

УДК 631.41:631.45:631.67

© 2016

*Л.І. Воротинцева,**кандидат сільсько-
господарських наук**Національний науковий
центр «Інститут
грунтознавства
та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»*

ТРАНСФОРМАЦІЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЧОРНОЗЕМУ ЗВИЧАЙНОГО ЗА ЗРОШЕННЯ ВОДАМИ РІЗНОЇ ЯКОСТІ

Мета. Вивчення впливу зрошення водами різної якості на спрямованість ґрунтових процесів та трансформацію властивостей чорнозему звичайного Степу Північного. **Методи.** Польові, аналітичні, статистичні. **Результати.** Установлено тенденції та напрями змін фізичних, фізико-хімічних, хімічних властивостей чорнозему звичайного за зрошення придатними, обмежено придатними і непридатними водами, що виявляються в зміні сольового, мінералогічного, гранулометричного складу, складу увібраних катіонів, вмісту гумусу. **Висновки.** З погіршенням якості зрошувальної води відбувається посилення процесів засолення, осолонцювання, ущільнення, поважчання гранулометричного складу, зниження стійкості мікроструктури та вмісту водостійких агрегатів, що потребує контролю їх властивостей для запобігання погіршення ґрунтово-меліоративного стану і розвитку деградаційних процесів.

Ключові слова: чорнозем звичайний, засолення, осолонцювання, зрошення, трансформація, зрошувальна вода, властивості.

Постановка проблеми. Зрошення земель у зонах недостатнього та нестійкого зволоження є одним із провідних чинників інтенсифікації, сталого розвитку сільськогосподарського виробництва та отримання стабільних урожаїв вирощуваних культур з метою забезпечення продовольчої безпеки країни. Останніми роками з огляду на зростання посушливості клімату та підвищення температури повітря впродовж вегетаційного періоду його роль значно посилюється. Тому відновлення потенціалу зрошення за одночасного підвищення ефективності використання зрошуваних земель та його подальший розвиток є пріоритетними завданнями аграрного сектору економіки України [7].

Зрошені землі являють собою антропогенно перетворені природні системи, в яких під впливом поливів відбувається комплексна трансформація складу і властивостей, зміни напряму та інтенсивності процесів еволюції ґрунтів. Зі зміною ландшафтних і ґрунтово-екологічних умов на масивах зрошення активізуються швидкоплинні ґрунтоутворні процеси і процеси довготривалого формування ґрунтових ознак і властивостей [4, 8]. Еволюція ґрунтів може розвиватися через збереження властивостей і розвитку деградаційних процесів, що визначає їх здатність

виконувати свої біосферні, екологічні та соціальні функції [1–3, 8].

Мета досліджень — вивчення впливу зрошення водами різної якості на спрямованість ґрунтових процесів і трансформацію властивостей чорнозему звичайного Степу Північного з метою обґрунтування заходів з охорони, раціонального використання земель та відновлення площ зрошення.

Методика досліджень. В основі досліджень було проведення комплексного моніторингового еколого-агромеліоративного обстеження земель Донецької області впродовж 1997–2013 р., закладання стаціонарних моніторингових площадок із використанням порівняльного методу ключів-аналогів згідно з наявними методиками [5].

Оцінку змін властивостей ґрунтів у незрошуваних та зрошуваних умовах проводили на 3-х типових стаціонарних моніторингових площадках у системі «зрошувальна вода — ґрунт — сільськогосподарська культура». Площадку № 1 закладено в Слов'янському р-ні (ТОВ «Технотрейд ЛТД», с. Нікольське), зрошення проводиться дощувальними машинами BAUER придатною водою 1-го класу з каналу Сіверський Донець — Донбас (таблиця). Площадка № 2 розташована

в міській зоні м. Донецька (ТОВ «Тепличний», с. Ларине), зрошення проводиться обмежено придатною водою 2-го класу за агрономічними та екологічними критеріями із р. Кальміус [9, 10]. Площадку № 3 закладено в Мар'їнському р-ні (АФ ім. Горького, с. Дачне), для поливів використовується непридатна для зрошення вода 3-го класу. Ґрунт об'єктів досліджень представлений чорноземом звичайним малогумусним важкосуглинкового і легкоглинистого гранулометричного складу на лесовидному суглинку. Досліджувані площадки розміщені в автоморфних умовах із рівнем залягання підґрунтових вод понад 5 м від поверхні. Термін зрошення становив близько 45–50 років.

Результати досліджень. Дослідженнями встановлено, що зрошення зумовлює істотні зміни спрямованості природних ґрунтових процесів і режимів та зв'язаних із ними показників морфологічної будови профілю, складу та властивостей чорноземів звичайних, одним із визначальних факторів яких є хімічний склад поливної води. Установлено, що за тривалого зрошення обмежено придатною та непридатною водою в морфологічній будові профілю ґрунтів візуалізуються іригаційна солонцюватість горизонтів Не та Ні, наявна глянцюватість на гранях структурних агрегатів, ущільнення гумусово-ілювіального горизонту, зміна грудкувато-зернистої структури на грудкувато-пилувату (орний шар, горизонт Не) та грудкувато-призматичну (підорний шар, горизонт Ні). Профіль зрошеного ґрунту порівняно з незрошуваним аналогом різниться більшою потужністю гумусово-акумулятивного горизонту завдяки поліпшенню водного режиму та створенню сприятливих умов

для розвитку рослин, глибшою лінією скипання від НСІ та глибиною залягання карбонатного горизонту з білозіркою, що свідчить про вилугування кальцію поливною водою.

Установлено, що за зрошення відбувається активізація галохімічних процесів, що призводить до трансформації катіонно-аніонного складу солей, зміни їх хімізму, типу засолення, які визначаються переважно хімічним складом поливної води. У ґрунті ТОВ «Технотрейд ЛТД» за зрошення прісною водою порівняно з незрошуваним аналогом відзначається деяка тенденція щодо підвищення вмісту водорозчинного натрію та зниження вмісту кальцію за профілем ґрунту (рис. 1), унаслідок чого співвідношення Са:Na за тривалий період іригації змінилося з 16–10:1 до 8–3:1. Відбулося вилугування солей у шарі чорнозему звичайного 0–100 см, х уміст становив 0,06–0,07%, зокрема токсичних — 0,03–0,05%. Ґрунт за вмістом токсичних солей класифікують як незасолений. Сольовий режим у багаторічній динаміці характеризується сезонно-зворотним циклом без накопичення солей до рівнів, що визначають класифікаційні зміни.

У ТОВ «Тепличний» за зрошення чорнозему звичайного мінералізованою водою (2,2 мг/дм³) уміст загальних і токсичних солей у водній витяжці (шар 0–100 см) підвищується до 0,10–0,15% і 0,06–0,10% відповідно переважно за рахунок хлоридів і сульфатів натрію та магнію. Під впливом зрошення відбувається вилугування солей за профілем ґрунту з формуванням горизонту їх акумуляції на глибині 50–75 см, що визначається інтенсивністю поливів і зрошувальною нормою за вегетаційний період. Засолення верхнього шару

Хімічний склад зрошувальної води, 2013 р.

Сума солей, г/дм ³	рН	Уміст іонів, мг-екв/дм ³						Іригаційна оцінка за небезпекою		
		НСО ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	засолення	осолонцювання	підлуження
<i>Канал Сіверський Донець — Донбас</i>										
0,6	7,8	2,0	2,6	3,9	2,0	2,3	4,2	1-й клас	1-й клас	1-й клас
<i>р. Кальміус</i>										
2,2	7,8	6,5	9,7	16,8	4,5	7,9	15,6	2-й клас	2-й клас	2-й клас
<i>Курахівське водосховище</i>										
2,9	8,1	4,2	13,6	29,3	7,3	10,4	29,4	2-й клас	3-й клас	2-й клас
<i>Уміст важких металів, мг/дм³</i>										
Zn	Mn	Fe	Cu	Ni	Co	Pb	Cd	Cr	Іригаційна оцінка за екологічними критеріями	
<i>Канал Сіверський Донець — Донбас</i>										
0,018	0,007	0,015	0,005	0,006	0,004	0,018	0	0,003	1-й клас	
<i>р. Кальміус</i>										
0,006	0,038	0,048	0,005	0,039	0,034	0,048	0,006	0,004	2-й клас за Pb, Cd, Co	
<i>Курахівське водосховище</i>										
0,007	0,059	0,123	0,004	0,058	0,055	0,065	0,009	0,009	3-й клас за Pb, Co, 2-й клас за Cd	

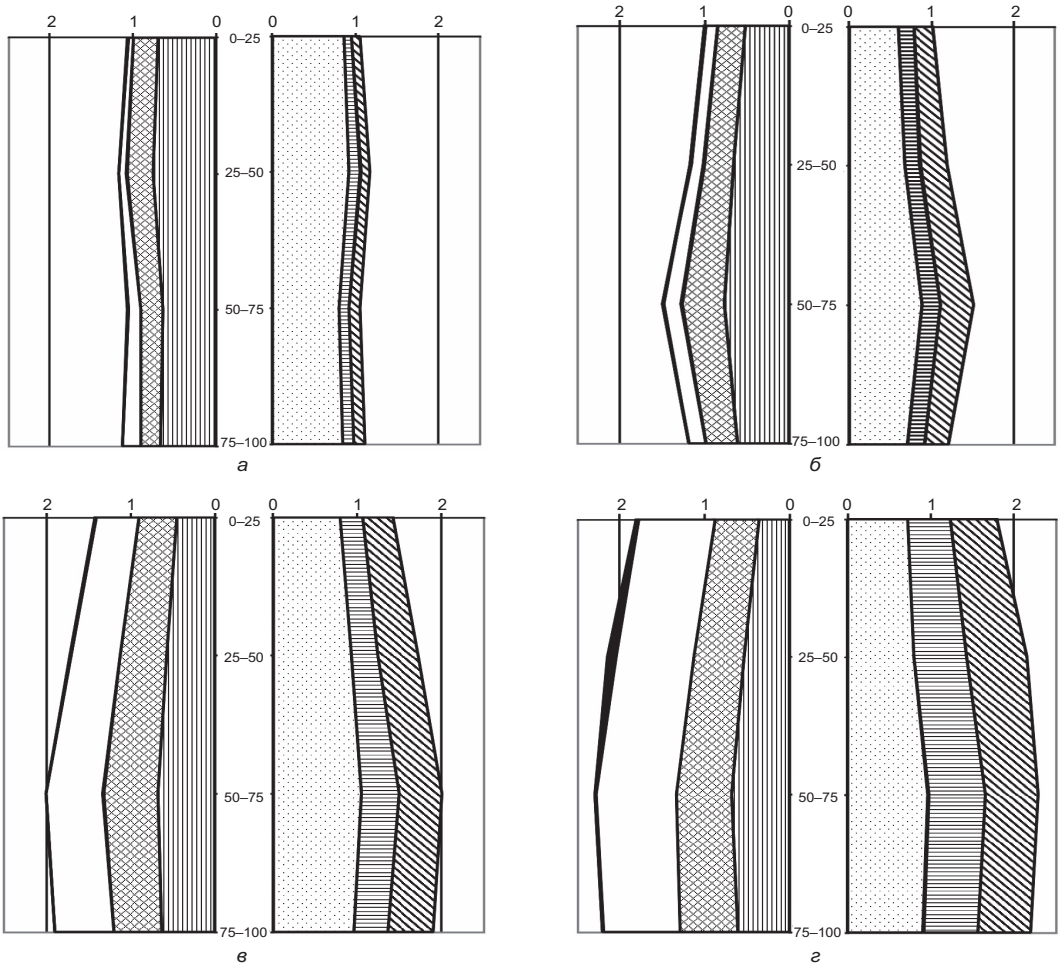


Рис. 1. Профільний розподіл водорозчинних солей (мг·екв/100 г ґрунту) у незрошуваному та зрошуваному чорноземі звичайних: а — незрошуваний ґрунт; б — зрошення водою 1-го класу; в — зрошення водою 2-го класу; г — зрошення водою 3-го класу; ■ — Ca^{2+} ; □ — Mg^{2+} ; □ — Na^+ ; ■ — K^+ ; □ — HCO_3^- ; ▨ — Cl^- ; ▩ — SO_4^{2-}

0–50 см — на рівні нижче слабого ступеня і лише в шарах 50–75 см і 75–100 см зростає до градації слабого. У багаторічній динаміці спостерігається сезонно зворотна міграція-акумуляція солей із тенденцією до посилення галогенних процесів і засоленості в літній період і розсолення — в осінньо-зимовий. Відбувається підвищення лужності за профілем ґрунту: рН водний зростає з 7,6 до 7,9. Співвідношення водорозчинних Са:На в орному шарі звужується з 10,0:1 до 0,9:1, що свідчить про розвиток процесів іригаційного осолонцювання.

З підвищенням мінералізації зрошувальної води до 2,9 мг/дм³ (АФ ім. Горького) ступінь трансформації катіонно-аніонного складу

водної витяжки посилюється порівняно з попереднім об'єктом досліджень за рахунок ще більшого зростання вмісту хлоридів, сульфатів, водорозчинного натрію і зниження концентрації водорозчинного кальцію. Уміст токсичних водорозчинних солей підвищується до 0,10–0,12%, що за хлоридно-сульфатного типу відповідає слабкому ступеню засолення. Співвідношення Са:На за профілем змінюється з 2–8:1 до 0,5–0,9:1, що свідчить про осолонцювання ґрунтового профілю чорнозему звичайного.

Під впливом зрошення в ґрунті на всіх об'єктах досліджень відбуваються зміни його карбонатного режиму, що полягають у вилугуванні карбонатів кальцію в нижні

горизонти з акумуляцією в шарі 75–100 см (на рівні 16,0–20,2%). У незрошуваному ґрунті концентрація їх підвищується до 5–12% вже у підорному шарі 25–50 см.

Зміни іонно-сольового складу водної витяжки призводять до перебудови складу ґрунтового вбирного комплексу (ГВК). За зрошення прісними водами 1-го класу у шарі 0–50 см спостерігається незначне зниження абсолютного і відносного вмісту увібраного кальцію (з 77 до 73% від суми увібраних катіонів) та збільшення частки увібраного натрію (з 0,4 до 0,7%) і магнію (з 21,5 до 25%). Орний шар характеризується як несолонцюватий (частка натрію і калію від суми увібраних катіонів становить 1,8%).

В умовах зрошення водами підвищеної мінералізації процеси трансформування ГВК інтенсивніші, а ступінь вияву деградаційних процесів — вищий. У ТОВ «Тепличний» за зрошення чорноземів звичайних водою з мінералізацією 2,2 мг/дм³ порівняно з незрошуваним аналогом відбувається зростання насиченості вбирного комплексу натрієм і магнієм з 0,5 до 1,6% та з 18,1 до 23% відповідно, унаслідок чого ступінь осолонцювання слабкий (3,4% натрію і калію від суми увібраних катіонів). У результаті довгострокового зрошення частка увібраного кальцію знизилася на 3,5–5,0%.

За зрошення непридатною за безпеку осолонцювання ґрунту водою частка увібраних натрію і магнію в шарі 0–30 см зростає з 0,4 до 2,4% та з 18 до 24% відповідно, а кальцію — зменшується з 80 до 71%. При цьому вміст $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ у верхньому шарі підвищується до 4,5% від суми катіонів з тенденцією до зростання потужності осолонцюваного горизонту вглиб за профілем ґрунту.

Зміни у ГВК досліджуваних ґрунтів зумовлені підвищенням активності іонів натрію і зниженням активності іонів кальцію в ґрунтовому розчині, особливо в орному шарі ґрунту, зрошуваному непридатною водою. Незрошуваний ґрунт за активністю іонів кальцію характеризувався як середньобуферний до осолонцювання (7,5–7,9 мг-екв/л), а внаслідок довгострокового зрошення непридатною водою 3-го класу його буферність знизилася до низького ступеня [5] через зростання активності іонів натрію (з 0,85 до 4,36 мг-екв/л) та зниження активності іонів кальцію до 4,73 мг-екв/л.

За вмістом гумусу в орному шарі (за ДСТУ 4362) досліджувані ґрунти класифікують як малогумусні (4,2–4,7%). У АФ ім. Горького за вирощування в овочевій сівозміні багаторічних трав спостерігається тенденція до незначного підвищення вмісту гумусу в зрошуваному ґрунті

порівняно з незрошуваним аналогом. У зрошуваних ґрунтах інших об'єктів досліджень відзначається незначне зниження вмісту гумусу, що пов'язано з переважанням процесів мінералізації органічних речовин, насиченістю сівозмін просапними культурами, унесенням низьких доз мінеральних добрив.

Довгострокове зрошення, особливо обмежено придатними і непридатними водами, унаслідок зміни агрофізичних, фізико-хімічних властивостей чорнозему звичайного призводить до агрофізичної деградації — ущільнення, знеструктурення, кіркуотворення, злитизації, зниження вмісту агрономічно цінних агрегатів [8]. Дослідженнями встановлено, що за зрошення придатними водами (ТОВ «Технотрейд ЛТД») щільність складання орного шару (0–25 см) зрошуваного ґрунту була оптимальною і достовірно нижчою, ніж незрошуваного аналога, що пов'язано з міжрядним обробітком, розпушенням ґрунту за вирощування кукурудзи на зерно (рис. 2). У підорному шарі зрошуваного ґрунту цей показник достовірно зростає, що, можливо, пов'язано з утворенням щільної плужної підшови. За довгострокового зрошення непридатною водою з Курахівського водосховища (АФ ім. Горького) через інтенсивніше осолонцювання підорного шару (20–39 см) спостерігається підвищення щільності складання ґрунту з 1,23 до 1,43 г/см³, що призводить до погіршення властивостей ґрунту.

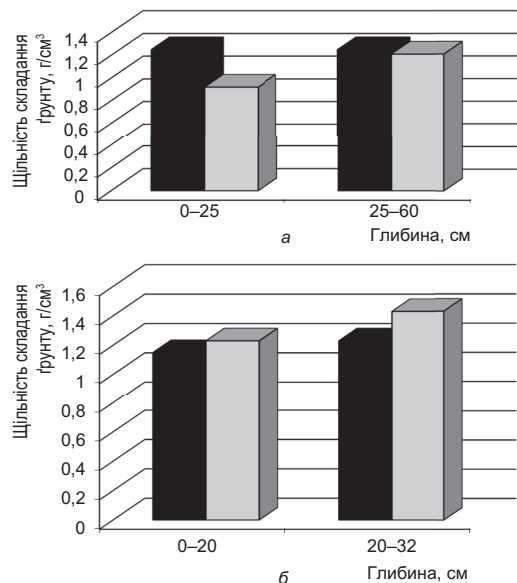


Рис. 2. Щільність складання ґрунту за зрошення водою різної якості: а — зрошення водою 1-го класу; б — зрошення водою 3-го класу

Важливим показником родючості ґрунту є мінералогічний склад. Дослідженнями встановлено, що за зрошення впродовж 45–50-ти років придатною водою відбувається незначне підвищення вмісту монтморилоніту (з 16 до 24%) та змішано-шаруватих утворень (сполук іліту з 16 до 19,5%, хлориту). Довгострокове зрошення непридатними водами призводить до активізації структурно-мінералогічних процесів, спрямованих на зменшення в складі тонкодисперсної частини ґрунту вмісту гідрослюдистих мінералів і зростання кількості монтморилоніту. Для зрошуваних ґрунтів характерним є високий вміст каолініту — на рівні 32–33%.

Аналіз гранулометричного складу досліджуваних ґрунтів показав, що за зрошення придатними водами (ТОВ «Технотрейд ЛТД») істотних змін вмісту фізичної глини (61–68%) не відбувається і ґрунт характеризується як легкоглинистий. Проте у фракційному складі відзначається незначне підвищення (на 1,5–2,0%) вмісту середнього, дрібного пилу та мулистій фракції за

профілем ґрунту, а вміст піску, навпаки, знижується з 5,5 до 3,3%.

За довготривалого зрошення непридатними водами зміни істотніші. Відбулося поважчання гранулометричного складу з важкосуглинкового до легкоглинистого зі зростанням вмісту фізичної глини з 56–59 до 65–67% унаслідок процесів внутрішньоґрунтового оглинювання або вивітрювання, що спричиняють руйнування крупніших часток первинних мінералів (пісок, середній і крупний пил) і перетворення їх на дрібний пил та мул. Спостерігається тенденція до зростання вмісту мулистій фракції до 46%, середнього і дрібного пилу — відповідно до 12–16%. Фактор дисперсності за Качинським, який характеризує ступінь руйнування мікроагрегатів, за зрошення водами цієї якості зростає з 7,4 (незрошуваний ґрунт) до 12,3, що свідчить про зменшення стійкості мікроструктури чорнозему звичайного. Фактор структурності за Фегеляром, що визначає водостійкість агрегатів, зменшується з 93 до 88% унаслідок зниження вмісту водостійких агрегатів.

Висновки

За результатами моніторингових досліджень встановлено вплив зрошення водами різної якості (придатними, обмежено придатними і непридатними) на спрямованість ґрунтових процесів і трансформацію властивостей у чорноземі звичайному Степу Північного. За довгострокового зрошення обмежено придатними і непридатними водами зміни мають деградаційний характер, що

виявляється в посиленні процесів засолення, осолонцювання, ущільнення, поважчання гранулометричного складу, зниженні стійкості мікроструктури та вмісту водостійких агрегатів. Отримані дані є основою для розробки прогностичних моделей еволюції ґрунтів, а також запровадження комплексу заходів з охорони й підвищення їх родючості в умовах посиленого антропогенного навантаження.

Бібліографія

1. *Агроэкологическая концепция орошения черноземов*; под ред. П.И. Коваленко, С.А. Балюка, В.В. Лелявского. — Х., 1997. — 82 с.
2. Балюк С.А. Класифікація зрошуваних ґрунтів України за ступенем засолення, осолонцювання та лужності/С.А. Балюк, О.А. Носоненко//Ґрунтознавство. — 2008. — Т. 9. — № 3–4. — С. 27–32.
3. Балюк С.А. Наукові аспекти сталого розвитку зрошення земель в Україні/С.А. Балюк, М.І. Ромащенко. — К., 2006. — 32 с.
4. Біланчин Я.М. Тенденції та закономірності процесів сучасної зміни чорноземів масивів зрошення південного заходу України/Я.М. Біланчин//Вісн. Одеськ. нац. ун-ту. — 2004. — Т. 9. — Вип. 4. — С. 7–13.
5. Інструкція з проведення ґрунтового-сольової зйомки на зрошуваних землях України: ВНД 33-5.5-11-02. — К.: Держводгосп України, 2002. — 40 с.
6. Коваленко П.І. Актуальні проблеми використання водних ресурсів і меліорованих земель

- на сучасному етапі/П.І. Коваленко//Меліорація і водне господарство. — 2011. — Вип. 99. — С. 5–16.
7. Концепція відновлення та розвитку зрошення у південному регіоні України; за ред. М.І. Ромащенко. — К., 2014. — 27 с.
8. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України; за ред. С.А. Балюка, М.І. Ромащенко, В.А. Сташука. — К.: Аграр. наука, 2009. — 624 с.
9. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії: ДСТУ 2730–94. — [Чинний від 1995-07-01]. — К.: Держстандарт України, 1994. — 14 с.
10. Якість води для зрошування. Екологічні критерії: ДСТУ 7286:2012. — [Чинний від 2013-07-01]. — К.: Мінекономрозвитку України, 2013. — 14 с.
11. James I.T. Soil, water and yield relationships in developing strategies/I.T. James, R.J. Godwin//Biosystems Engineering. — 2003. — V. 84 (4). — P. 467–480.

Надійшла 23.06.2015.