

5. Дошові черв'яки: наукові основи вирощування і практичне використання / І. П. Мельник та ін. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2015. 444 с.

6. Сендецький В. М. Удосконалення технології виробництва органічного добрива «Біогумус» методом вермикультивування. Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. 2012, Вип. 17. С. 231- 235. URL: <https://lib-repo.pnu.edu.ua/handle/123456789/17766>

7. Агротехнічні аспекти вермикультури : опорний конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 162 "Біотехнології та біоінженерія" денної форми здобуття вищої освіти / уклад. Л. Г. Хоненко. Миколаїв : МНАУ, 2025. 102 с. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/23985>

УДК: 634.8

АГРОНОМІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД ГЛИБОКИХ ГОРИЗОНТІВ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ ВИНОГРАДНИКІВ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

Штірбу А.В., доктор філософії
Паларієв В.О., здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої
освіти (доктор філософії)
*ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова»
НААН, м. Одеса, Україна*

Вступ. В умовах недостатнього природного зволоження актуальність зрошення не викликає сумнівів, особливо в контексті агровиробництва на Півдні України. В останні десятиріччя спостерігається посилення кліматичних змін, що проявляються у зростанні частоти та тривалості літніх посух. Дефіцит природних опадів, особливо у критичні фази росту та розвитку винограду, став практично нормою. Це, у свою чергу, призводить до прямого зниження врожайності та, що не менш важливо, до погіршення якісних показників ягід.

Водночас, водні ресурси та мережа водоканалів для зрошення на Півдні України є вкрай обмеженими. Аграрний сектор перебуває в умовах жорсткої конкуренції за воду з промисловим та комунальним водокористуванням. Постає гостра необхідність у використанні будь-яких джерел для зрошення, в тому числі й підземних вод глибоких горизонтів, які зазвичай можуть мати певний тип засолення та обмежену придатність або непридатність для зрошення [1].

Виходячи з цієї проблематики, метою дослідження було оцінити агрономічну придатність підземних вод глибоких горизонтів для зрошення виноградарства Південного Степу України та науково обґрунтувати заходи з поліпшення їх якості для використання у системах краплинного зрошення.

Матеріал та методи. Експериментальну частину досліджень проведено упродовж 2025 року на базі виноградарського господарства ТОВ «ВКФ «ФРУМУШИКА-НОВА», розташованого на території Буджацької селищної ради Болградського району Одеської області (46°29' пн. ш., 29°41' сх. д.).

Господарство спеціалізується на вирощуванні технічних сортів винограду, зокрема Сухолиманський білий, Цитрон Магарача, Рислінг рейнський, Совіньйон Ритос, Піно чорне, Одеський чорний та Каберне Совіньйон.

Досліджувана територія розташована у зоні Північного Степу, підзоні північно-центрального помірно посушливого степу, де гідротермічний коефіцієнт за період травень–вересень (ГТК V–IX) становить 0,76–0,82. Ґрунтовий покрив представлений переважно чорноземами звичайними середньогумусними, сформованими на лесових породах.

Зрошення виноградних насаджень у господарстві здійснюється за допомогою системи краплинного поливу. Джерелом водопостачання є підземні води напірного водоносного горизонту, що залягає на глибині близько 165 м і належить до групи глибоких артезіанських водоносних горизонтів.

Агрономічну оцінку якості зрошувальної води здійснювали за комплексом фізико-хімічних показників, що включали визначення: водневого показника (рН) та сухого залишку [2]; вмісту карбонатів і бікарбонатів [3]; хлорид-іонів [4]; сульфат-іонів [5]; катіонів кальцію та магнію [6]; іонів натрію [7]. Лабораторні дослідження виконували на базі Південного міжрегіонального центру Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» із застосуванням стандартизованих методик агрохімічного аналізу.

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз фізико-хімічних показників свідчить, що досліджувана вода є складною за хімічним складом і потенційно ризикованою для тривалого використання у виноградарстві, особливо на чорноземах важкого гранулометричного складу (табл. 1).

Таблиця 1

Результати лабораторного аналізу води для зрошення.

ТОВ «ВКФ «ФРУМУШИКА-НОВА», 2025 р.

№	Показник	Одиниця виміру	Значення
1	рН	-	8,4
2	Сухий залишок	г/л	1,12
3	Карбонати CO_3^{2-}	мг/л	22,80
4	Бікарбонати HCO_3^-	мг/л	690,52
5	Хлориди Cl^-	мг/л	82,01
6	Сульфати SO_4^{2-}	мг/л	73,97
7	Кальцій Ca^{2+}	мг/л	64,00
8	Магній Mg^{2+}	мг/л	111,00
9	Натрій Na^+	мг/л	80,04

Тривале зрошення цією водою може поступово підвищувати лужність ґрунту у зоні дії крапельниць та стабілізувати рН ґрунтового розчину на рівні 8,2–8,4. Для винограду такі значення є сигналом необхідності корекції системи живлення [8]. За рН понад 8,0 рослини можуть відчувати труднощі з поглинанням заліза (Fe), цинку (Zn) та марганцю (Mn). Навіть за достатнього їх вмісту в чорноземі в умовах лужної реакції середовища ці елементи переходять у малорозчинні форми, що може спричинити карбонатний хлороз (пожовтіння листків).

Сухий залишок на рівні 1,12 г/л характеризує воду як помірно мінералізовану, що може створювати додатковий осмотичний тиск у зоні кореневої системи винограду. За таких умов рослинам складніше поглинати воду з ґрунту, оскільки підвищена концентрація солей у ґрунтовому розчині утримує її. Частина енергії рослин у цих умовах витрачається на подолання осмотичного стресу, що може знижувати потенціал урожайності.

Присутність карбонатів (CO_3^{2-}) та дуже високий вміст бікарбонатів (HCO_3^-) є основними чинниками лужної реакції води. Потрапляючи в ґрунт, ці іони взаємодіють із кальцієм з утворенням карбонату кальцію (CaCO_3). Унаслідок цього відбувається часткове осадження карбонатів у порах ґрунту, що може погіршувати його повітряно-водний режим і знижувати аерацію кореневої зони.

Хлориди (Cl^-) є одними з найбільш рухливих та потенційно токсичних аніонів. Для винограду межа токсичності хлоридів зазвичай становить 140–180 мг/л. У досліджуваній воді їх концентрація (82 мг/л) перебуває у безпечному діапазоні.

Концентрація сульфатів (SO_4^{2-}) є відносно низькою. Вони не створюють загрози засолення і водночас можуть слугувати додатковим джерелом сірки для рослин.

Катіонний склад досліджуваної води характеризується підвищеним вмістом магнію (Mg^{2+}) порівняно з кальцієм (Ca^{2+}) та натрієм (Na^+).

Вплив поливної води на структуру ґрунту оцінюють за коефіцієнтом адсорбції натрію (SAR), який відображає співвідношення Na^+ до Ca^{2+} та Mg^{2+} . За концентрацій Na^+ — 80,0 мг/л (3,48 мекв/л), Ca^{2+} — 64,0 мг/л (3,19 мекв/л) та Mg^{2+} — 111,0 мг/л (9,13 мекв/л) значення SAR становить:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{3,48}{\sqrt{\frac{3,19 + 9,13}{2}}} \approx 1,40$$

За даними FAO, значення SAR нижче 3 вважається безпечним для зрошення. Така вода не спричиняє деградації структури ґрунту та не призводить до його запливання.

Водночас традиційний показник SAR об'єднує Ca^{2+} і Mg^{2+} у знаменнику, припускаючи їх однаковий вплив на структуру ґрунту. Проте Mg^{2+} має більшу гідратну оболонку порівняно з Ca^{2+} , тому слабше утримується ґрунтовим вбирним комплексом і може сприяти диспергуванню глинистих часток, хоча

й меншою мірою, ніж Na^+ .

У міжнародній практиці для оцінки цього ризику використовують показник Magnesium Hazard (МН):

$$MH = \left(\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \right) \times 100$$

За значення $MH > 50\%$ вода вважається потенційно небезпечною. У досліджуваній воді МН становить 74,1 %, що свідчить про домінування магнію серед катіонів і можливий негативний вплив на фізичні властивості ґрунту.

Чорноземи зазвичай характеризуються значним вмістом глинистих і мулистих часток. Надлишок Mg^{2+} може спричиняти набухання глинистих мінералів та звуження ґрунтових пор під час зволоження. Після висихання такий ґрунт стає більш щільним. Для винограду це означає погіршення газообміну в кореневій зоні та підвищений опір росту молодих коренів.

За тривалого використання води з високим вмістом Mg^{2+} можливе поступове витіснення Ca^{2+} з ґрунтово-поглинального комплексу. Зростання частки Mg^{2+} у сумі поглинених основ може сприяти розвитку процесів осолонцювання ґрунту.

Таким чином, головною проблемою використання підземних вод глибоких горизонтів для зрошення виноградників є високий вміст HCO_3^- , який у перерахунку становить 11,3 мекв/л, тоді як безпечним порогом для поливної води вважається 3,0–4,0 мекв/л.

Поливну воду доцільно підкислювати ортофосфорною або азотною кислотою, що сприятиме нейтралізації карбонатів у системі краплинного зрошення та підвищенню доступності мікроелементів для рослин винограду.

Для зниження рН води до рівня близько 7,0 необхідно нейтралізувати приблизно 8 мекв/л бікарбонатів. Це також зменшить ризик утворення карбонатних відкладень у системі краплинного зрошення.

Найбільш поширеним реагентом у виноградарстві є ортофосфорна кислота (H_3PO_4 , концентрація 85 %), оскільки вона стабільна і додатково забезпечує рослини фосфором. Для нейтралізації 8 мекв/л потрібно приблизно 180–200 мл кислоти на 1 м³ води, що дозволяє знизити рН до 6,7–7,0.

Разом із поливною водою вноситься близько 110 г P_2O_5 на 1 м³ води. За сезонної поливної норми 2000–3000 м³/га це значно перевищує потребу винограду у фосфорі, тому постійне використання такого методу може призводити до його надлишку.

Азотну кислоту (HNO_3 , концентрація 60 %) частіше застосовують навесні та в першій половині літа, коли рослини винограду активно нарощують вегетативну масу. Для нейтралізації 8 мекв/л потрібно приблизно 600 мл кислоти на 1 м³ води. У 1 кг такої кислоти міститься близько 120 г азоту.

Якщо проблема надлишку CO_3^{2-} та HCO_3^- може вирішуватися шляхом підкислення води, то запобігання солонцюватості ґрунту потребує меліоративних заходів. За наявності системи краплинного зрошення

ефективним є локальне внесення кальцію через фертигацію. Для цього може використовуватися тіосульфат кальцію (CaTS , 6 % Ca, 10 % S) у нормі 40–60 л/га в період активної вегетації, що сприяє підкисленню зони емітера та підвищенню доступності фосфору і мікроелементів. Кальцій із гіпсу витісняє Mg^{2+} та Na^+ з ґрунтово-поглинального комплексу, що сприяє відновленню структури ґрунту.

Висновки. У результаті проведеної агрономічної оцінки встановлено, що підземні води глибокого водоносного горизонту, які використовуються для зрошення виноградників ТОВ «ВКФ «ФРУМУШИКА-НОВА», характеризуються помірною мінералізацією (1,12 г/л), лужною реакцією середовища (рН 8,4) та дуже високим вмістом бікарбонатів (690,5 мг/л), що становить близько 11,3 мекв/л. Такий хімічний склад води може сприяти підвищенню лужності ґрунтового розчину в зоні краплинного зволоження, утворенню карбонатних відкладень у системі зрошення та зниженню доступності для рослин мікроелементів, зокрема Fe, Zn і Mn.

Встановлено, що за показником коефіцієнта адсорбції натрію ($\text{SAR} \approx 1,4$) досліджувана вода належить до категорії безпечних щодо ризику натрієвої деградації структури ґрунту. Водночас підвищена частка магнію у катіонному складі ($\text{Magnesium Hazard} = 74,1\%$) свідчить про потенційну небезпеку погіршення фізичних властивостей ґрунту за тривалого використання такої води для зрошення.

Отримані результати можуть бути використані для розроблення практичних рекомендацій щодо раціонального використання підземних вод глибоких горизонтів у системах краплинного зрошення виноградників Південного Степу України.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 2730:2015. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. - Київ: УкрНДНЦ, 2016. - 13 с.
2. ДСТУ 8346:2015. Якість ґрунту. Методи визначення питомої електропровідності, рН і щільного залишку водної витяжки. - Київ: УкрНДНЦ, 2017. - 10 с.
3. ДСТУ 7943:2015. Якість ґрунту. Визначення іонів карбонатів і бікарбонатів у водній витяжці. - Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2016. - 9 с.
4. ДСТУ 7908:2015. Якість ґрунту. Визначення хлорид-іона у водній витяжці. - Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2016. - 13 с.
5. ДСТУ 7909:2015. Якість ґрунту. Визначення сульфат-іона у водній витяжці. - Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2016. - 11 с.
6. ДСТУ 7945:2015. Якість ґрунту. Визначення іонів кальцію і магнію у водній витяжці. - Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2016. - 10 с.
7. ДСТУ 7944:2015. Якість ґрунту. Визначення іонів натрію і калію у водній витяжці. - Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2016. - 9 с.
8. ДСТУ 4955:2008. Виноградники. Проектування. Загальні вимоги. - Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2009. - 11 с.