

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ ЗРОШУВАЛЬНОЇ ВОДИ ІНГУЛЕЦЬКОГО МАГІСТРАЛЬНОГО КАНАЛУ У 2021 РОЦІ

КОЗЛЕНКО Є.В. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-3001-8220>

Інститут зрошеного землеробства Національної академії аграрних наук України

МОРОЗОВ О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0002-5617-0813>

Херсонський державний аграрно-економічний університет

МОРОЗОВ В.В. – кандидат сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0002-2594-883X>

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Джерелом зрошення Інгулецької зрошувальної системи (далі – ІЗС) є річка Інгулець, на якість води якої вже багато років негативно впливають промислові води підприємств міста Кривий Ріг. Оскільки внаслідок вищезазначеного впливу якість води річки Інгулець є незадовільною для зрошення, упродовж усього часу експлуатації Інгулецької зрошувальної системи використовуються різні варіанти технології формування якості води, яка б задовольняла вимоги до зрошувальної води.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема якості води Інгулецької системи була і залишається актуальною. Дослідження формування якості води Інгулецької зрошувальної системи здійснювали науковці О.М. Алмазов, В.Г. Ткачук, В.В. Морозов, В.М. Нежлукченко, Є.Г. Волочнюк, О.В. Морозов, Є.В. Козленко, П.І. Ковальчук, Р.Ю. Коваленко, В.К. Хільчевський, Р.Л. Кравчинський, О.В. Чунарьов та інші [1–10].

Мета роботи – дослідження особливостей формування гідрохімічного режиму зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу у 2021 році та оці-

нювання придатності води для зрошення за чинними стандартами.

Матеріали та методика досліджень. У дослідженні використані результати, одержані авторами статті. Методи досліджень: польовий експеримент, лабораторні аналізи води за стандартними методиками, системний підхід і системний аналіз, узагальнення даних, порівняння.

Результати досліджень. Для оцінки якості зрошувальної води була закладена моніторингова мережа спостережень – точка відбору проб води на пікеті (ПК) 48 Інгулецького магістрального каналу.

Згідно із затвердженим Регламентом концентрація хлоридів у поливній воді не повинна перевищувати 350 мг/дм³. За період дослідження вміст хлоридів у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався від 367 мг/дм³ (станом на 26.06) до 193 мг/дм³ (станом на 26.06.). Середнє значення вмісту хлоридів у зрошувальній воді за період дослідження становило 263 мг/дм³. Динаміка вмісту хлоридів (Cl⁻) і рівняння регресії у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у 2021 році представлена на рис. 1.

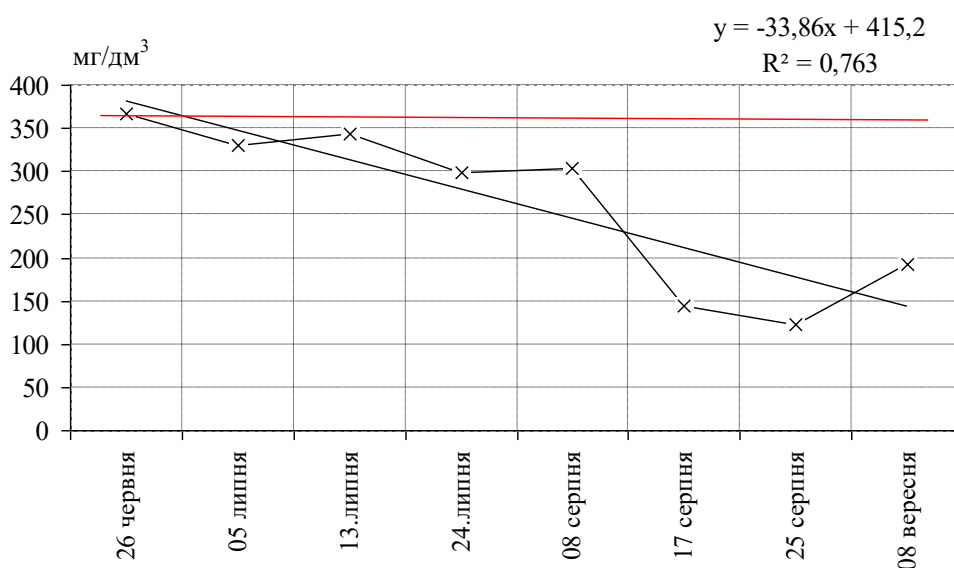


Рис. 1. Динаміка показника вмісту хлоридів (Cl⁻) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу (2021 рік)

Зменшення вмісту хлоридів у зрошувальній воді у серпні-вересні пояснюється тим, що у другій половині серпня унаслідок сприятливих умов за руслом р. Інгулець до гирла Головної насосної станції «антирічкою» була підтягнута дніпровська вода. Але така ситуація не є типовою для Інгулецької зрошувальної системи, це є окремим випадком, який потребує детального аналізу. Водночас для формування більш-менш задовільної якості води під час застосування технології «антирічка» потрібна постійна цілодобова робота не менш ніж чотирьох агрегатів Головної насосної станції, але і це не забезпечить постійну стабільну задовільну якість води, про що свідчать багаторічні дослідження [4].

Протягом поливного періоду 2021 року показник вмісту сульфатів (SO_4^{2-}) у зрошувальній воді

Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 524 мг/дм^3 (станом на 26.06) до 225 мг/дм^3 (станом на 25.08). Середнє значення вмісту сульфатів за період дослідження становило 410 мг/дм^3 . Динаміка вмісту сульфатів (SO_4^{2-}) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у 2021 році представлена на рис. 2.

Протягом поливного періоду 2021 року показник вмісту гідрокарбонатів (HCO_3^-) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 193 мг/дм^3 (станом на 26.06) до 165 мг/дм^3 (станом на 08.09). Середнє значення вмісту гідрокарбонатів становило 184 мг/дм^3 . Динаміка вмісту гідрокарбонатів (HCO_3^-) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у 2021 році представлена на рис. 3.

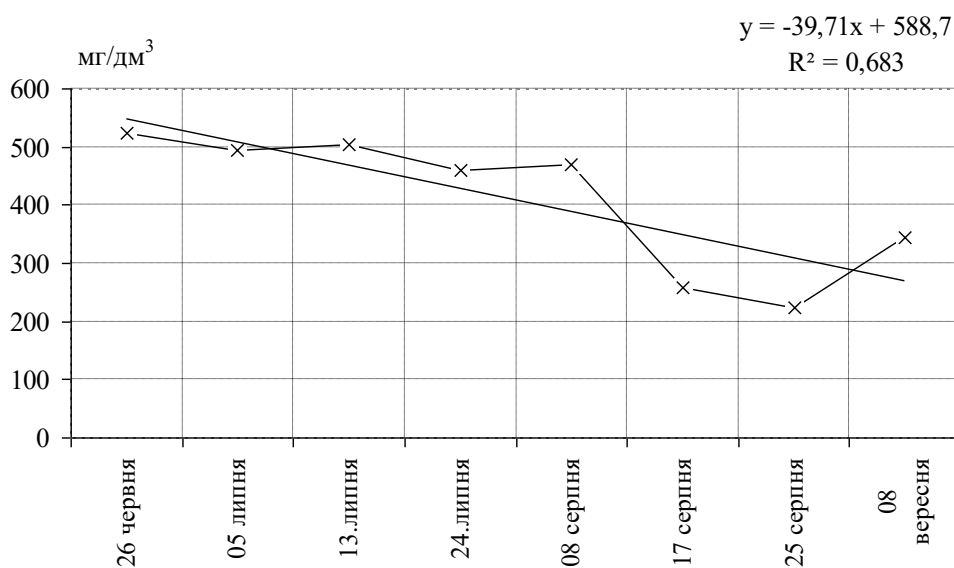


Рис. 2. Динаміка показника вмісту сульфатів (SO_4^{2-}) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

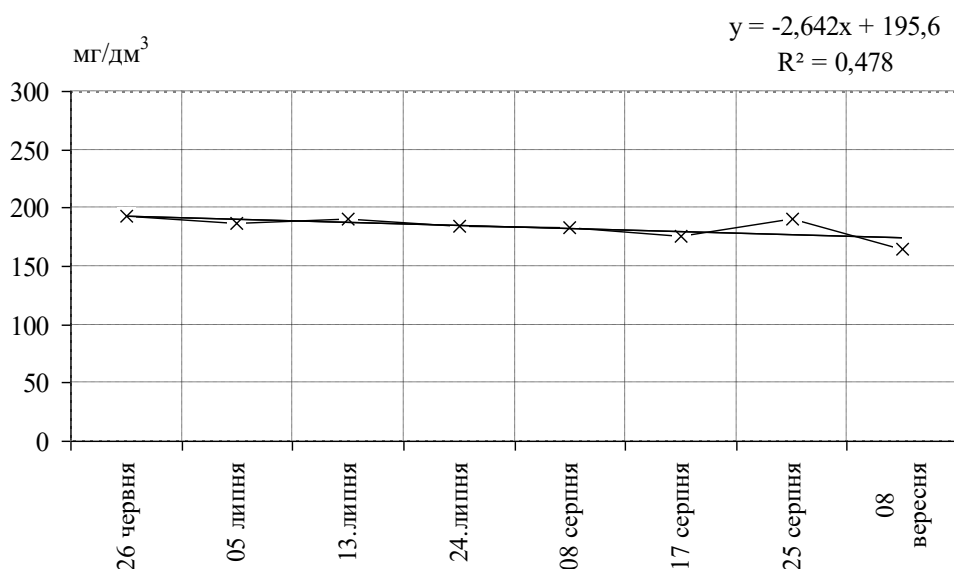


Рис. 3. Динаміка показника вмісту гідрокарбонатів (HCO_3^-) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

Протягом поливного періоду 2021 року показник вмісту кальцію у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 128 мг/дм³ (станом на 26.06) до 79 мг/дм³ (станом на 25.08). Середнє значення вмісту кальцію становило 108 мг/дм³. Динаміка вмісту іонів кальцію (Ca²⁺) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу під час поливного періоду 2021 року представлена на рис. 4.

Протягом періоду дослідження показник вмісту магнію у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 83 мг/дм³ (станом на 26.06.) до 79 мг/дм³ (станом на 25.08.). Середнє значення вмісту магнію становило 34 мг/дм³. Динаміка вмісту іонів магнію (Mg²⁺) у зрошувальній воді Інгулецького магі-

стрального каналу під час поливного періоду 2021 року представлена на рис. 5.

Протягом поливного періоду 2021 року показник вмісту іонів натрію і калію у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 255 мг/дм³ (станом на 26.06) до 92 мг/дм³ (станом на 25.08). Середнє значення вмісту натрію і калію становило 184 мг/дм³. Динаміка вмісту іонів натрію (Na⁺) і калію (K⁺) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу під час поливного періоду 2021 року представлена на рис. 6.

Протягом поливного періоду 2021 року показник мінералізації зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 1550 мг/дм³

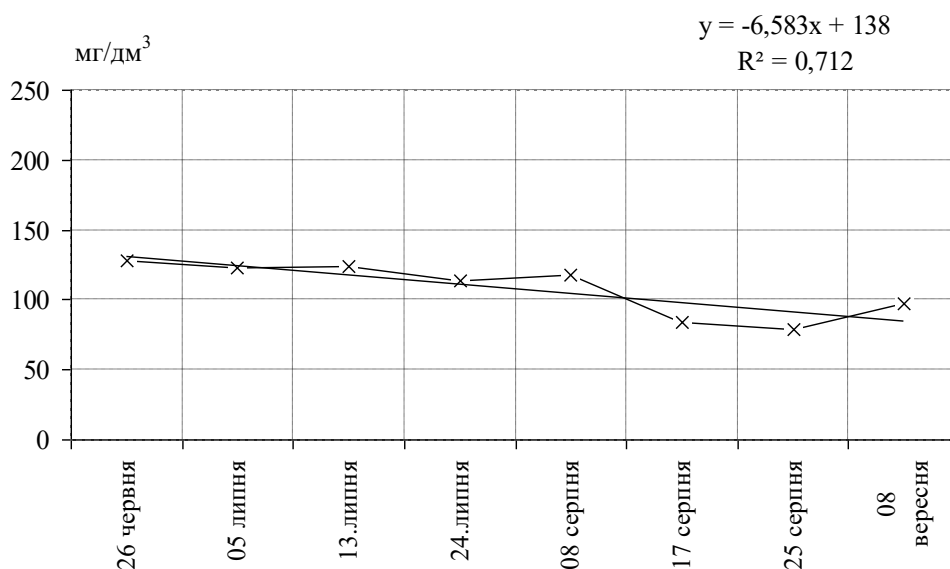


Рис. 4. Динаміка показника вмісту кальцію (Ca²⁺) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

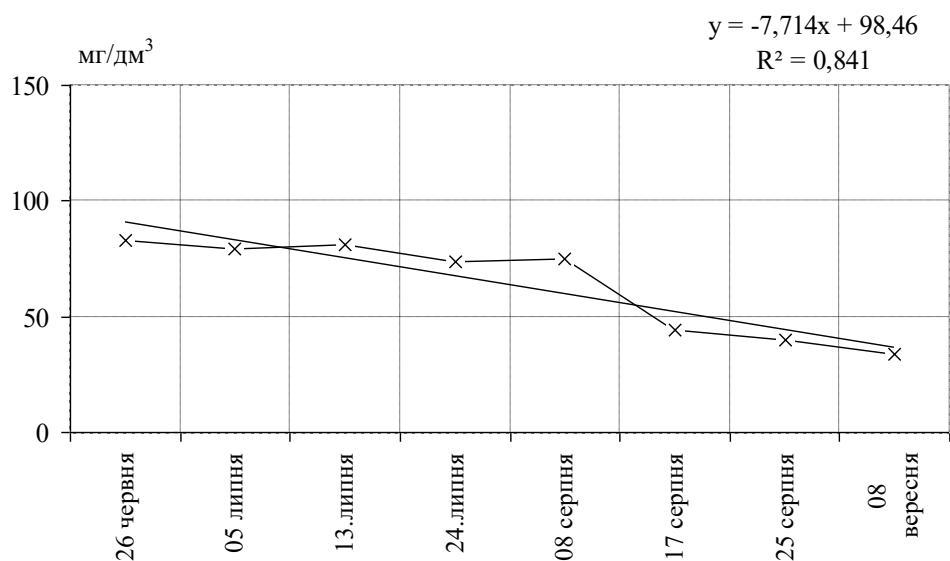


Рис. 5. Динаміка показника вмісту магнію (Mg²⁺) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

(станом на 26.06) до 750 мг/дм³ (станом на 25.08). Значення середньої мінералізації зрошувальної води становило 1215 мг/дм³. Динаміка зміни показника мінералізації зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу протягом поливного періоду 2021 року представлена на рис. 7.

Водневий показник (рН) зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу протягом поливного періоду 2021 р. коливався у межах від 7,0 (станом на 26.06) до 6,6 (станом на 25.08). Середнє значення рН у зрошувальній воді становило 6,8. Динаміка зміни рН у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу протягом поливного періоду 2021 року представлена на рис. 8.

Жорсткість води – показник, який характеризує властивість води, зумовлену наявністю в ній розчинених солей кальцію і магнію. Протягом поливного періоду 2021 року показник жорсткості зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 13,0 мг-екв/дм³ (станом на 26.06) до 6,8 мг-екв/дм³ (станом на 05.07). Середня жорсткість зрошувальної води становила 10,1 мг/дм³. Динаміка зміни показника жорсткості зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу протягом поливного періоду 2021 року представлена на рис. 9.

Нині в Україні критерії якості води для зрошення регламентуються кількома чинними нормативними документами, зокрема державним стандартом України «ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» (далі – ДСТУ 2730:2015) [10] і Постановою Кабінету Міністрів України від 02.09.2020 № 766 «Про нормативи еко-

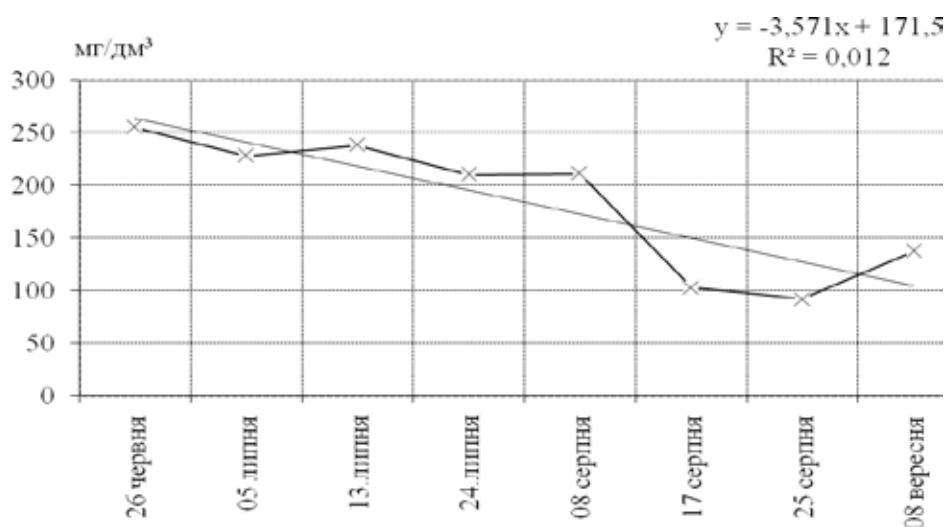


Рис. 6. Динаміка показника вмісту натрію (Na⁺) і калію (K⁺) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

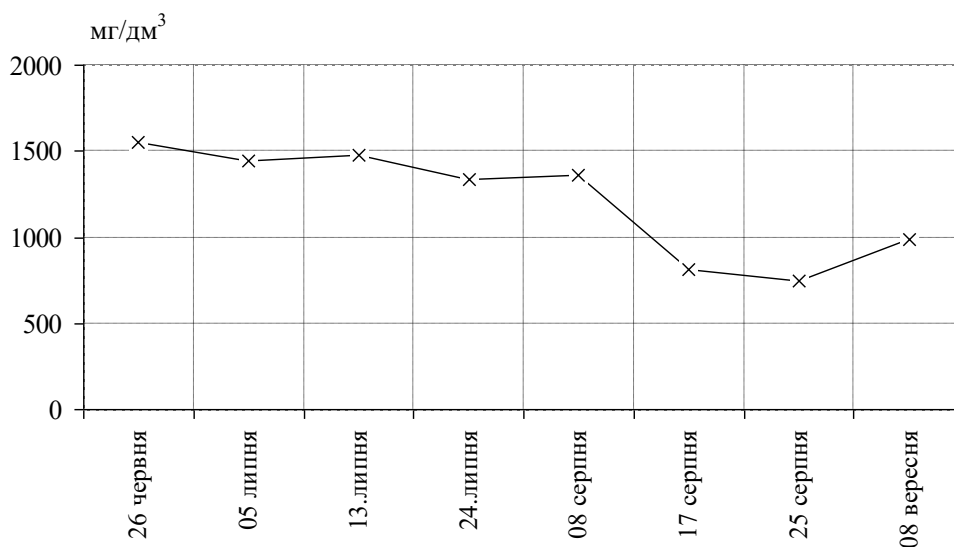


Рис. 7. Динаміка показника мінералізації зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

логічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням» (далі – Постанова КМУ № 766) [11].

У ДСТУ 2730:2015 під час оцінки якості води враховуються основні типи зрошуваних ґрунтів, їхня проти-солонцювальна буферність і гранулометричний склад [10]. У Постанові КМУ № 766 застосовується єдиний критерій. Водночас у Постанові КМУ № 766 указано на ДСТУ 2730:2015 як на один із нормативних документів із стандартизації, що використовуються для забезпечення належного застосування і дотримання нормативів екологічно безпечного зрошення та управління поливами [11].

Згідно із ДСТУ 2730:2015 під час оцінювання якості зрошувальної води виділяють три класи її придатності:

- I клас – придатна для зрошення без обмежень;
 - воду II класу використовують для зрошення за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення якості води до показників I класу;
 - вода III класу – її показники виходять за межі значень, встановлених для води II класу; вода непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу [10].
- Постановою КМУ № 766 встановлено три види нормативів екологічно безпечного зрошення та управління поливами:
- полив безпечний;
 - полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів;

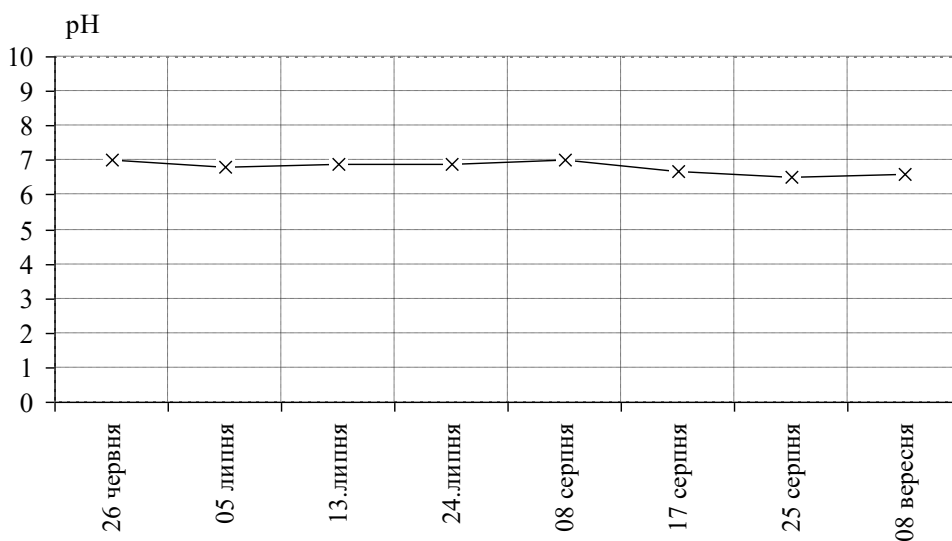


Рис. 8. Динаміка показника рН зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

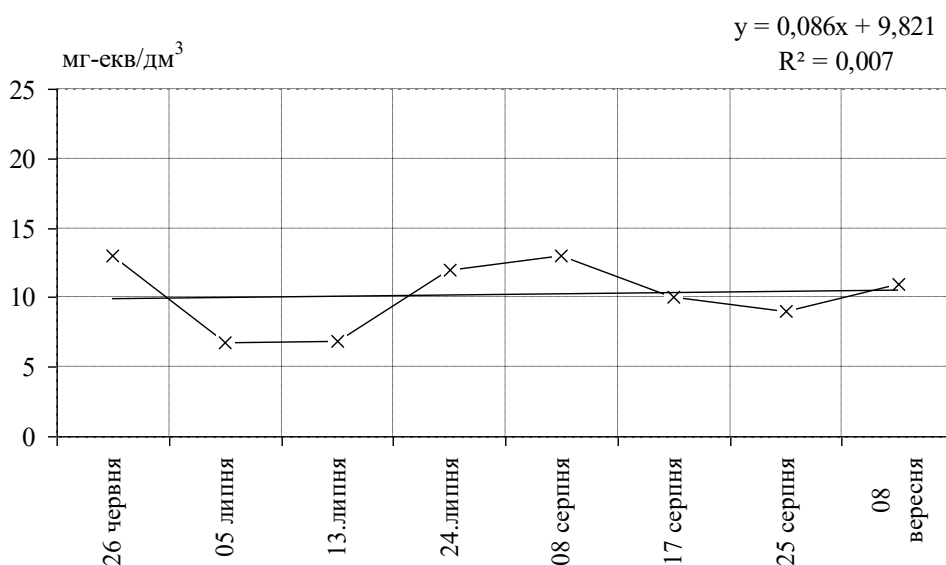


Рис. 9. Динаміка показника жорсткості зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу (2021 рік)

– полив заборонено [11].

За результатами моніторингових досліджень визначено гідрохімічний склад зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи. За період із 26 червня по 8 вересня 2021 року виконано комплексну порівняльну оцінку якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи за агрономічними критеріями згідно із ДСТУ 2730:2015 і Постановою Кабінету Міністрів України № 766 (табл. 1-4).

За небезпекою іригаційного засолення ґрунту в умовах Інгулецької зрошувальної системи якість води визначається за концентрацією суми токсичних іонів (у еквівалентах хлорид-іонів). Згідно із «ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» вода I класу придатна для зрошення без обмежень для середньосуглинкових (менше ніж 18 мекв/дм³) та важко-суглинкових ґрунтів (менше ніж 14 мекв/дм³); II класу (від 10 до 20 мекв/дм³) та

I класу (менше ніж 10 мекв/дм³) – для глинистих ґрунтів. Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 766 у разі концентрації токсичних іонів (в еквівалентах хлорид-іонів) у зрошувальній воді менше 14 мекв/дм³ полив є безпечним, але з урахуванням II класу якості за агрономічними критеріями – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів (табл. 1).

За небезпекою підлучення ґрунту, яку оцінюють за водневим показником (рН), токсичною лужністю і лужністю від нормальних карбонатів згідно із ДСТУ 2730:2015 вода відноситься до I класу (придатна для зрошення без обмежень). Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 766 (кислотність зрошувальних вод (рН) менше 8,0; вміст аніону CO₃²⁻ у зрошувальній воді відсутній та з урахуванням I класу води за агрономічними критеріями) полив є безпечним (табл. 2).

За небезпекою осолонцювання ґрунту якість води визначається за співвідношенням у відсотках суми луж-

Таблиця 1

Оцінювання якості зрошувальної води ІЗС за небезпекою іригаційного засолення ґрунту (2021 рік)

Дати	За ДСТУ 2730:2015						Згідно з Постановою КМУ № 766	
	групи ґрунтів ІЗС за їхнім гранулометричним складом у шарі 0-100 см						концентрація токсичних іонів у еквівалентах хлорид-іонів в зрошувальній воді, мекв/дм ³	норматив
	середньо-суглинковий		важко-суглинковий		глинистий			
	концентрація токсичних іонів в еквівалентах хлорид-іонів, мекв/дм ³	клас якості води	концентрація токсичних іонів в еквівалентах хлорид-іонів, мекв/дм ³	клас якості води	концентрація токсичних іонів в еквівалентах хлорид-іонів, мекв/дм ³	клас якості води		
26.06.2021	12,4	I	12,4	I	12,4	II		
05.07.2021	11,3	I	11,3	I	11,3	II		
13.07.2021	11,7	I	11,7	I	11,7	II		
24.07.2021	10,27	I	10,27	I	10,27	II		
08.08.2021	10,4	I	10,4	I	10,4	II		
17.08.2021	5,36	I	5,36	I	5,36	I	полив безпечний	
25.08.2021	4,75	I	4,75	I	4,75	I	полив безпечний	
08.09.2021	6,87	I	6,87	I	6,87	I	полив безпечний	
Середнє	9,13	I	9,13	I	9,13	I	полив безпечний	

Таблиця 2

Оцінка якості зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи за небезпекою підлучення ґрунту (2021 р.)

Дати	За ДСТУ 2730:2015				Згідно з Постановою КМУ № 766	
	рН	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻ -Ca ²⁺	Клас якості води	рН води	Норматив
		мекв/дм ³				
26.06.2021	7,0	-	1,41	I	7,0	полив безпечний
05.07.2021	6,8	-	1,31	I	6,8	полив безпечний
13.07.2021	6,9	-	1,38	I	6,9	полив безпечний
24.07.2021	6,9	-	1,27	I	6,9	полив безпечний
08.08.2021	7,0	-	1,25	I	7,0	полив безпечний
17.08.2021	6,7	-	1,13	I	6,7	полив безпечний
25.08.2021	6,5	-	1,38	I	6,5	полив безпечний
08.09.2021	6,6	-	0,95	I	6,6	полив безпечний
Середнє	6,8	-	1,26	I	6,8	полив безпечний

них катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів. Згідно із СТУ 2730:2015 водою I класу вважається вода для темно-каштанових і каштанових суглинкових середньо- і високобуферних ґрунтів (співвідношення менш ніж 70% за I класом води за безпекою підлучення). Вода I класу для чорноземних ґрунтів суглинкових середньо- і високобуферних (співвідношення менш ніж 50% за I класом води за безпекою підлучення). **Для чорноземних ґрунтів глинистих середньо- і високобуферних у червні – вода III класу (співвідношення понад 45% за I класом води за безпекою підлучення), тобто вода непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу;** у липні та на початку серпня – вода II класу (співвідношення від 40 до 45% за I класом води за безпекою підлучення), тобто вода обмежено придатна, її використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів; із середини серпня та у вересні – вода I класу (співвідношення менше ніж 40 за I класом води за безпекою підлучення), тобто вода придатна для зрошення.

Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 766 відповідний показник – уміст лужних катіонів натрію і калію у зрошувальній воді (у відсотках суми катіонів) – у переважній більшості менше 45, але з урахуванням якості води за агрономічними показниками: у червні – полив заборонено, у липні та на початку серпня – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів, із середини серпня та у вересні – полив безпечний (табл. 3).

За безпекою токсичного впливу води на рослини під час поливів дощуванням якість оцінюють із урахуванням водневого показника рН, умістом лужності від

нормальних карбонатів, умістом аніонів хлору і токсичних іонів, еквівалентів хлору. Згідно із ДСТУ 2730:2015 вода II класу (карбонати відсутні, вміст токсичних іонів, еквівалентів хлору менш ніж 15, рН від 6,5 до 7,5, але вміст аніонів хлору від 3,0 до 15,0).

Згідно з Постановою КМУ № 766 за відповідними показниками та з урахуванням II класу води за агрономічними критеріями полив є можливим за умови застосування відновлювальних заходів (табл. 4).

До відновлювальних профілактичних агрономічних заходів відносяться: покращення якості води і корегування режимів зрошення, внесення кальцієвмісних меліорантів (гіпс, фосфогіпс, дроблений вапняк, дефекат) і нормативних доз органічних добрив, введення у сівозміни багаторічних трав і сидератів.

Висновки.

1. Зменшення вмісту хлоридів у зрошувальній воді у серпні-вересні пояснюється тим, що у другій половині серпня внаслідок сприятливих умов за руслом р. Інгулець до гирла ГНС «антирічкою» була підтягнута дніпровська вода. Але така ситуація не відбувається щорічно, це є окремим випадком. Водночас задля формування більш-менш задовільної якості води під час застосування технології «антирічка» потрібна постійна цілодобова робота не менш ніж чотирьох агрегатів ГНС, але і це не забезпечить постійну стабільну задовільну якість води, про що свідчать багаторічні дослідження.

2. За безпекою іригаційного засолення ґрунту згідно із ДСТУ 2730:2015. (за концентрацією токсичних іонів у еквівалентах хлорид-іонів у зрошувальній воді) вода I класу є придатною для зрошення без обмежень для середньосуглинкових (менше ніж 18 мекв/дм³) та важко-суглинкових ґрунтів (менше ніж 14 мекв/дм³);

Таблиця 3

Оцінка якості зрошувальної води ІЗС за безпекою осолонцювання ґрунту (2021 р.)

Дати	За ДСТУ 2730:2015						Згідно з Постановою КМУ № 766		Норматив
	Темно-каштанові і каштанові суглинкові, середньо- і високобуферні ґрунти		Чорноземні ґрунти суглинкові середньо- і високобуферні		Чорноземні ґрунти глинисті середньо- і високобуферні		Уміст лужних катіонів натрію і калію у воді, відсотків суми катіонів		
	Співвідношення суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів, %	Клас якості води	Співвідношення суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів, %	Клас якості води	Співвідношення суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів, %	Клас якості води			
26. 6.2021	45,14	I	45,14	I	45,14	III	45,14	полив заборонено	
05.07.2021	43,97	I	43,97	I	43,97	II	43,97	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів	
13.07.2021	44,61	I	44,61	I	44,61	II	44,61		
24.07.2021	43,68	I	43,68	I	43,68	II	43,68		
08.08.2021	43,22	I	43,22	I	43,22	II	43,22		
17.08.2021	36,45	I	36,45	I	36,45	I	36,45	полив безпечний	
25.08.2021	35,62	I	35,620	I	35,62	I	35,62	полив безпечний	
08.09.2021	39,09	I	39,09	I	39,09	I	39,09	полив безпечний	
Середнє	41,47	I	41,47	I	41,47	II	41,47	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів	

Оцінка якості зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи за небезпекою її токсичного впливу на рослини під час поливів дощуванням (2021 р.)

Дати	Згідно із ДСТУ 2730:2015				Згідно з Постановою КМУ № 766	
	рН	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	Токсичні іони, еквівалентів Cl ⁻	Клас якості води	Норматив
мекв/дм ³						
26.06.2021	7,0	-	10,35	12,4	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
05.07.2021	6,8	-	9,31	11,3	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
13.07.2021	6,9	-	9,7	11,7	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
24.07.2021	6,9	-	8,41	10,27	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
08.08.2021	7,0	-	8,55	10,4	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
17.08.2021	6,7	-	4,09	5,36	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
25.08.2021	6,5	-	3,47	4,75	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
08.09.2021	6,6	-	5,44	6,87	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
Середнє	6,8	-	7,42	9,13	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів

II (від 10 до 20 мекв/дм³) та I (менше ніж 10 мекв/дм³) класу – для глинистих ґрунтів. Згідно з Постановою № 766 (менше 14 мекв/дм³) полив є безпечним, але з урахуванням II класу якості за агрономічними критеріями – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів.

3. За небезпекою підлучення ґрунту, яку оцінюють за водневим показником (рН), токсичною лужністю та лужністю від нормальних карбонатів, згідно із ДСТУ 2730:2015 вода відноситься до I класу (придатна для зрошення без обмежень). Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 766 (кислотність зрошувальних вод, рН – менше 8,0; вміст аніону CO₃²⁻ у зрошувальній воді відсутній та з урахуванням I класу води за агрономічними критеріями) полив є безпечним.

4. За небезпекою осолонцювання ґрунту (за співвідношенням у відсотках суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів) згідно із ДСТУ 2730:2015 – вода I класу для темно-каштанових і каштанових суглинкових середньо- і високобуферних ґрунтів та для чорноземних ґрунтів суглинкових середньо- і високобуферних. **Для чорноземних ґрунтів глинистих середньо- і високобуферних у червні вода була III класу, тобто вода непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу;** у липні та на початку серпня вода була II класу, тобто вода обмежено придатна, її використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів; із середини серпня та у вересні – вода I класу, тобто вода придатна для зрошення. Згідно з Постановою № 766 з урахуванням якості води за агрономічними показниками у червні полив заборонено, у липні та на початку серпня полив можливий за умови застосування відновлюваль-

них заходів, із середини серпня та у вересні полив є безпечним.

5. За небезпекою токсичного впливу води на рослини під час поливів дощуванням із урахуванням водневого показника рН, вмісту лужності від нормальних карбонатів, вмісту аніонів хлору і токсичних іонів, еквівалентів хлору згідно із ДСТУ 2730:2015 – вода II класу (карбонати відсутні, вміст токсичних іонів та еквівалентів хлору – менш ніж 15, рН від 6,5 до 7,5, але вміст аніонів хлору від 3,0 до 15,0). Згідно з Постановою КМУ № 766 за відповідними показниками та з урахуванням II класу води за агрономічними критеріями полив є можливим за умови застосування відновлювальних заходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Алмазов А.М. Прогноз химического состава воды для орошения и обводнения правобережных ингулецких земельных массивов и водоснабжения г. Николаева. Киев: 1957. 32 с.
- Ткачук В.Г. и др. Изменение мелиоративно-гидрогеологических условий водораздельных массивов под влиянием орошения: монография. Киев: Урожай, 1970. 248 с.
- Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективне використання / За наук. ред. В.О. Ушкаренка, Р.А. Вожегової. Київ: Аграр. наука, 2010. 352 с.
- Морозов В.В., Козленко Є.В. Інгулецька зрошувальна система: покращення якості поливної води: монографія. Херсон: ПП «ЛТ-Офіс», 2015. 210 с.
- Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Новий варіант технології формування якості води Інгулецької зрошувальної системи при відновленні проектної площі зрошення. *Таверійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Херсон, 2021. № 119. С. 43-51.

6. Морозов В.В., Нежлукченко В.М., Волочнюк Є.Г. Формування якості зрошувальної води на Інгулецькому масиві. Херсон: Колос, 2004. 228 с.
7. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Інгулецька зрошувальна система: стан, проблеми та перспективи розвитку: монографія. За ред. О.В. Морозова. Херсон: Айлант, 2020. 204 с.
8. Коваленко Р.Ю., Ковальчук П.І. Аналіз методів управління якістю води для зрошення при промивках русла р. Інгулець дніпровською водою. *Індуктивне моделювання складних систем*. Київ, 2014. Випуск 6. С. 90-96.
9. Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л., Чунар'єв О.В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. Київ: Ніка-Центр, 2012. 180 с.
10. Морозов О.В., Морозов В.В., Козленко Є.В., Біднина І.О. Оцінка якості зрошувальної води в системі еколого-меліоративного моніторингу. *Водні біоресурси та аквакультура. Сільськогосподарські науки*. 2020. № 2. С. 192-209.
11. ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агронамічні критерії. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 9 с.
12. Про нормативи екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням: Постанова Кабінету Міністрів України від 02.09.2020 р. № 766. *Офіційний вісник України*. 2020. № 73. С. 27-31.

REFERENCES:

1. Almazov, A.M. (1957). Prognoz himicheskogo sostava vodyi dlya orosheniya i obvodneniya pravoberezhnih inguletskikh zemelnih massivov i vodosnabzheniya g. Nikolaeva [Forecast of the chemical composition of water for irrigation and watering of the right-bank Ingulets land massifs and water supply for the city of Nikolaev]. Kiev [in Russian].
2. Izmenenie meliorativno-gidrogeologicheskikh usloviy vodorazdelnykh massivov pod vliyaniem orosheniya: monografiya [Change of meliorative-hydrogeological conditions of watersheds under the influence of irrigation: monograph] / V.G. Tkachuk et al. (1970). Kiev: Urozhay [in Russian].
3. Zemli Inhuletskoi zroshivalnoi systemy: stan ta efektyvne vykorystannia [Lands of the Ingulets irrigation system: condition and effective use] / for science. ed. V.O. Ushkarenka, R.A. Vozhehovoі (2010). Kyiv: Ahrar. nauka [in Ukrainian].
4. Morozov, V.V., Kozlenko, Ye.V. (2015). Inhuletska zroshivalna systema: pokrashchennia yakosti polyvnoi vody: monohrafiia [Ingulets irrigation system: improving the quality of irrigation water: monograph]. Kherson: PP «LT-Ofis» [in Ukrainian].
5. Kozlenko, Ye.V., Morozov, O.V., & Morozov, V.V. (2021). Novyi variant tekhnolohii formuvannia yakosti vody Inhuletskoi zroshivalnoi systemy pry vidnovlenni proektnoi ploshchi zroshennia [A new variant of the technology of water quality formation of the Ingulets irrigation system during the restoration of the design area of irrigation]. *Tavriskiyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky – Taurian Scientific Bulletin. Agricultural sciences*, 119, 43-51 [in Ukrainian].
6. Morozov, V.V., Nezhlukchenko, V.M., & Volochniuk, Ye.H. (2004). Formuvannia yakosti zroshivalnoi vody na Inhuletskomu masyvi [Formation of irrigation water quality on the Ingulets massif]. Kherson: Kolos [in Ukrainian].
7. Kozlenko, Ye.V., Morozov, O.V., & Morozov, V.V. (2020). Inhuletska zroshivalna systema: stan, problemy ta perspektyvy rozvytku: monohrafiia [Ingulets irrigation system: state, problems and prospects of development: monograph]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].
8. Kovalenko, R.Iu., Kovalchuk, P.I. (2014). Analiz metodiv upravlinnia yakistiu vody dlia zroshennia pry promyvkakh rusla r. Inhulets dniprovskoiu vodou [Analysis of water quality management methods for irrigation during washing of the Ingulets riverbed with Dnieper water]. *Induktyvne modeliuвання складних систем – Inductive modeling of complex systems*, 6, 90-96 [in Ukrainian].
9. Khilchevskiy, V.K., Kravchynskiy, R.L., & Chunarov, O.V. (2012). Hidrokhimichniy rezhym ta yakist vody Inhuletsia v umovakh tekhnohenezu [Hydrochemical regime and water quality of Ingulets in the conditions of technogenesis]. Kyiv: Nika-Tsentr [in Ukrainian].
10. Morozov, O.V., Morozov, V.V., Kozlenko, Ye.V., & Bidnyina, I.O. (2020). Otsinka yakosti zroshivalnoi vody v systemi ekoloho – meliorativnoho monitorynhu [Assessment of irrigation water quality in the system of ecological and reclamation monitoring]. *Vodni biore-sursy ta akvakultura: silskohospodarski nauky – Aquatic bioresources and aquaculture: agricultural sciences*, 2, 192-209 [in Ukrainian].
11. DСТU 2730:2015. Zakhyst dovkillia. Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ahronomichni kryterii [SSU 2730:2015. Environmental Protection. Quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria]. Kyiv: Minekonomrozvytku Ukrainy [in Ukrainian].
12. Pro normatyvy ekolohichno bezpechnoho zroshennia, osushennia, upravlinnia polyvamy ta vodovidvedenniam [About norms of ecologically safe irrigation, drainage, management of irrigations and drainage]. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 02.09.2020 № 766. Ofitsiinyi visnyk Ukrainy. [in Ukrainian].

Морозов О.В., Морозов В.В., Козленко Є.В. Особливості формування гідрохімічного режиму зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу у 2021 році

Мета. Дослідження особливості формування гідрохімічного режиму зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу у 2021 році та оцінювання придатності води для зрошення за чинними стандартами.

Методи. Польовий експеримент, лабораторні аналізи води за стандартними методиками, системний підхід і системний аналіз, узагальнення даних, порівняння.

Результати. Задля оцінки якості зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу закладено моніторингову мережу спостережень: точку відбору проб води на пікеті 48 Інгулецького магістрального каналу. Протягом періоду дослідження показник мінералізації зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 1550 мг/дм³ (станом на 26.06) до 750 мг/дм³ (станом на 25.08). Показник середньої мінералізації зрошувальної води становив 1215 мг/дм³. Протягом періоду дослідження показник вмісту хлоридів у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 367 мг/дм³ (станом на 26.06) до

193 мг/дм³ (станом на 26.06). Середнє значення вмісту хлоридів у зрошувальній воді за період досліджень становило 263 мг/дм³. Зменшення вмісту хлоридів у зрошувальній воді у серпні-вересні пояснюється тим, що у другій половині серпня внаслідок сприятливих умов за руслом р. Інгулець до гирла ГНС «антирічкою» була підтягнута дніпровська вода. Але така ситуація не відбувається щорічно, це є окремим випадком. Водночас для формування більш-менш задовільної якості води під час застосування технології «антирічка» потрібна постійна цілодобова робота не менш ніж чотирьох агрегатів ГНС, але і це не забезпечить постійну стабільну задовільну якість води, про що свідчать багаторічні дослідження. Нами виконано оцінку якості води за чинними нормативними документами, а саме за державним стандартом України «ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» та за Постановою Кабінету Міністрів України від 02.09.2020 № 766 «Про нормативи екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням».

Висновки. За безпекою іригаційного засолення ґрунту згідно із ДСТУ 2730:2015. – вода I класу (придатна для зрошення без обмежень) для середньосуглинкових та важко-суглинкових ґрунтів; II та I класу для глинистих ґрунтів. Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 766 – полив безпечний, але з урахуванням II класу якості за агрономічними критеріями – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів. За безпекою підлучення ґрунту згідно із ДСТУ 2730:2015 вода відноситься до I класу, згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 766 – полив безпечний. За безпекою осолонцювання ґрунту згідно із ДСТУ 2730:2015 – вода I класу для темно-каштанових і каштанових суглинкових середньо- і високобуферних ґрунтів та для чорноземних ґрунтів суглинкових середньо- і високобуферних. Для чорноземних ґрунтів глинистих середньо- і високобуферних у червні – вода III класу, тобто вода непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу; у липні та на початку серпня – вода II класу, із середини серпня та у вересні – вода I класу. Згідно з Постановою КМУ № 766: у червні – полив заборонено, у липні та на початку серпня – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів, із середини серпня та у вересні – полив безпечний. За безпекою токсичного впливу води на рослини згідно із ДСТУ 2730:2015 – вода II класу, згідно з Постановою КМУ № 766 – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів.

Ключові слова: зрошення, ґрунти, промивка, якість води, придатність для зрошення.

Kozlenko Y.V., Morozov O.V., Morozov V.V. Features of the formation of the hydrochemical regime of irrigation water of the Ingulets main canal in 2021

Purpose. To Investigate the peculiarities of the formation of the hydrochemical regime of irrigation water of the Ingulets main canal in 2021 and assess the suitability of water for irrigation according to the current standards.

Methods. Field experiment, laboratory analyses of water according to standard methods, systemic approach and systemic analysis, data generalization, comparison.

Results. To assess the quality of irrigation water of the Ingulets main canal, a monitoring network of observations was established: a water sampling point at Picket 48 of the Ingulets main canal. During the study period, the mineralization of irrigation water of the Ingulets main canal ranged from 1550 mg / dm³ (as of June 26) to 750 mg / dm³ (on August 25). The average mineralization of irrigation water was 1215 mg / dm³. During the research period, the content of chlorides in irrigation water of the Ingulets main canal ranged from 367 mg / dm³ (as of June 26) to 193 mg / dm³ (as of June 26). The average value of chloride content in irrigation water during the study period was 263 mg / dm³. The decrease in the content of chlorides in irrigation water in August-September is explained by the fact that in the second half of August, due to favorable conditions along the Ingulets riverbed, the Dnieper water was drawn to the mouth of the Main pumping station by the "anti-river". But this situation does not happen every year, it is a special case. At the same time, for the formation of more or less satisfactory water quality with the use of "anti-river" technology requires constant round-the-clock operation of at least four Main pumping station units, but it will not provide constant stable satisfactory water quality, as evidenced by many years of research. The water quality assessment was performed according to the current normative documents, namely: the state standard of Ukraine "DSTU 2730: 2015. Environmental Protection. Quality of natural water for irrigation. Agronomic Criteria "and the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 02.09.2020 № 766 "On standards of ecologically safe irrigation, drainage, irrigation and drainage management".

Conclusions. According to the danger of irrigation salinization of the soil according to DSTU 2730: 2015. – Class I water (suitable for irrigation without restrictions) for medium loam and heavy loam soils; Class II and I for clay soils. According to Resolution № 766 – irrigation is safe, but taking into account the II Class of quality according to agronomic criteria – irrigation is possible provided that of remedial measures are applied. According to the danger of soil alkalization, according to DSTU 2730: 2015 – water belongs to the Class I, according to the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine № 766 – irrigation is safe. According to the danger of soil salinization – according to DSTU 2730: 2015 – Class I water for dark chestnut and chestnut loam medium- and high-buffer soils and for chernozem loam soils medium- and high-buffer. For chernozem clay soils of medium and high buffer – in June – water of the Class III, ie water is unsuitable for irrigation without preliminary improvement of its composition; in July and early August – class II water, from mid-August and in September – class I water. According to Resolution № 766: in June – watering is prohibited, in July and early August – irrigation is possible provided the remedial measures are applied, from mid-August and in September – watering is safe. According to the danger of toxic effects of water on plants according to DSTU 2730: 2015 – water of the Class II, according to the Resolution of the Cabinet of Ministers № 766 – irrigation is possible provided that application of restorative measures are applied.

Key words: irrigation, soils, washing, water quality, suitability for irrigation.