фазы развития. Установлено, что беспрепятственное влажное потребление растений в течение всего периода вегетации требует максимальных расходов поливной воды в пределах 1134 м³/га и ресурсов для обеспечения высокого уровня передполивной влажности почвы, при этом урожайность насаждений возросла только на 45–47 % по сравнению с неорошаемым контролем.

Режим влажности почвы в течение первой половины вегетации существенного влияния на количество плодовых побегов, показатели их плодородности не имел. Наиболее существенное влияние порогов доступности влаги активного слоя почвы проявилось в процессе формирования урожая ягод. Суммарный эффект взаимодействия факторов: высокой влажности почвы, большего

количества плодовых побегов, их повышенной плодородности и большая средняя масса гроздьев обеспечили и наибольшую урожайность ягод винограда, которая составила 11,3–11,7 т/га, или на 47,4 % больше контрольного участка. В условиях экономного режима орошения на уровне 100–70 % НВ на протяжении всего периода вегетации растений средняя урожайность ягод составила 10,7 т/га, что превышает на 37,1 % аналогичные показатели контрольного участка.

Детальный анализ полученных результатов опыта показывает, что режим орошения по-разному влияет на эффективность использования главного ресурса – поливной воды, расходы которой на формирование 1 т урожая ягод при беспрепятственном поступлении влаги (100–80 % НВ) в течение вегетации винограда составляют 476 м³/т. Наиболее экономно используется поливная вода в режим орошения на уровне 100–70 % НВ, что сокращает удельные расходы воды до 266 м³/т. На участке этого варианта урожайность ягод составила 10,5 т/га, то есть уменьшилась на 8,6 %, при этом удельные расходы воды сократились на 38,3 % по сравнению с аналогичными показателями участка с беспрепятственным поступлением влаги.

Ключевые слова: виноград, Ркацители, капельное орошение, урожайность ягод, режим орошения, дефицит влаги, поливная вода.

Grapes drip irrigation regimes and their efficiency

Shevchenko I., Mynkin M., Mynkina A.

The influence of drip irrigation regimes on the yield of Rkatsiteli grapes, the efficiency of irrigation water use, the formation of costs of natural, financial and energy resources in the South of Ukraine has been studied. The results of the study confirmed that the yield of grapes is not proportional to the consumption of irrigation water, but depends on the level of moisture in the local soil volume in the most important phases of development. It was found out that plants unimpeded water consumption during the entire growing season requires maximum (within 1134 m³/ha) irrigation water consumption and resources to ensure a high level of irrigation soil moisture, while plant yields increased by only 45–47 % compared to non-irrigated control.

The regime of soil moisture during the first half of the growing season did not have a significant effect on the number of fruit shoots that are indicators of their fertility. The most significant influence of moisture availability thresholds of the active layer of soil was manifested in the process of berry harvest formation. The total effect of the interaction of factors such as high soil moisture, more fruit shoots, their high fruiting and high average weight of the bunch provided the highest yield of grapes, which amounted to 11.3–11.7 t/ha, or 47.4 % more than with a control area. In the conditions of the economical irrigation regime, at the level of 100–70 % of HB during the whole period of vegetation of plants, the average yield of berries was 10.7 t/ha, which exceeds by 37.1 % similar indicators of the control area.

A detailed analysis of the results of the experiment shows that the irrigation regime differently affects the ef-

iciency of the main resource-irrigation water, the cost of which for the formation of 1 ton of berries with unimpeded moisture (100–80 % HB), during the growing season, is 476 m³/t. The most economically used irrigation water in the economical irrigation mode at the level of 100–70 % HB reduces the specific water consumption to 266 m³/t. In the area

of this variant, the yield of berries was 10.5 t/ha, ie decreased by 8.6 %, while the specific water consumption decreased by 38.3 %, compared with similar indicators of the area with unimpeded inflow of moisture.

Key words: grapes, Rkatsiteli, drip irrigation, berry yield, irrigation regime, moisture deficiency, irrigation water.



Copyright: Шевченко І.В., Минкін М.В., Минкіна Г.О. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Шевченко І.В.

Минкін М.В.

Минкіна Г.О.

<https://orcid.org/0000-0002-8518-4413>

<https://orcid.org/0000-0002-2694-7927>

<https://orcid.org/0000-0003-2240-9301>