
МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

МЕЛІОРАЦІЯ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.412; 631.415.1

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.34>

ТРАНСФОРМАЦІЯ ПОЛИВНОЇ ВОДИ ПІВДЕННО-БУЗЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА АГРОХІМІЧНІ І ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЧОРНОЗЕМІВ ПІВДЕННИХ

Бабич О.А. – викладач кафедри біології та хімії,

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

У статті розглянуто проблему трансформації якості зрошувальної води Південно-Бузької зрошувальної системи (Миколаївський район, Миколаївська область) унаслідок проходження води від її початку і до кінця та вплив на агрохімічні та фізико-хімічні показники ґрунтів із зрошенням (фермерське господарство «Зелений Гай» (початок зрошувальної системи), Навчально-науково-практичний центр Миколаївського національного аграрного університету (кінець системи зрошення)). Знайдено статистично значущу кореляцію концентрацій іонів (Na^+ , K^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{-2} , SO_4^{-2}) і часу протікання ($r_{xy} > 0,9$), підвищення рівня їх концентрації майже у 2 рази, за винятком концентрації Ca^{+2} і HCO_3^- , CO_3^{-2} . Більшість параметрів зрошення природних вод (ризик підлуження, вплив на рослини, ризик засолення, показники осолонцювання за Айдаром, Стебелером, Антиповим-Каратаєвим, SAR, термодинамічні параметри) погіршуються після проходження каналами зрошувальної системи. Рівень гумусу досліджуваних ґрунтів зі зрошенням змінювався в орних шарах під впливом зрошення (фермерське господарство «Зелений Гай» – 4%, Навчально-науково-практичний центр Миколаївського національного аграрного університету – 7,1%), рівень рухомих сполук P_2O_5 (фермерське господарство «Зелений Гай» – + 23%, Навчально-науково-практичний центр Миколаївського національного аграрного університету – 13,9%), рівень рухомих сполук K_2O (фермерське господарство «Зелений Гай» – + 5,2%, Навчально-науково-практичний центр Миколаївського національного аграрного університету – 19,88%). Зазначається виражене погіршення агрохімічних характеристик ґрунту Навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету. Реакції ґрунтових розчинів (рН) орних шарів досліджуваних ґрунтів зі зрошенням статистично не відрізняються від ґрунтів зі зрошенням ($p > 0,05$), є слабколужними (фермерське господарство «Зелений Гай»), низького і середнього класу лужності (Навчально-науково-практичний центр Миколаївського національного аграрного університету). Рівень обмінного натрію для орних шарів досліджених ґрунтів (фермерське господарство «Зелений Гай» – зменшення рівня обмінного Na^+ на 14,61%, Навчально-науково-практичний центр Миколаївського національного аграрного університету – збільшення на 54,26%), що підтверджує гірший стан чорноземів дослідного поля Навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету. Для ґрунтів фермерське господарство «Зелений Гай» і Навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету характерний достатній рівень буферності, який запобігає процесам осолонцювання. Отже, необхідно враховувати рівень трансформації зрошувальної води для запобігання можливим змінам агрохімічних і фізико-хімічних показників ґрунтів України зі зрошенням або їх прогнозування.

Ключові слова: агрохімічні показники, фізико-хімічні показники, Південно-Бузька зрошувальна система, трансформація, іригаційні показники.

Бабич А.А. Трансформація поливної води Южно-Бугської оросительної системи та її вплив на агрохімічні та фізико-хімічні показники південних чорноземів

В статті розглянуто проблема трансформації якості оросительної води Южно-Бугської оросительної системи (Николаєвський район, Николаєвська область) при проходженні води від її початку до кінця та вплив на агрохімічні та фізико-хімічні показники ґрунтів з орошенням (фермерське господарство «Зелений Гай» (початок оросительної системи), Учебно-науково-практичний центр Николаєвського національного аграрного університету (кінець системи орошення)). Знайдено статистично значимі кореляції концентрацій іонів (Na^+ , K^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{-2} , SO_4^{-2}) і часу протікання ($r_{xy} > 0,9$), підвищення рівня їх концентрації в 2 рази, за виключенням концентрацій іонів Ca^{+2} і HCO_3^- , CO_3^{-2} . Більшість параметрів орошення оросительної води (ризик оселачивання, вплив на рослини, ризик засолення, показники осолонцевання по Айдару, Стебелеру, Антипову-Каратаєву, SAR, термодинамічним параметрам) погіршуються після проходження по каналу оросительної системи. Кількість гумуса досліджуваних ґрунтів з орошенням змінюється в пахотних шарах під впливом орошення (фермерське господарство «Зелений Гай» – 4%, Учебно-науково-практичний центр Николаєвського національного аграрного університету – 7,1%), рівень подвижних форм P_2O_5 (фермерське господарство «Зелений Гай» + 23%, Учебно-науково-практичний центр Николаєвського національного аграрного університету – 13,9%), рівень подвижних форм K_2O (фермерське господарство «Зелений Гай» + 5,2%, Учебно-науково-практичний центр Николаєвського національного аграрного університету – 19,88%). Відзначається виражене погіршення агрохімічних характеристик ґрунту Учебно-науково-практичного центру Николаєвського національного аграрного університету. Реакція ґрунтових розчинів (рН) пахотних шарів досліджуваних ґрунтів з орошенням статистично не відрізняється від ґрунтів з орошенням ($p < 0,05$), являється слабкощелочною (фермерське господарство «Зелений Гай»), низького і середнього класу щелочності (Учебно-науково-практичний центр Николаєвського національного аграрного університету). Рівень обмінного натрію для пахотних шарів досліджуваних ґрунтів (фермерське господарство «Зелений Гай») – зменшення рівня обмінного Na^+ на 14,61%, Учебно-науково-практичний центр Николаєвського національного аграрного університету – збільшення на 54,26%) підтверджує гірше становище чорноземів дослідницького поля Учебно-науково-практичного центру Николаєвського національного аграрного університету. Для ґрунтів фермерського господарства «Зелений Гай» і Учебно-науково-практичного центру Николаєвського національного аграрного університету характерні достаточний рівень буферності, який протидіє процесам осолонцевання. Тому необхідно врахувати рівень трансформації оросительної води для протидії або прогнозування можливих змін агрохімічних та фізико-хімічних показників ґрунту України з орошенням.

Ключові слова: агрохімічні показники, фізико-хімічні показники, Южно-Бугська оросительна система, ірригаційні показники

Babych O.A. Transformation the south-bug irrigate system's water and its effect on agrochemical and physico-chemical parameters of the southern chernozem

The article was considered the problem of transformation of the quality of irrigation water of the South-Bug Irrigation System (Mykolaiv district of Mykolayiv region) as a result of the flowing from beginning to end and its influence on the agrochemical and physico-chemical characteristics of the SBIS soils with irrigation (the farm "Zelenyi Gay" (it is the beginning of the irrigation system) and the Scientific-practical center of the Mykolaiv National Agrarian University (it is the end of the irrigation system)). A statistically significant concentration correlation was found for ions (Na^+ , K^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{-2} , SO_4^{-2}) of the flowing time ($r_{xy} > 0,9$) and increase their level of concentration almost 2 times, except for concentrations of Ca^{+2} and HCO_3^- , CO_3^{-2} . Most of the irrigation parameters of natural water (the risk of splashing, the impact on plants, the risk of salinization, the parameters of salinization by Aidar, Stebeler, Antipov-Karataev, SAR, thermodynamic parameters) deteriorate when flowing on the channels of the irrigation system. The level of humus of the studied soils with irrigation was changed in the arable layers under the influence of irrigation (the farm "Zelenyi Gay" – 4%, the Scientific-practical center of the

Mykolaiv National Agrarian University – 7,1%), labile P_2O_5 (the farm “Zelenyi Gay” – + 23,0%, the Scientific-practical center of the Mykolaiv National Agrarian University – 13,9%), labile K_2O (the farm “Zelenyi Gay” – + 5,2%, the Scientific-practical center of the Mykolaiv National Agrarian University – 19,88%). There is a pronounced deterioration of agrochemical soil characteristics of the Scientific-practical center of the Mykolaiv National Agrarian University. The reaction of the soil solution (pH) of the arable layer of the studied soils with irrigation doesn't have a statistical difference from the soils with irrigation ($p > 0,05$), and are weak-alkalined (the farm “Zelenyi Gay”) and low-middle-class of the alkalinity (the Scientific-practical center of the Mykolaiv National Agrarian University). The level of solubility changes for the arable layers of the studied south chernozems (the farm “Zelenyi Gay” – a decrease of exchange Na^+ by 14,61%, the Scientific-practical center of the Mykolaiv National Agrarian University – an increase of 54,26%), which confirm the worse condition of the Scientific-practical center of the Mykolaiv National Agrarian University chernozems. For soils of the farm “Zelenyi Gay” and the Scientific-practical center of the Mykolaiv National Agrarian University characterized by a sufficient level of buffer, which prevents the processes of solubilization. Consequently, it is necessary to take into account the level of transformation of irrigation water to prevent or predict possible changes in the different characteristics of Ukraine soils.

Key words: *agrochemical indexes, physical and chemical characteristics of soils, South-Bug irrigation system, transformation, irrigation indexes.*

Вступ. Південно-Бузька зрошувальна система (далі – ПБЗС) є однією зі слабодосліджених іригаційних систем Півдня України. У радянські часи використовувалася для зрошення земель господарств сел Ковалівка, Улянівка, Зелений Гай, Степове, Червоне Поле, Данилівка, Сеньчино Миколаївської області Миколаївського району. Унаслідок економічної кризи, нерентабельності використання і виходу з ладу великої кількості дощувальної техніки, переходу до крапельної системи зрошення значно зменшилася кількість транспортованої води. Зменшення об'ємів закачаної води призвело до значних її втрат унаслідок протікання через випаровування, несправності каналів зрошувальної системи тощо. На даний момент по всій довжині ПБЗС залишилися лише 2 зрошуваних масиви – землі фермерського господарства с. Зелений Гай (далі – ФГ «ЗГ»), яке розташоване від Головної насосної станції (далі – ГНС) на відстані приблизно 20 км, і с. Сеньчино (дослідні поля Навчально-науково-практичний центр Миколаївського національного аграрного університету (далі – ННПЦ МНАУ)), на відстані приблизно 60 км від ГНС ПБЗС (кінцева точка дослідження). Грунти обох господарств представлені чорноземами південними середньогумусними важкосуглинковими, на яких вирощують здебільшого овочеві культури (цибуля, томати тощо). Проблема гостро постає для цих господарств, бо вода не надходить до них у потрібній кількості через випаровування, це також спричинює зміну концентрацій розчинних солей у досліджуваній воді, унаслідок чого спостерігається зміна її придатності до поливу за різними показниками. Використання трансформованої поливної води може призвести до зміни різноманітних показників зрошуваних ґрунтів. У вітчизняних і закордонних літературних джерелах мало досліджено проблему трансформації поливної води іригаційних систем залежно від довжини і часу протікання, зміну її придатності за різними показниками (небезпека підлучення, вплив на рослини, небезпека осолонцювання, показники Айдара, Стеблера, Антипова-Каратаєва, SAR, термодинамічні показники [3, с. 122–126; 5, с. 3–9; 7, с. 3–14].

За впливом поливної води на хімічні, фізико-хімічні, екологічні й інші показники ґрунтів різних регіонів України зі зрошенням проблема вивчається детально, залишається актуальною [1, с. 38–42; 4, с. 72–76; 6, с. 210–230]. Агорохімічні показники є одними з головних показників родючості ґрунтів (вміст гумусу, рухо-

мих сполук фосфору та K^+ тощо), фізико-хімічні показники показують рівень осолонцювання [2, с. 27–32], яке здатне призводити до погіршення фізичних властивостей ґрунтів, ємності катіонного обміну, який є важливим показником родючості ґрунту, реакції ґрунтового розчину, який значно впливає на урожайність сільськогосподарських культур, оскільки впливає на засвоєння ними різноманітних мікроелементів тощо. Вивчення закономірності трансформації поливної води в іригаційних системах, її впливу на показники різних видів ґрунтів є досить актуальною темою для сільського господарства й екології.

Результати дослідження. Для дослідження вибрано два об'єкти – поливна вода Південно-Бузької зрошувальної системи і ґрунти зі зрошенням і без зрошення земель за довжиною іригаційної системи. ПБЗС розташована в Миколаївському районі Миколаївської області. Поливна вода закачується за допомогою ГНС у с. Ковалівка. Потужність подачі води ГНС дорівнює $12,5 \text{ м}^3 / \text{с}$, вода подається на висоту приблизно 100 м в облицьований залізобетонними плитами магістральний канал, який цілком автоматизований за схемою регулювання «за верхнім б'єфом». Із магістральних каналів за допомогою насосних станцій закачується вода, відбувається полив крапельною системою зрошення.

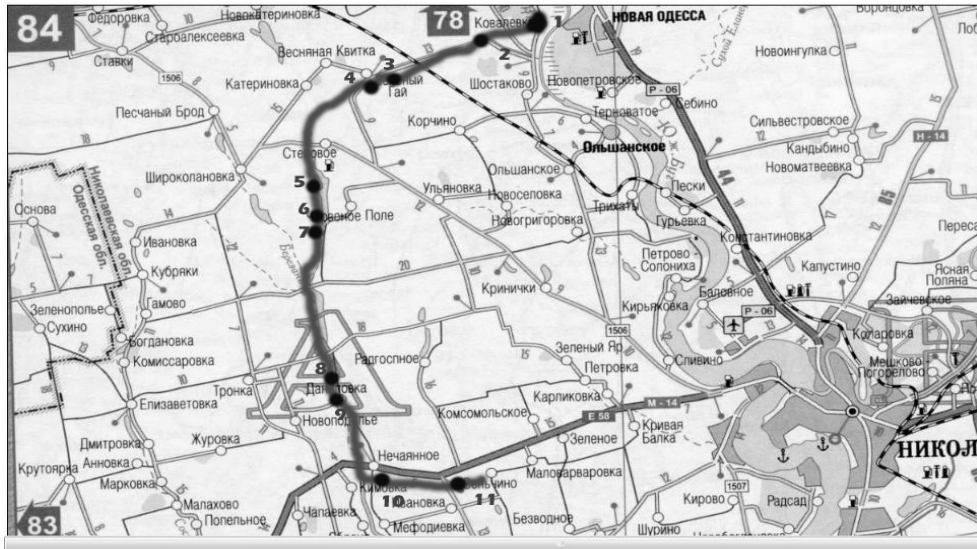


Рис. 1. Схема Південно-Бузької зрошувальної системи та точки відбору поливної води

Головна насосна станція (ГНС, с. Ковалівка); 2. МК 0.00 (початковий магістральний канал, с. Ковалівка); 3. Магістральний канал 1 (с. Зелений Гай); 4. Магістральний канал 2 (с. Зелений Гай); 5. Степівське водосховище (с. Степове); 6. Гребля 1 (с. Червоне Поле); 7. Гребля 2 (с. Червоне Поле); 8. Гребля 1 (с. Данилівка); 9. Гребля 2 (с. Данилівка); 10. Скид (с. Сеньчино); 11. Магістральний канал ННПЦ МНАУ (с. Сеньчино)

Відбір води з 11 точок (Рис. 1) проводили із трикратною повторністю в один день із різницею 2–3 години. Точки відбору поливної води Південно-Бузької зрошувальної системи мають такі координати:

Таблиця 1

Координати точок відбору поливної води Південно-Бузької зрошувальної системи та довжина протікання поливної води

Точка відбору	Координати північної широти	Координати східної довготи	Довжина від ГНС, км
Головна насосна станція (с. Ковалівка)	47°15'00.23"	31°44'17.45"	0
Магістральний канал МК 0.00 (с. Ковалівка)	47°15'13.38"	31°42'29.98"	2,3
Магістральний канал 1 (с. Зелений Гай)	47°14'47.20"	31°36'53.00"	12,33
Магістральний канал 2 (с. Зелений Гай)	47°11'00.23"	31°44'17.45"	19
Степівське водосховище (с. Степове)	47°10'19.43"	31°30'1.39"	23,75
Гребля (с. Червоне Поле)	47°08'1.50"	31°30'53.49"	28,33
Гребля (с. Данилівка)	47°00'21.60"	31°30'52.69"	42,76
Скид (с. Сеньчино)	46°56'07.59"	31°38'40.95"	58,5
Магістральний канал ННПЦ МНАУ (с. Сеньчино)	46°56'12.05"	31°39'04.44"	59

Відбір поливної води й аналіз іригаційних характеристик проводився згідно із ДСТУ, ISO, ОСТ, ТО: визначення у природній воді концентрацій аніонів Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , катіонів K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , визначення загальної мінералізації, визначення активності катіонів Na^+ і Ca^{+2} , визначення показника кислотності (рН), а також основних іригаційних показників, а саме: карбонатної лужності, загальної лужності, термодинамічних показників, небезпеки за рівнем осолонцювання, небезпеки за токсичним впливом на рослини, рівня токсичних солей за еквівалентом Cl^- .

Дослідження фізико-хімічних, хімічних і агрохімічних властивостей ґрунтів земель ПБЗС проводили влітку 2016 р. Викопувалися розрізи ґрунту глибиною 100 см у точках із постійним зрошенням і без зрошення. Відбиралися зразки ґрунту через кожні 10 см (0–10, 10–20, 20–30, 30–40, 40–50, 50–60, 60–70, 70–80, 80–90, 90–100 см) для аналізу стану фізико-хімічних, хімічних і агрохімічних властивостей ґрунтів, їх порівняння між ґрунтами початкової та кінцевої точок ПБЗС. Викопано по одному ґрунтовому розрізу на землях дослідних полів зі зрошенням і без зрошення.

Ґрунти зі зрошенням і без зрошення досліджуваних полів ФГ «ЗГ» розташовані поряд (Рис. 2). Ґрунти зі зрошенням і без зрошення представлені чорноземами південними малогумусними важкосуглинковими. За допомогою системи крапельного зрошення полив відбувається приблизно 20 років (1996–2016 рр.). На ґрунті зі зрошенням ФГ «ЗГ» вирощують здебільшого овочеві культури, як-от томати, огірки, цибулю ріпчасту. Ґрунти мають добрий стан обробки та підживлення. Ґрунти без зрошення використовуються для вирощування селери. Характеризуються низьким рівнем обробки і високим рівнем підживлення. Площа поля зі зрошенням дорівнює приблизно 68,1 га, без зрошення – приблизно 87 га. Клімат помірно континентальний, який характеризується високими температурами і низьким рівнем опадів.



Рис. 2. Дослідні поля ФГ «ЗГ» та точки ґрунтових розрізів

Зелений Гай 2 – точка відбору поливної води магістрального каналу ПБЗС; ФГ «ЗГ» зрошення – місце ґрунтового розрізу в полі ФГ «ЗГ» із крапельним зрошенням; ФГ «ЗГ» без зрошення – місце ґрунтового розрізу в полі ФГ «ЗГ» без зрошення

Координати ґрунтового розрізу поля зі зрошенням – $47^{\circ}11'23.64''$ північної широти і $31^{\circ}34'21.39''$ східної довготи. Координати ґрунтового розрізу без зрошення – $47^{\circ}11'15.54''$ північної широти і $31^{\circ}34'09.85''$ східної довготи.

Ґрунти дослідного поля ННПЦ МНАУ розташовані в с. Сеньчино Миколаївської області Миколаївського району. Землі ґрунтів зі зрошенням і без зрошення дослідного поля МНАУ розташовані поруч. Землі зі зрошенням поливаються також приблизно 20 років за допомогою системи крапельного поливу. Площа земель зі зрошенням – приблизно 6 га, без зрошення – 4 га. Вирощуються також здебільшого овочеві культури – цибуля, помідори, огірки й інше. Землі дослідного поля МНАУ зі зрошенням мають добрий рівень обробітку й удобрення. Дослідне поле ННПЦ МНАУ без зрошення використовується для вирощування зернових культур, здебільшого пшениці. Землі характеризуються високим рівнем обробітку й удобрення.



Рис. 3. Місце проведення ґрунтових розрізів у ННПЦ МНАУ: ННПЦ МНАУ – магістральний канал (кінцева точка ПБЗС); ННПЦ МНАУ зрошення – місце проведення ґрунтового розрізу в полі зі зрошенням; ННПЦ МНАУ без зрошення – місце проведення ґрунтового розрізу в полі без зрошення

Координати ґрунтового розрізу поля зі зрошенням – 46°56'10.54" північної широти і 31°39'06.05" східної довготи. Координати ґрунтового розрізу без зрошення – 46°56'14.27" північної широти і 31°39'28.13" східної довготи

Аналізування зразків ґрунту проводили за допомогою фізичних, хімічних і фізико-хімічних методик дослідження відповідно до ДСТУ, ISO, ОСТ, ТО: визначення рН водної витяжки ґрунту (ДСТУ ISO 10390–2001), визначення рухомих сполук K^+ і фосфору за Мачигінім (ДСТУ 4114–2002), визначення вмісту обмінних катіонів Na^+ , Mg^{+2} і Ca^{+2} (ГОСТ 26950–86, ГОСТ 26487–85), визначення $CaCO_3$ ацидометричним методом (ДСТУ ISO 10693–2001), уміст гумусу, за І. Тюріним, у модифікації ЦНАО (ГОСТ 26213–91).

Результати дослідження вмісту катіонів і аніонів у природній воді ПБЗС показали поступове їх зростання за збільшення довжини протікання. Найвища концентрація катіонів і аніонів у поливній воді досягалася в кінцевій точці ПБЗС – ННПЦ МНАУ (Табл. 1).

У досліджуваній природній воді підвищується рівень концентрації CO_3^{-2} на 306,7%, HCO_3^- – на 32,8%, Cl^- – на 108,5%, SO_4^{-2} – на 101,5%, K^+ – на 100%, Na^+ – на 106,6%, Ca^{+2} – на 44,73%, Mg^{+2} – на 92,1%. Більшість рівнів концентрацій іонів зросли майже удвічі, на відмінну від концентрацій HCO_3^- , CO_3^{-2} та Ca^{+2} . Це пояснюється нестійкістю HCO_3^- за підвищених температур, коли вони хімічно перетворюються на CO_3^{-2} (що зумовлює підвищення їх концентрації), у свою чергу, $CaCO_3$ є нерозчинним, тому іони Ca^{+2} зв'язуються з утвореними, CO_3^{-2} випадає в осад, тому його рівень у поливній воді зростає незначним чином. Збільшення вмісту розчинних солей у поливній воді за впливу зовнішніх чинників призводить до підвищення рівня загальної мінералізації. Вона зростає на 86,1%. Показник кислотності (рН) зростає на пів одиниці через збільшення концентрації CO_3^{-2} у поливній воді. Рівень рН у ГНС має слабколужний рівень, у ННПЦ МНАУ – середньолужний. За вмістом аніонів поливна вода є сульфатно-гідрокарбонатно-хлоридною за всією довжиною іригаційної системи, за катіонним складом – натрій-кальцієво-магнієвою.

У результаті дослідження основних іригаційних показників виявлено їх зміну за всією довжиною іригаційної системи (Табл. 2). За безпекою підлучення (вміст токсичних солей (мекв Cl^-), рівень рН, вміст CO_3^{-2}) вода змінювалася – на початку ПБЗС вона відносилась до I–II класів придатності (перехідний клас), у кінці – до II класу (обмежено придатна). Це пояснюється підвищеною лужністю поливної води (рН > 7,8) за всією довжиною іригаційної системи. За впливом на рослини (вміст у воді (ммоль екв) HCO_3^- , Ca^{+2} , CO_3^{-2} і Cl^-) поливна вода на початку має I клас (цілком придатна), лише в кінцевих точках набуває проміжного значення між I–II класами придатності. За безпекою осолонцювання (відношення вмісту у воді (ммоль екв) суми K^+ і Na^+ до загальної концентрації катіонів) поливна вода ПБЗС за всією довжиною має II клас придатності. За показниками потенційного осолонцювання ґрунтів за Айдаром – II клас за всією довжиною; за Стеблером – на початку I клас (добра), який переходить у II клас (задовільна); за Антиповим-Каратаєвим – осолонцювання не має бути виражене за всією довжиною; SAR – за всією довжиною осолонцювання не виражене; SAR* – на початкових точках – середній ризик осолонцювання, у кінцевих – високий ризик. Термодинамічні показники поливної води підвищенні щодо ризику осолонцювання в кінцевих точках та зниженні щодо ризику підлучення ґрунтів. Осолонцювання Mg^{+2} на початкових точках неможливе, далі спостерігається невисокий ризик, оскільки значення не перевищують 60% бар'єра.

Таблиця 1

Рівень концентрацій іонів та показника кислотності (рН)
у різних точках ПБЗС поливного сезону 2016 р.

Конц. іонів (мг / дм ³) Точка відбору	рН	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Заг. мінерал. (мг / дм ³)
ГНС	8,23	1,8	165,31	45,8	444,48	7,8	162,5	60,8	36,24	924,6
МК 00.0	8,23	1,92	168,36	45,8	442,56	7,8	162,5	60,8	36,24	926,1
Зелений Гай 1	8,33	2,04	170,19	49,35	455,04	7,8	166,4	62,8	37,92	951,4
Зелений Гай 2*	8,4	2,04	170,20	49,7	462,72	7,8	167,9	64,0	38,4	962,8
Водосховище, с. Степове	8,45	2,58	186,05	53,61	506,88	8,2	185,4	67,6	42,72	1 053
Гребля 1 (с. Червоне Поле)	8,53	2,46	170,19	59,29	570,24	8,6	202,9	70,4	46,32	1 130,3
Гребля 2 (с. Червоне Поле)	8,53	2,46	170,21	59,3	570,24	8,6	202,9	70,4	46,32	1 130,3
Гребля 1 (с. Данилівка)	8,61	3,3	201,91	72,07	750,72	9,8	282,4	77,2	56,4	1 453,6
Гребля 2 (с. Данилівка)	8,61	3,3	201,91	72,1	749,76	9,8	282,4	77,2	56,4	1 452,6
Скид (с. Сеньчино)	8,71	7,2	215,33	95,5	827,52	14,2	312,5	86,4	65,28	1 623,6
ННПЦ МНАУ, с. Сеньчино*	8,73	7,32	219,6	95,5	895,68	15,6	335,8	88	69,6	1 727,1

* – поливна вода ПБЗС, яка використовується для зрошення; МК – магістральний канал

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Гребля 1 (с. Червоне Поле)	4,51 (I) 8,53 (III) 0,082 (II) -0,73 (II)	II	2,79 (I) -0,73 (I) 0,082 (II) 1,67 (I)	I	55,05	II	119,51 II	14,71 II	4,59 I	16,53 II	1,4 I	3,64 I	2,59 I	52,30 II
Гребля 2 (с. Червоне Поле)	5,84 (II) 8,61 (III) 0,11 (II) -0,55 (I)	II	3,31 (I) -0,55 (I) 0,11 (II) 2,03 (I)	I	59,39	II	143,34 II	11,18 II	5,93 I	23,72 III	1,11 II	4,02 I	3,64 I	54,91 II
Скид (с. Сеньчино)	8,02 (II) 8,71 (III) 0,24 (II) -0,79 (I)	II	3,53 (II) -0,79 (I) 0,24 (II) 2,69 (I)	I-II	58,82	II	139,14 II	9,37 II	6,15 I	24,59 III	1,06 II	4,22 I	3,99 I	55,74 II
ННПЦ МНАУ, с. Сеньчино*	8,33 (II) 8,73 (III) 0,24 (II) -0,8 (I)	II	3,6 (II) -0,8 (I) 0,24 (II) 2,69 (I)	I-II	59,52	II	143,14 II	8,99 II	6,46 I	25,86 III	0,98 II	4,32 I	4,42 II	56,86 II

Примітки: I – цілком придатна; II – обмежено придатна; III – цілком непридатна; для альтерн. показн. – I – небезпека осолонцювання ґрунту низька, II – середня, III – висока, IV – дуже висока, * – точки зрошувальної системи, де закачується вода для поливу.

Взагалі, іригаційна придатність досліджуваної природної води значно змінюється в результаті збільшення довжини протікання (Табл. 2).

Одним із важливих чинників є час протікання поливної води системою каналів, водосховищ тощо. За всією довжиною іригаційної системи швидкість протікання різна, отже, і час (Табл. 3).

Таблиця 3
Час проходження поливної води через ПБЗС у точках відбору зразків

Точка відбору	Швидкість току води, м/с	Відстань, км	Час проходження, с / хв
Магістральний канал 0.00	5,1	2,3	$\frac{451}{7,51}$
Зеленогайський магістральний канал 1	3,2	12,33	$\frac{3\ 585}{59,75}$
Зеленогайський магістральний канал 2	3,1	19	$\frac{5\ 737}{95,61}$
Дамба, с. Степове	2,8	23,75	$\frac{7\ 433}{123,89}$
Дамба, с. Червоне Поле	0,5	28,33	$\frac{16\ 593}{276,55}$
Дамба, с. Данилівка	0,8	42,76	$\frac{34\ 631}{577,18}$
Скид, с. Сеньчино	1,1	59	$\frac{49\ 394,5}{823,24}$
Магістральний канал ННПЦ МНАУ	3,4	59,5	$\frac{49\ 541,5}{825,69}$

Від початку зрошувальної системи до кінця вода проходить приблизно за 826 хвилин, або приблизно за 14 годин. Що стосується залежності між результатами часу протікання і рівня концентрації катіонів і аніонів, то всі результати мали дуже високу залежність один від одного за коефіцієнтом лінійної кореляції (Табл. 4, 5).

Таблиця 4
Коефіцієнти лінійної кореляції і детермінації концентрацій аніонів (ммоль/л), загальної мінералізації та рН поливної води ПБЗС 2016 р. залежно від часу протікання (Т)

Параметр	HCO_3^{-2}	CO_3^{-2}	Cl ⁻	SO_4^{-2}	Мінералізація	pH
r_{xy}	0,94*	0,90*	0,99*	0,99*	0,99*	0,94*
R^2	0,88	0,81	0,98	0,98	0,98	0,88
Рівняння лінійної регресії	$[\text{HCO}_3^{-2}] = 0,061 * T + 165,13$	$[\text{CO}_3^{-2}] = 0,0057 * T + 1,41$	$[\text{Cl}] = 0,057 * T + 44,59$	$[\text{SO}_4^{-2}] = 0,53 * T + 431,81$	Min = $0,935 * T + 902,75$	$[\text{pH}] = 0,0005 * T + 8,31$

Примітки: * – значення лінійної кореляції, значущі на рівні $p < 0,05$ (наявність статистичної достовірності) (результати отриманні за допомогою статистичної програми Statistica 6.0).

Таблиця 5

**Коефіцієнти лінійної кореляції і детермінації концентрацій катіонів
(ммоль/л) поливної води ПБЗС 2016 р. залежно від часу протікання (Т)**

Параметр	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²
r _{xy}	0,99*	0,91*	0,99*	0,99*
R ²	0,98	0,83	0,98	0,98
Рівняння лінійної регресії	[Na ⁺] = 0,207*Т + 155,425	[K ⁺] = 0,008*Т + 7,05	[Ca ⁺²] = 0,03*Т + 61,37	[Ca ⁺²] = 0,037*Т + 36

*Примітки: * – значення лінійної кореляції, значущі на рівні p < 0,05 (наявність статистичної достовірності) (результати отриманні за допомогою статистичної програми Statistica 6.0).*

Узагальнивши отриманні результати, можна зробити висновок про високий рівень залежності концентрації розчинних солей від часу протікання досліджуваною іригаційною системою. Даний факт можна використовувати для прогнозування рівня тих чи інших іонів у поливній воді в будь-якій точці ПБЗС, знаючи лише початкові значення концентрацій.

Під час дослідження вмісту гумусу у ґрунтах ПБЗС спостерігаються статистично незначні зміни в разі дії зрошення. Для ґрунтів ФГ «ЗГ» лише орний шар 20–30 см має виражене статистичне зниження результатів (на 9,6%) за t-критерієм Стьюдента (p < 0,05). Усі інші орні та підорні шари ґрунтів ФГ «ЗГ» зі зрошенням і без зрошення мають невиражену статистичну відмінність один від одного (Табл. 6). Для ґрунтів дослідного поля ННПЦ МНАУ характерна схожа тенденція – лише шари ґрунтів 40–60 см зі зрошенням і без зрошення мають статистичну відмінність один від одного за t-критерієм. Вміст ґрунту підорного шару 40–50 см збільшується за дії зрошення на 36,9%, для шару 50–60 см – на 35,5%. Вміст гумусу орного шару ґрунтів ННПЦ МНАУ зі зрошенням дещо знижується, але результати статистично не відрізняються один від одного. За показниками родючості за ДСТУ 4362:2004 для орних шарів ґрунтів ПБЗС кращий стан мають ґрунти без зрошення (Табл. 6). Для ФГ «ЗГ» підвищений вміст гумусу характерний до глибини 0–40 см, далі вміст гумусу різко знижується. Для ґрунту ННПЦ МНАУ без зрошення підвищений вміст характерний до глибини 0–20 см, далі вміст поступово знижується. Для ґрунтів зі зрошенням характерне зменшення рівня підвищеного вмісту гумусу. Для ґрунтів ННПЦ МНАУ залишається високий вміст у шарі 0–10 см, далі від 10–50 см – середній вміст, 50–90 см – низький вміст, для 90–100 см шару – дуже низький вміст (за ДСТУ 4362:2004). Спостерігається деяка тенденція до зменшення вмісту гумусу в орних шарах, деяке підвищення в підорному шарі, але це статистично не підтвердилося. Для ґрунтів ФГ «ЗГ» зі зрошенням вміст знижується із шару 20–30 см, далі від 40 см до 60 см характерний середній вміст, 60–70 см – низький вміст, шар 80–100 см має дуже низький вміст органічної речовини. Також спостерігається тенденція зменшення рівня гумусу у верхніх шарах ґрунту, деяке його підвищення в нижніх. Тому можна зробити висновок, що зрошення впливає на рівень гумусу ґрунтів чорноземів південних ПБЗС зниженням його вмісту в орному шарі, підвищенням його в підорному шарі. Це свідчить про процес вимивання гумусу з верхніх шарів у нижні під впливом поливної води. Найбільш виражений процес за використання високомінералізованої трансформованої поливної води ПБЗС для досліджуваних ґрунтів ННПЦ МНАУ.

Таблиця 6

**Вміст гумусу (%) у ґрунтах чорноземів південних ПБЗС
зі зрошенням і без зрошення (за ДСТУ 4362:2004)**

Глибина генетичного горизонту, см	ННПЦ МНАУ		ФГ «ЗГ»	
	Зрошення	Без зрошення	Зрошення	Без зрошення
0–10	3,09 ± 0,03	3,35 ± 0,12	3,05 ± 0,26	3,04 ± 0,11
10–20	2,83 ± 0,23	3,03 ± 0,07	3,3 ± 0,09	3,36 ± 0,08
20–30	2,75 ± 0,11	2,95 ± 0,1	3,01 ± 0,03*	3,33 ± 0,11
30–40	2,52 ± 0,21	2,68 ± 0,18	3,08 ± 0,07	3,19 ± 0,15
40–50	2,15 ± 0,08*	1,57 ± 0,1	2,5 ± 0,2	1,94 ± 0,1
50–60	1,68 ± 0,1*	1,24 ± 0,12	2,24 ± 0,05	1,92 ± 0,12
60–70	1,55 ± 0,1	1,21 ± 0,15	1,85 ± 0,11	1,75 ± 0,1
70–80	1,47 ± 0,13	1,14 ± 0,02	0,9 ± 0,07	0,88 ± 0,09
80–90	1,08 ± 0,05	1,02 ± 0,05	0,83 ± 0,06	0,83 ± 0,02
90–100	0,97 ± 0,02	0,92 ± 0,04	0,53 ± 0,03	0,55 ± 0,04

Примітки: – підвищений вміст, **сс** – середній вміст, **аа** – низький вміст, **сс** – дуже низький вміст, * – виражена статистична відмінність результатів із ґрунтами без зрошення ($p < 0,05$).

Рівень рухомих сполук P_2O_5 (за Мачигінім) у ґрунтах досліджуваних господарств змінюється під впливом зрошення. Виражена статистична відмінність між ґрунтами зі зрошенням і без зрошення характерна для ННПЦ МНАУ, лише шари 60–70 см і 90–100 см ґрунтового розрізу не мають вираженої статистичної відмінності ($p > 0,05$). Вміст рухомого P_2O_5 у ґрунтах зі зрошенням ННПЦ МНАУ у більшості шарів знижується. Вміст рухомого P_2O_5 для ґрунтів ННПЦ МНАУ зі зрошенням і без зрошення низький (за ДСТУ 4362:2004), за винятком шару ґрунту 0–10 см поля без зрошення. Ґрунти ФГ «ЗГ» мають краший стан, для ґрунтів зі зрошенням характерне підвищення вмісту в орному шарі, особливо щодо шару 0–10 см. Вміст рухомого P_2O_5 в орному шарі підвищений, у підорних шарах – низький. Більш виражений вплив поливної води на вміст P_2O_5 у ґрунтах ННПЦ МНАУ, що пояснюється впливом трансформованої поливної води ПБЗС (Табл. 7).

Вміст рухомого K_2O також значно змінився у ґрунтах ННПЦ МНАУ зі зрошенням. На всій глибині ґрунтового розрізу результати мають виражену статистичну відмінність за t-критерієм ($p < 0,05$), на відміну від аналогічного розрізу ґрунту ФГ «ЗГ». Для ґрунтів зі зрошенням ННПЦ МНАУ характерне зниження вмісту сполук рухомого K_2O на всій глибині ґрунтового розрізу порівняннi з ґрунтами без зрошення. Оборотна тенденція характерна для ґрунтів ФГ «ЗГ», але вона статистично не виражена (Табл. 7). Вміст обмінного K_2O в орних шарах ґрунту ННПЦ МНАУ без зрошення і зі зрошенням високий, для ФГ «ЗГ» – дуже високий. У підорних шарах ґрунту зі зрошенням ННПЦ МНАУ наявний підвищений рівень вмісту сполук рухомого K_2O , що пояснюється впливом трансформованої поливної води ПБЗС.

Таблиця 7

Вміст рухомого P_2O_5 і K_2O (%), за Мачигінім, у ґрунтах чорноземів південних ПБЗС зі зрошенням і без зрошення

Глибина генетичного горизонту, см	ННПЦ МНАУ		ФГ «ЗГ»	
	P_2O_5 , мг/кг ґрунту	K_2O , мг/кг ґрунту	P_2O_5 , мг/кг ґрунту	K_2O , мг/кг ґрунту
0–10	$14,73 \pm 0,12$ (н) $21,17 \pm 0,12$ (с)	$318 \pm 22,5$ (в) $405,6 \pm 10,43$ (дв)	$43,8 \pm 0,2$ (п) $28,3 \pm 0,2$ (с)	$590,9 \pm 13,1$ (дв) $606,4 \pm 5,8$ (дв)
10–20	$10,94 \pm 0,08$ (н) $8,53 \pm 0,07$ (н)	$313,7 \pm 24,5$ (в) $353,6 \pm 6,7$ (в)	$28,42 \pm 1,97$ (с) $25,36 \pm 2,12$ (с)	$441,5 \pm 8,6$ (дв) $377,2 \pm 12,9$ (в)
20–30	$7,95 \pm 0,07$ (н) $9,35 \pm 0,1$ (н)	$175,6 \pm 11,4$ (п) $248,5 \pm 18,6$ (п)	$21,81 \pm 1,93$ (с) $22,79 \pm 1,96$ (с)	$356,4 \pm 12,1$ (в) $336 \pm 11,3$ (в)
30–40	$4,95 \pm 0,1$ (н) $7,26 \pm 0,26$ (н)	$141,2 \pm 22,7$ (с) $290,5 \pm 14,0$ (п)	$5,45 \pm 0,14$ (н) $9,45 \pm 0,91$ (н)	$316,4 \pm 3,89$ (в) $311 \pm 9,4$ (в)
40–50	$4,44 \pm 0,11$ (н) $7,16 \pm 0,11$ (н)	$143,2 \pm 11,4$ (с) $298,2 \pm 15,3$ (в)	$1,21 \pm 0,42$ (н) $0,25 \pm 0,08$ (н)	$302,1 \pm 3$ (в) $294,2 \pm 4,7$ (п)
50–60	$4,45 \pm 0,09$ (н) $6,26 \pm 0,08$ (н)	$98,8 \pm 14,3$ (н) $196 \pm 6,6$ (с)	$1,04 \pm 0,11$ (н) $0,07 \pm 0,01$ (н)	$284,8 \pm 4,3$ (п) $279,3 \pm 1,2$ (п)
60–70	$5,34 \pm 0,1$ (н) $5,36 \pm 0,12$ (н)	$94,2 \pm 6,1$ (н) $200,4 \pm 10,3$ (п)	$0,94 \pm 0,06$ (н) $0,06 \pm 0,01$ (н)	$249,3 \pm 9,1$ (п) $239,3 \pm 5,4$ (п)
70–80	$5,28 \pm 0,03$ (н) $7,18 \pm 0,14$ (н)	$137 \pm 11,7$ (с) $185,1 \pm 4,7$ (с)	$0,88 \pm 0,06$ (н) $0,07 \pm 0,01$ (н)	$237,2 \pm 8,3$ (п) $191 \pm 5,8$ (с)
80–90	$5,34 \pm 0,1$ (н) $6,06 \pm 0,11$ (н)	$113,7 \pm 12$ (с) $175,3 \pm 9,1$ (с)	$0,88 \pm 0,03$ (н) $0,08 \pm 0,01$ (н)	$213,6 \pm 9$ (п) $203,4 \pm 8$ (п)
90–100	$5,3 \pm 0,2$ (н) $5,38 \pm 0,05$ (н)	$135,4 \pm 6,9$ (с) $202,1 \pm 10$ (п)	$0,27 \pm 0,04$ (н) $0,07 \pm 0,01$ (н)	$214,5 \pm 6,1$ (п) $199,8 \pm 7,8$ (п)

Примітки: дв – дуже високий вміст; в – високий вміст; п – підвищений вміст; с – середній вміст; н – низький вміст (за ДСТУ 4362:2004); *aaa* – результати між зрошенням і без зрошення мають статистичну відмінність ($p < 0,05$); чисельник – ґрунти зі зрошенням, знаменник – без зрошення.

Аналіз фізико-хімічних характеристик ґрунтів ФГ «ЗГ» (Табл. 8) зі зрошенням показав незначну зміну обмінного Na^+ та Ca^{+2} за всією глибиною ґрунтового горизонту щодо ґрунту без зрошення. В орному шарі спостерігається незначне зниження обмінного Na^+ (шар 0–10 см), вміст обмінного Ca^{+2} не має виражених статистичних змін ($p < 0,05$). Вміст обмінного Mg^{+2} статистично зростає в орному шарі і в нижніх підорних шарах у разі зрошення низькомінералізованою водою ПБЗС. Зростання вмісту обмінного Mg^{+2} в орному шарі зумовлюється підвищеним вмістом Mg^{+2} у поливній воді (II клас придатності за небезпекою осолонцюванням магнієм). Вміст нерозчинних карбонатів за всією глибиною ґрунтового горизонту статистично збільшується для шарів ґрунту 0–30 і 50–60 см. Це призводить до незначного збільшення рівня буферності ґрунтів орного шару зі зрошенням. Орний шар ґрунтів зі зрошенням і без зрошення слабо солонцюватий за вмістом обмінного Na^+ та рівнем буферності, але для ґрунтів зі зрошенням спостерігається деяка тенденція зниження солонцюватості через збільшення рівня буферності. Для підорних шарів ґрунтового розрізу характерний низький рівень солонцюва-

тості через високу буферність. Низькомінералізована поливна вода, віддаючи у ГПК іони Ca^{+2} , може сприяти запобіганню процесу осолонцювання. За іригаційними показниками (Табл. 2) поливна вода в цій точці ПБЗС повинна була призводити до осолонцювання (окрім показників SAR, термодинамічного показнику $\text{pNa}^{+} / \text{pCa}^{+2}$). Термодинамічний показник $\text{pNa}^{+} / \text{pCa}^{+2}$ виявляється більш достовірним щодо прогнозування впливу на процеси осолонцювання ґрунтів, оскільки враховує реальні активності іонів у водному розчині. За реакцією ґрунтового розчину верхній орний шар 0–10 см має середньолужний показник, 10–30 см – слабколужний, підорний шар ґрунту від 30 до 70 см – слабколужний, далі – середньолужний, тому за більшістю горизонтів ґрунт є слабколужним. Деяке підлучення верхнього шару ґрунтів зі зрошенням і без зрошення може зумовлюватися мікробіологічним чинником [2] за редукування сульфат-аніонів, у результаті якого можуть синтезуватися CO_3^{-2} і HCO_3^{-} , які призводять до зміщення реакції ґрунтового розчину в лужний бік.

Землі ФГ «ЗГ» зі зрошенням за фізико-хімічними характеристиками мають оптимальні значення ЄКО (30–40 мг-екв на 100 ґрунту), рівень обмінного Na^{+} зростає, але залишається в межах оптимального значення (< 5% від ЄКО (за ДСТУ 4362:2004), з урахуванням буферності, яка дещо зростає під дією зрошення, ґрунти є солонцюватими в шарі 10–20 см, що може призвести до погіршення фізичних властивостей. Показник реакції ґрунтового розчину виходить за межі оптимальних для вирощування культур (цибуля ріпчаста рН – 6,5–7), що може призвести до зниження врожайності, але процес підлучення, імовірно, залежить від мікробіологічного впливу.

Фізико-хімічні характеристики ґрунтів ННПЦ МНАУ зі зрошенням мають гірші показники порівняно із ґрунтами ФГ «ЗГ» (Табл. 8). Рівень обмінного Na^{+} зростає за всією глибиною ґрунтового горизонту (статистично виражено для глибини 20–100 см), Ca^{+2} – знижується (статистично виражено для шарів 0–10, 30–50 і 70–100 см), Mg^{+2} – зростає (статистично виражено для всіх шарів, окрім 60–70 см). Рівень карбонатів для більшості шарів знижується, стабілізуючись у кінцевих шарах ґрунтового розрізу. За ЄКО, ґрунти ННПЦ МНАУ зі зрошенням і без зрошення мають оптимальний рівень.

За відсотковим вмістом обмінного Na^{+} від ЄКО дещо перевищує оптимальний рівень (> 5%), що призводить до осолонцювання (без урахування буферності). Буферність орного горизонту, у результаті, знижується, для підорних – залишається на стабільному рівні. Ступінь солонцюватості з урахуванням буферності орного шару ґрунту зі зрошенням досягає середнього рівня, що є негативним моментом для досліджуваних ґрунтів. Далі за глибиною ґрунтового горизонту солонцюватість зникає через високу буферність підорних перехідних горизонтів. Показник реакції ґрунтового розчину залишається для більшості шарів ґрунтів зі зрошенням і без зрошення на середньолужному рівні. Ґрунти зі зрошенням мають дещо вищий рівень лужності порівняно із ґрунтами без зрошення. Це буде призводити до зниження рівня врожайності цибулі ріпчастої, оскільки рівень рН не є оптимальним для даної культури.

Висновки:

1. Якість поливної води ПБЗС значно змінюється в результаті проходження від початку до кінця завдяки збільшенню концентрацій катіонів і аніонів.

2. Основний фізичний чинник трансформації – випаровування поливної води, бо зміна концентрацій катіонів і аніонів має значну лінійну кореляцію із часом протікання.

Таблиця 8

Фізико-хімічні характеристики чорноземів південних
(за ДСТУ 3866-99, 4362:2004) ПБЗС ФГ «ЗГ» зі зрошенням і без зрошення

Показник	Глибина шару ґрунту, см									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Na ⁺ мг-екв/100 г ґрунту	0,59 ± 0,02 0,71 ± 0,02	0,71 ± 0,05 0,71 ± 0,03	0,78 ± 0,06 0,72 ± 0,06	0,8 ± 0,11 0,7 ± 0,05	0,88 ± 0,09 0,72 ± 0,04	0,89 ± 0,12 0,7 ± 0,03	1,2 ± 0,06 0,52 ± 0,07	1,25 ± 0,08 0,4 ± 0,03	1,5 ± 0,04 0,72 ± 0,04	1,83 ± 0,05 0,07 ± 0,06
Ca ⁺² мг-екв/100 г ґрунту	28,75 ± 0,48 29,7 ± 2,38	33,71 ± 2,3 33,9 ± 1,7	35,37 ± 2,8 35,02 ± 2,47	35,11 ± 0,71 31,09 ± 0,87	30,7 ± 0,52 30,06 ± 1,75	27,47 ± 0,91 29,32 ± 0,64	27,70 ± 0,87 25,37 ± 1,46	28,97 ± 0,91 25,2 ± 1,26	30,1 ± 2,12 21,38 ± 1,73	30,12 ± 2,28 21,35 ± 2,02
Mg ⁺² мг-екв/100 г ґрунту	13,78 ± 0,2 7,47 ± 0,91	8,72 ± 0,2 3,47 ± 0,71	7,42 ± 0,52 2,5 ± 0,36	3,73 ± 0,21 2,56 ± 0,14	3,52 ± 0,37 3,75 ± 0,28	3,75 ± 0,78 4,47 ± 0,91	3,76 ± 0,07 3,75 ± 0,08	3,74 ± 0,07 3,61 ± 0,05	3,74 ± 0,08 2,55 ± 0,26	4,01 ± 0,2 2,41 ± 0,19
Сума, мг-екв/100 г ґр	43,12 37,88	43,14 38,08	43,57 38,24	39,64 34,35	35,1 34,53	32,11 34,49	32,66 29,64	33,96 29,21	35,34 24,65	35,96 23,83
Na ⁺ , %	1,36 1,87	1,64 1,86	1,79 1,88	2,01 2,03	2,51 2,08	2,77 2,03	3,67 1,75	3,68 1,36	4,24 2,92	5,08 0,29
Ca ⁺² , %	66,67 78,4	78,14 89,02	81,18 91,57	88,57 90,5	87,46 87,05	85,55 85,01	84,81 85,59	85,30 86,27	85,17 86,73	83,75 89,59
CaCO ₃ , %	1,69 ± 0,07 1,27 ± 0,06	1,97 ± 0,09 1,55 ± 0,06	2,2 ± 0,1 1,69 ± 0,04	4,22 ± 0,19 4,44 ± 0,1	4,65 ± 0,1 4,65 ± 0,15	6,2 ± 0,21 5,07 ± 0,22	6,2 ± 0,25 5,63 ± 0,21	6,22 ± 0,21 5,65 ± 0,17	6,23 ± 0,19 5,67 ± 0,23	6,24 ± 0,16 5,68 ± 0,18
Буферн.	НБ НБ	НБ НБ	СБ НБ	СБ СБ	СБ СБ	ВБ ВБ	ВБ ВБ	ВБ ВБ	ВБ ВБ	ВБ ВБ
Ступ. солон-цтов.	СС СС	СС СС	НС СС	НС НС	НС НС	НС НС	НС НС	НС НС	НС НС	СС НС
pH _{вод}	8,18 ± 0,01 8,11 ± 0,01	7,92 ± 0,02 7,84 ± 0,02	7,82 ± 0,02 7,79 ± 0,02	7,68 ± 0,02 7,62 ± 0,02	7,74 ± 0,05 7,65 ± 0,01	7,75 ± 0,03 7,67 ± 0,04	7,83 ± 0,03 7,71 ± 0,04	8,15 ± 0,04 7,94 ± 0,04	8,27 ± 0,03 8,11 ± 0,04	8,31 ± 0,04 8,20 ± 0,02
Оцінка рН _{вод}	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ

Примітка: *НБ – низькобуферні, СБ – середньобуферні, ВБ – високобуферні; **НС – несолонцюваті, СС – слабо солонцюваті; ***СрЛ – слабкодужні, СрЛ – середньодужні; чисельник – ґрунти зі зрошенням, знаменник – ґрунти без зрошення; **|||||** – наявність статистичної відмінності між результатами за t-критерієм Стьюдента ($p < 0,05$).

Таблиця 8

Фізико-хімічні характеристики чорноземів південних
(за ДСТУ 3866–99, 4362:2004) ПБЗС ННПЦ МНАУ зі зрошенням і без зрошення

Показник	Глибина шару ґрунту, см									
	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–80	80–90	90–100
Na ⁺ мг-екв/100 г ґрунту	1,67 ± 0,12 1,07 ± 0,23	1,63 ± 0,12 1,23 ± 0,12	1,67 ± 0,12 1,03 ± 0,12	1,77 ± 0,12 0,62 ± 0,06	1,93 ± 0,23 0,12 ± 0,06	1,97 ± 0,12 0,1 ± 0,01	2,07 ± 0,12 0,1 ± 0,01	2,27 ± 0,23 0,11 ± 0,02	2,03 ± 0,31 0,11 ± 0,02	1,52 ± 0,07 0,11 ± 0,02
Ca ⁺² мг-екв/100 г ґрунту	32,3 ± 0,53 26,3 ± 0,19	31,53 ± 1,23 29,27 ± 0,31	30,37 ± 0,47 31,37 ± 0,58	27,27 ± 0,61 31,03 ± 0,58	27,37 ± 0,12 29,33 ± 0,51	27,17 ± 0,42 28,43 ± 0,51	25,27 ± 0,77 27,53 ± 0,51	25,3 ± 0,35 27,57 ± 0,42	26,37 ± 0,62 29,13 ± 0,23	30,2 ± 0,35 34,37 ± 0,58
Mg ⁺² мг-екв/100 г ґрунту	5,11 ± 0,2 14,07 ± 0,5	7,43 ± 0,12 9,53 ± 0,5	6,17 ± 0,31 7,97 ± 0,47	4,93 ± 0,12 9,17 ± 0,31	4,57 ± 0,42 10,17 ± 0,12	5,03 ± 0,12 10,23 ± 0,12	8,2 ± 0,35 9,23 ± 0,47	12,17 ± 0,42 7,2 ± 0,54	15,33 ± 0,62 5,57 ± 0,23	14,13 ± 0,31 10,13 ± 0,5
Сума, мг-екв/100 г ґр	39,08 41,44	40,59 40,03	38,21 40,37	33,97 40,82	33,87 39,62	34,17 38,76	35,54 36,86	39,74 34,88	43,73 34,81	45,85 44,61
Na ⁺ , %	4,27 2,58	4,01 3,07	4,37 2,55	5,21 1,51	5,69 0,3	5,76 0,26	5,82 0,27	5,71 0,31	4,64 0,32	3,31 0,25
Ca ⁺² , %	82,65 63,46	77,67 73,12	79,48 77,71	80,27 76,01	80,81 74,02	79,51 73,34	71,10 74,68	63,66 79,04	60,3 83,68	65,86 77,05
CaCO ₃ , %	2,52 ± 0,09 2,99 ± 0,09	1,85 ± 0,12 3 ± 0,12	1,77 ± 0,1 2,68 ± 0,14	3,46 ± 0,04 2,46 ± 0,07	2,43 ± 0,05 2,95 ± 0,08	8,82 ± 0,17 10,36 ± 0,11	8,86 ± 0,15 10,39 ± 0,14	5,8 ± 0,14 10,44 ± 0,23	10,4 ± 0,11 10,41 ± 0,18	8,91 ± 0,2 8,91 ± 0,19
Буферн.	СБ СБ	НБ СБ	НБ СБ	СБ СБ	СБ СБ	ВБ ВБ	ВБ ВБ	ВБ ВБ	ВБ ВБ	ВБ ВБ
Ступ. солон-цтов.	СС НС	СрС СС	СрС НС	СС НС	СС НС	СС НС	СС НС	СС НС	СС НС	СС НС
pH _{вод}	8,33 ± 0,02 8,12 ± 0,03	8,28 ± 0,04 8,08 ± 0,03	8,11 ± 0,06 8,06 ± 0,05	8,14 ± 0,03 8,10 ± 0,05	8,16 ± 0,05 8,03 ± 0,03	8,32 ± 0,02 8,02 ± 0,06	8,34 ± 0,04 8,04 ± 0,02	8,3 ± 0,05 8,03 ± 0,03	8,32 ± 0,02 8,07 ± 0,03	8,28 ± 0,04 8,06 ± 0,02
Оцінка pH _{вод}	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ	СрЛ СрЛ

Примітка: *НБ – низькобуферні, СБ – середньобуферні, ВБ – високобуферні; ** НС – несолонцюваті, СС – слабкосолонцюваті, СрС – середньосолонцюваті; *** СлЛ – слабколуужні, СрЛ – середньолужні; чисельник – ґрунти зі зрошенням, знаменник – ґрунти без зрошення; тттт – наявність статистичної відмінності між результатами за t-критерієм Стьюдента ($p < 0,05$)

3. Поливна вода ПБЗС ФГ «ЗГ» низькомінералізована, абсолютно придатна за більшістю показників, ННПЦ МНАУ – високомінералізована, обмежено або абсолютно непридатна за більшістю показників.

4. Агрохімічні показники і фізико-хімічні характеристики погіршуються для ґрунтів ННПЦ МНАУ зі зрошенням, які поливають трансформованою поливною водою ПБЗС, і дещо покращуються для ґрунтів ФГ «ЗГ» зі зрошенням.

5. Необхідно враховувати рівень трансформації сольового складу поливної води іригаційних систем для можливого прогнозування впливу на ґрунти.

6. Необхідно проводити подальші дослідження для виявлення інших чинників трансформації поливної води та їхнього впливу на різні характеристики ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Екологічний стан ґрунтів України / С.А. Балюк та ін. *Український географічний журнал*. 2012. № 2. С. 38–42.

2. Балюк С.А., Носоненко О.А. Класифікація зрошуваних ґрунтів України за ступенем засолення, солонцюватості та лужності. *Ґрунтознавство*. 2008. Т. 9. № № 3–4. С. 27–32.

3. Воротинцева Л.І. Моніторинг еколого-агромеліоративного стану земель Інгулецької зрошувальної системи. *Зрошуване землеробство*. 2016. № 65. С. 122–126.

4. Воротинцева Л.І. Зміна фізико-хімічних властивостей темно-каштанових ґрунтів за різних меліоративних навантажень. *Зрошуване землеробство*. 2017. № 67. С. 72–76.

5. Сучасний стан та перспективи розвитку зрошення на Півдні України / Р.А. Вожегова. *Зрошуване землеробство*. 2013. № 59. С. 3–9.

6. Лозовіцький П.С. Моніторинг гумусного стану ґрунтів Інгулецької зрошувальної системи. *Зрошуване землеробство*. 2010. № 54. С. 210–230.

7. Малєєв В.О., Безпальченко В.М. Вплив зрошення на фізико-хімічні властивості чорноземів південних Херсонської області. *Вісник ХНТУ*. 2016. № 1 (56). С. 101–107.

8. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії / С.А. Балюк та ін. Київ. ДСТУ 27–30–94. С. 1–14.