



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.48:631.41

© 2024

ВПЛИВ ЗРОШЕННЯ МІНЕРАЛІЗОВАНИМИ ВОДАМИ ТА АГРОМЕЛІОРАТИВНИХ ЗАХОДІВ НА ВАЛОВИЙ І МІНЕРАЛОГІЧНИЙ СКЛАД ЧОРНОЗЕМІВ ЗАДНІСТРОВ'Я

О.А. Носоненко¹, М.А. Захарова², Л.І.Воротинцева³

^{1,2}кандидати сільськогосподарських наук

³доктор сільськогосподарських наук

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства

та агрохімії імені О. Н. Соколовського»

вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024, Україна

e-mail: ¹nosonenko_aa@ukr.net, ²zakharova_maryna@ukr.net, ³vorotyntseva_ludmila@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-2094-440X, ²0000-0002-1140-5017, ³0000-0003-0643-8823

Надійшла 27.08.2024

Мета. Встановити закономірності впливу зрошення мінералізованими водами, внесення органічних і мінеральних добрив на валовий склад і склад глинистих мінералів мулистої фракції чорноземів південних і звичайних Задністров'я. **Методи.** Польовий — для вивчення впливу зрошення і агро меліоративних заходів на властивості ґрунтів, лабораторно-аналітичний — визначення показників валового і мінералогічного складу ґрунтів, математико-статистичний — для оцінки достовірності результатів досліджень. Їх проводили в Одеській обл. на території Дунай-Дністровської зрошувальної системи (ДДЗС) у межах сучасного Білгород-Дністровського (колишнього Татарбунарського) адміністративного району на території Татарбунарської територіальної громади (ТГ) у польовому стаціонарному багаторічному досліді (Білоліський стаціонар) і на території Дивізійської ТГ у дрібноділянковому польовому стаціонарному багаторічному досліді (Жовтоярський стаціонар) у 2003–2018 рр. Дослідження ґрунтувалися на методиці еколого-агро меліоративного обстеження зрошуваних земель [20]. **Результати.** Зрошення мінералізованою водою зумовило підвищення вмісту Na_2O у досліджуваних ґрунтах. Відзначено тенденцію до збільшення вмісту CaO і MgO у шарі 25–50 см у варіантах із внесенням фосфогіпсу в зрошувальну воду і ґрунт. Мулиста фракція досліджуваних чорноземів в орному шарі представлена переважно мінералами групи

монтморилоніту (сметиту), змішаношаруватими (у зразках ґрунтів, що зазнали впливу антропогенних факторів), гідрослюдами і в значно менших кількостях — каоліном і хлоритом. Унаслідок зрошення мінералізованою водою спостерігалася поява змішаношаруватих утворень гідрослюдисто-монтморилонітового типу. Внесення фосфогіпсу, органічних і мінеральних добрив спричинило перерозподіл глинистих мінералів у бік збільшення вмісту гідрослюдистого матеріалу. Висновки. Зрошення мінералізованою водою чорноземів південного і звичайного Задністрів'я вплинуло на їх валовий і мінералогічний склад. У підорному шарі спостерігалася звуження співвідношення $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ через підвищення вмісту Fe_2O_3 і Al_2O_3 . У мулистій фракції орного шару ґрунтів з'явилися змішаношаруваті мінерали типу гідрослюда — монтморилоніт. Із застосуванням агроеліоративних заходів зменшилася окристалізованість мінералів із рухомими кристалічними ґратками внаслідок утворення орґано-мінеральних комплексів.

Ключові слова: фосфогіпс, органічні і мінеральні добрива, чорнозем південний, чорнозем звичайний, валовий уміст елементів.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202412-01>

Одним із найважливіших показників, що діагностують наявність солонцевого процесу, є перерозподіл по ґрунтовому профілю оксидів тривалентних алюмінію та заліза (півтораоксидів). Ці сполуки разом із гумусними речовинами входять до складу колоїдів ґрунту і внаслідок їх пептизації переміщуються вниз по профілю під дією низхідних потоків атмосферної вологи, акумулюючись на певній глибині, що є ознакою певною мірою виявленого елювіально-ілювіального процесу.

За даними валового хімічного аналізу степових темно-каштанових ґрунтів і чорноземів південних, спостерігається рівномірний розподіл півтораоксидів, відсутність помітного виносу речовин з верхніх горизонтів і незначне збільшення вмісту SiO_2 в орному шарі порівняно з підорним [1]. Зрошення слабомінералізованими лужними водами таких ґрунтів спричинило утворення водорозчинних форм сполук заліза і кремнію, зменшення валового вмісту магнію і підвищення вмісту натрію. По профілю ґрунтів переміщуються переважно Fe_2O_3 і Al_2O_3 , уміст яких в орному шарі зменшився порівняно з їх умістом у незрошуваному ґрунті більше

ніж удвічі [2]. Наявність в осолонцьованих ґрунтах сметиту, палигорскіту, гіпсу та карбонату кальцію поліпшує фізичні умови і підвищує мікроструктурну стабільність ґрунту [3]. На перших етапах штучного осолонцювання утворюється аморфний SiO_2 , солі заліза і кремнію, відбувається переміщення півтораоксидів і утворення ілювіальних горизонтів [4].

Дослідженнями змін валового складу чорноземів південних Інгулецької зрошувальної системи встановлено, що на 15-й рік зрошення в орному шарі цих ґрунтів зменшується кількість SiO_2 , Fe_2O_3 і Al_2O_3 й помітно збільшується їх кількість у середній і нижній частинах профілю [5, 6]. Унаслідок 20–30-річного зрошення у верхніх (0–40 см) горизонтах чорноземів південних на південному заході України інтенсифікуються процеси внутрішньоґрунтового вивітрювання з вивільненням і переходом у рухомий стан катіонів кальцію, магнію, натрію тощо [5, 6].

Установлено вплив тривалого зрошення на валовий уміст мікроелементів у кальцисольних лучно-такирних і лучно-сазових ґрунтах Ферганської долини. Воно призводить до накопичення в цих

ґрунтах нікелю, миш'яку, бромю, сурми, цезію і гафнію [7]. За зрошення алювіальних ґрунтів субаеральної дельти річки Зарафшан відбуваються зміни геохімічних властивостей ґрунту й утворюються петрокальцитні горизонти в ґрунті, які перешкоджають дренажу, спричиняючи підтоплення та подальше засолення ґрунту, оскільки солі, внесені зрошенням, не вимиваються [8, 9].

Дослідженнями, проведеними в Західному Техасі, не встановлено значного впливу тривалого зрошення мінералізованими водами на мінералогічний склад глинистого вапнякового ґрунту (сметит, іліт і каолінит) [10]. На північному сході Бразилії виявлено трансформацію змішаношаруватих мінералів і зменшення молекулярного співвідношення $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ в профілі тривало зрошеного ґрунту [11]. Дослідженнями довгострокового (60–80 років) внесення добрив і зрошення в ґрунтах під пасовищами в Новій Зеландії [12] встановлено збільшення вмісту Fe_2O_3 і Al_2O_3 , посилене утворення глини в підґрунті у більш вологому кліматі з обмеженими періодами сезонного дефіциту води. Доведено вплив зрошення та калійних добрив на мінералогічний склад оброблюваних ґрунтів Ізраїлю [13], що зумовлювало розчинення кальциту та перетворення філосилікатів, посилюючи смектифікацію фаз вихідного іліт-сметиту на 1 ділянці та утворення каолініту на 2 інших ділянках. Вивчення мінералогічного складу ґрунтів Карманінського району (Узбекистан) дало змогу виявити, що в солончаковій кірці ґрунту переважає сульфатний тип засолення за рахунок збільшення вмісту мінералу астраханіту ($\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) до 18,8% [14].

У роботах із впливу зрошення на мінералогічний склад чорноземів [15–18] зазначається, що в первинних мінералах крупних фракцій активізується процес пелітизації польових шпатів, зменшується кількість слюд, амфіболів, продукти руйнування яких поповнюють мулисту фракцію. Відбувається зниження вмісту мінералів, що набухають, і збільшується вміст мінералів із жорсткими структурами.

Основними змінами мінералогічного складу чорноземів передкавказького і південного, спричиненими зрошенням, є зменшення вмісту ілітів і збільшення вмісту лабільних мінералів [18]. Мінералогічний склад є одним із важливих чинників формування ґрунту, який визначає його морфолого-генетичний статус і властивості [19]. Отже, щодо змін валового хімічного (речовинного) та мінералогічного складу солонцюватих і зрошуваних ґрунтів у вітчизняній та закордонній наукових літературах немає одностайності, тому вивчення цього питання є актуальним.

Мета досліджень — встановити вплив зрошення мінералізованими водами і агроеліоративних заходів (внесення фосфогіпсу та органо-мінеральної системи удобрення) на валовий вміст і розподіл в орному й підорному шарах хімічних елементів, співвідношення сполук кремнію, алюмінію і заліза, трансформацію складу глинистих мінералів чорноземів Західного.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в Одеській обл. на території Дунай-Дністровської зрошувальної системи (ДДЗС) в межах сучасного Білгород-Дністровського (колишнього Татарбунарського) адміністративного району на території Татарбунарської територіальної громади (ТГ) у польовому стаціонарному багаторічному досліді (Білоліський стаціонар) і на території Дивізійської ТГ у дрібноділянковому польовому стаціонарному багаторічному досліді (Жовтоярський стаціонар) у 2003–2018 рр. Вони ґрунтувалися на методиці еколого-агроеліоративного обстеження зрошуваних земель [20].

Вихідним ґрунтом дослідних ділянок Білоліського стаціонару був чорнозем звичайний (*Chernozem Calcic*). Головні параметри його властивостей: уміст CaCO_3 — від 2 в орному шарі до 15% у горизонті його максимальної акумуляції (50–100 см); співвідношення Ca/Na у водній витяжці в шарі 0–50 см — 3–6, уміст обмінного Na^+ в шарі 0–25 см — 0,2–0,4 м·екв./100 г ґрунту; загальний уміст гумусу в шарах 0–25 см — 2,8–3,2%,

25–50 см — 2,0–2,2%, мулу (<0,001 мм) в шарі 0–50 см — 32–35%, фізичної глини (<0,01 мм) у шарі 0–50 см — 47–52%.

Ґрунт дослідних ділянок Жовтоярського стаціонару — чорнозем південний (*Chernozem Calcic*). Головні параметри його властивостей: уміст CaCO_3 — від 1 в орному шарі до 18% у горизонті його максимальної акумуляції (125–150 см); співвідношення Ca/Na у водній витяжці в шарі 0–50 см — 5–10, уміст обмінного Na^+ в шарі 0–25 см — 0,2–0,4 м.екв./100 г ґрунту; загальний уміст гумусу в шарах 0–25 см — 2,5–3,0%, 25–50 см 1,7–2,0%, мулу (<0,001 мм) у шарі 0–50 см — 35–37%, фізичної глини (<0,01 мм) у шарі 0–50 см — 51–55%.

Схеми дослідів. Варіанти стаціонарного польового дослідів Білолеський стаціонар: 1. Незрошуваний контроль — без зрошення, хімічної меліорації та удобрення. 2. Зрошуваний контроль — нормальний режим поливів за розрахункового шару ґрунту 0,5–0,7 м та 80% НВ, без хімічної меліорації та удобрення. 3. Зрошення — нормальний режим поливів упродовж 5 років, внесення фосфогіпсу в ґрунт 3 т/га щороку. 4. Комплекс агро меліоративних заходів, що містить зрошення — нормальний режим поливів протягом 5 років, хімічну меліорацію — внесення фосфогіпсу 3 т/га щороку, органо-мінеральну систему удобрення — внесення під усі культури доз мінеральних добрив із розрахунку на програмований урожай + гній по 42 т/га тричі за ротацію сівозміни (під кукурудзу силосну і зернову та кормові буряки, тобто по 18 т на 1 га сівозмінної площі).

Середньорічна сумарна доза внесення мінеральних добрив — 300 кг д.р. на 1 га сівозмінної площі за макроелементами $\text{N}_{140}\text{P}_{100}\text{K}_{60}$. Форми мінеральних добрив: нітрат амонію (NH_4NO_3 , майже 35% N); суперфосфат простий ($(\text{CaH}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$, майже 20% P_2O_5); хлорид калію (KCl , майже 55% K_2O).

Дослід містив 7 полів площею по 4 га розгорнутої 7-пільної сівозміни з таким чергуванням культур: 1–2 поля — люцерна, 3 — пшениця озима, 4 — буряк

кормовий, 5 — кукурудза на зерно, 6 — кукурудза на силос, 7 — ячмінь озимий + люцерна.

Варіанти дрібноділянкового стаціонарного польового дослідів Жовтоярський стаціонар: 1. Незрошуваний контроль — без зрошення, хімічної меліорації та удобрення. 2. Зрошуваний контроль — нормальний режим поливів за розрахункового шару ґрунту 0,5–0,7 м та 80% НВ без хімічної меліорації та удобрення. 3. Зрошення — нормальний режим поливів упродовж 8 років, поліпшення зрошувальної води фосфогіпсом (внесення фосфогіпсу у воду з розрахунку 2 г/дм³ за кожного поливу).

Валовий хімічний склад фосфогіпсу виробництва ПАТ «Сумихімпром», внесеного в дослідів, наведено в роботі [21]. Уміст діючої речовини становив 70%.

Для зрошування в дослідів використовували слабомінералізовану воду з водосховища Сасик.

Відбирання проб ґрунту, підготовка їх до аналізування, методи аналізів. Проби ґрунту для визначення валового складу і мінералогічного складу мулистої фракції відбирали одноразово на Білолеському стаціонарі після 5 років поливів (2003–2008 рр.) і на Жовтоярському стаціонарі після 8 років поливів (2003–2011 рр.) у квітні перед початком вегетації культур у 3 точках у кожному варіанті з шарів 0–25 і 25–50 см (валовий склад) і 0–25 см (мінералогічний склад) відповідно до ДСТУ 4287 [22]. Підготовку до аналізів та попередню обробку зразків ґрунту проведено за методиками [22, 23]. Валовий склад ґрунтів визначали рентгеноспектральним методом в Інституті монокристалів НАН України (м. Харків) на ДСФ-8 (з дугою змінного струму 600 штрихів/мм) методом інверсійної спектроскопії в акредитованому відділі аналітичної хімії. Мінералогічний склад мулистої фракції (менше 0,001 мм) вивчали рентген-дифрактометричним методом за М.І. Горбуновим у модифікації ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» (МВВ 31-497058-003-2001) на приладі УРС-55 А [23]. Аналізи, якісну діагностику та ідентифікацію гли-

нистих і супутніх мінералів проводили за атестованою методикою [24].

Результати досліджень. *Якість поливної води.* Мінералізація зрошувальної води з водосховища Сасик у роки досліджень (2003–2018) була в межах 1,2–1,7 г/дм³, рН води — 7,6–8,7, уміст аніону CO₃²⁻ в ній — 0–0,8 м·екв./дм³, (останніми роками не визначався), уміст аніону Cl⁻ становив 10–18 м·екв./дм³, сума солонцюючих катіонів Na⁺ і K⁺ у середньому — 14 м·екв./дм³, за складом солей вода — сульфатно-хлоридна магнієво-натрієва. Якість зрошувальної води згідно з ДСТУ [25] за небезпекою вторинного засолення ґрунту, підлучення його і токсичного впливу на рослини була 2-го класу (обмежено придатною), за небезпекою осолонцювання ґрунту — 3-го класу (непридатною для зрошення).

Валовий склад чорноземів південного і звичайного. Дані валового складу досліджуваних ґрунтів наведено в табл. 1 і 2. Номери варіантів дослідів відповідають номерам у підрозділі 2.2. Зрошення і внесення фосфогіпсу в поливну воду спричинило незначні зміни валового складу чорнозему південного. Внесення в чорнозем звичайний фосфогіпсу дозою 3 т/га щороку впродовж 5 років і застосування органо-мінеральної системи удобрення зумовило значні зміни валового складу цього ґрунту, зокрема накопичення ряду біогенних елементів.

Дані щодо складу глинистих мінералів у мулистих фракціях досліджуваних ґрунтів наведено в табл. 3. Номери варіантів дослідів відповідають номерам у підрозділі *Схеми дослідів*. Установлено зміни вмісту глинистих мінералів під впливом зрошення мінералізованими водами та застосування агро меліоративних заходів.

Дані валового складу чорнозему південного Жовтоського стаціонару (див. табл. 1) свідчать про тенденцію підвищення вмісту Na₂O в ґрунті зрошуваних варіантів на 0,04–0,07% порівняно з незрошуваним контролем, що пояснюється надходженням цього елемента з поливною водою. Спостерігається також тенденція до збільшення вмісту CaO (на

0,22–0,28%) і MgO (на 0,12%) у шарі 25–50 см у варіанті з унесенням фосфогіпсу в зрошувальну воду порівняно з аналогічними глибинами незрошеного і зрошеного контролів, що зумовлено внесенням фосфогіпсу. Відзначено також деяке звуження молярного співвідношення SiO₂/R₂O₃ у шарі 25–50 см порівняно з верхнім орним шаром 0–25 см у ґрунті всіх досліджуваних варіантів. Це характерно для південних і звичайних чорноземів. Співвідношення SiO₂/Al₂O₃ також однаково звужується в шарі 25–50 см у варіантах зі зрошенням і без зрошення.

Щодо співвідношення SiO₂/Fe₂O₃, то спостерігається деяка збідненість оксидом заліза шарів 0–25 см у варіантах зі зрошенням порівняно з контрольним варіантом без зрошення (на 0,11–0,17). Причиною цього могло бути деяке підвищення рухомості залізовмісних колоїдів і початок їхньої міграції по профілю під впливом поливів мінералізованою водою з високим умістом солонцюючих катіонів Na⁺ і K⁺.

За даними аналізу валового складу чорнозему звичайного Білоліського стаціонару (табл. 2), вміст натрію і хлору незначно, але вищий у ґрунті у варіантах зі зрошенням порівняно з його вмістом у варіантах без зрошення. Досить істотно підвищився вміст P₂O₅ (на 0,08–0,1%), кальцію (0,4–1,5) та сірки (на 0,20–0,35%) у шарі 0–25 см удобрених і меліорованих варіантів порівняно з контролем без зрошення і зі зрошенням. Ці явища, очевидно, зумовлені внесенням у ґрунт фосфору, сірки та кальцію з фосфогіпсом і добривами та натрію і хлору зі зрошувальною водою. Звуження молярного співвідношення SiO₂/R₂O₃ також спостерігається в підорних шарах усіх досліджуваних варіантів порівняно з орними. Водночас відзначено тенденцію до зменшення молярного співвідношення SiO₂/R₂O₃ під впливом зрошення в шарах 25–50 см на 0,1–0,2, що є однією з характерних ознак початку процесу осолонцювання.

Результати досліджень мінералогічного складу мулистих фракцій (менше 0,001 мм) в орному шарі досліджуваних чорноземів

1. Валовий склад чорнозему південного Жовтвярського стаціонару після 8 років поливів (2003–2010), % на прожарену безкарбонатну наважку

Варіант	Глибина, см	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	SiO ₂ /R ₂ O ₃	SiO ₂ /Fe ₂ O ₃	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
1	0–25	71,40	1,10	12,77	7,43	0,16	1,96	1,38	0,60	2,52	0,12	0,02	6,93	25,62	9,50
	25–50	70,30	1,11	13,45	7,58	0,16	2,20	1,48	0,59	2,47	0,11	0,02	6,54	24,73	8,88
2	0–25	71,47	1,11	12,81	7,26	0,16	2,00	1,38	0,66	2,47	0,11	0,02	6,97	26,32	9,48
	25–50	70,32	1,11	13,32	7,55	0,15	2,20	1,54	0,65	2,49	0,11	0,02	6,59	24,84	8,97
3	0–25	71,31	1,11	12,84	7,34	0,17	2,03	1,37	0,66	2,51	0,11	0,03	6,92	25,91	9,44
	25–50	69,95	1,10	13,42	7,53	0,15	2,32	1,76	0,64	2,46	0,11	0,02	6,53	24,77	8,86

2. Валовий склад чорнозему звичайного Білопільського стаціонару після 5 років поливів (2003–2007), % на прожарену безкарбонатну наважку

Варіант	Глибина, см	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	Cl	SiO ₂ /R ₂ O ₃	SiO ₂ /Fe ₂ O ₃	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
1	0–25	71,05	1,11	13,12	7,41	0,16	2,07	1,44	0,61	2,36	0,11	0,02	0,01	6,77	25,57	9,21
	25–50	69,97	1,11	13,28	7,33	0,15	2,28	2,29	0,58	2,36	0,10	0,02	0,01	6,63	25,45	8,96
2	0–25	70,92	1,12	13,22	7,30	0,16	2,08	1,39	0,63	2,50	0,12	0,03	0,01	6,74	25,91	9,12
	25–50	70,37	1,12	13,48	7,47	0,15	2,24	1,40	0,62	2,47	0,10	0,03	0,02	6,56	25,12	8,87
3	0–25	70,30	1,11	13,15	7,43	0,16	2,07	1,72	0,62	2,49	0,18	0,22	0,01	6,68	25,23	9,09
	25–50	70,55	1,10	13,71	7,79	0,15	2,27	2,89	0,60	2,22	0,10	0,06	0,02	6,42	24,15	8,75
4	0–25	69,77	1,13	13,29	7,30	0,16	2,09	1,89	0,68	2,55	0,22	0,37	0,02	6,61	25,49	8,92
	25–50	69,41	1,11	13,47	7,64	0,15	2,36	1,96	0,66	2,48	0,11	0,08	0,02	6,43	24,23	8,76

3. Уміст глинистих мінералів у мулистих фракціях чорнозему південного Жовтоторського стаціонару після 8 років поливів (2003–2011) і чорнозему звичайного Білолеського стаціонару після 5 років поливів (2003–2008) (шар 0–25 см)

Стаціонар, варіант	Уміст мінералів, %				
	Змішаношаруваті	Монтморилоніт	Гідрослюди	Каолініт	Хлорит
<i>Жовтоторський стаціонар</i>					
1	Не визначено	31	52	14	3
2	17	31	42	3	7
3	Не визначено	26	63	9	2
<i>Білолеський стаціонар</i>					
1	Не визначено	40	49	5	6
2	41	37	16	4	2
3	23	14	45	15	3
4	23	21	49	6	1

(див. табл. 3) показують, що мулиста фракція цих ґрунтів представлена переважно мінералами групи монтморилоніту (сметкиту), змішаношаруватими (у зразках ґрунтів, що зазнали впливу антропогенних факторів), гідрослюдами і в значно менших кількостях — каолінітом і хлоритом.

Унаслідок зрошення мінералізованими водами спостерігається поява змішаношаруватих утворень гідрослюдисто-монтморилонітового типу. При цьому вміст у цих утвореннях компонента сметкитових пакетів невисокий і поповнення змішаношаруватих мінералів відбувається за рахунок гідрослюду, уміст яких порівняно з контролем без зрошення зменшується на 33% у чорноземі звичайному і на 10% — у чорноземі південному.

З внесенням фосфогіпсу (у сухому або розчиненому у воді вигляді), органічних і мінеральних добрив відбувається перерозподіл глинистих мінералів у бік збільшення вмісту гідрослюдистого матеріалу.

Наслідком зменшення лабільності кристалічних ґраток високодисперсних мінералів є утворення змішаношаруватого компонента типу гідрослюда — монтморилоніт через необмінну фіксацію в міжпакетних порожнинах монтморилоніту іонів калію та натрію. Спостерігалось помітне зниження інтенсивності всіх рефлексів на рентген-дифрактограмах зразків ґрунтів, де вносили меліорант і добрива. Це свідчить про утворення органо-мінеральних комплексів на поверхнях глинистих мінералів.

Висновки

Зрошення мінералізованими водами південного і звичайного чорноземів Західної України призвело до зростання валового вмісту в цих ґрунтах натрію і хлору через внесення цих елементів з поливною водою, що погіршує умови розвитку культурних рослин і негативно впливає на рівень родючості ґрунту.

Застосування на зрошуваних чорноземах південних і звичайних меліоранту фосфогіпсу та органічних і мінеральних добрив зумовило зростання валового вмісту біогенних, корисних для рослин елементів — магнію, кальцію, фосфору

та сірки завдяки їх надходженню з добривами та меліорантом.

Унаслідок зрошення мінералізованою водою в шарах 25–50 см чорноземів південних і звичайних спостерігається тенденція до звуження співвідношення SiO_2/R_2O_3 через підвищення вмісту Fe_2O_3 і Al_2O_3 . Це явище зумовлене процесами лужного гідролізу первинних і вторинних мінералів ґрунту та підвищенням унаслідок цього рухомості залізовмісних і алюмінієвмісних колоїдів та їх пересуванням вниз по профілю. Це характерно для процесу осолонцювання, який зумовлює погіршення агрономічно

важливих фізичних, хімічних і фізико-хімічних властивостей чорноземів.

Під впливом поливів мінералізованою водою в мулистій частині (менше 0,001 мм) в орному шарі досліджуваних ґрунтів з'являються змішаношаруваті мінерали типу гідрослюда-монтморилоніт через необхідну фіксацію калію і натрію в міжпакетних порожнинах кристалічних ґраток.

Nosonenko O.¹, Zakharova M.², Vorotyntseva L.³

National Scientific Center «O.N. Sokolovskiy Institute for Soil Science and Agrochemistry Research», 4 Chaikovska Str., Kharkiv, 61024, Ukraine; e-mail: ¹nosonenko_aa@ukr.net, ²zakharova_maryna@ukr.net, ³vorotyntseva_ludmila@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-2094-440X, ²0000-0002-1140-5017, ³0000-0003-0643-8823

The influence of irrigation with mineralized waters and agro-ameliorative measures on the gross and mineralogical composition of chernozems of Transdnister region

Goal. To establish the patterns of the influence of irrigation with mineralized waters, the application of organic and mineral fertilizers on the gross composition and composition of clay minerals of the silty fraction of southern and typical chernozems of Transdnister region. **Methods.** Field — to study the influence of irrigation and agro-ameliorative measures on soil properties; laboratory-analytical — to determine the indicators of the gross and mineralogical composition of soils; mathematical-statistical — to assess the reliability of the research results. The researches were carried out in the Odesa oblast on the territory of the Danube-Dniester Irrigation System (DDIS) within the modern Bilhorod-Dniester (former Tatarbunar) administrative district on the territory of the Tatarbunar territorial community (TC) in a field stationary multi-year experiment (Bililyskiy stationary), and on the territory of the Divisiina TC in a small-plot field stationary multi-year experiment (Zhovtoiarskiy stationary) in 2003–2018. The research was based

У зразках чорноземів південного і звичайного, де вносили меліорант фосфогіпс, органічні та мінеральні добрива, зменшилася окристалізованість мінералів з рухомими кристалічними ґратками, що є наслідком утворення органо-мінеральних комплексів, завдяки яким поліпшилися агрохімічні та агрофізичні показники родючості зрошуваних ґрунтів.

on the methodology of ecological and agro-reclamation surveys of irrigated lands [20]. **Results.** Irrigation with mineralized water led to an increase in the Na₂O content in the studied soils. A tendency to increase the content of CaO and MgO in the 25–50 cm layer was noted in the variants with the introduction of phosphogypsum into irrigation water and soil. The silty fraction of the studied chernozems in the arable layer was represented mainly by minerals of the montmorillonite (smectite) group, mixed-layered (in soil samples that were under anthropogenic factors), hydromicas, and in much smaller quantities — kaolinite and chlorite. As a result of irrigation with mineralized water, the appearance of mixed-layered formations of the hydromica-montmorillonite type was observed. The introduction of phosphogypsum, and organic and mineral fertilizers caused a redistribution of clay minerals towards an increase in the content of hydromica material. **Conclusions.** Irrigation with mineralized water of southern and typical chernozems of the Transdnister region influenced their gross and mineralogical composition. In the subsoil layer, a narrowing of the SiO₂/R₂O₃ ratio was observed due to an increase in the content of Fe₂O₃ and Al₂O₃. In the silty fraction of the arable layer of soils, mixed-layered minerals of the hydromica type — montmorillonite appeared. With the use of agro-reclamation measures, the crystallization of minerals with mobile crystal lattices decreased due to the formation of organomineral complexes.

Key words: phosphogypsum, organic and mineral fertilizers, southern chernozem, typical chernozem, gross element content.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202412-01>

Бібліографія

1. Новикова А.В. Геохимические и режимные закономерности соленакопления в степном Крыму. *Труды Харьковского сельскохозяйственного института им. В.В. Докучаева*. 1962. Т. 39. С. 242–334.

2. Воротник Т.К., Ладних В.Я., Соловйова В.М. Зміни фізико-хімічних властивостей темно-

каштанових ґрунтів і чорнозему південного при зрошенні лужними водами. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 1973. Вип. 23. С. 92–100.

3. Javaheri F., Esfandiarpour-Boroujeni I., Farpoor M.H. et al. Counterions, smectite, and palygorskite increase microstructural stability of saline-sodic soils. *Soil and Tillage*

Research. 2022. V. 216. 105258 doi: 10.1016/j.still.2021.105258

4. Демидієнко О.Я. Вивчення впливу іонів натрію на ґрунтові колоїдно-хімічні процеси при штучному осолонцюванні. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 1979. Вип. 37. С. 52–56.

5. Позняк С.П. Орошаемые черноземы юго-запада Украины: монография. Львов: ВНТЛ, 1997. 240 с.

6. Гоголев И.Н., Позняк С.П., Вардиашвили Н.И., Медведцкий В.И. Изменение вещественного состава силикатной части южных черноземов под влиянием орошения. *Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева*. 1977. Вып. 17. С. 44–53.

7. Turdaliev A., Askarov K., Abakumov E. et al. Biogeochemical State of Salinized Irrigated Soils of Central Fergana (Uzbekistan, Central Asia). *Applied Sciences*. 2023. V. 13. Is. 6188. doi: 10.3390/app13106188

8. Karimov E., Akhrorov A. The characteristics of irrigated meadow-swamp soils and their quality. *International Conference on Advanced Agriculture for Sustainable Future IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2023. V. 1138. Is. 1.012033. IOP Publishing. doi: 10.1088/1755-1315/1138/1/012033

9. Causape J.J., Auque L., Gimeno M.J. Geochemical modeling of systems affected by irrigation: The case of Lerma basin (Spain, 2004–2020). *Science of the Total Environment*. 2023. V. 905. 166997. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.166997

10. Tahtouh R., Mohtar A., Assi P. et al. Munster Impact of brackish groundwater and treated wastewater on soil chemical and mineralogical properties. *Science of the Total Environment*. 2019. V. 647. P. 99–109. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.200

11. Sousa M.G., Araujo J.K.S., Ferreira T.O. et al. Long-term effects of irrigated agriculture on Luvisol pedogenesis in semi-arid region, north-eastern Brazil. *Catena*. 2021. 206. 105529. doi: 10.1016/j.catena.2021.105529

12. Eger A., Stevenson B.A., Theng B. et al. Long-term effects of fertilizer application and irrigation on soils under pasture land use. *J. of Soil Science and Plant Nutrition*. 2023. 23. P. 801–818. doi: 10.1007/s42729-022-01084-4

13. Sandler A., Fine P., Bar-Tal A. The Effect of K-Fertilization and Irrigation on the Composition of Cultivated Soils: Examples from Israel. *Minerals*. 2023. 13(12), 1547. doi: 10.3390/min13121547

14. Tagayev I., Juraev S., Masharipova M. et al. Analysis of the mineralogical composition of soil samples: Case study of Karmana district. *4th International Conference on Energetics, Civil and*

Agricultural Engineering. 2023. V. 434(1):03015. doi: 10.1051/e3sconf/2 02343403015

15. Алексеев В.Е. Минералогический состав и эволюция глинистой части черноземов Молдавии. *Почвоведение*. 1977. № 2. С. 63–73.

16. Барановская В.А., Чижикова Н.П., Градусов Б.П., Аверьянова О.В. Роль различных фракций ила в прогнозе изменения черноземов при орошении. *Почвоведение*. 1988. № 1. С. 84–93.

17. Крыщенко В.С., Вигутова А.Я., Рязанова Є.Ф. Изменение минеральной части Предкавказских террасовых черноземов при орошении. *Почвоведение*. 1983. № 8. С. 90–99.

18. Балюк С.А., Ладных В.Я., Хоролец И.А. Преобразование минеральной компоненты черноземов при орошении. *Тези доповідей IV з'їзду ґрунтознавців і агрохіміків. Секції ґрунтознавства та меліорації*. Харків: ІГА УААН, 1994. С. 49–51.

19. Wilson M.J. The importance of parent material in soil classification: A review in a historical context. *Catena*. 2019. V. 182: 104131. doi: 10.1016/j.catena.2019/104131

20. Методика еколого-агроеліоративного обстеження зрошуваних земель: посібник 2 до ВНД 33-5.5-11-02 Інструкція з проведення ґрунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України. Харків, 2002. 22 с.

21. Носоненко О.А., Захарова М.А. Динаміка галогенезу чорнозему звичайного, зрошуваного мінералізованими водами. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2023. Вип. 95. С. 13–23. doi: 10.31073/acss95-02

22. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Чинний з 2005–07–01. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.

23. МВВ 31-497058-003-2001. Ґрунти. Виділення мулистої фракції (менше 0,001 мм) з ґрунту методом центрифугування в модифікації ННЦ ІГА. Методики визначення складу та властивостей ґрунтів; за ред. С.А. Балюка. Харків, 2004. Кн. 1. С. 7–15.

24. МВВ 31-497058-004-2001. Ґрунти. Визначення вмісту та якісного складу вискодисперсних глинистих мінералів в ґрунтах рентген-дифрактометричним методом за М.І. Горбуновим у модифікації ННЦ ІГА. Методики визначення складу та властивостей ґрунтів; за ред. С.А. Балюка. Харків, 2004. Кн. 1. С. 17–28.

25. ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. Чинний від 2016-07-01. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 10 с.