

- of design-technological and research work in 2006 (final)*]. (2006). Kyiv [in Ukrainian].
7. *Zvit Kyivskoho oblasnoho derzhavnoho proektno-tehnologichnoho tsentru okhorony rodiuchosti gruntiv i yakosti produktii pro vykonannya proektno-tehnologichnykh ta naukovo-doslidnykh robit u 2010 rotsi (zakliuchnyi)* [Report of the Kyiv Regional State Design and Technology Center for soil fertility and product quality on the implementation of design-technological and research work in 2010 (final)]. (2011). Kyiv [in Ukrainian].
 8. *Zvit pro vykonannya proektno-tehnologichnykh ta naukovo-doslidnykh robit u 2015 rotsi (zakliuchnyi)* [Report for on the implementation of design-technological and research work in 2016 (final)]. (2015). Kyiv [in Ukrainian].
 9. Yatsuk, I. & Baliuk, S. (Eds.). (2013). *Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia* [The method of agrochemical certification of agricultural land]. Kyiv [in Ukrainian].
 10. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. — Moskva: Agropromizdat [in Russian].

УДК 631.41.67.03.674

ВПЛИВ ЗРОШУВАННЯ СТІЧНИМИ ВОДАМИ СВИНОКОМПЛЕКСУ НА ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО

**С.В. Канівець¹, О.Є. Орел², В.Г. Десенко², Ю.В. Залавський¹,
О.В. Поляков², І.Л. Шигимага², О.І. Чабовська²**

¹ ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

² Харківська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»

Висвітлено, що внаслідок багаторічного зрошення чорнозему типового легкоглинистого стічними водами свинокомплексу, які містять доволі високу кількість натрію і калію, відбувається витіснення з ґрунтового вбирного комплексу кальцію. Встановлено, що у верхній частині гумусового горизонту формується мезосубпрофіль з дезагредованим солонцюватим шаром та елювіюваним надсолонцюватим, а також вимиваються нітрати. Після припинення поливу склад обмінних катіонів частково набуває первинних співвідношень, різко підвищується вміст нітратного азоту, однак мезосубпрофіль залишається незмінним. Обґрунтовано, що рясне дощування стічними водами свинокомплексу з використанням агрегату «Фрегат» погіршує водно-фізичні властивості чорноземів типових.

Ключові слова: вторинне осолонцювання, іригація, стічні води свинокомплексу, солонцевий горизонт, глинисто-диференційований тип осолонцюваного профілю.

Відомо, що зміна одного із важливих режимів ґрунту спричиняє трансформацію інших. Так, за введення ґрунту в іригаційну систему, залежно від технологій зрошування, якості поливних вод, вихідних властивостей ґрунтів, їх меліоративного стану, культури землеробства тощо, їх фізичні і агрохімічні показники набувають певних змін.

В іригаційних умовах з використанням стічних вод свинокомплексу, 10 т яких міс-

тять близько 250–260 кг органічних речовин і такі хімічні елементи: N — 52 кг, P₂O₅ — 8, K₂O — 33, S — 9, Ca — 16, Mg — 5–6, Na — 5 кг тощо [1], ґрунти не можуть не змінити своїх властивостей як у позитивному аспекті (поліпшення зволоження і накопичення елементів живлення), так і у негативному (надмірне насичення поглинутими Na⁺ і K⁺). За інтенсивного багаторічного дощування виникає значна ймовірність їх вторинного осолонцювання [2–6].

За теорією К.К. Гедройця [7] осолонцювання відбувається за насичення ґрунтового

© С.В. Канівець, О.Є. Орел, В.Г. Десенко,
Ю.В. Залавський, О.В. Поляков,
І.Л. Шигимага, О.І. Чабовська, 2018

го вбирного комплексу (ГВК) іонами Na^+ . У 40-х роках минулого століття з'явилися відомості про так звані малонатрієві солонці. Зокрема, Н.П. Панов [8] пояснює їх формування підвищеним насиченням ГВК іонами Mg^{2+} у певних співвідношеннях з Na^+ і Ca^{2+} . В Україні прояв і ступінь солонцюватості діагностують за сумарним насиченням ГВК Na^+ і K^+ з урахуванням буферності і гранулометричного складу ґрунту [2].

Так, на можливість утворення в ґрунтах солонцевого горизонту впливають різні чинники, що обумовлює особливості генези солонців і різного ступеня осолонцювання ґрунтів в умовах певних регіонів.

В Україні серед іригаційних земель площі вторинно засолених ґрунтів є незначними (в минулому – 2,18 млн га, тепер 600–700 тис. га), у різні роки цей показник варіював у межах 50–200 тис. га [2].

Метою проведення наших досліджень є отримання нових знань про наслідки утилізації стічних вод свиногокомплексів шляхом зрошування земель, а саме, про вторинне їх осолонцювання та наступний період відновлення в умовах богарного рільництва.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили у 2017 р. на межі Північно-Східного Степу і Південно-Східного посушливого Лісостепу – у смт Слобідське Чугуївського р-ну Харківської обл. Рівень ґрунтових вод – 8,6–9,8 м, мінералізація – менше 1 г/дм^3 [3]. Для зрошування використовували стічні води свиногокомплексу «Слобожанський» та дощувальний агрегат «Фрегат». Сума опадів за 1 рік – 520 мм; за період з температурами вище $+10^\circ\text{C}$ – 280 мм, ГТК за Селяниновим – 1,02 [9]. Властивості іригаційних чорноземів типових визначали у спосіб порівняння з богарними аналогами. Об'єктами досліджень були: чорнозем типовий середньогоумусний легкоглинистий на лесі (богара) – розріз 1 ($49^\circ 43' 35.45'' \text{ N}$, $36^\circ 56' 05.42'' \text{ E}$, 158 м над рівнем моря – н.р.м.); чорнозем типовий вторинно-солонцюватий легкоглинистий на лесі (зрошу-

ється з 1976 р.) – розріз 2 ($49^\circ 41' 28.12'' \text{ N}$, $36^\circ 56' 38.20'' \text{ E}$, 154 м н.р.м.); чорнозем типовий вторинно-солонцюватий легкоглинистий на лесі (зрошення припинено в 2012 р.) – розріз 3 ($49^\circ 41' 17.91'' \text{ N}$, $36^\circ 56' 25.90'' \text{ E}$, 154 м н.р.м.). Закладання ґрунтових розрізів і відбирання ґрунтових проб здійснювали відповідно до ДСТУ 4287-2004. Ґрунти первинно (в полі) визначали морфолого-генетичним методом відповідно до ДСТУ 7535:2014, остаточно – після лабораторних аналізів. Зразки з глибин 0–10 см 15–25 та 30–40 см відбирали з чотирьох точок копання (розріз + 3 прикопки). У таблиці наведено середні дані.

Лабораторні аналізи проводили за стандартними методами в атестованих лабораторіях ННЦ «ІА імені О.Н. Соколовського» і Харківської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»: гумус визначали за ДСТУ 4289:2004, гідролітичну кислотність – методом Каппена в модифікації ЦІНАО (ГОСТ 26207-91 – Почвы); рН – у водній суспензії, обмінні катіони – методами ЦІНАО (ГОСТ 26483-85); рухомі форми фосфору і калію – модифікованим методом Мачигіна (ДСТУ 4114-2002 – Ґрунти); нітратного і амонійного азоту – відповідним методом у модифікації ННЦ «ІА імені О.Н.Соколовського» (ДСТУ 4729:2007).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати вивчення морфології зрошуваних ґрунтів (розрізи 2 і 3) свідчать, що під впливом тривалого зрошення стічними водами свиногокомплексу (СВС) вони зазнали значних негативних змін. Оброблений верхній шар (Неа 0–10 см) гумусового горизонту набув типових ознак елювіюваності, зокрема: з'явилися блискітки – відмиті від органо-мінеральних плівок в умовах спорадичного перезволоження зерна кварцу та інших первинних мінералів, полегшився гранулометричний склад, розпорошилась структура тощо. Глибше сформувалась щільний стовбчастий ілювіальний шар Ні – 11–25 см. Нижня частина Н горизонту (26–40 см) залишилася майже без змін. Так, унаслідок понад

Фізико-хімічні та агрономічні показники чорноземів типових

Глибина, см	Гумус, %	Сгк/Сфк	Поглинуті катіони, ммоль/100 г					Na ⁺ , % від суми	Na ⁺⁺ K ⁺ , % від суми	рН _{сол.}	N* мінеральний, мг/кг	За Мачигінім, мг/кг	
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ					P ₂ O ₅	K ₂ O
<i>Чорнозем типовий середньогумусний легкоглинистий на лесі, розріз 1</i>													
0–10	5,5	3,9	37,2	4,1	0,31	1,1	42,7	0,72	3,3	7,0	34,3	40	429
15–25	5,5	3,9	37,8	4,0	0,30	0,9	43,0	0,70	3,0	6,9	28,0	44	345
30–40	4,7	3,9	36,0	3,0	0,27	0,6	39,8	0,69	2,4	6,9	11,2	14	207
<i>Чорнозем типовий вторинно-солонцюватий легкоглинистий на лесі (зрошується), розріз 2</i>													
0–10	5,7	3,4	25,9	6,7	1,6	3,0	37,1	4,3	12,4	6,6	4,8	180	1176
15–25	5,7	3,4	28,8	5,9	1,0	1,7	37,3	2,7	7,2	6,3	3,8	215	706
30–40	4,9	3,4	38,3	5,7	1,0	1,3	46,3	2,2	5,0	8,1	3,3	181	561
<i>Чорнозем типовий вторинно-солонцюватий легкоглинистий на лесі (зрошення припинено в 2012 р.), розріз 3</i>													
0–10	5,7	3,7	32,9	5,8	0,8	2,2	41,7	1,9	7,2	6,1	86,0	138	867
15–25	5,7	3,7	36,3	5,6	0,7	1,3	43,9	1,6	4,6	6,7	14,0	148	562
30–40	4,9	3,7	37,8	4,3	0,8	0,7	43,6	1,8	3,4	6,9	28,8	56	284

Примітка: * показники NO₃⁻ значно перевищують NH₄⁺ (вміст NH₄⁺ < 1).

40-річного поливу СВС у гумусовому горизонті чорноземів типових сформувався мезосубпрофіль за глинисто-диференційованим типом, із щільним і твердим у сухому стані та в'язким дезагрегованим солонцюватим горизонтом — у вологому. Доволі значну грубизну як надсолонцюватого, так і солонцюватого горизонтів зумовлено використанням у минулому глибокого обробітку і нині — мінімального.

У таблиці наведено дані лабораторних аналізів. Вони свідчать про трансформацію фізико-хімічних і агрохімічних властивостей іригаційних варіантів ґрунтів. Під впливом зрошення істотно вимивається обмінно-поглинутий кальцій. Разом з тим зростає кількість поглинутих ГВК магнію, натрію і, особливо (майже втричі), калію. Характерно, що насиченість ГВК Na⁺ є мінімальною, але за морфологією відзначається яскраво виражений солонцевий субпрофіль [8]. Вірогідно, проявляється вплив ще одного з катіонів. Як відомо, Mg²⁺ за співвідношення Ca²⁺:Mg²⁺:Na⁺ — 0:3:2; 1:3:1 і 2:1:2 набуває властивостей Na⁺, але

зауважимо, у вказані межі співвідношень величина вмісту катіонів натрію в досліджуваних чорноземах не потрапляє. Отже, діють поглинуті Na⁺ і K⁺. Сумарна частка цих катіонів зумовила якісно новий стан чорнозему — він перетворився у вторинно-солонцюватий.

Слід наголосити на особливо високому вмісті калію, що спричинено поливом СВС. Так, з однією поливною нормою в 600 м³/га вноситься майже 2 т K₂O. За постійної іригації СВС насичують ГВК натрієм і калієм до небезпечного рівня (розріз 2). Утім, наразі не утворилася лужна реакція, шкочинність якої для сільськогосподарських культур настає при рН 8,5 і вище. Очевидно, її нейтралізацію забезпечує компенсувальна дія солей у поливних водах.

Після припинення зрошування СВС (2012 р., розріз 3) властивості ґрунту поступово відновлюються. Так, зросла насиченість кальцієм, істотно знизилася показники обмінно-поглинутих Na⁺ і K⁺. Проте солонцюватий субпрофіль в чорноземі типовому залишився незмінним.

Систематичне зрошення СВС на ділянці досліджень обумовлює значне зростання вмісту рухомих фосфору і калію, тобто набагато поліпшується живлення рослин цими елементами. Однак втрачаються мінеральні форми азоту (розріз 2), що пояснюється вимиванням його нітратної та поглинанням амонійної форм. За припинення поливу відбувається накопичення NO_3^- навіть більше порівняно з контролем (богара). Це свідчить, що полив СВС не розв'язує проблеми азотного живлення рослин. Необхідним залишається внесення азотних добрив, адже нестача азоту обмежує врожайність культур.

Унаслідок іригації дещо підвищився вміст гумусу і знизилася Стк/Сфк. Зменшення вмісту в ґрунті вуглецю гумінових кислот зумовлено, на думку науковців [6], вилугуванням кальцію, а щодо збільшення гумусу, думки їх різняться [10]. Також відзначається підвищення рухомості гумусу, його лабільності.

Безумовно, вплив СВС негативно позначився на фізичному стані ґрунту. Існуючі технології інтенсивного «дощування» з використанням агрегатів типу «Фрегат», «Днепр», «Волжанка» також спричиняють погіршення водно-фізичних властивостей ґрунту, його ущільнення. Адже навіть за зрошування прісними водами спостерігається механічна руйнація структури ґрунту. З переміщенням углиб вода виносить частки різного розміру, які з суспензії осідають і заповнюють пори ґрунту. Крім того, за інтенсивного поливу в мікроагрегатах виникає вибухова хвиля защемленого повітря, яке витискається з них за різкого зволоження ґрунту [6]. Отже, дощування посилює негативну дію катіонів натрію і калію.

Для запобігання негативним змінам, тобто наслідкам вторинного осолонцювання, необхідно розробляти СВС (з урахуванням якісного складу) прісною водою, запровадити систему землеробства, що буде пристосованою до іригаційних умов; слід

застосовувати фітомеліорацію, зокрема посів багаторічних трав. Також слід використовувати краплинне зрошення. Поливи необхідно здійснювати за рівнем дефіциту вологи, тобто дозами, еквівалентними витратам на евапотранспірацію. Під час розробки систем внесення добрив необхідно враховувати вміст хімічних елементів і органічних речовин у СВС.

Слід також руйнувати солонцюватий субпрофіль за допомогою глибокого плантажного обробітку та здійснювати хімічну меліорацію СВС і ґрунту.

Проводячи моніторинг щодо негативного впливу зрошення СВС на ґрунт та результатів впровадження заходів з їх відновлення, доцільно застосовувати сучасні інформаційно-комунікаційні засоби, такі як ArcGIS Desktop та ArcGIS Online [11]. Це надасть змогу оперативно збирати та обробляти дані про стан ґрунтів.

ВИСНОВКИ

Унаслідок зрошування чорноземів типових СВС склад обмінних катіонів ГВК змінюється у бік підвищення вмісту натрію і калію порівняно з кальцієм. На поверхні чорноземів формується мезосубпрофіль за глинисто-диференційованим типом зі щільним і твердим у сухому стані та в'язким деагрегованим солонцевим горизонтом — у вологому. Після припинення зрошування СВС насиченість кальцієм ГВК відновлюється, знижується вміст обмінно-поглинутих Na^+ і K^+ , натомість різко підвищується вміст нітратного азоту, однак солонцевий мезосубпрофіль залишився незмінним.

Чорноземи типові, маючи високий вміст гумусу і глин смектитового типу, що обумовлює високу буферність стосовно впливу хімічних реагентів у посушливих умовах, виявилися нестійкими перед рясним зволоженням СВС.

Технологія дощування ґрунту агрегатом «Фрегат» також погіршує його водно-фізичні властивості.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Нагорных Ю.А.* Влияние сточных вод свиного комплекса при орошении на основные пока-

затели чернозема типичного / Ю.А. Нагорных // Вестник Курской ГСХА. — 2014. — № 4. —

- С. 56–58. — (Серия: Сельское и лесное хозяйство).
- Руководство по управлению засоленными почвами / под ред. Р. Варгаса и др. — Рим, 2017. — 146 с.
 - Балюк С.А. Орошаемые черноземы Лесостепи и Северной Степи Украины: оценка состояния, охрана и повышение плодородия: Автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук / С.А. Балюк. — Харьков, 1996. — 40 с.
 - Балюк С.А. Оцінювання і поліпшення якості зрошувальної води, як основа її раціонального використання / С.А. Балюк, О.А. Носоненко, М.А. Захарова // 36. мат. Міжнар. наук. конф. «Вдосконалення гідротехнічних систем та водогосподарських технологій» (Херсон, 25–26 травня 2017 р.) — Херсон: ПП «АТ Офіс», 2017. — С. 25–27.
 - Гоголев И.Н. Некоторые почвенно-генетические последствия орошения черноземов юга Украины / И.Н. Гоголев, С.П. Позняк // Мелиорация и охрана почв: Тез. докл. III съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР (Харьков, 10–14 сентября 1990 г.). — Х.: УНИИПА, 1990. — С. 28–32.
 - Орошаемые черноземы / под ред. Б.Г. Розанова. — М.: Изд-во МГУ, 1989. — 240 с.
 - Гедройц К.К. Солонцы, их эволюция и мелиорация / К.К. Гедройц. — Т. 3. — М., 1955. — 560 с.
 - Панов Н.П. О роли поглощенного магния в развитии солонцового процесса почвообразования / Н.П. Панов, Л.М. Ада // Известия ТСХА. — 1972. — Вып. 2. — С. 110–119.
 - Клименко В.Г. Гідрокліматичні ресурси Харківської області / В.Г. Клименко, С.С. Кубань. — Х.: Екограф, 2011. — 28 с.
 - Канівець С.В. Чорноземи північні (опільські) з деградованим аграрним горизонтом / С.В. Канівець // Вісник Нац. ун-ту водного господарства та природокористування. — 2007. — Вып. 3 (39). — Ч. 1. — С. 276–281.
 - Лебедь В.В. Сучасні методи дослідження ґрунтового покриття з використанням інформаційно-комунікаційних технологій / В.В. Лебедь, Ю.В. Залавський // Вісник аграрної науки. — 2018. — № 3. — С. 84–87.

REFERENCES

- Nagornyh, Ju.A. (2014). Vliyanie stochnyh vod svinokompleksa pri oroshenii na osnovnye pokazateli chernozema tipichnogo [Impact of sewage water of a pig farm under irrigation on the main indicators of a typical chernozem]. *Vestnik Kurskoj GSHA — Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 4, 56–58 [in Russian].
- Vargas, R. (2017). *Rukovodstvo po upravleniyu zasolennymi pochvami [Guidelines for the management of saline soils]*. Rim [in Ukrainian].
- Balyuk, S.A. (1996). Oroshayemyye chernozemy Lesostepi i Severnoy Stepi Ukrainy: otsenka sostoyaniya, okhrana i povysheniye plodorodiya [Irrigated chernozems of the Forest-Steppe and Northern Steppe of Ukraine: assessment of the state, protection and improvement of fertility.] *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kharkov [in Russian].
- Balyuk, S.A., Nosonenko O.A., Zakharova, M.A. (2017). Otsiniuvannya i polipshuvannya yakosti zroshuvальної води, yak osnova yii ratsionalnogo vykorystannya [Assessing and improving the quality of irrigation water as the basis for her rational use]. *Vdoskonalennia hidrotekhnichnykh system ta vodohospodarskykh tekhnolohii [Improvement of hydraulic engineering systems and water management technologies]* '17: *Mizhnar. nauk. konf. (25–26 travnia 2017 r.) — International scientific conference*. (pp. 25–27). Kherson: PP «AT Ofis» [in Ukrainian].
- Gogolev, I.N., Poznyak, S.P. (1990). Nekotoryye pochvenno-geneticheskiye posledstviya orosheniya chernozemov yuga Ukrainy [Some soil-genetic consequences of irrigation of chernozems in southern Ukraine]. *Melioratsiya i okhrana pochv [Melioration and protection of soils]* '90 — *III s#ezd pochvovedov i agrohimikov Ukrainskoj SSR (10–14 sentyabrya 1990 hoda) III Congress of Soil Scientists and Agrochemists of the Ukrainian*. (pp. 28–32). — Kharkov: UNIIIPA [in Russian].
- Rozaov, B.G., (1989). *Oroshayemyye chernozemy [Irrigated chernozems]*. Moskva: Izd-vo MGU [in Russian].
- Gedroyts, K.K. (1955). *Solontsy, ikh evolyutsiya i melioratsiya [Solonets their evolution and melioration]*. Moskva [in Russian].
- Panov, N.P., Adda, L.M. (1972). O roli pogloshchenogo magniya v razvitii solontsovogogo protsessa pochvoobrazovaniya [On the role of absorbed magnesium in the development of the solonetzic process of soil formation]. *Izvestiya TSKHA — News of the Timiryazev Agricultural Academy*, 2, 110 — 119 [in Russian].
- Klymenko, V.H., Kuban, S.S. (2011). *Hidroklimatechni resursy Kharkivskoi oblasti [Hydroclimatic resources of the Khorkiv region]*. Kharkiv [in Ukrainian].
- Kanivets, S.V. (2007). Chornozemy pivnichni (opil'ski) z dehradovanim ahrarnym horyzontom [Chernozem northern (Opillia) with degraded agrarian horizon]. *Visnyk Nats. Un-tu vodnoho gospodarstva ta pryrodokorystuvannya — Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management*, 3 (39), 276–281 [in Ukrainian].
- Lebed, V.V., Zalavskyy, YU.V. (2018) Suchasni metody doslidzhennya ґрунтового покриття з використанням інформаційно-комунікаційних технологій [Modern methods of research of soil cover using information and communication technologies]. *Visnyk ahrarnoyi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 3, 84–87 [in Ukrainian].