

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»***ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ  
ЗРОШЕННЯ ЗЕМЕЛЬ В УМОВАХ  
ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ  
ТА ЗАХОДИ З ДЕТОКСИКАЦІЇ  
СИСТЕМИ «ҐРУНТ — РОСЛИНА»**

**Мета.** Вивчення впливу техногенного навантаження на стан зрошувальних вод, ґрунтів та якість сільськогосподарської продукції в умовах зрошуваних агроландшафтів Донецької та Херсонської областей (зокрема, Інгuleцької зрошувальної системи), розробка диференційованих заходів із детоксикації системи «ґрунт — рослина». **Методи.** Польові, аналітичні, статистичні. **Польові дослідження** проводили в умовах моніторингових обстежень та в мікроділянкових дослідях. **Результати.** Довготривалими дослідженнями встановлено, що за техногенного навантаження спостерігається погіршення екологічного стану зрошувальних вод, ґрунтів, забруднення продукції важкими металами. На підставі оцінки стану агроландшафтів визначають напрями їх сільськогосподарського використання або консервації земель і розробляють заходи з детоксикації системи «ґрунт — рослина» (фізичні, хімічні, біологічні). **Висновки.** З метою мінімізації ризику деградації зрошуваних агроландшафтів та зниження меліоративного навантаження на ґрунти потрібні екологічне нормування, застосування системи заходів із детоксикації, відновлення родючості забруднених ґрунтів та зниження транслокації металів у вирощуванні культури, що є однією з важливих складових стратегії збалансованого використання зрошуваних земель.

**Ключові слова:** важкі метали, детоксикація, зрошення, зрошувальна вода, екологічне нормування, техногенне навантаження, чорнозем звичайний, фітомеліорація.

Нині у світі значну увагу приділяють питанням глобальних змін клімату та розробки способів адаптації для забезпечення стійкого і збалансованого землекористування [1–3]. Створено Міжурядову групу експертів ООН, яка займається аналізом причин цього явища та можливих небезпечних наслідків, розробленням концепцій і варіантів адаптації сільськогосподарського виробництва до змін природних умов у різних країнах. Посушливість клімату

зумовлює значне зростання дефіциту вологозабезпечення та розширення території з дефіцитом природного вологозабезпечення, площа якої за останні 30–50 років збільшилася на 8 млн га [4]. За таких умов значно зростає роль зрошення як стабілізуючого чинника аграрного виробництва для отримання сталих урожаїв сільськогосподарських культур з метою забезпечення продовольчої безпеки країни. У зв'язку з цим в Україні створено Координаційну

раду з питань відновлення роботи та розвитку зрошувальних систем.

При цьому значну увагу слід приділяти питанням моніторингу стану водних та ґрунтових ресурсів, оцінці їх якісного стану, збалансованого земле- і водокористування, екологічної безпеки внаслідок зростання темпів, ступеня та масштабів деградації земель, яка відзначається представниками ФАО [5, 6]. У регіонах зі складною екологічною ситуацією та високим техногенним навантаженням на природне середовище використання зрошуваних земель ускладнюється внаслідок забруднення їх важкими металами (ВМ), що потребує проведення моніторингових досліджень для оцінки еколого-агрономічного стану агроландшафтів, організації системи постійного контролю за вмістом забруднювачів, обґрунтування екологічно допустимих рівнів і режимів використання земель, екологічного нормування навантажень та розроблення заходів зі зменшення вмісту важких металів у ґрунтах та надходження в рослини.

**Мета досліджень** — вивчення впливу техногенного навантаження на стан зрошувальних вод, ґрунтів та якості сільськогосподарської продукції в умовах зрошуваних агроландшафтів Донецької та Херсонської областей (зокрема Інгuleцької зрошувальної системи (ЗС), розроблення диференційованих заходів із детоксикації системи «ґрунт — рослина».

**Методика досліджень.** Об'єктами досліджень є зрошувані агроландшафти Донецької та Херсонської областей (Інгuleцька ЗС), які зазнають різного за інтенсивністю антропогенного впливу. Їх ґрунтовий покрив представлений відповідно чорноземами звичайними мало- і середньогумусними переважно важко-суглинкового і легкоглинистого гранулометричного складу та темно-каштановими природно солонцюватими або вторинно осолонцюваними за зрошення ґрунтами. В основі досліджень — проведення багаторічних комплексних моніторингових обстежень зрошуваних земель, закладання стаціонарних моніторингових площадок за методом «ключів-аналогів» згідно з наявними методиками [7]. Способи детоксикації (фітомеліорація та підбір стійких культур) вивчали в мікроділянкових дослідах, закладених на чорноземі звичайному слабо-осолонцюваному в умовах Північного Степу на фоні забруднення ґрунту свинцем і кадмієм.

Уміст рухомих форм ВМ у ґрунті визначали атомно-абсорбційним методом

з екстракцією ацетатно-амонійним буферним розчином з рН-4,8 (ДСТУ 4770.1:2007—4770.9:2007). Якість зрошувальної води за екологічними критеріями оцінювали за ДСТУ 7286—2012. Аналіз багаторічних даних проведено з використанням методів статистики.

**Результати досліджень.** Якість зрошувальної води в техногенних регіонах формується переважно під впливом антропогенних факторів (скидів стічних вод вугільних шахт, промислових підприємств, атмосферних викидів), які нівелюють природні чинники. Досліджувані об'єкти різняться за джерелами та якістю зрошувальної води. Так, у Донецькій області зрошення проводять із численних дрібних джерел (річок, ставків, водосховищ), що різняться за хімічним складом та придатністю для іригації. Дослідженнями доведено [8], що водами 1-го класу з умістом ВМ поливається лише 10% території, 2-го — 65% і 3-го — 25%. Пріоритетними забруднювачами, що лімітують якість зрошувальних вод, є свинець, кадмій і кобальт. За рівнем забруднення ґрунтів (шар 0—100 см) площі з допустимою категорією ( $Z_c < 16,0$ ) становлять 5% від площі зрошення, з помірно небезпечною ( $Z_c = 16,1 - 32,0$ ) — 50%, небезпечною ( $Z_c = 32,1 - 128,0$ ) — 45%, що пов'язано переважно з якістю зрошувальних вод, але може порушуватися локальним впливом атмосферного забруднення.

Подальшими тривалими дослідженнями на стаціонарних об'єктах у цьому регіоні встановлено, що зі збільшенням терміну зрошення обмежено придатними і непридатними водами навантаження на чорноземи звичайні зростає і посилюється негативний вплив ВМ на екологічний стан ґрунтів, що потребує проведення екологічного нормування, диференційованого використання земель та контролю за якістю сільськогосподарської продукції. Оцінка якості поливної води в природних джерелах показала незначне варіювання вмісту ВМ упродовж періоду досліджень (табл. 1) переважно в межах градації одного класу, що свідчить про постійне антропогенне навантаження, яке нівелює природні чинники.

Якість води в Інгuleцькому магістральному каналі формується, головним чином, залежно від співвідношення на головному водозаборі дебітів мінералізованих вод р. Інгuleць, що містить шахтні скидні води м. Кривий Ріг і прісних вод Дніпра, з чим пов'язані зміни якісного складу зрошувальної води

## 1. Уміст ВМ у зрошувальній воді впродовж періоду досліджень

Уміст важких металів, мг/дм <sup>3</sup>									Іригаційна оцінка за екологічними критеріями
Zn	Mn	Fe	Cu	Ni	Co	Pb	Cd	Cr	
Канал Сіверський Донець — Донбас (Слов'янський р-н Донецької обл.)									
0,018	0,007	0,015	0,005	0,006	0,004	0,018	0	0,003	I клас
Р. Кальміус (міська зона м. Донецька)									
0,006	0,038	0,048	0,005	0,039	0,034	0,048	0,006	0,004	II клас за Pb, Cd, Co
Курахівське водосховище (Мар'їнський р-н Донецької обл.)									
0,007	0,059	0,123	0,004	0,058	0,055	0,065	0,009	0,009	III клас за Pb, Co, II клас за Cd
Ігулецька ЗС (Херсонська обл.)									
0,003	0,002	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	min I клас
0,075	0,091	0,404	0,006	0,019	0,069	0,032	0,001	0,022	max III клас за Co, II клас за Pb
0,027	0,037	0,111	0,003	0,011	0,013	0,016	0,001	0,008	Середнє I клас

впродовж періоду досліджень (див. табл. 1). Мінералізація води в магістральному та розподільчих каналах змінювалася з 0,5 до 1,9 мг/дм<sup>3</sup>, тип солей — переважно сульфатно-хлоридний магнієво-натрієвий, рН — у межах нейтрального (7,0–7,5). Проте в окремі роки мінералізація води могла досягати 3,5–5,7 мг/дм<sup>3</sup>, що створює певну екологічну небезпеку за використання її для зрошення [9]. За екологічними критеріями воду оцінювали переважно як придатну для зрошення, але в окремі періоди спостережень її якість змінювалася до обмежено придатної та непридатної для зрошення. Елементами, які найчастіше лімітують придатність води, є свинець та кобальт. Відзначено значну амплітуду коливань значень умісту ВМ, що свідчить про вплив антропогенного фактора на формування якості води і потребує постійного контролю для запобігання забруднення ґрунтів і рослинницької продукції.

За зрошення у верхніх шарах чорноземів звичайних спостерігалася тенденція до зростання концентрації рухомих форм ВМ, надлишковий уміст яких призводить до погіршення якості ґрунту (табл. 2). У чорноземах звичайних в умовах зрошення водою низької якості (II, III класи) їх уміст підвищився в середньому у 2–10 разів порівняно з ґрунтами, зрошуваними водою I класу та їх незрошуваними аналогами, а категорія забруднення зростала до помірно небезпечної і небезпечної, що пов'язано з надходженням ВМ з іригаційною водою та переходом їх сполук у більш розчинну форму за поліпшення водного режиму. Пріоритетними забруднювачами ґрунтів є свинець, кадмій, кобальт, нікель, концентрація яких перевищувала фоновий уміст у 1,3–10 разів. Зрошення посилює міграційну здатність ВМ, наслідком чого є формування вилугуваного та акумулятивного горизонтів на глибині 50–100 см.

## 2. Вплив зрошення водами різної якості на вміст рухомих форм ВМ у чорноземах звичайних, мг/кг

Глибина, см	Zn	Cd	Ni	Co	Fe	Mn	Pb	Cu	Cr
<i>ТОВ «Технотрейд» (Слов'янський р-н)</i>									
0–25	0,20	0,21	0,46	0,50	5,00	5,20	0,55	0,20	0,18
25–50	0,50	0,35	0,60	0,60	4,00	2,53	0,48	0,50	0,43
<i>ТОВ «Тепличний» (міська зона м. Донецька)</i>									
0–25	0,56	0,40	0,95	0,8	4,90	4,44	2,51	0,59	0,45
25–50	0,50	0,60	1,05	1,50	9,90	3,97	1,80	0,55	0,63
<i>АФ імені Горького (Мар'їнський р-н)</i>									
0–25	0,71	0,65	1,35	1,70	6,35	9,30	5,40	0,95	0,75
25–50	0,66	0,8	1,10	1,40	4,35	7,49	2,94	0,69	0,54
<i>Без зрошення</i>									
0–25	0,35	0,10	0,40	0,30	2,7	5,98	0,44	0,15	0,21
25–50	0,50	0,20	0,50	0,18	5,1	5,14	0,48	0,40	0,11
Фон [8]	1,0	0,1	1,0	0,5	2,0	43,0	0,5	0,5	0,1

### 3. Уміст рухомих форм ВМ у темно-каштанових ґрунтах, мг/кг

Уміст ВМ	Zn	Cd	Ni	Co	Fe	Mn	Pb	Cu	Cr
<i>Зрошення, 0–25 см</i>									
Мінімальний	0,04	0,01	0,38	0,07	0,06	3,27	0,01	0,05	0,06
Максимальний	0,69	0,35	3,08	1,22	4,03	51,19	3,67	0,70	3,21
Середній	0,28	0,14	1,65	0,40	1,27	20,97	1,12	0,27	0,89
<i>Зрошення, 25–50 см</i>									
Мінімальний	0,01	0,05	0,16	0,01	0,21	5,30	0,06	0,07	0,05
Максимальний	1,42	0,52	2,45	1,41	2,72	34,54	5,94	0,77	2,10
Середній	0,38	0,18	1,50	0,31	1,54	15,01	2,03	0,30	0,66
<i>Без зрошення, 0–25 см</i>									
Середній	0,49	0,13	0,88	0,31	1,32	19,19	0,53	0,69	1,05
<i>Без зрошення, 25–50 см</i>									
Середній	0,42	0,13	0,67	0,33	0,92	14,76	0,80	0,32	0,94
Фон [8]	1,0	0,1	1,0	0,5	2,0	43,0	0,5	0,5	0,1

У темно-каштанових ґрунтах Інгuleцької ЗС виявлено значні зміни вмісту рухомих форм металів та підвищення концентрації нікелю, кобальту, свинцю, міді за зрошення (табл. 3). Проте слід зазначити, що в орному шарі досліджуваних ґрунтів лише середній уміст нікелю та свинцю перевищував фонові значення у 1,6–2,2 раза, а категорія забруднення була в межах допустимої ( $Z_c < 16$ ). У шарі 50–100 см спостерігається акумуляція кадмію, нікелю, кобальту, хрому та підвищення рівня забруднення до помірно небезпечної категорії ( $Z_c = 16–32$ ), що створює загрозу внаслідок можливої транслокації токсикантів у продукцію сільськогосподарських культур.

В умовах напруженої екологічної ситуації важливим аспектом є контроль якості продукції, оскільки надлишкові кількості ВМ у ґрунті можуть призвести до посилення транслокації та накопичення токсичних речовин у рослинах, загрожуючи здоров'ю людини. Оцінка продукції зернових, кормових, овочевих культур, вирощених в умовах Інгuleцької ЗС, показала, що вона стосовно вмісту ВМ є чистою, але на окремих зрошуваних масивах у зерні пшениці та соняшнику вміст свинцю, кадмію, хрому перевищував гранично допустимі концентрації (ГДК) та максимально допустимі рівні (МДР). Для умов Донецької області за зрошення забрудненими водами та аерального надходження металів спостерігається посилення їх транслокації в рослини та забруднення продукції. Так, в овочевій продукції за зрошення непридатними водами (АФ імені Горького, Мар'їнський р-н Донецької обл.) уміст найпоширеніших політантів — свинцю і кадмію — перевищував ГДК у 1,2–2,5 раза.

Слід зазначити, що розвиток деградаційних процесів у ґрунтах призводить до економічних збитків — втрати доходів та прибутку аграрних підприємств унаслідок зниження врожайності вирощуваних культур і зменшення валового збору. Так, за слабого ступеня деградації внаслідок забруднення ВМ відзначається зменшення врожайності сільськогосподарських культур до 10%, середнього — 10–20, сильного — понад 20%.

Отже, отримані результати досліджень свідчать про те, що в регіонах із підвищеним техногенним навантаженням актуальним є розроблення методологічних основ екологічного нормування, метою якого є встановлення обов'язкових нормативів, правил, регламентів щодо використання земель, дотримання вимог екологічної та санітарно-гігієнічної безпеки для мінімізації ризику деградації зрошуваних агроландшафтів і зниження меліоративного впливу на ґрунти [5]. Екологічне нормування спрямоване на запобігання негативних наслідків антропогенного впливу на екосистеми, зокрема на ґрунти, для забезпечення стійкого функціонування та досягнення рівноваги між негативним антропогенним впливом і здатністю ґрунту до відновлення. Результатом екологічного нормування є визначення гранично допустимого навантаження на ґрунтову систему — максимального навантаження, яке не спричиняє небажаних змін в екосистемі, за якого зберігається біотичний та енергетичний баланс, стійкість ґрунтової системи й підтримання продуктивних і екологічних функцій в оптимальних межах.

Нормування вмісту металів у ґрунтах і рослинах є надзвичайно складним через неможливість повного врахування впливу всіх

факторів природного середовища. Воно може базуватися на агрономічному та санітарно-гігієнічному підходах [1], в основі яких — величина врожаю, якість продукції, уміст металів у ґрунті. Для нормування вмісту токсичних речовин використовують гранично допустимі та орієнтовно допустимі концентрації ВМ, однак, при цьому не завжди можна дати об'єктивну оцінку рівня забруднення компонентів агроландшафту. Тому з урахуванням строкатості ґрунтового покриву та різної біологічної здатності сільськогосподарських культур щодо обмеження надходження металів у вегетативні та генеративні органи слід відмовитися від єдиних ГДК для всіх типів ґрунтів.

Залежно від еколого-агромеліоративного стану зрошуваних земель визначають напрями подальшого використання земель у сільськогосподарському виробництві та розробляють заходи з детоксикації системи «грунт — рослина». Якщо рівень деградації за екологічними показниками досягнув сильного ступеня, то сільськогосподарське використання таких земель є недоцільним. Нині на законодавчому рівні закріплено, що деградовані, техногенно забруднені землі, використання яких є екологічно небезпечним, економічно неефективним і не дає можливості отримати екологічно чисту продукцію, підлягають вилученню з обігу та консервації (ст. 170, 172 Земельного кодексу України, «Порядок консервації земель», затверджений наказами Держкомзему України (№ 175 від 17.10.2002 р.) та Мінагрополітики України (№ 283 від 26.04.2013 р.).

На землях зі слабким та середнім ступенями деградації застосовують систему заходів із детоксикації, відновлення родючості забруднених ґрунтів і зниження транслокації ВМ у вирощувані культури, яка є однією з важливих складових стратегії збалансованого використання, відтворення та управління ґрунтовими ресурсами України. На основі аналізу та узагальнення результатів довготривалих досліджень підготовлено рекомендації [11], в яких викладено основні заходи (фізичні, хімічні, біологічні) зі зниження токсичної дії ВМ у системі «грунт — рослина», що передбачають унесення в ґрунт меліорантів та адсорбентів різної природи; промивання ґрунту з використанням спеціальних речовин, які підвищують розчинність сполук ВМ; фітомеліорацію; підбір стійких до забруднення культур; біоре mediaцію з використанням мікроорганізмів.

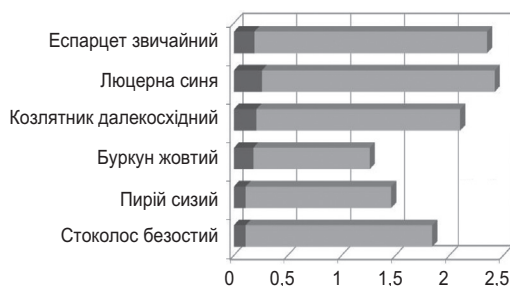
Поширеним хімічним способом є застосування адсорбентів — залізо-кальцієвих,

кальцієвих меліорантів, які утворюють комплексні сполуки та насичують ґрунтовий вбирний комплекс кальцієм, що сприяє поліпшенню фізико-хімічних властивостей ґрунту. У мікроділянковому досліді детоксикація забрудненого чорнозему звичайного з використанням залізо-кальцієвого шламу сталедротяного виробництва мала позитивний ефект, що виявлявся в зменшенні вмісту рухомих форм забруднювачів у ґрунті, зниженні транслокації їх у рослини та підвищенні врожайності культур на 10–59%: пшениці озимої — на 16–19%, гречки — 33–59, кукурудзи — 17–21, буряків кормових — 21, люцерни — 10, картоплі — 24%.

На ґрунтах зі слабким ступенем забруднення доцільним є застосування екологобезпечних способів детоксикації забруднених ґрунтів — біологічних, які базуються на використанні метаболічного потенціалу біологічних об'єктів, скажімо, рослин, мікроорганізмів. Фітомеліоративні заходи передбачають вирощування на забрудненому ґрунті рослин, здатних акумулювати і виносити з біомасою велику кількість токсичних речовин. Це пов'язано зі значним умістом у них специфічних клітин, здатних зв'язувати метали, послаблюючи їх токсичну дію і зберігаючи можливість до репродукції інших клітин рослин. Переваги цього способу полягають в екологічній чистоті, безпеці використання, мінімальному впливі на властивості ґрунту, низькій собівартості застосування [11], але він є довготривалим. Для фітоекстракції ВМ із ґрунту можна використовувати сільськогосподарські культури і дикоростучі рослини (дурман звичайний, сви́норій пальчастий, гречку сахалінську, суріпку, ярутку, гірчак сахалінський, гірчицю сарептську).

У мікроділянковому досліді вивчали фітомеліорацію чорнозему звичайного, забрудненого свинцем і кадмієм (по 50 фонів кожного елемента), багаторічними кормовими травами — стоколосом безостим, пирієм сизим, буркуном жовтим, козлятником далекохідним, люцерною синьою, еспарцетом. Серед них найвищою врожайністю вирізнялися буркун, еспарцет і люцерна. Для кількісної оцінки надходження ВМ з ґрунту в рослини використовували коефіцієнт біологічного накопичення (КБН), який розраховували як співвідношення концентрацій забруднювальних речовин у фітомасі рослин та ґрунті. Результати показали (рисунк), що кадмій є елементом слабого накопичення (КБН<1) для всіх вирощуваних культур. Найвищі значення цього показника





**Коефіцієнти біологічного поглинання свинцю і кадмію кормовими культурами: ■ — кадмій; ■ — свинець**

властиві для люцерни, козлятнику та еспарцету (0,19–0,21). Свинець характеризувався як метал сильного накопичення (КБН>1), проте найвищою його транслокація була в зелену масу люцерни та еспарцету (КБН-2,16). Розрахунок підтвердив, що найвищу

здатність виносу ВМ мали люцерна та еспарцет — 3,8–4,2 кг/га, тобто для очищення ґрунту до фонового рівня потрібно 55–60 років, що підтверджує необхідність поєднання хімічних і біологічних способів детоксикації за високих рівнів забруднення ґрунту.

Нашими дослідженнями з вивчення стійкості до дії ВМ та фітоекстракції забруднювачів однорічними культурами (суданською травою, сорго-суданковим гібридом, редькою олійною, сорго силосним, соняшником, кукурудзою, гірчицею на зелений корм, горохом) на чорноземі звичайному, забрудненому кадмієм (на рівні 50 фонів) установлено, що найвищою врожайністю і стійкістю до токсичної дії кадмію характеризувалися соняшник, кукурудза, горох, сорго, суданка й редька олійна, тому ці культури можна рекомендувати для вирощування на забруднених цим металом ґрунтах. Найвищий винос ВМ мали редька олійна та горох — відповідно 4,6 та 2,2 кг/га.

## Висновки

За техногенного навантаження спостерігається погіршення екологічного стану зрошуваних агроландшафтів, що виявляється у підвищенні концентрації ВМ у зрошувальній воді, ґрунтах (чорноземах звичайних і темно-каштанових), посиленні їх міграційної здатності та накопиченні

в сільськогосподарській продукції залежно від рівня техногенного та меліоративного впливу. З метою запобігання розвитку деградаційних процесів і зниження транслокації токсикантів у сільськогосподарську продукцію за різних рівнів забруднення запропоновано комплекс заходів із детоксикації.

## Бібліографія

1. Report of the second meeting of the plenary assembly of the Global Soil Partnership. — Rome, 22–24 July 2014. — 26 p.
2. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) — IPCC. — Geneva, Switzerland, 2007. — 104 p.
3. Ricci L. Reinterpreting Sub-Saharan Cities through the Concept Of Adaptive Capacity. An Analysis of Autonomous Adaptation in Response to Environmental changes in Peri-Urban Areas/L. Ricci. — Sapienza, 2016. — 211 p.
4. Концепція відновлення та розвитку зрошення у Південному регіоні України; за ред. М.І. Ромащенко. — К., 2014. — 27 с.
5. Національна програма охорони ґрунтів України; за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва, М.М. Мірошніченка. — Х., 2015. — 59 с.
6. Global Change: impacts on Water and Food Security/Ci. Ringler, A. K. Biswas, S.A. Cline (Eds.). — Springer — Verlag Berlin Heidelberg, 2010. — 261 p.
7. Інструкція з проведення ґрунтового-сольової зйомки на зрошуваних землях України: ВНД 33-5.5-11-02. — К.: Держводгосп України, 2002. — 40 с.
8. Охорона водних, ґрунтових та рослинних ресурсів Донецької області від забруднення важкими металами в умовах зрошення: посібник до ВНД 33-5.5-06-99 «Охорона водних, ґрунтових та рослинних ресурсів від забруднення важкими металами в умовах зрошення». — Х., 2002. — 49 с.
9. Сучасний стан зрошуваних земель Інгулецької зрошувальної системи та шляхи його поліпшення/С.А. Балюк, О.А. Носоненко, Л.І. Воротинцева та ін.// Посібн. укр. хлібороба. — 2014. — № 3. — С. 52–54.
10. Концепція екологічного нормування допустимого антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив; за ред. С.А. Балюка, М.І. Ромащенко. — К.: Аграр. наука, 2004. — 34 с.
11. Заходи з детоксикації забруднених ґрунтів та зменшення транслокації важких металів в сільськогосподарські культури. Рекомендації/С.А. Балюк, Л.І. Воротинцева, В.Я.Ладних. — Х.: ТОВ «Смугаста типографія», 2014. — 56 с.

Надійшла 29.03.2016.