

О. Олефір, к.с-г.н.,
А. Штірбу, доктор філософії,
Н. Сівак, к.с-г.н.

Національний науковий центр
«Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова»

e-mail: oleffir.alex@gmail.com

МОНІТОРИНГ ЗАПАСІВ ҐРУНТОВОЇ ВОЛОГИ У ВИНОГРАДНИКАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ КОЛИВАНЬ (2022–2025 рр.)

В статті викладені закономірності формування та динаміки запасів ґрунтової вологи у виноградниках південного Степу України в умовах кліматичних коливань протягом 2022–2025 рр. Результати досліджень засвідчили тенденцію до зростання кліматичної нестабільності впродовж вегетаційного періоду винограду, що проявляється у коротких інтенсивних періодах зволоження навесні або восени та тривалих літніх посухах. Отримані дані узгоджуються з літературними відомостями щодо фазової динаміки водоспоживання виноградної рослини і підтверджують вирішальну роль глибинних запасів вологи, сформованих у холодний період року, для підтримання фізіологічної активності кущів у фазах цвітіння, росту ягід і дозрівання. Узагальнено, що за умов сучасних кліматичних коливань стабільність продуктивності виноградників південного Степу України безпосередньо залежить від стану ґрунтового водного балансу. Регулярний моніторинг запасів продуктивної вологи та впровадження адаптивних заходів є необхідними умовами збереження водного потенціалу ґрунтів і підвищення екологічної стійкості виноградних агроecosystem.

Ключові слова: виноград, опади, вологість ґрунту, продуктивна волога.

Вступ. Актуальність дослідження водного дефіциту на виноградниках зумовлюється кліматичними змінами, високими температурами та посухою [1-5].

Промислові виноградники півдня України переважно вирощуються в умовах незрошеного землеробства, що зумовлює високу залежність продуктивності насаджень від кількості та режиму атмосферних опадів. Одним із провідних негативних чинників, який істотно впливає на рівень урожайності та довговічність виноградників у цій зоні, є недостатнє, а подекуди й дефіцитне зволоження ґрунту.

Середньорічна кількість опадів на півдні України становить лише 380–420 мм, причому їх розподіл протягом вегетаційного періоду є вкрай нерівномірним. За даними агрокліматичного моніторингу, упродовж останнього десятиріччя спостерігається тенденція до зменшення кількості опадів у зимові місяці (грудень, лютий) на 10–15 % від норми, тоді як у вересні–жовтні опадів випадає більше звичайного. У літні місяці (липень, серпень) кількість опадів була на 15–27 % нижчою за середні багаторічні показники, що спричиняло розвиток інтенсивних літніх посух [6]. Зміни клімату призводять до збільшення споживання води сільськогосподарськими культурами, збільшать частоту та величину водного стресу рослин [7].

Тривала відсутність опадів спричинює висушування орного шару ґрунту, внаслідок чого рослини зазнають впливу ґрунтової посухи. Коли до ґрунтової посухи приєднується висока температура повітря та знижена відносна вологість, рослини додатково зазнають атмосферної посухи, що в умовах пригніченої транспірації може призводити до перегрівання тканин. Атмосферну посуху визначають як тривалий період відсутності ефективних опадів (>5 мм/добу) у межах вегетаційного сезону при середньодобовій температурі повітря понад 25 °С. Її кількісним критерієм є тривалість понад 30 діб без ефективного зволоження [6].

Поєднання атмосферної та ґрунтової посух може призводити до критичних наслідків для росту та плодоношення виноградних насаджень

Попри те, що виноград відноситься до відносно посухостійких культур, завдяки глибокій та розгалуженій кореневій системі, тривала нестача природного зволоження істотно знижує продуктивність і біологічну стійкість насаджень. Глибинні запаси вологи, сформовані протягом осінньо-зимового періоду, мають вирішальне значення для забезпечення рослин водою у безопадний сезон. Так наприклад, кущі винограду сорту Істрійська Мальвазія, що вирощувалися в місцевості Класичного карсту в північно-східній Італії на червоному карстовому ґрунті добре переносили посушливі умови завдяки глибокому проникненню кореневої системи [8].

Основними типами ґрунтів у зоні вирощування винограду на півдні України є південні чорноземи, які формуються в умовах недостатнього зволоження (ГТК = 0,61–0,67). Для цих ґрунтів характерні невелика потужність гумусового горизонту (65–70 см) та залягання на лесових породах. За механічним складом вони належать до важкосуглинкових. У ґрунтовому профілі спостерігається слабка диференціація мулистій фракції, що на глибині 30–50 см спричиняє ущільненість і злитість. Через це перехідний горизонт характеризується незадовільними водно-фізичними властивостями та низькою фільтраційною здатністю, наближеними до солонцевих. Проте зазначена солонцюватість має переважно морфологічний характер, оскільки вміст поглинутого натрію є незначним [9].

Метою досліджень є встановлення закономірностей формування та динаміки запасів ґрунтової вологи у виноградниках південного Степу України в умовах сучасних кліматичних коливань, з урахуванням нерівномірного розподілу опадів, частоти та інтенсивності посушливих періодів.

Методика проведення досліджень. Моніторинг вологості ґрунту у виноградниках південного Степу України здійснювали протягом 2022–2025 рр. із метою визначення динаміки запасів ґрунтової вологи та оцінки рівня водозабезпечення насаджень упродовж вегетаційного періоду.

Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом відповідно до вимог ДСТУ ISO 11465-2001 «Якість ґрунту. Визначання сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод» [10]. Відбір зразків проводили щомісячно буром на глибину 1 м у ряду виноградника, безпосередньо біля куща. Проби ґрунту відбирали через кожні 10 см шару, у дворазовій повторності.

Після відбору бюкси з ґрунтом зважували, висушували у сушильній шафі при температурі 105 °С до постійної маси, повторно зважували, після чого визначали відносну вологість ґрунту (%) та її частку від польової вологості.

Для оцінки водного режиму використовували основні ґрунтові константи, які характерні для чорноземів південних:

максимальна гігроскопічність — кількість пароподібної вологи, адсорбованої ґрунтом із повітря при 96–100% відносної вологості;

вологість в'янення — вологість ґрунту, при якій у рослин спостерігається стійке в'янення, що не усувається навіть у насиченому водяною парою середовищі;

польова вологості — максимальна кількість капілярно-підвішеної води, що утримується ґрунтом після стікання надлишку води за умови глибокого рівня ґрунтових вод.

Вологість стійкого в'янення для чорноземів південних становить у середньому 1,0–1,2 від максимальної гігроскопічності, залежно від біологічних особливостей сортів і підщеп винограду. Підщепи типу Берландієрі × Ріпарія (Кобер 5ББ, 1616С) характеризуються нижчим коефіцієнтом вологості в'янення (1,0–1,1), тоді як Ріпарія × Рупестріс 101–1493 — вищим (1,1–1,2).

Запаси продуктивної вологи (W, мм) — це частина вологи, доступна для засвоєння рослинами, тобто така, що перевищує рівень вологості в'янення. Її розраховували за формулою [11]:

$$W=0,1 \cdot q \cdot h \cdot (u-k),$$

де: q — об'ємна маса ґрунту, г/см³;
 h — потужність шару ґрунту, см;
 u — фактична вологість ґрунту, % від абсолютно сухої маси;
 k — вологість стійкого в'янення, %;
 0,1 — коефіцієнт перерахунку в міліметри водного шару.

Для інтерпретації результатів застосовували шкалу оцінки запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту (за О.Ф. Вадюніною, З.О. Корчагіною) [2]:

< 80 мм — дуже низькі запаси,
 80–100 мм — недостатні,
 101–120 мм — задовільні,
 121–160 мм — добрі,
 160 мм — дуже добрі.

Щомісячні дані про кількість опадів (мм) отримували з метеорологічного посту ННЦ «ІВіВ імені В.Є. Таїрова», що дозволило встановити взаємозв'язок між кількістю атмосферних опадів і зміною запасів продуктивної вологи в ґрунтовому профілі виноградників.

Дані таблиці 1 свідчать, що чорнозем південний важкосуглинковий характеризується відносно щільною структурою з поступовим зростанням об'ємної маси ґрунту від орного до нижчих горизонтів. Так, у шарі 0–20 см об'ємна маса становить 1,10 г/см³, а у шарі 80–100 см підвищується до 1,38 г/см³, що відображає ущільнення ґрунту з глибиною внаслідок зменшення частки органічної речовини, руйнування агрегатів і підвищення частки мулистих та пилюватих часток. Середнє значення об'ємної маси в межах метрового профілю становить 1,22 г/см³, що є типовим показником для чорноземів важкосуглинкового гранулометричного складу. Діапазон активної вологи, тобто запаси доступної для рослин вологи, у метровому шарі ґрунту складає 172,8 мм.

Таблиця 1

Водно-фізичні властивості чорнозему південного важкосуглинкового

Горизонт ґрунту, см	Об'ємна вага, г/см ³	Польова вологоємність ґрунту, %	Максимальна гігроскопічність ґрунту, %	Вологість в'янення рослин, %	Діапазон активної вологи, мм
0-20	1,10	28,7	8,57	11,48	18,92
20-40	1,13	26,8	8,50	11,79	16,96
40-60	1,23	25,7	8,74	11,71	17,21
60-80	1,26	23,2	7,66	10,26	16,30
80-100	1,38	21,5	7,40	9,95	15,00
0-100	1,22	25,2	8,17	11,04	172,8

Показники польової вологоємності свідчать про поступове зниження запасів капілярно-підвішеної води зі збільшенням глибини ґрунтового профілю. У верхньому шарі (0–20 см) польова вологоємність досягає 28,7 %, тоді як у шарі 80–100 см вона зменшується до 21,5 %, що вказує на зниження пористості та частки структурних макропор у глибших горизонтах. У середньому по профілю польова вологоємність становить 25,2 %, що відповідає добрим водоутримувальним властивостям для ґрунтів даного типу.

Значення максимальної гігроскопічності змінюються у межах 7,40–8,74 %, із тенденцією до зниження в нижніх шарах (80–100 см), що зумовлено зменшенням вмісту колоїдної фракції та органічної речовини. Середній показник максимальної гігроскопічності становить 8,17 %, що відповідає оптимальним умовам сорбційного насичення повітряною вологою для важкосуглинкових чорноземів.

Показники вологості в'янення рослин також демонструють поступове зниження з глибиною — від 11,48 % у верхньому горизонті до 9,95 % у шарі 80–100 см. Середнє

значення по профілю становить 11,04 %, що свідчить про достатню здатність ґрунту утримувати вологу у доступній для рослин формі.

Варто відзначити, що співвідношення між польовою вологоємністю та вологістю в'янення ($\approx 2,3$) залишається відносно стабільним у всьому профілі, що є показником однорідності водно-фізичних властивостей та забезпечує стійкий водний режим у метровому шарі.

Таким чином, за сукупністю показників чорнозем південний важкосуглинковий характеризується помірною щільністю, високою водоутримуючою здатністю, достатнім рівнем доступної вологи та середньою гігроскопічністю. Ці властивості свідчать, що за умови достатніх осінньо-зимових опадів ґрунт здатен нагромаджувати значні запаси вологи у метровому шарі, забезпечуючи водопостачання виноградних насаджень упродовж 40–60 діб бездощового періоду, що є критично важливим для стабільної продуктивності виноградників у посушливих умовах південного Степу.

Результати досліджень. Доні таблиці 2 свідчать, що у 2022 році початок вегетації був відносно сухим. Значні опади наприкінці літа та на початку осені (серпень — 187 %, вересень — 165 % норми) частково компенсували попередній дефіцит, але запаси вологи до кінця сезону залишилися низькими (25,3 мм).

Таблиця 2

Основні агрометеорологічні показники упродовж вегетації винограду за 2022–2025 рр.

Рік / Показник	Місяці вегетації						
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень
2022:							
Сума опадів, мм	20,3	12,4	28,6	9,5	66,1	63,7	9,0
% норми опадів	66	34	59	19	187	165	36
Запас продуктивної вологи, мм	59,4	75,3	47,2	54,5	49,7	43,6	25,3
2023:							
Сума опадів, мм	106,6	4,8	44,3	15,9	12,1	0,0	2,5
% норми опадів	350	13	91	31	34	0	10
Запас продуктивної вологи, мм	116,7	82,6	70,4	46,0	11,8	8,5	0,0
2024:							
Сума опадів, мм	54,4	17,8	42,5	21,4	15,2	109,4	49,5
% норми опадів	178	49	87	42	43	284	196
Запас продуктивної вологи, мм	138,2	101,1	87,5	58,0	28,7	52,6	67,5
2025:							
Сума опадів, мм	14,9	45,9	15,5	5,2	2,2	125,8	54,6
% норми опадів	49	127	32	10	6	327	217
Запас продуктивної вологи, мм	96,0	103,3	65,5	16,7	0,0	16,7	127,7

Сезон 2023 року характеризувався екстремальними контрастами для винограду. Дуже вологий квітень (106,6 мм опадів) забезпечив максимальні на той момент запаси вологи (116,7 мм). Однак подальша тривала посуха, з практично повною відсутністю опадів у вересні, призвела до повного вичерпання продуктивної вологи до кінця сезону (0,0 мм у жовтні). Це свідчить про сильну агрометеорологічну посуху.

Найбільш сприятливий рік за умовами зволоження виявився 2024 рік. Високі запаси вологи на початку сезону (138,2 мм) підтримувалися завдяки помірним опадам влітку та були суттєво поповнені рекордними опадами у вересні та жовтні. Рік завершився з високим запасом вологи (67,5 мм), що створило добрі передумови для наступного сезону.

У 2025 році сезон розпочався з добрими запасами вологи. Проте аномально посушливі літні місяці, особливо серпень (лише 2,2 мм опадів), призвели до повного вичерпання вологи (0,0 мм). Сильні вересневі дощі (125,8 мм) почали відновлювати запаси, але ситуація влітку була критичною. Наприкінці жовтня запаси продуктивної вологи становили 127,7 мм, а основна маса вологи знаходилась в шарі ґрунту 0-80 см.

Аналіз даних таблиці 2 показує значні коливання в умовах зволоження протягом вегетаційних періодів з 2022 по 2025 роки. Спостерігаються виражені тенденції до нерівномірного розподілу опадів, що прямо впливає на запаси продуктивної вологи у ґрунті.

Для всіх років характерний нерівномірний розподіл опадів. Періоди з надлишком вологи (наприклад, квітень 2023 року — 350 % норми, або вересень 2024 року — 284 % норми) часто змінювалися тривалими посушливими періодами.

Літні місяці (червень-серпень) стабільно демонструють тенденцію до дефіциту опадів. Особливо критичною ситуація була в липні 2022 (19 % норми), серпні 2023 (34 % норми) та серпні 2025 року (6 % норми).

Запаси продуктивної вологи напряму залежать від кількості опадів. Високі початкові запаси навесні (як у 2023 та 2024 роках) не гарантують стабільного зволоження протягом усього сезону. Вони можуть бути повністю вичерпані під час літніх посух.

Результати моніторингу вологості чорноземів південних свідчать про зростання кліматичної нестабільності протягом вегетаційного періоду винограду. Для досліджуваних років характерна чітко виражена тенденція до коротких, але інтенсивних періодів зволоження, переважно навесні або восени, що чергуються з тривалими бездошовими інтервалами у літні місяці. Це створює високоризикові умови для розвитку виноградних насаджень, особливо у фазах активного росту пагонів, цвітіння та наливу ягід, коли потреба рослин у волозі є найвищою.

Зокрема, у 2023 та 2025 роках зафіксовано ситуації, коли сприятливе весняне зволоження забезпечувало добрий старт вегетації, проте літні посухи із низькою кількістю ефективних опадів і високими температурами повітря повністю нівелювали позитивний вплив ранньої вологи, що призводило до погіршення водного статусу ґрунту й підвищення ризику стресових реакцій у рослин.

Отримані результати узгоджуються з положеннями попередніх досліджень, які вказують, що водоспоживання виноградної рослини протягом вегетаційного періоду має виражену фазову динаміку.

За даними Г.Ф. Турянського, у фазу росту ягід виноград витрачає близько 50 % загальної кількості вологи за сезон, а середньодобова транспірація на півдні України у цей період може досягати 5,4 мм, а в умовах Центральної Азії — до 10 мм. Слід зазначити, що за умов зрошення рослини винограду витрачають близько 55-62% вологи від загального вологоспоживання у фазу росту і дозрівання ягід, за відсутності зрошення – близько 45% у фазу цвітіння і росту ягід [12]. Кущі винограду в неполивних умовах зазнають дії водного стресу, а їх листки мають нижчі показники фотосинтетичної активності [13].

Наявність глибинних запасів ґрунтової вологи, накопичених упродовж осінньо-зимового періоду, має вирішальне значення для стійкості виноградних насаджень до літніх посух. Зниження вологості ґрунту до 70 % від польової вологоємності вже у квітні може розглядатися як ранній діагностичний показник наближення посушливих умов, що істотно впливають на ріст пагонів, закладання генеративних бруньок і якість майбутнього врожаю. Такі посухи можуть бути на півдні України з періодичністю 1 раз на 40 років.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що в умовах кліматичних коливань південного Степу України ключовим чинником стабільності продуктивності виноградників є водний режим ґрунту, який формується під впливом не лише кількості атмосферних опадів, а й їх сезонного розподілу. Виявлені особливості підтверджують необхідність регулярного моніторингу запасів продуктивної вологи у ґрунтовому профілі, застосування дефіцитного або підтримувального зрошення, а також впровадження адаптивних агротехнологій, спрямованих на збереження ґрунтової вологи — мульчування,

утримання міжрядь під покривними культурами, зменшення поверхневого випаровування тощо.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що сучасні кліматичні умови формують нову парадигму водного забезпечення виноградарства, у межах якої стабільність врожайності та якість культурних сортів визначаються не лише біологічними властивостями сорту, а передусім — ефективністю управління водними ресурсами у системі «грунт–рослина–атмосфера».

Висновки

Формування та розподіл запасів вологи протягом вегетації 2022-2025 рр. відбувалось нерівномірно. Найбільш дефіцитною виявилась вегетація 2025 року, протягом якої вологість ґрунту досягала значення критичних значень (близько 40 % від польової вологості), а запаси продуктивної вологи у метрову шарі ґрунту були майже відсутніми. Кращою у забезпеченості рослин винограду вологою виявилась вегетація 2024 року, що пояснюється більш високим запасом вологи на старті росту рослин (близько 90 % від польової вологості) та наявністю ефективних опадів протягом вегетації.

Список використаних джерел

1. Seasonal soil moisture and drought occurrence in Europe in CMIP5 projections for the 21st century / Ruosteenoja K. et al. *Clim. Dyn.* 2018. Vol. 50. Pp. 1177–1192. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3671-4>.
2. Managing moderate water deficit increased anthocyanin concentration and proanthocyanidin galloylation in “Refošk” grapes in Northeast Italy / Calderan A. et al. *Agric. Water Manag.* 2021. Vol. 246. Pp. 106684. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106684>.
3. Do the ends justify the means? Impact of drought progression rate on stress response and recovery in *Vitis vinifera* / Morabito C. et al. *Physiol. Plant.* 2022. Vol. 174. Pp. e13590. <https://doi.org/10.1111/ppl.13590>.
4. Venios X., Korkas E., Nisiotou A., Banilas G. Grapevine responses to heat stress and global warming. *Plants.* 2020. Vol. 9. Pp. 1754. <https://doi.org/10.3390/plants9121754>.
5. Comparing Hydraulics between Two Grapevine Cultivars Reveals Differences in Stomatal Regulation under Water Stress and Exogenous ABA Applications / Dayer S. et al. *Front. Plant Sci.* 2020. Vol. 11. Pp. 705. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00705>.
6. Адаменко Т. І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Київ: Вид-во «PIA» БЛІЦ, 2014. 16 с. Режим доступу: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cee_files/idmp-cee/idmp-agroclimatic.pdf.
7. Gambetta G. A. Water Stress and Grape Physiology in the Context of Global Climate Change. *Journal of Wine Economics.* 2016. Vol. 11(1). Pp. 168-180. <https://doi:10.1017/jwe.2015.1610>.
8. Vinay Pagay, Vivian Zufferey, Alan N. Lakso. The influence of water stress on grapevine (*Vitis vinifera* L.) shoots in a cool, humid climate: growth, gas exchange and hydraulics. *Functional Plant Biology.* 2016. № 43 (9). Pp. 827–837. <https://doi.org/10.1071/FP16017>.
9. Класифікація ґрунтів України / за ред. М. І. Полупана ; ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського». Київ : Аграрна наука, 2005. 299 с. <https://doi.org/10.31073/966-540-013-4>.
10. ДСТУ ISO 11465-2001 «Якість ґрунту. Визначання сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод (ISO 11465:1993, IDT)». [Чинний від 2003-01- 01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2002. 5 с.
11. Світличний О. О. Сучасні зміни клімату Північно-Західного Причорномор'я. *Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки.* 2025. Т. 30. № 2(47). С. 36-49. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2025.2\(47\).344743](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2025.2(47).344743).
12. Шевченко І. В., Поляков В. І. Прогресивна технологія вирощування винограду в умовах зрошення: монографія. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 2007. 157 с.
13. Grapevine water relations and rooting depth in karstic soils / Tadeja Savi et al. *Science of The Total Environment.* 2019. Vol. 692. Pp. 669-675. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.096>.

O. Olefir, PhD of Agr. Scs, A. Shtirbu, PhD, N. Sivak PhD of Agr. Scs

National Science Center "Institute of Viticulture and Winemaking named after V.E. Tairov"

MONITORING SOIL MOISTURE RESERVES IN VINEYARDS IN SOUTHERN UKRAINE UNDER CLIMATIC FLUCTUATIONS (2022–2025)

The article describes the formation patterns and dynamics of soil moisture reserves in southern Ukrainian Steppe vineyards under climatic fluctuations from 2022 to 2025. The research results showed an increasing tendency toward climatic instability during the grape growing season. This instability was manifested by short periods of intense moisture in spring or autumn and prolonged summer droughts. The obtained data are consistent with literature on the phase dynamics of water consumption by grape vines. They also confirm the decisive role of deep moisture reserves, formed during the cold season, in maintaining the physiological activity of vines during flowering, berry growth, and ripening. In summary, the stability of vineyard productivity in the southern Steppe of Ukraine depends on the state of the soil water balance under current climatic conditions. Regularly monitoring productive moisture reserves and implementing adaptive measures are necessary for preserving soil water potential and increasing the ecological sustainability of grape agroecosystems.

Keywords: grapes, precipitation, soil moisture, productive moisture.