

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД ДЛЯ СИСТЕМ МІКРОЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

КОВАЛЬОВ М.М. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-4421-8960>

ВАСИЛЬКОВСЬКА К.В. – кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-3524-4027>

Центральноукраїнський національний технічний університет

Постановка проблеми. Вирощування овочевої продукції в умовах закритого ґрунту порівняно з відкритим має специфічні особливості, які насамперед зумовлені необхідністю створення сприятливих умов для вирощування овочевих культур, оптимального температурного режиму в міжсезонний період. Це дозволяє отримувати високі врожаї товарної продукції (до 10 разів більше, ніж у відкритому ґрунті), а також вирощувати розсаду.

Урожайність овочевих культур залежить від рівня розвитку агротехніки та застосовуваних заходів меліорації. На отриману кількість і якість врожаю впливає забезпеченість водою та поживними речовинами рослин, що вирощуються. Застосування в сучасному сільському господарстві системи ін'єкційного мікрозрошення допомагає нейтралізувати низку несприятливих факторів. Завдяки ін'єкційному мікрозрошенню можна уникнути руйнування структури тепличних ґрунтів і знизити водопроникність. Ін'єкційне мікрозрошення дозволяє найбільш оптимально забезпечити кореневу систему рослин водою та елементами живлення. Тому важливою особливістю цих систем є досить високі вимоги до водопідготовки [1, с. 54].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У швидкозмінних умовах сьогодення є низка проблем, які впливають на використання води при мікрозрошенні рослин: зростаючий дефіцит якісної питної води, здорожчання енергоносіїв, погіршення екологічного стану зрошуваних земель. Завданнями, які потрібно розв'язати, є розробка та впровадження ресурсо- і енергоощадних, екологічно безпечних технологій вирощування овочевої продукції в умовах захищеного ґрунту. Для задоволення своїх виробничих процесів виробники овочевої продукції використовують водопровідну воду, воду зі свердловин, ставків і річок у різноманітних системах мікрозрошення [2, с. 35].

Використання водопровідної води без додаткового очищення призводить до зниження врожайності внаслідок наявності сполук хлору та натрію, які є шкідливими для рослин. При використанні підземних вод із високим вмістом заліза Fe^{+2} без попередньої водопідготовки може виникнути закупорка отворів у системах ін'єкційного мікрозрошення (далі – СІМЗ) [3, с. 121].

Метою статті було оцінити можливість використання підземних вод Кропивницького району без попередньої водопідготовки для СІМЗ в умовах захищеного ґрунту. Для досягнення мети роботи

необхідно було провести оцінювання якості підземних вод до і після їх очищення на швидких фільтрах: за агрономічними та екологічними критеріями, а також за ступенем впливу зрошувальної води на елементи ін'єкційного мікрозрошення (далі – ІМЗ).

Матеріали та методика досліджень. Використано теоретичні методи наукового дослідження: аналіз і синтез якісних показників підземних вод, їх порівняння з нормативними значеннями, класифікація та узагальнення.

Результати досліджень. Об'єкт дослідження – підземні води свердловин Кропивницької ділянки родовища підземних прісних вод. За хімічним складом підземні води гідрокарбонатно-сульфатно-кальцієво-натрієві, рідше – сульфатно-карбонатно-кальцієво-натрієві. За ступенем жорсткості води належать до помірно-жорстких. Загальна жорсткість змінюється від 1,98 до 7,60 мг/екв.

Діючі свердловини розташовані на основному Бучакському водоносному горизонті. В цих свердловинах кількість заліза в підземних водах коливається від 0,16 до 0,41 мг/л. Відсутність високих концентрацій заліза не надає воді бурувато-жовтого кольору, в результаті чого вона має низьке забарвлення та високу прозорість. Проби води відбиралися щоквартально згідно з вимогами нормативного ДСТУ 2730:2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» [4].

Якість води, яку використовують для СІМЗ, має відповідати загальним вимогам до зрошувальної води та вимогам технічних засобів системи (мікрокрапельниці, запірні регулювальні арматури, елементи автоматики тощо).

Оцінювання якості підземних вод за агроекологічними критеріями. Агрономічні критерії придатності води встановлює ДСТУ 2730: 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії», відповідно до яких нормування показників якості зрошувальної води здійснюють на основі показників загальних концентрацій токсичності іонів.

Якість зрошувальної води поділяють три класи її придатності: I клас – придатна, II клас – обмежено придатна, III – непридатна. Зрошувальна вода I класу – придатна для зрошення без обмежень, II класу використовують за умови обов'язкової водопідготовки з метою запобігання деградації ґрунтів, поліпшуючи її до показників I класу; III класу – вода, показники якої виходять за межі значень, встановлених для зрошувальних вод II класу, непридатна для зрошення без застосування комплексної водопідготовки.

За показником токсикологічного впливу на рослини концентрації хлоридів коливаються в межах 67,73–125,49 мг/дм³ за роки спостережень у воді

Кропивницької ділянки, вода відповідає I класу якості і оцінюється як придатна для краплинного зрошення (табл. 1).

Таблиця 1 – Токсикологічні показники води для СІМЗ

№ п/п	Показник	Значення		ПДК
		до водо-підготовки	після водо-підготовки	
1.	Кольоровість, град	31,4	8,99	35,0
2.	Каламутність, мг/дм ³	0,58	0,29	1,5
3.	Сульфати, мг/дм ³	285,27	199,9	500,0
4.	Хлориди, мг/дм ³	125,49	74,93	350,0
5.	Сухий залишок, мг/дм ³	1434,42	785,51	800,0
6.	Окиснюваність, мг О/дм ³	4,80	4,0	5,0
7.	Загальна жорсткість, ммоль/дм ³	9,2	7,6	10,0

Також за вмістом сульфатів підземні води відносять до I класу, а концентрації знаходяться в межах 199,9–285,27 мг/дм³. За показником загальної мінералізації (сухий залишок) вода до очистки має значення 1434,42 мг/дм³ – до II класу, тобто є такою, яка потребує обережного підходу

з урахуванням специфіки використання. Після фільтрації цей показник води відноситься до I класу – 785,51 мг/дм³. За величиною рН поливна вода близька до нейтральної, а коливання величини рН у роки досліджень були незначними (табл. 2).

Таблиця 2 – Вміст поживних речовин

№ п/п	Показник	Значення		ПДК
		до водо-підготовки	після водо-підготовки	
1.	Кальцій, мг/дм ³	301,85	220,44	≤130,0
2.	Водневий показник, од. рН	7,57	6,83	6,5-8,5
3.	Азот аміаку, мг/дм ³	0,28	0,22	2,0
4.	Магній, мг/дм ³	85,73	70,53	≤80,0
5.	Азот нітритів, мг/дм ³	0,016	0,008	3,0
6.	Азот нітратів, мг/дм ³	39,22	1,46	45,0
7.	Фосфати, мг/дм ³	0,22	0,01	

Найбільш вагомим показником у досліджуваному типі поливної води є вміст поживних речовин: амонійного азоту, нітратів і фосфатів. Одним із найважливіших елементів живлення серед них є нітратний азот до і після водопідготовки на рівні 39,22 та 1,46 мг/дм³, на другому місці амонійний азот – 0,28 та 0,22 мг/дм³ відповідно. Концентрація фосфатів сягає значень до 0,22, а після водопідготовки – 0,01 мг/дм³.

Оцінка якості підземних вод для зрошення за екологічними показниками проводиться з метою попередження негативного впливу на компоненти агро- та екосистем, а також на здоров'я населення [5]. При оцінці якості поливних вод для зрошувальних цілей за екологічними критеріями виділяють два класи: I клас – «придатна», II клас – «обмежено придатна». Вода, якісні показники якої виходять за межі значень другого класу, непридатна для зрошення без попередньої водопідготовки. Води II класу загалом використовуються для зрошення за умови жорсткого екологічного контролю та обов'язкового проведення агро меліоративних заходів.

Не менш важливою є оцінка якості поливної води за вмістом мікроелементів і важких металів. Її проводять з метою попередження негативного впливу на сільськогосподарські культури, ґрунти, підземні та поверхневі води (табл. 3).

Якість води для зрошувальних систем необхідно оцінювати за ступенем її впливу на ґрунт, рослини, інші компоненти довкілля та елементи зрошувальної мережі. Коливання концентрацій важких металів у поливній воді Обознівської ділянки має свої особливості. Концентрації загального заліза відповідають значенням до 0,57, а після водопідготовки – 0,16 мг/дм³, не перевищують значень ГДК (2,0 мг/дм³), але потенційно можуть закупорювати емітери СКЗ, особливо на фоні досить високих концентрацій кальцію 301,85–220,44 мг/дм³. Коливання вмісту миш'яку, міді, марганцю, молібдену, свинцю, фторидів і цинку за роками досліджень не значне, а їх концентрації значно нижчі за норму. Тому вони не впливатимуть на якість овочевої продукції та не становлять загрози для екологічної безпеки регіону.

Оцінювання якості підземних вод за технічними критеріями. Критерії придатності води для краплинного зрошення визначені ДСТУ 7591:2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії» [6]. Оцінювання придатності води за ступенем впливу на елементи ІМЗ виконують з урахуванням можливості запобігання їх корозії, замуленню, засміченню, біологічного заростання тощо, які відбуваються вна-

Таблиця 3 – Екологічні показники підземних прісних вод

№ п/п	Показник	Значення		ПДК
		до водо-підготовки	після водо-підготовки	
1.	Алюміній, мг/дм ³	0,1	0,05	<2,0
2.	Залізо загальне, мг/дм ³	0,57	0,16	2,0
3.	Кремній, мг/дм ³	9,5	8,08	10,0
4.	Марганець, мг/дм ³	0,24	0,03	0,5
5.	Миш'як, мг/дм ³	0,002	0,002	0,02
6.	Мідь, мг/дм ³	0,25	0,05	0,08
7.	Молібден, мг/дм ³	0,22	0,01	0,005
8.	Свинець, мг/дм ³	0,003	0,003	0,02
9.	Фториди, мг/дм ³	1,03	0,85	0,8
10.	Цинк, мг/дм ³	0,005	0,005	0,5
11.	Загальні коліформи, КОЕ/100 см ³	відсутність	відсутність	≤1
12.	Кишкові гельмінти, клітини, яйця, личинки, в 50 дм ³	відсутність	відсутність	відсут.

слідок поступового накопичування в них завислих наносів мінерального та органічного походження, відкладів солей, а також продуктів життєдіяльності мікроорганізмів.

Дослідження якості води Кропивницької ділянки проведено на основі показників загальної мінералізації, рН, вмісту марганцю та заліза. За середньорічними коливаннями цих показників за роки досліджень підземні води Обознівської ділянки є придатними для ІМЗ лише після водоочистки і обмежено придатними без неї.

Висновки. Дослідженнями встановлено, що підземні води Кропивницької ділянки Кіровоградського родовища підземних прісних вод в основному після водоочистки:

- 1) за агрономічними критеріями відносяться до I класу;
- 2) за еколого-токсикологічними критеріями не загрожують екологічній безпеці регіону;
- 3) за технічними критеріями є придатними для систем ІМЗ за всіма показниками.

Використання води лише після проведення водоочисних заходів не призведе до руйнування зрошувальної мережі шляхом замулення і заростання крапельниць та емітерів. Використання підземних вод Кропивницької ділянки без водопідготовки за деякими показниками є обмежено придатним для систем ІМЗ захищеного ґрунту, особливо відкритого ґрунту, тобто належить до II класу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дементьева О.І. Залежність водоспоживання кукурудзи гібридів різних груп стиглості від якості поливної води. *Таврійський науковий вісник : Науковий журнал. Сільськогосподарські науки.* 2016. Вип. 95. Видавничий дім «Гельветика». С. 52–57.
2. Лузан П.Г., Шмат С.І., Матвеев К.Д. Зрошуване землеробство в Центральному регіоні України. *Наукові записки.* Кіровоград : КНТУ, 2007. Вип. 8. С. 33–38.
3. Блажко А.П. Екологічне оцінювання якості поверхневих вод у басейні річки Сарата для систем краплинного зрошення. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури,* 2018. Вип. 70. С. 118–124.

4. ДСТУ 2730:2015. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. [Чинний від 2016-07-01]. Київ, 2016. 9 с.

5. ДСТУ 7286:2012. Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії. [Чинний від 2013-07-01]. Київ, 2013. 14 с.

6. ДСТУ 7591:2014. Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії. [Чинний від 2015-07-01]. Київ, 2015. 14 с.

7. Ромащенко М.І., Корюненко В.М., Каленіков А.Т. та ін. Мікрозрошення сільськогосподарських культур. *Меліорація і водне господарство.* 2004. Вип. 90. С. 63–86.

8. Каленіков А.Т. та ін. Системи краплинного зрошення. Загальні технічні вимоги та методи визначення технологічних параметрів : Посібник до ДБН В.2.4-1-99 «Меліоративні системи і споруди». Київ : ДІА, 2015. 200 с.

9. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. К. : Світ, 2000. 114 с.

10. Литвиненко О. Агробізнес під склом. Овощи и Фрукты, 03.05.2019. URL: <https://www.pro-of.com.ua/agrobiznes-pid-skлом/>.

11. Морозов В.В., Морозов О.В., Козленко Є.В. та ін. Покращення якості поливної води Інгупецької зрошувальної системи : *Перспективні напрямки розвитку водного господарства, строительства и землеустройства* : Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Херсон, 2016. С. 58–61.

REFERENCES:

1. Dementieva O.I. (2016). Zalezhnist vodospozhyvannia kukurudzy hibrydiv riznykh hrup styhlosti vid yakosti polyvnoi vody [Dependence of water consumption of maize hybrids of different ripeness groups on irrigation water quality]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk: Naukovyi zhurnal. Silskohospodarski nauky. – Taurian Scientific Bulletin: Scientific Journal. Agricultural Sciences,* 95, 52–57 [in Ukrainian].
2. Luzan P.H., Shmat S.I., Matvieiev K.D. (2007). Zroshuvane zemlerobstvo v Tsentralnomu rehioni Ukrainy [Irrigated agriculture in the Central region of Ukraine]. *Naukovi zapysky. Proceedings,* 8, 33–38 [in Ukrainian].

3. Blazhko A.P. (2018). Ekolohichne otsiniuvannia yakosti poverkhnevuykh vod v baseini richky Sarata dlia system kraplynnoho zroshennia [Environmental assessment of surface water quality in the Sarata River basin for drip irrigation systems]. *Visnyk Odeskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury. Bulletin of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*, 70, 118–124 [in Ukrainian].
4. Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ahronomichni kryterii [Quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria]. (2016). DSTU 2730:2015 from 1d July 2016. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukraine [in Ukrainian].
5. Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ekolohichni kryterii [Quality of natural water for irrigation. Environmental criteria]. (2013). DSTU 7286:2012 from 1d July.2013. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukraine [in Ukrainian].
6. Yakist vody dlia system kraplynnoho zroshennia. Ahronomichni, ekolohichni ta tekhnichni kryterii [Water quality for drip irrigation systems. Agronomic, environmental and technical criteria]. (2015). DSTU 7591:2014 from 1d July.2015. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukraine [in Ukrainian].
7. Romashchenko M.I., Koriunenکو V.M., Kalienikov A.T. et al. (2004). Mikro-zroshennia silskohospodarskykh kultur [Micro-irrigation of crops]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo. Reclamation and water management*, Vol. 90, 63–86 [in Ukrainian].
8. Kalenikov A.T. et al. (2015) Systemy kraplynnoho zroshennia. Zahalni tekhnichni vymohy ta metody vyznachennia tekhnolohichnykh parametriv : Posibnyk do DBN V.2.4-1-99 "Melioratyvni systemy i sporudy" [Systems of drip irrigation. General technical requirements and methods for determining technological parameters: Guide to State Construction Norms B.2.4-1-99 "Reclamation systems and structures"]. Kyiv : DIA. 200 [in Ukrainian].
9. Romashchenko M.I., Baluk S.A. (2000) Zroshennia zemel v Ukraini. Stan ta shliakhy polipshennia [Irrigation of soil in Ukraine. Condition and ways of improvement]. K. : Svit. 114 [in Ukrainian].
10. Lytvynenko O. Ahrobiznes pid sklom [Agribusiness under glass]. *Ovoshchi i Fruktu. Vegetables and Fruits*, 03.05.2019. URL: <https://www.pro-of.com.ua/agrobiznes-pid-sklom/>.
11. Morozov V.V., Morozov O.V., Kozlenko E.V. et al. (2016) Pokrashchennia yakosti polyvnoi vody inhulets'koi zroshuvanoi systemy [Improving irrigation water quality of Inhulets irrigation system]. *Perspektyvnye napravleniia razvytiia vodnoho khoziaistva, stroitelstva y zemleustroistva: Sbornyk materialov Mezhdunarodnoi nauchno-praktycheskoi konferentsyy. Prospective directions of water management, construction and land management development: Proceedings of International Scientific and Practical Conference*. 58–61 [in Ukrainian].

УДК 631.582:631.51.021:631.67(477.7)
DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.74.8>

ПРОДУКТИВНІСТЬ СІВОЗМІНИ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ НА ЗРОШЕННІ

МАРКОВСЬКА О.Є. – доктор сільськогосподарських наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0002-4810-7443>
Херсонський державний аграрно-економічний університет
МАЛЯРЧУК М.П. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0002-0150-6121>
ІСАКОВА Г.М. – кандидат сільськогосподарських наук
<https://orcid.org/0000-0002-1088-1302>
ТОМНИЦЬКИЙ А.В. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0002-7820-4383>
Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Виробництво зерна – найголовніша галузь рослинництва, тому його нарощування є ключовим завданням розвитку сільськогосподарства України. Ячмінь належить до найбільш цінних і високоврожайних культур, який за посівною площею та валовим збором зерна у світі посідає четверте місце. Але його врожай, особливо озимого, низький і нестійкий за роками. Враховуючи, що у ринкових умовах кінцевим результатом є отримання високого прибутку, складники систем землеробства на зрошуваних землях повинні будуватися на оптимізації матеріальних і енергетичних витрат та отриманні найбільш високого рівня рентабельності вирощування культури.

Одним із напрямів зниження витрат на виробництво сільськогосподарської продукції є мінімізація основного обробітку ґрунту за рахунок зменшення його глибини, кратності проходів агрегатів або заміни більш енергоємного обробітку з обертанням скиби менш витратним – без обертання скиби. Запровадження таких способів мінімізації значно скорочує енергетичні, трудові та матеріально-грошові витрати на виробництво продукції у сівозмінах на зрошуваних землях. У зв'язку з цим наукове обґрунтування можливості застосування поверхневого і мілкого безполицевого основного обробітку ґрунту у комплексі зі зрошенням і системами удобрення є актуальним питанням агропроблематики.