

ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗРОШУВАЛЬНОЇ ВОДИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПОКАЗНИКИ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

ГРАНОВСЬКА Л.М. – доктор економічних наук, професор

<https://orcid.org/000-0001-7021-3093>

МОРОЗОВ О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/000-0001-7021-3093>

ІВАНОВ В.І. – аспірант

<https://orcid.org/0000-0003-0601-369X>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Загальна тенденція розвитку землеробства у світі на сучасному етапі спрямована на забезпечення максимально сприятливих умов для життєдіяльності сільськогосподарських рослин, реалізації їх біологічного потенціалу і, як наслідок, істотного підвищення продуктивності культур, що можливо лише за умови науково обґрунтованого підходу до управління ґрунтовими режимами, передусім, термічним і водним [1]. Визначальна роль у розв'язанні цього завдання належить відновленню зрошення та доступу сільськогосподарських підприємств до якісної поливної води [2]. Зміни клімату в бік потепління спричиняють збільшення основної видаткової статті водного балансу – випарування, а також зменшення обсягів якісних водних ресурсів та обмеження їх придатності за агрономічними та екологічними критеріями.

Оцінка якості зрошувальної води та її вплив на показники родючості ґрунтів є одним із актуальних завдань у обґрунтуванні площ відновлення і розвитку зрошування та визначенні територій і напрямів розвитку зрошуваного землеробства в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протягом останніх років спостерігається інтенсивне відновлення зрошувальних систем та використання зрошуваних земель, а ці процеси вимагають науково обґрунтованого прийняття відповідних управлінських рішень і підходів до збереження родючості ґрунтів та забезпечення сприятливого екологічного стану у зоні зрошення.

З одного боку, розвиток зрошувальних меліорацій призводить до суттєвих змін в інтенсивності й спрямованості природних процесів, а з іншого – зрошувальні меліорації є одним із важливих чинників економічної ефективності аграрного сектору та умовою забезпечення сталого виробництва сільськогосподарської продукції, особливо в роки з несприятливими природно-кліматичними умовами [2]. Від ефективного використання, збереження та відтворення показників родючості зрошуваних земель значною мірою залежать продовольча безпека, економічна і соціальна ситуація в регіоні та в країні загалом. Останніми роками відзначаються глобальні кліматичні зміни, які негативно впливають на економічну ефективність аграрного сектору економіки. При цьому науковці відзначають збільшення площі сільськогосподарських земель, які мають гід-

ротермічний коефіцієнт 0,4–0,6, що зумовлює необхідність будівництва зрошувальних систем для ліквідації дефіциту водного балансу в цих регіонах.

Важливим аспектом у процесі відновлення зрошення є якісні і кількісні характеристики джерела зрошування і поливної води. Визначення придатності води для зрошування здійснюється за допомогою якісних і кількісних тестів, при цьому візуальний і органолептичний аналіз водних ресурсів дозволяє зробити попередній висновок про придатність її для зрошування за зовнішніми ознаками: кольором, запахом, станом флори і фауни. Друга група показників визначає вміст зважених твердих елементів у поливній воді, а третя група – розчинені речовини у поливній воді. Третя група показників якості поливної води визначає її придатність для зрошування з урахуванням якісного складу солей та можливості сприяти засоленню, підлуженню та осолонцюванню ґрунтів. Перші методичні підходи до оцінки якості поливної води (Л. Розов, 1956 р.; В. Ковда, 1946 р.) базувалися на оцінці якості води для зрошування за її мінералізацією. Пізніше Л. Розовим було визначено, що солі, які розчинені у поливній воді, володіють різним ступенем токсичності і по-різному впливають на сільськогосподарські рослини [3]. Ідею оцінки якості зрошувальної води за показником мінералізації нині підтримують учені одеської екологічної наукової школи [4]. Вони вважають, що саме мінералізація поливної води є найголовнішим показником її якості, однак пропонують усе ж такі звертати увагу і аналізувати мінеральний склад поливних вод у вигляді гіпотетичних солей. При цьому необхідно враховувати, що всі солі натрію і всі хлориди є токсичними, а карбонати і сульфати кальцію та карбонати магнію не є токсичними. Сірчаноокислий і вуглекислий кальцій у водному розчині використовуються як добриво і виконують роль меліорантів. Однак вільна вуглекислота і аніони сірчаної кислоти агресивно діють на бетонні споруди меліоративних систем. Усе ж такі найбільш агресивною у поливній воді є нормальна сода.

Полівна вода залежно від її мінералізації та вмісту аніонів і катіонів може негативно впливати на показники родючості ґрунтів. Придатність води для зрошення визначають за комплексом факторів та їх взаємодією. Найбільш важливими є вміст солей у воді, хімічний склад води, механічний склад і водно-

фізичні властивості ґрунтів, вміст і склад солей у ґрунті, кліматичні умови, дренажність території, спосіб поливу, агротехнічні прийоми та особливості сільськогосподарських культур, що зрощуються. Крім того, бажано враховувати, що натеper набувають актуальності питання ефективного та еколого безпечного використання зрошуваних земель, якість води у джерелах зрошення та динаміка її показників у процесі транспортування води від джерела зрошення до поля. На ці питання звертають особливу увагу не тільки вітчизняні вчені С. Балюк, Л. Воронинцева, О. Дрозд, С. Рябков [5; 6; 7], але й зарубіжні В. Маммедов [8]. Найбільш комплексний підхід до оцінки якості зрошувальної води за агрономічними і екологічними критеріями науково обґрунтували вчені ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н. Соколовського» НААН України і представили його у вигляді державних стандартів: ДСТУ 2730 : 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії», який встановлює агрономічні критерії, за якими визначають якість природної води, що використовується для зрошення, за її впливом на ґрунти [9], і ДСТУ 7591 : 2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії», який встановлює агрономічні, екологічні та технічні критерії, показники й параметри оцінювання якості природних вод (поверхневих і підземних) для краплинного зрошення [10]. Стандарт поширюється на природні поверхневі, підземні, ґрунтові та дренажні води зрошувальних систем, а також ДСТУ 3866-99 «ґрунти. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості» [12]. У 2020 році Постановою Кабінету Міністрів України № 766 було затверджено документ «Про нормативи еколого безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням», що підтверджує актуальність і важливість дослідження питань еколого безпечного зрошення сільськогосподарських культур шляхом визначення якості поливної води та обґрунтування і впровадження агрономічних заходів під час зрошення обмежено придатною поливною водою [13].

Однак учені вважають, що наявна комплексна система оцінки якості поливної води неповною мірою враховує систему оцінки за радіаційно-гігієнічними критеріями та важкими металами, оскільки поливні води іноді вміщують підвищену їх концентрацію [14; 15].

Метою статті є оцінка якості зрошувальної води та її вплив на показники родючості ґрунтів за краплинного зрошення в умовах Сухого Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Методологічну базу наукових досліджень становлять сучасні методи досліджень: історичний, системний підхід і аналіз, економіко-статистичні методи. Інформаційною базою наукових досліджень є базова інформація про якість зрошувальної води та показники родючості ґрунтів, яка отримана у процесі виконання багаторічних наукових досліджень авторами. Для зрошення досліджуваних ґрунтів Херсонської області використовується дніпровська вода, яка подається Каховським, Краснознам'янським та Північно-Кримським магістральними каналами.

Дослідження проводилися у чотирьох районах Херсонської області: Голопристанському, Скадовському, Чаплинському та Каланчацькому, які характеризуються високою забезпеченістю тепловими ресурсами та наявністю поверхневих водних ресурсів для відновлення і розвитку зрошення та водозабезпечення сільськогосподарських культур.

Оцінку якості поливної води для зрошення проведено за ДСТУ 2730 : 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії», який встановлює агрономічні критерії, за якими визначають якість природної води, що використовується для зрошення, а також за ступенем її впливу на ґрунти, і ДСТУ 7591 : 2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії». Стандарт встановлює агрономічні, екологічні та технічні критерії, показники й параметри оцінювання якості природних вод (поверхневих і підземних) для краплинного зрошення. Стандарт поширюється на природні поверхневі, підземні, ґрунтові та дренажні води зрошувальних систем, а також ДСТУ 3866-99 «ґрунти. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості».

Результати досліджень. ґрунтовий покрив досліджуваних районів має свої особливості, які необхідно враховувати у плануванні режимів зрошення, застосуванні інноваційних способів поливу та впровадженні заходів щодо попередження зниження показників родючості ґрунтів і попередження їх деградації.

Основна площа досліджуваних ґрунтів знаходиться у прибережній смузі сухостепової підзони Херсонської області і характеризується надходженням значної кількості солей з різних джерел. Щорічне надходження солей на ці землі тільки з урахуванням атмосферних опадів становить близько 200 кг/га. Крім того, за рахунок імпульверизації (перенесення солей з моря на сушу вітром) щорічне надходження солей становить близько 320 кг/га, з них майже 50% – солі токсичних (агресивних) іонів: хлориди, сульфати натрію та магнію. З віддаленням від берегової лінії загальна кількість надходження солей зменшується до 180 кг/га зі збільшенням питомої долі токсичних солей до 70%. Це пояснюється значною долею в їх складі солей кальцію [16].

Загальна сума солей у метровому шарі ґрунту сухостепової зони (темно-каштанові ґрунти) досягає 10 т/га, а у двометровому – 20 т/га. Тип засолення верхнього метрового шару ґрунту сульфатно-гідрокарбонатний.

Територія також характеризується недостатньою кількістю атмосферних опадів, високою температурою повітря у вегетаційний період, суховіями, значним випаровуванням, сильними і тривалими вітрами. Ці фактори посилюються в умовах регіональних кліматичних змін і створюють загрозу для ефективного розвитку землеробства.

На площах земель, які досліджуються, присутні солончі вздовж усього узбережжя Чорного моря, солончаки – у південно-західній частині Голопристанського району.

Темно-каштанові ґрунти досліджуваних районів мають залишково-солонцюваті ґрунти, а саме:

Голопристанський район – усі землі, що досліджуються; Скадовський район – південно-західна частина території району, де планується відновлення зрошування; Чаплинський район – вся площа території району. На території Каланчацького району такі ґрунти відсутні.

Всі ґрунти, які досліджуються, характеризуються підвищеною нітрифікаційною здатністю, достатньо забезпечені рухомими сполуками фосфору, однак темно-каштанові легкосуглинкові ґрунти Голопристанського і Скадовського районів у середньому забезпечені рухомим калієм [16].

Оцінка якості зрошувальної води за агрономічними критеріями проводиться за ДСТУ 2730 : 2015 і встановлює, яким чином якість природної води, що використовується для зрошування, впливає на ґрунти. Оцінка якості зрошувальної води прово-

диться з метою збереження і підвищення родючості ґрунтів, попередження їх засолення, осолонцювання та інших видів деградації, а також для забезпечення отримання планової урожайності сільськогосподарських культур на зрошуваних ґрунтах та необхідної якості сільськогосподарської продукції. Оцінювання якості зрошувальної води за небезпечною вторинного засолення ґрунту здійснюється на основі показника загальної концентрації токсичних іонів (за еквівалентом хлору) з урахуванням гранулометричного складу ґрунту. Результати оцінки доводять, що зрошувальна вода з усіх магістральних каналів за концентрацією токсичних іонів (за еквівалентом хлору) належить до першого класу якості як для темно-каштанових легкосуглинкових ґрунтів, так і для темно-каштанових важкосуглинкових ґрунтів у комплексі із солонцями (табл. 1).

Таблиця 1 – Оцінювання якості зрошувальної води за небезпечкою вторинного засолення ґрунту, мекв/дм³

Зрошувальний канал та зрошувальна система	Території колишніх районів	Концентрації токсичних іонів (за еквівалентом хлору)	Критерій для легкосуглинкових ґрунтів	Критерій для важкосуглинкових ґрунтів
Чаплинський МК від Каховського МК*	Чаплинський	3,31	–	Менше 5, вода I класу
Краснознам'янська від ПКК	Скадовський	3,05	Менше 10, I клас	–
Краснознам'янська від ПКК*	Голопристанський	2,39	Менше 10, I клас	–
Каланчацька ЗС* від Північно-Кримського каналу	Каланчацький	4,80	–	Менше 5, I клас

* МК – магістральний канал; ПКК – Північно-Кримський канал; ЗС – зрошувальна система

Оцінювання якості зрошувальної води за небезпечкою підключення ґрунту проводиться на основі комплексної оцінки не менше як за двома показниками: рН, токсичної лужності й лужності від нормальних карбонатів (табл. 2). За результатами оцінки якості зрошувальної води на небезпечку підключення ґрунтів констатуємо, що зрошувальна вода за показником рН та вмістом іону CO_3^{2-} і HCO_3^- , які є найбільш токсичними із всіх іонів, належить до II класу і є обмежено придатною для зрошування (табл. 2). Це значить, що вона буде посилювати процеси підключення ґрунтів, а надалі і підвищувати рівень їх осолонцювання, тому її можна використовувати тільки за умов постійного контролю та обов'язкового застосування комплексу агрометеорологічних заходів.

Оцінювання якості зрошувальної води на небезпечку осолонцювання ґрунтів проведено за величиною відношення (у відсотках) суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів з урахуванням гранулометричного складу ґрунтів та їхньої буферності щодо осолонцювання і класу води за небезпечкою засолення чи підключення ґрунтів (табл. 3).

Буферність досліджуваних ґрунтів щодо осолонцювання є дуже низькою згідно з ДСТУ 3866, активність іонів кальцію в ґрунтах, згідно з ДСТУ 2730, є також дуже низькою, що пов'язане з уже наявними процесами осолонцювання в ґрунтах.

Аналіз якості води за небезпечкою осолонцювання доводить, що зрошувальна вода всіх джерел зрошування протягом часу буде впливати негативно на ґрунти і сприяти посиленню процесів осолонцювання, а з часом і засолення. За цим показником зрошувальна вода належить до II класу, є обмежено придатною для зрошування.

Оцінювання якості зрошувальної води за екологічними критеріями проводиться за вимогами ДСТУ 7591 : 2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії».

Оцінювання якості природної води для краплинного зрошення за вмістом мікроелементів та важких металів здійснюють з метою попередження погіршення еколого-гігієнічних властивостей та поживних цінностей сільськогосподарської продукції, а також еколого-гігієнічного стану підземних і поверхневих вод.

У поливній воді для систем краплинного зрошення оцінюють лише вміст мінерального азоту без урахування вмісту та співвідношення різних його форм, які трансформуються, коли надходять у ґрунт зі зрошувальною водою.

Нормальне загальне навантаження азоту на зрошувані ґрунти: сумарне надходження азоту у ґрунт у кілограмах на гектар з основним внесенням добрив та зрошувальною водою (розраховано за вмістом азоту у воді, у міліграмах на літр, та загаль-

Таблиця 2 – Оцінка якості зрошувальної води на небезпеку підлучення ґрунтів

Район, тип ґрунту	Джерело зрошення	Показник якості води, мекв/дм ³	Значення показника, мекв/дм ³	Критерій показника для нейтральних ґрунтів, мекв/дм ³	Критерій показника для лужних ґрунтів, мекв/дм ³	Клас якості води за ДСТУ	Вплив води на ґрунти
Чаплинський, важкосуглинкові ґрунти	Каховський МК	pH CO ₃ ⁻ HCO ₃ -Ca ²⁺	8,8 0,04 0,66	8,0–8,8 0,1–0,6	1,5–4,5	II клас	небезпека підлучення ґрунтів, обмежено придатна
Скадовський, легкосуглинкові ґрунти	Краснознам'янський МК	pH CO ₃ ⁻ HCO ₃ -Ca ²⁺	8,5 0,08 0,28	8,0–8,8 0,1–0,6	1,5–4,5	II клас	небезпека підлучення ґрунтів, обмежено придатна
Голопристанський, легкосуглинкові ґрунти	Краснознам'янський МК	pH CO ₃ ⁻ HCO ₃ -Ca ²⁺	7,9 0 0,34	–	7,6–8,5 1,5–4,5	II клас	небезпека підлучення ґрунтів, обмежено придатна
Каланчацький, важкосуглинкові ґрунти	Північно-Кримський МК	pH CO ₃ ⁻ HCO ₃ ⁻ Ca ²⁺	8,4 0,08 0,36	0,1–0,6	7,6–8,5 1,5–4,5	II клас	небезпека підлучення ґрунтів, обмежено придатна

Таблиця 3 – Оцінка якості води за небезпекою осолонцювання ґрунтів

Район, тип ґрунту	Джерело зрошення	Величина відношення натрію і калію до суми всіх катіонів, %	Критерій до величини відношення натрію і калію до суми всіх катіонів згідно з ДСТУ, %	Буферність ґрунтів щодо осолонцювання і активність іонів кальцію, згідно з ДСТУ	Клас зрошувальної якості води за небезпекою засолення чи осолонцювання
Чаплинський, важкосуглинкові ґрунти	Каховський МК	23,8	менше ніж 30	буферність ґрунтів та активність іону Ca ²⁺ низька	II клас
Скадовський, легкосуглинкові ґрунти	Краснознам'янський МК	23,3	менше ніж 30	буферність ґрунтів та активність іону Ca ²⁺ низька	II клас
Голопристанський, легкосуглинкові ґрунти	Краснознам'янський МК	22,5	менше ніж 30	буферність ґрунтів та активність іону Ca ²⁺ низька	II клас
Каланчацький, важкосуглинкові ґрунти	Північно-Кримський МК	25,3	менше ніж 30	буферність ґрунтів та активність іону Ca ²⁺ низька	II клас

ного об'єму води за період зрошування, в метрах кубічних на гектар) не повинно перевищувати максимально допустимих річних доз внесення азотних за ДСТУ 7591 : 2014. Якщо вони перевищені, необхідно корегувати дози внесення азотних добрив у сухому вигляді (основне, припосівне внесення та підживлення).

Оцінювання якості природної води за вмістом мікроелементів та важких металів здійснюємо з метою попередження можливого негативного впливу на сільськогосподарські рослини, ґрунти, підземні і поверхневі води. Результати оцінки дозволяють зробити висновок, що вміст важких металів перебуває в межах гранично допустимих концентрацій (табл. 4).

Оцінка якості природної води за вмістом важких металів доводить, що вміст важких металів перебуває в межах допустимих значень у дніпровській зрошувальній воді. Однак вміст заліза і марганцю, незважаючи на допустимість значень, може негативно впливати на роботу систем краплинного зрошування, оскільки їх накопичення у трубі сприяє більш активному біологічному забрудненню.

Оцінка токсичності зрошувальної води для овочевих культур за вмістом іонів Na⁺ передбачає, що вміст натрію менше 3 мекв/дм³ (у нашому випадку до 2,0 мекв/дм³) не є токсичним для всіх сільськогосподарських культур, у тому числі і для овочевих.

Оцінка токсичності природної зрошувальної води для сільськогосподарських культур за вмістом

Таблиця 4 – Оцінка якості природної води за вмістом важких металів згідно з ДСТУ 7286, у мг/дм³

Назва елементу	Вміст елементу, мг/дм ³	Оцінка якості води	
		I клас	II клас
Залізо	0,13	менше 0,3	0,30–0,50
Цинк	0,007	менше 0,5	0,50–1,00
Нікель	0,006	менше 0,08	0,08–0,20
Мідь	0,005	менше 0,08	0,08–0,20
Марганець	0,007	менше 0,5	0,05–1,00
Кобальт	0,004	менше 0,02	0,02–0,05
Хром	0,003	менше 0,05	0,05–0,10

у ній іонів СГ передбачає, що зрошувальна вода не є токсичною для всіх сільськогосподарських культур, у тому числі і для овочевих, коли хлор перебуває в межах 3–4 мекв/дм³ (у нашому випадку до 2 мекв/дм³). За вмістом іонів хлору (СГ) і іонів натрію (Na⁺) зрошувальна вода також не є токсичною для рослин.

За багаторічний період експлуатації Каховського водосховища у хімічному складі поверхневих вод

спостерігаються зміни, зокрема, простежується тенденція до підвищення мінералізації і лужності. За період, охоплений дослідженнями (1938–2018 рр.), спостерігається тенденція до збільшення мінералізації поверхневих вод з 0,30 г/дм³ у 1938 р. і до 0,43 г/дм³ – 2018 р. За цей самий період відбувається збільшення середньої температури повітря за вегетаційний період (IV–X місяці) з 15,9°C (1938 р.) до 20,5°C (2018 р.) (рис. 1).

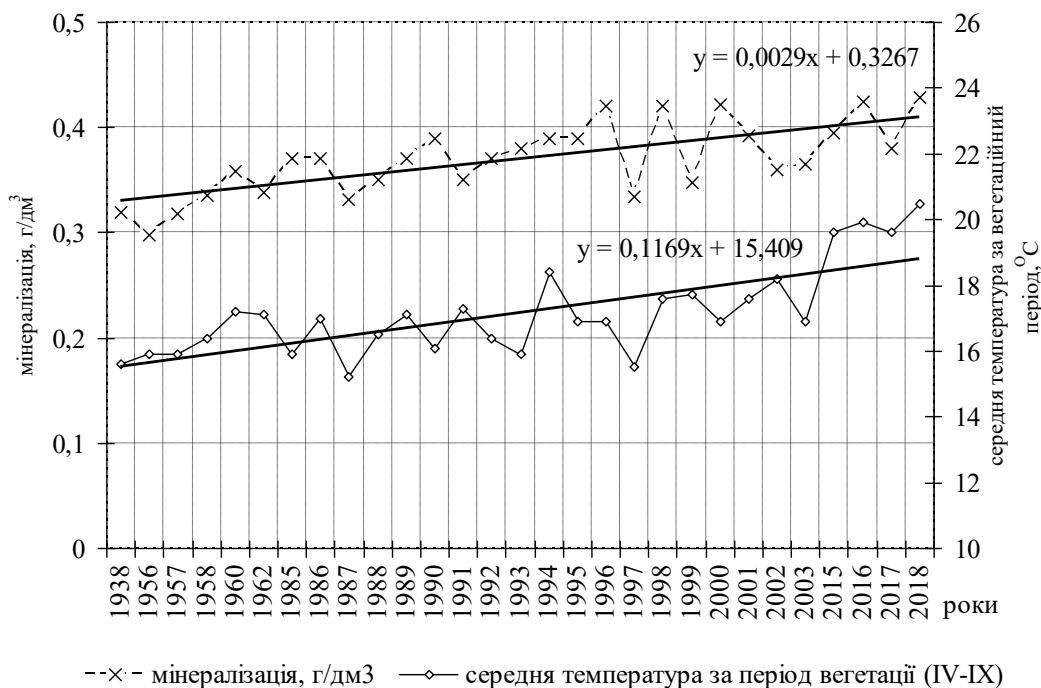


Рис. 1. Багаторічна динаміка мінералізації поверхневих вод Каховського водосховища та середньо багаторічна температура повітря за період з 1938 по 2018 роки

Дослідженнями доведена залежність між температурою повітря за вегетаційний період та мінералізацією поверхневих вод. Збільшення температури повітря на 1,0°C призводить до підвищення мінералізації поверхневих вод на 0,03 г/дм³, що підтверджено логарифмічним рівнянням та коефіцієнтом кореляції (рис. 2).

Каховське водосховище є джерелом наповнення дніпровською водою Каховського, Краснознам'янського та Північно-Кримського магістральних каналів, з яких вода подається на зрошення сільськогосподарських земель у Скадовському,

Голопристанському, Каланчацькому та Чаплинському районах. При цьому необхідно враховувати, що транспортування зрошувальної води на великі відстані від джерела зрошення впливає на збільшення показника лужності та підвищення ймовірності посилення процесів біологічного забруднення (збільшення кількості видів гідро- та зоопланктону тощо).

За період, охоплений дослідженнями (1938–2018 рр.), спостерігається тенденція до збільшення лужності (рН) поверхневих вод з 7,6 (1960 р.) до 8,05 (2018 р.) (рис. 2).

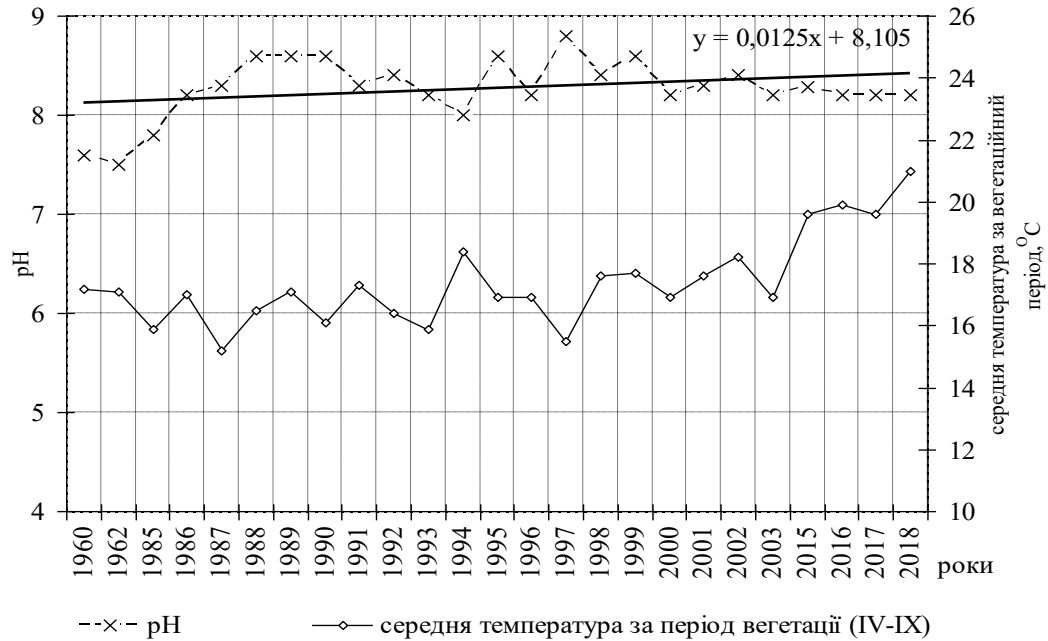


Рис. 2. Багаторічна динаміка рН поверхневих вод Каховського водосховища та середньо багаторічна температура повітря за вегетаційний період

У результаті підвищення температури і посилення сонячної активності зростає фотосинтезуюча діяльність фітопланктону і вищої водної рослинності. Це приводить до збільшення концентрації кисню у воді і зменшення вуглекислого газу. У зв'язку із зменшенням вуглекислого газу у воді, який використовується гідрофітами у процесі фотосинтезу, карбонатно-кальцієва рівновага зміщується в карбонатний бік і величина рН зростає. У разі зменшення температури повітря процес фотосинтезу припиняється і відбувається процес дихання гідрофітів, який супроводжується виділенням вуглекислого газу. Карбонатно-кальцієва рівновага зміщується у бік кальцію, оскільки вуглекислота (H_2CO_3) розчиняє карбонат кальцію ($CaCO_3$) з утворенням гідрокарбонату кальцію $Ca(HCO_3)_2$, при цьому величина водневого показника рН зменшується.

Загальні закономірності трансформації гідрохімічних показників води водосховища полягають у такому: у холодну пору року (листопад–лютий) вода у водосховищі має найнижчий показник лужності – рН від 7,8 до 8,0. У літній період відбувається різке збільшення цього показника до 8,6–8,8, що пов'язане з підвищенням температури повітря, особливо у денні часи, і бурхливим розмноженням водоростей на мілководдях. Лужність води у водосховищі змінюється і залежно від погодних умов. Так, у період випадання рясних атмосферних опадів (наприклад, червень–липень 1988 р., червень 1991 р., червень–липень 1992 р.) лужність води підвищувалася на 0,1–0,3 одиниці рН.

Оцінку якості зрошувальної води за технічними критеріями проводимо за вимогами ДСТУ 7591 : 2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії». Оцінювання якості води за ступенем впливу на елементи зрошувальної системи виконуємо з

урахуванням можливості запобігання їх корозії, замуленню, засміченню, біологічному заростанню тощо, які відбуваються внаслідок поступового накопичення в них завислих наносів мінерального й органічного походження, відкладів солей і продуктів життєдіяльності організмів. Якість поливної води є одним із головних факторів забезпечення надійної і тривалої роботи систем краплинного зрошення, однак як зі зрошувальних каналів, так і зі свердловин вода не завжди відповідає вимогам, що регламентує її придатність для використання у системах краплинного зрошення згідно з ДСТУ 7591 і вимагає додаткової підготовки. Є три види забруднень поливної води – фізичне, хімічне та біологічне.

Хімічне забруднення визначаємо за показниками мінералізації зрошувальної води та рН, а також вмістом у воді марганцю та заліза (табл. 5).

Дослідження якості води за показниками загальної мінералізації, рН, вмісту марганцю та заліза свідчить, що зрошувальна вода на всіх системах зрошення придатна для використання у системах краплинного зрошення. Однак необхідно враховувати, що загальна мінералізація, рН та вміст марганцю і заліза у зрошувальній воді під час переміщення її по системі краплинного зрошення може змінюватися у бік збільшення, не залежно від рівня водопідготовки, може бути присутній ефект вторинного забруднення та накопичення заліза, що негативно впливає на роботу систем краплинного зрошення.

Загалом за районами дослідження за період 2011–2015 роки (у середньому) вміст важких металів становив: Каланчацький район – 0,19 мг/кг ґрунту, Чаплинський – 0,17, Скадовський – 0,07 і Голопристанський – 0,06 мг/кг ґрунту.

Присутній ще один вид забруднення систем краплинного зрошення – біологічний, який є серйоз-

Таблиця 5 – Оцінка придатності зрошувальної води за ступенем впливу на елементи системи краплинного зрошення

Показник	Значення показника	Ступінь придатності води	
		придатна	обмежено придатна
Загальна мінералізація, г/дм ³	0,33–0,44	менше 0,5	0,5–2,0
pH	7,9–8,8	7,0–8,0	8,0–9,0
Вміст марганцю, мг/дм ³	0,07	менше 0,1	
Вміст заліза, мг/дм ³	0,13	менше 0,3	0,3–1,5

ною загрозою для систем зрошування. Біологічне забруднення поливної води зумовлене підвищеним вмістом у ній гідробіонтів (водоростей, бактерій, зоопланктону та детритів), які є основними компонентами поверхневих водних екосистем (водосховищ, відкритих каналів тощо). Найбільша небезпека для систем краплинного зрошування настає влітку в період масового розмноження гідробіонтів, а кількісний розвиток зоопланктону може досягати значних величин, наприклад у межах Краснознам'янської зрошувальної системи максимальна чисельність у деяких пробах досягала величини близько 49 тис. екз./дм³. Таким чином, високе таксономічне і кількісне різноманіття фіто- і зоопланктону, незалежно від хімічного складу поливної води, може створювати значні біологічні перешкоди системам краплинного зрошення, особливо краплинним водовипускам, які є найбільш вразливими їх елементами. Великого значення набуває технічно обґрунтований вибір фільтростанції щодо зниження вмісту завислих часток у поливній воді, розуміючи, що добитися 100% виключення завислих часток неможливо за будь-якого варіанта.

Альтернативою використання поверхневих вод для зрошення можуть бути підземні води. Однак усі сільськогосподарські землі, що досліджуються, розташовані у прибережній зоні, підземні води якої мають підвищений рівень мінералізації від 2,0 до 7 г/дм³ і більше. Глибина розташування ґрунтових вод від 3 до 25 м. При цьому рН підземної води здебільшого має нейтральні значення від 6,5 до 7,5. Це, своєю чергою, знижує лужність поливної води та не викликає зростання інтенсивності процесів осолонцювання, але підвищений рівень мінералізації сприяє вторинному засоленню ґрунтів та накопиченню важких металів у системах краплинного зрошення.

Висновки. Оцінка якості поливної води для зрошування за вимогами ДСТУ 2730 : 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» та ДСТУ 7591 : 2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії» доводить, що дніпровська зрошувальна вода Каховського, Краснознам'янського та Північно-Кримського магістральних каналів, з яких вона подається на зрошування сільськогосподарських земель у Скадовському, Голопристанському, Каланчацькому та Чаплинському районах, за показниками можливого вторинного засолення, вмістом важких металів та вмістом у ній іонів Cl^- і Na^+ належить до першого класу і не є токсичною для рослин. Однак за показником рН (7,9–8,8) та вмістом іону CO_3^{2-} (0,04–0,08),

який є найбільш токсичним із всіх іонів, належить до II класу і є обмежено придатною для зрошування. Це значить, що вона буде посилювати процеси підлуження ґрунтів, а надалі і підвищення рівня їх осолонцювання, тому її можна використовувати тільки за умов постійного контролю та обов'язкового застосування агро меліоративних заходів.

На процеси осолонцювання впливає буферність досліджуваних ґрунтів, яка є дуже низькою згідно з вимогами ДСТУ 3866, а також активність іонів кальцію в ґрунтах згідно з ДСТУ 2730, яка є також дуже низькою, що пов'язане з уже наявними процесами осолонцювання в ґрунтах.

Оцінювання якості води за ступенем впливу на елементи зрошувальної системи виконано з урахуванням можливості запобігання їх корозії, замуленню, засміченню, біологічному заростанню тощо, і доводить, що вона придатна для використання у системах краплинного зрошення. Однак необхідно враховувати, що загальна мінералізація (від 0,33 до 0,44 г/дм³), рН (7,0–8,8) та вміст марганцю (0,07 мг/дм³) і заліза (0,13 мг/дм³) у зрошувальній воді під час переміщення її по системі краплинного зрошення може змінюватися у бік збільшення, незалежно від рівня водопідготовки. Може бути присутній ефект вторинного забруднення та накопичення заліза, що негативно впливає на роботу систем краплинного зрошення.

Альтернативою використання поверхневих вод для зрошення можуть бути підземні води. Однак усі сільськогосподарські землі, що досліджуються, розташовані у прибережній зоні, підземні води якої знаходяться на глибині 25–30 м, мають підвищений рівень мінералізації від 2,0 до 7,0 г/дм³, а також тісний гідродинамічний зв'язок з морськими водами прибережних територій. Показник рН підземної води здебільшого має нейтральні значення від 6,5 до 7,5, що знижує імовірність підвищення лужності поливної води та не викликає зростання інтенсивності процесів осолонцювання, але підвищений рівень мінералізації підземної води сприяє вторинному засоленню ґрунтів та накопиченню важких металів у системах краплинного зрошення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України : монографія / за наук. ред. Р.А. Вожегової. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 752 с.
2. Грановська Л.М., Вожегова Р.А. Деградація ґрунтів в умовах Південного Степу України: причини, наслідки та заходи з їх попередження. *Передаїрне та*

гірське землеробство і тваринництво. Львів–Оброшине, 2020. Випуск 68. Частина 1. С. 82–97.

3. Морозов О.В., Морозов В.В., Ісаченко С.О. Науково-методичні підходи щодо оцінки якості природної води для зрошення (на прикладі Каховського зрошуваного масиву). *Водні біоресурси та аквакультура*. Херсон, 2019. Випуск 1. С. 90–101.

4. Сафранов Т.А., Юрасов С.М., Вербова А.С. Мінералізація поверхневих вод як показник придатності для іригаційних цілей (на прикладі окремих водних об'єктів Одеської області). *Екологічна безпека*. 2019. № 2 (28). С. 69–74.

5. Балюк С., Воротинцева Л., Дрозд О. Якість поливної води та її приховані ризики. 2013. URL: <https://propozitsiya.com/ua/yakist-polivnoyi-vodi-ta-yiyi-prihovani-riziki> (дата звернення: 10.03.2021).

6. Балюк С.А. та ін. Засади обстеження ґрунтово-меліоративного стану зрошуваних земель. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2017. № 86. С. 93–99.

7. Рябков С.В., Усата Л.Г. Про вплив краплинного зрошення, якості поливної води та удобрення на ґрунтові процеси та продуктивність плодівих насаджень. 2013. URL: <http://ptb.org.ua/wp-content/uploads/2014/01/> (дата звернення: 10.03.2021).

8. Mammedov B.M. Effect of the Irrigative Water Quality on Ecomeliorative state of Soils. *Environmental safety and natural resources*. Kyiv. 2020. No. 33. P. 69–74.

9. ДСТУ 2730 : 2015 Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. Видання офіційне. Київ ДП «УкрНДНЦ», 2016. 9 с.

10. ДСТУ 7591 : 2014 Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії. Видання офіційне. Київ ДП «УкрНДНЦ», 2015. 16 с.

11. Якість води для зрошення. Екологічні критерії. ВІД 33-5,5-02-97. Київ–Харків : Держводгосп України, 1998. 15 с.

12. ДСТУ 3866-99. Ґрунти. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості. Видання офіційне. Київ ДП «УкрНДНЦ», 1999. 10 с.

13. Про нормативи еколого безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням : Постанова Кабміну від 02.09.2020 р. № 766. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/766-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення: 10.03.2021).

14. Григор'єва Л.І. Якість зрошувальної води: підходи до розробки радіоційно-гігієнічних критеріїв. *Збірник наукових праць ОДАТРА*. Одеса, 2016. № 2 (9). С. 6–11.

15. Жигайло О.Л. Контроль забруднення важкими металами багаторічних трав на зрошуваних землях Одещини. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2011. № 8. С. 155–161.

16. Мельник М.А., Жужа В.В., Сидоренко О.І., Шукайло С.П. та ін. Еколого-агрохімічний стан сільськогосподарських земель Херсонської області, проблеми і шляхи вирішення. ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», Херсонська філія. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 350 с.

REFERENCES:

1. Vozhehova, R.A. (Eds.). (2018). *Naukovi osnovy adaptatsii system zemlerobstva do zmin klimatu v Piv-*

dennomu Stepu Ukrainy [Scientific bases of adaptation of agricultural systems to climate change in the Southern Steppe of Ukraine]. Kherson: OLDI-PliuS [in Ukrainian].

2. Hranovska, L.M., & Vozhehova, R.A. (2020). Dehradatsiia hruntiv v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy: prychny, naslidky ta zakhody z yikh poperedzhennia [Soil degradation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine: causes, consequences and measures to prevent them]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynytstvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, 68, 1, 82–97 [in Ukrainian].

3. Morozov, O.V., Morozov, V.V., & Isachenko, S.O. (2019). Naukovo-metodychni pidkhody shchodo otsinky yakosti pryrodnoi vody dlia zroshennia (na prykladi Kakhovskoho zroshuvanoho masyvu) [Scientific and methodological approaches to assessing the quality of natural water for irrigation (on the example of the Kakhovka irrigated massif)]. *Vodni bioresursy ta akvakultura – Water bioresources and aquaculture*, 1, 90–101 [in Ukrainian].

4. Safranov, T.A., Yurasov, S.M., & Verbova, A.S. (2019). Mineralizatsiia poverkhnevyykh vod yak pokaznyk prydatnosti dlia iryhatsiinykh tsilei (na prykladi okremykh vodnykh ob'ektiv Odeskoï oblasti) [Surface water mineralization as an suitability for irrigation purposes (on the example of some water bodies of Odessa region)]. *Ekolohichna bezpeka – Ecological safety*, 2 (28), 69–74 [in Ukrainian].

5. Baliuk, S., Vorotyntseva, L., & Drozd, O. (2013). Yakist polyvnoi vody ta yii prykhovani ryzyky [Irrigation water quality and its hidden risks]. Retrieved from: <https://propozitsiya.com/ua/yakist-polivnoyi-vodi-ta-yiyi-prihovani-riziki> [in Ukrainian].

6. Baliuk, S.A. et al. (2017). Zasady obstezhennia hruntovo-melioratyvnoho stanu zroshuvanykh zemel [Principles of survey of soil and reclamation of irrigated lands]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo – Agrochemistry and Soil Science*, 86, 93–99 [in Ukrainian].

7. Riabkov, S.V., & Usata, L.H. (2013). Pro vplyv kraplynnoho zroshennia, yakosti polyvnoi vody ta udobrennia na gruntovi protsesy ta produktyvnist plodovykh nasadzhen [On the influence of drip irrigation, irrigation water quality and fertilizer on soil processes and productivity of orchards]. Retrieved from: <http://ptb.org.ua/wp-content/uploads/2014/01/> [in Ukrainian].

8. Mammedov, B.M. (2020). [Effect of the Irrigative Water Quality on Ecomeliorative state of Soils]. *Environmental safety and natural resources*, 33, 69–74 [in Ukrainian].

9. Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ahronomichni kryterii. Vydannia ofitsiine [Quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria]. (2016). *DSTU 2730:2015 from 22th June 2015*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

10. Yakist vody dlia system kraplynnoho zroshennia. Ahronomichni, ekolohichni ta tekhnichni kryterii [Water quality for drip irrigation systems. Agronomic, ecological and technical criteria]. (2015). *DSTU 7591:2014 from 01th July 2014*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

11. Yakist vody dlia zroshennia. Ekolohichni kryterii [Water quality for irrigation. Environmental criteria]. (1998). *VND 33-5,5-02-97 from 22 December 1997*. Kyiv–Kharkiv: Derzhvodhosp Ukrainy [in Ukrainian].

12. Grunty. Klasyfikatsiia gruntiv za stupenem vtorynoi solontsiuvatosti [Soils. Classification of soils according to the degree of secondary salinity]. (2000). *DSTU 3866-99 from 16 April 1999*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

13. Pro normatyvy ekoloho-bezpechnoho zroshennia, osushennia, upravlinnia polyvamy ta vodovidvedenniam [About norms of ecologically safe irrigation, drainage, management of irrigations and drainage]. *Postanova Kabminu – Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine, 2020*, No. 766. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/766-2020-%D0%BF#Text>.

14. Hryhorieva, L.I. (2016). Yakist zroshuvanoi vody: pidkhody do rozrobky radioviino-hihiienichnykh kryteriiv [Irrigation water quality: approaches to the development

of radio-hygienic criteria]. *Zbirnyk naukovykh prats ODA-TRla – Collection of Scientific Works of the Odesa State Academy of Technical Regulation and Quality*, 2 (9), 6–11 [in Ukrainian].

15. Zhyhailo, O.L. (2011). Kontrol zabrudnennia vazhkymy metalamy bahatorichnykh trav na zroshuvanykh zemliakh Odeshchyny [Control of heavy metal pollution of perennial grasses on irrigated lands of Odesa region]. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal*, 8, 155–161 [in Ukrainian].

16. Melnyk, M.A. et al. (2020). *Ekoloho-ahrokhimichnyi stan silskohospodarskykh zemel Khersonskoi oblasti, problemy i shliakhy vyrishennia [Ecological and agrochemical condition of agricultural lands of Kherson region, problems and solution]*. Kherson: OLDI-Plius [in Ukrainian].

УДК 631.4:631.67

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.4>

ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ЛОКАЛЬНИХ ВИЯВІВ ГАЛОГЕНЕЗУ В ҐРУНТАХ ЗА УМОВ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

ДРОЗД О.М. – кандидат сільськогосподарських наук,

старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0003-4856-8589

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»,

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

АФНАСЬЄВ Ю.О. – науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-8499-9389

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

Постановка проблеми. Засолення і солонцюватість ґрунтів є однією з основних загроз глобальній продовольчій безпеці та досягненню Цілей сталого розвитку (далі – ЦУР), про що зазначено у звіті про стан світових ґрунтових ресурсів (FAO та ITPS, 2015). Галогенні ґрунти (salt-affected soils) поширені у понад 100 країнах світу, площа їх розповсюдження оцінюється приблизно у 1 млрд. га [21], проте доступні статистичні дані щодо їх динаміки і глобального масштабу поширення потребують постійного уточнення. За ініціативи FAO створено глобальну карту засолених і солонцевих ґрунтів (GSSmap) із метою оновлення глобальної інформації та загальнодержавних даних про засолені і солонцюваті ґрунти для їх подальшого моніторингу [17]. Серед основних причин поширення таких ґрунтів – аридні кліматичні умови, засоленість ґрунтоутворних порід і неякісний менеджмент за зрошення [5; 21]. За даними GLASOD, у світі близько 76 млн. га ґрунтів, засолення і солонцюватість яких зумовлені антропогенними чинниками. Щорічне збільшення площ зрошуваних земель (за різними даними) на 0,3–1,5 млн га зумовлює стійку тенденцію до зростання територій галогенних ґрунтів. Однак продуктивність зрошуваних земель у світі

поступово знижується, не дивлячись на витрати для подолання іригаційної деградації, які щорічно зростають [5; 21].

У Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року визначено, що розвиток зрошення має базуватись виключно на новій техніко-технологічній основі, зокрема впровадженні сучасних ресурсо- та енергоефективних, а також екологічно безпечних способів зрошення. У більшості випадків інфраструктура для систем зрошення потребує великих капіталовкладень, проте способи краплинного зрошення мають істотні переваги для впровадження на більшості територій [10]. Наразі в Україні площі краплинного зрошення мають стійку тенденцію до щорічного зростання [13].

Дедалі більше виробництво овочевої продукції в Україні з використанням краплинного зрошення зосереджується на дрібних приватних господарствах та землеволодіннях окремих суб'єктів господарювання. Такі землекористування є динамічними, часто поширені на землях немеліоративного фонду, що ускладнює точне визначення їх площ і поточного еколого-агромеліоративного стану, а отже, впливає на об'єктивність даних щодо реального поширення процесів іригаційної деградації.