УДК 615.849-614.7:613

ГРИГОР'ЄВА Л.І., ТОМІЛІН Ю.А., Науково-методичний центр екобезпеки Миколаївського державного гуманітарного університету ім. Петра Могили, м. Миколаїв

ОСОБЛИВОСТІ ПОВЕДІНКИ РАДІОНУКЛІДІВ У ҐРУНТАХ ЗРОШУВАНИХ МАСИВІВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Викладено матеріали багаторічних досліджень з оцінки радіонуклідного складу ґрунтів зрошуваних масивів південного регіону України. Встановлено зміни активності ^{90}Sr і ^{137}Cs у ґрунтах за глибиною у різні роки для основних зрошувальних систем.

Materials of long-term researches are expounded from the estimation of radionuclides composition of soils of the irrigated arrays of south region of Ukraine. The changes of ^{90}Sr і ^{137}Cs are set in soils after a depth in different years for the basic irrigation systems.

Вступ

Засвоєння радіонуклідів рослинами з ґрунту залежить від комплексу чинників, серед яких можна виділити чотири основних: фізико-хімічні та механічні властивості ґрунту, біологічні особливості рослин, фізико-хімічні особливості радіонуклідів і особливості агротехніки обробки культур.

Роль основних фізико-хімічних і агрохімічних показників ґрунту, що визначають рухливість радіонуклідів в системі ґрунт – рослина, у даний час вивчена достатньо повно, хоча в кількісному відношенні вплив окремих властивостей ґрунту неоднаковий для різноманітних радіонуклідів. В цілому спрямованість дії ґрунтових: властивостей на біологічну рухливість радіонуклідів можна описати таким чином: доступність рослинам радіонуклідів підвищується зі зменшенням вмісту в ґрунті фізичної глини, мулу, органічної речовини, обмінних катіонів, місткості поглинання. Неоднозначно впливають на доступність засвоєння рослинами радіонуклідів такі особливості ґрунту, як *pH*, вміст карбонатов і вогкість.

Матеріали та методи досліджень

Дослідження вмісту радіонуклідів у ґрунті і сільгоспкультурах зрошувальних систем (Інгулецької, Південно-Бузької, Білоусівської) проводилося у науково-дослідній лабораторії та лабораторії зовнішньої дозиметрії ПУ АЕС [1-3, 6]. Узагальнення матеріалів досліджень проведено у науково-методичному центрі екобезпеки МДГУ імені Петра Могили. Відбір та підготовка проб здійснювалися за офіційними (стандартними) методиками. Методи досліджень: радіометричні, спектрометричні та математико-статистичні [7, 8].

Результати та їх обговорення

За результатами наших і інших авторів досліджень у регіоні зрошуваних масивів півдня України [1, 9], аналізу даних забруднення радіонуклідами ґрунтів угідь трьох (Інгулецької, Південно-Бузької, Білоусівської) зрошувальних систем показано, що питома активність ^{90}Sr в орному шарі ґрунту з угідь Інгулецької зрошувальної системи, при зменшенні від 9-10 Бк/кг у 1991 р. до 3-4 Бк/кг у 1998 р., залишилася бути майже вдвічі вищою за активність ^{90}Sr у ґрунті Південно-Бузької та Білоусівської зрошувальних систем; якщо основна частина (до 60 %) ^{90}Sr у ґрунті з угідь всіх зрошувальних систем у 1990 р. зосереджувалася в верхньому орному шарі, то у наприкінці 90-х років ситуація змінилася.

Забруднення ^{90}Sr ґрунту Південно-Бузької та Білоусівської зрошувальних систем мало відрізнялася з глибиною (10-60 см), не перевищуючи 1-2 Бк/кг. В умовах Інгулецької зрошувальної системи відбулося накопичення ^{90}Sr у верхньому (0-20 см) шарі та у шарі 50-60 см. (рис. 1, 2).

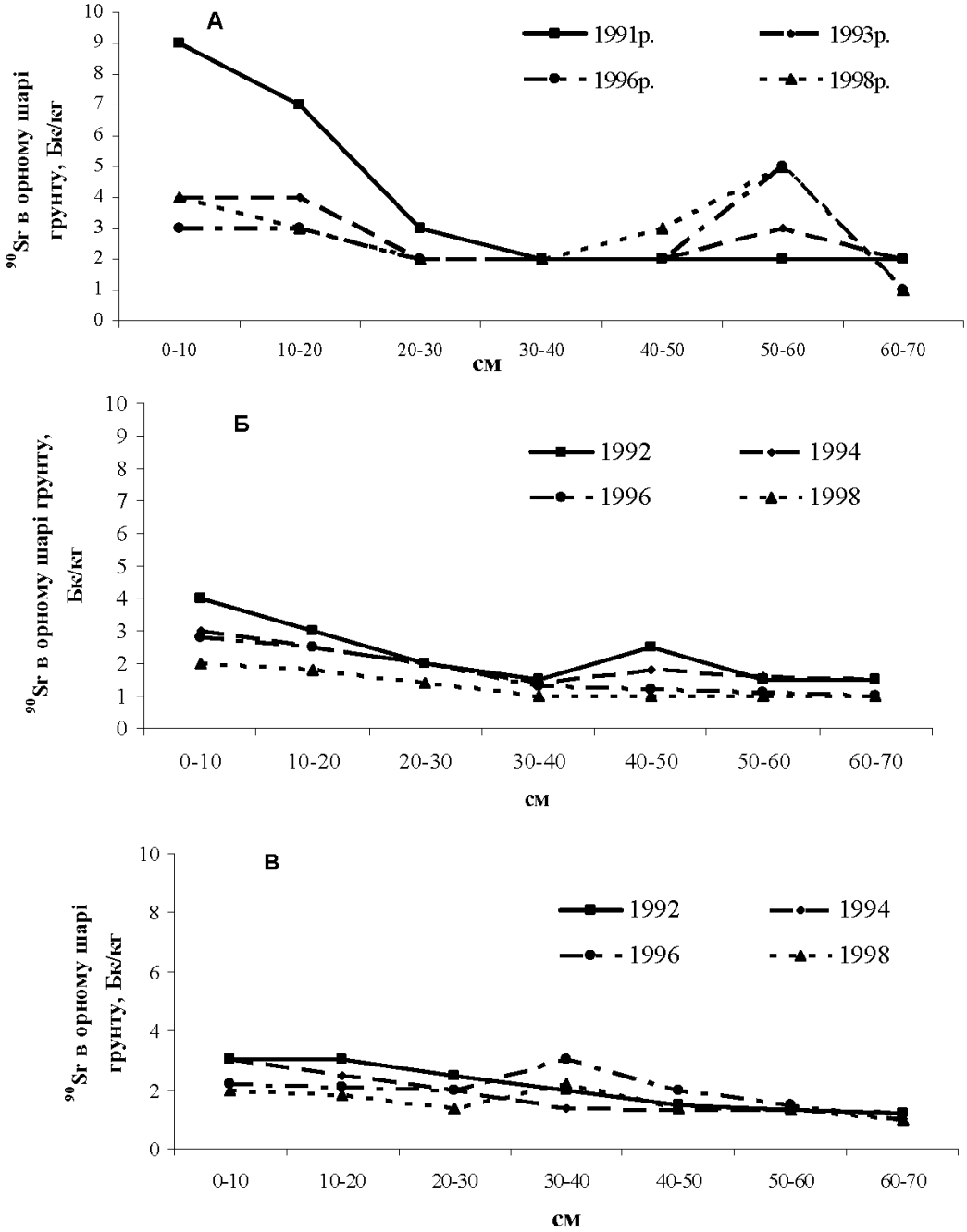

Рис. 1. Зміна питомої активності ^{90}Sr в ґрунті з глибиною в різні роки для Інгулецького (А), Південно-Бузького (Б), Білоусівського (В) масивів

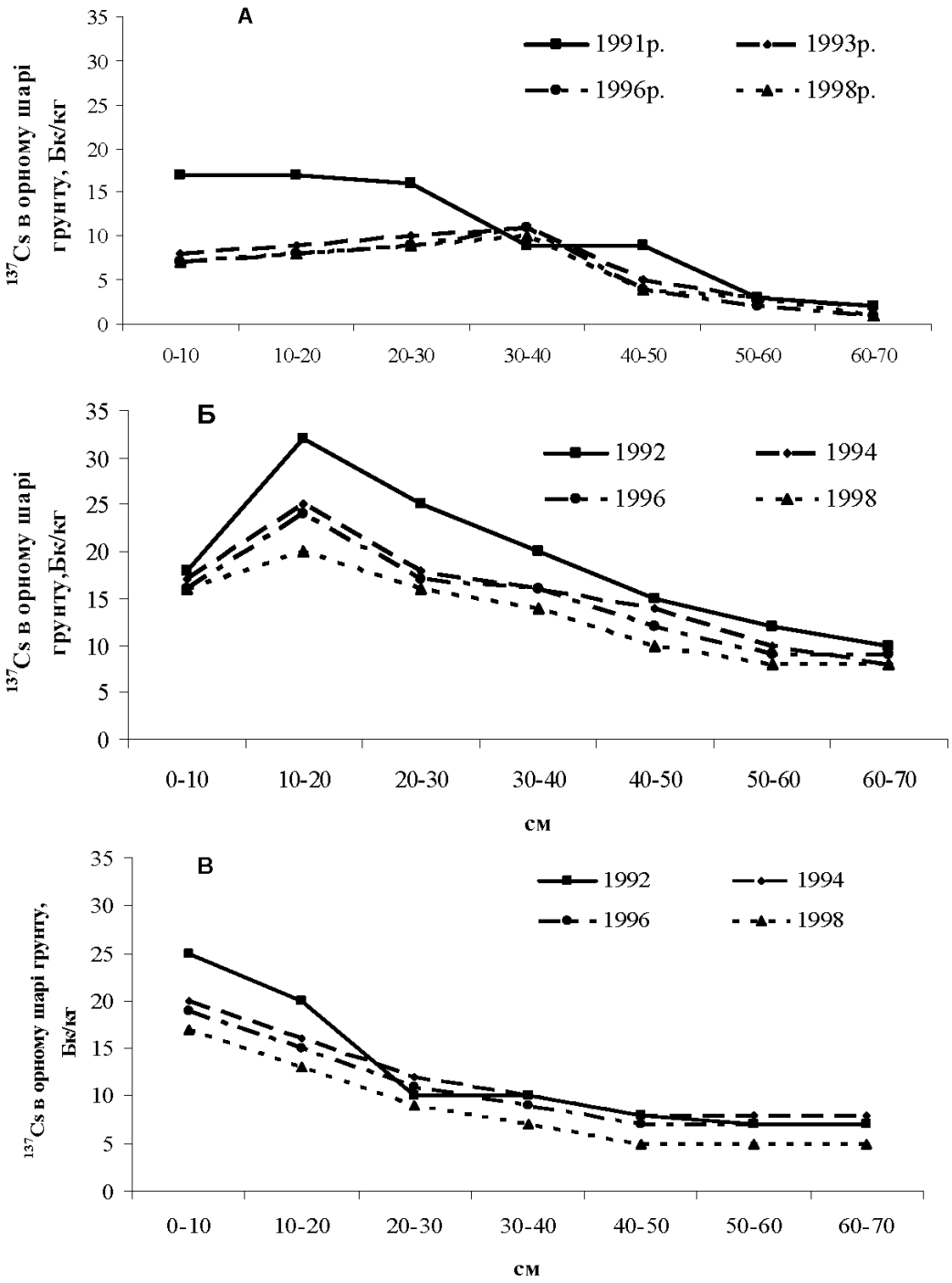

Рис. 2. Зміна питомої активності ^{137}Cs в ґрунті з глибиною в різні роки для Інгулецького (А), Південно-Бузького (Б), Білоусівського (В) масивів

Накопичення рослинами ^{90}Sr в більшості випадків обернено пропорційно до місткості поглинання ґрунту і кількості в ній обмінного *Ca*. ^{90}Sr пересувається по харчових ланцюжках разом з *Ca*, який є одним з важливих біогенних елементів, але не ідентично з ним. При переході ^{90}Sr за біологічними ланцюжками відношення ^{90}Sr до *Ca*, як правило, змінювалось і в наступній ланці становилось менше. Із зростанням концентрації *Ca* у ґрунті зменшувалося відношення радіостронцію до *Ca* у рослині. Відношення ^{90}Sr до Ca у рослині менше, ніж у ґрунті. Це явище більш різко виражене у ранні фази розвитку рослин і слабше − у пізній період. Взагалі середній коефіцієнт дискримінації (відношення $^{90}Sr/Ca$ у рослині до $^{90}Sr/Ca$ у ґрунті) для ^{90}Sr в системі ґрунт – рослина становив 0,8.

З рисунку 2 видно, що більш високі рівні (у 1,5-2,0 рази) питомої активності ^{137}Cs у ґрунті протягом усього часу характерні для Південно-Бузької зрошувальної системи, схожі з цими показниками і вміст ^{137}Cs у ґрунті Білоусівської зрошувальної системи та його зміни з часом.

Перехід радіоізотопів *Cs* ґрунту в рослини, в значній мірі, визначався вмістом у ґрунті обмінного калію: зі збільшенням його концентрації інтенсивність поглинання ^{137}Cs рослинами знижувалася. Коефіцієнт дискримінації ^{137}Cs по відношенню до *K* залежить, в першу чергу, від властивостей ґрунту, а також від особливостей рослин. Для чорнозему коефіцієнт дискримінації ^{137}Cs по відношенню до *K* складає 0,0008...0,044. Однак, між відношенням радіоцезію і *K* у рослині, і відношенням їх у ґрунті в більшості випадків пропорційності не спостерігалося. Коефіцієнт дискримінації ^{137}Cs по відношенню до *K* при переході цих елементів із ґрунту в рослини сильно залежав від властивостей ґрунту, особливостей рослини і т.ін. Підвищеному переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини сприяла кисла реакція ґрунтового розчину і нестача калію.

Поведінка ^{3}H у ґрунті описувалася закономірностями поведінки води і залежала від складної взаємодії різних процесів транспорту води і її випаровування. Взагалі переміщення окису ^{3}H (^{3}HHO) у ґрунті характеризувалося рівняннями балансу маси для поверхневих і нижніх шарів ґрунту. При надходженні ^{3}H у ґрунт з водою ^{3}HHO розподілялося у ґрунті під дією вертикального транспорту та поглинання рослинністю. Дискримінація ^{3}H відносно легкого ізотопу водню ^{1}H при кореневому надходженні практично відсутня.

Таким чином, засвоєння рослинами ^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{3}H з ґрунту залежить від комплексу факторів, якими є геоморфологічна будова та гідрологічні і кліматичні умови місцевості, фізико-хімічні властивості ґрунту, біологічні особливості рослин, фізико-хімічні особливості радіонуклідів, особливості агротехніки вирощування культур, які в умовах зрошення можуть по-різному впливати на перехід радіонуклідів у сільськогосподарські культури.

За результатами досліджень із виявлення дійових факторів включення радіонуклідів у біологічний кругообіг у системі ґрунт – рослина встановлено, що при переході радіонуклідів за цим ланцюжком суттєвим є не тільки прямий зв'язок, але й зворотний, який пов'язаний з активним впливом рослини на рухомість радіонуклідів. Саме взаємодія між ґрунтом і рослиною визначає ефективний, доступний для поглинання розмір рухомої фракції радіонуклідів і впливає, таким чином, на коефіцієнт переходу ґрунт – рослина. Ці результати співзвучні з іншими даними, які вказують на те, що саме вид рослини є відповідальним за співвідношення різних за рухомістю та біологічною доступністю фракцій ^{90}Sr, ^{137}Cs та зміну коефіцієнту переходу радіонукліду в рослину.

Висновки

1. На перехід радіонуклідів у рослини з ґрунту впливає механічний склад ґрунту. Так, перехід радіонуклідів у рослини збільшується при зменшенні вмісту в ґрунті глини, мулу, органічних речовин, ємності поглинання.

2. На процеси міграції радіонуклідів у ґрунті впливають різні форми їх перебування у ґрунті: водорозчинна, обмінна та фіксована. Водорозчинні сполуки, як правило, є доступними і придатними до міграції в ґрунтовому покрові. Обмінна форма розглядається, як резерв водорозчинної. ^{90}Sr, порівняно з ^{137}Cs, характеризується більш інтенсивною міграцією в ґрунтах.

3. Поведінка ^{3}H у ґрунті описується закономірностями поведінки води і залежить від складної взаємодії різних процесів транспорту води і її випаровування.

4. Засвоєння рослинами ^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{3}H з ґрунту залежить від комплексу факторів, якими є геоморфологічна будова та гідрологічні і кліматичні умови місцевості, фізико-хімічні властивості ґрунту, біологічні особливості рослин, фізико-хімічні особливості радіонуклідів, особливості агротехніки вирощування культур, які в умовах зрошення можуть по-різному впливати на перехід радіонуклідів у сільськогосподарські культури.

5. Вплив мінералізації ґрунту на перехід радіонуклідів у рослини проявляється в наступному: збільшеному переходу сприяє кисла реакція ґрунтового розчину і нестача *K*.

6. Агротехнічна обробка ґрунту може призводити до збільшення рухливості радіонуклідів у ґрунтах, що сприяє більш інтенсивному переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини.

7. Наявність додаткового (до надходження радіонуклідів безпосередньо зі зрошувальної води) шляху переходу радіонуклідів із ґрунту, в якому також відбуваються процеси акумуляції радіоактивності з поливної води, яким (тобто процесам) характерна різноманітність та варіабельність завдяки багатофакторності властивостей ґрунту по накопиченню радіоактивності, визначає необхідність проведення комплексної радіоекологічної оцінки кожного зрошуваного масиву.

ЛІТЕРАТУРА

1. Григор'єва Л.І., Томілін Ю.А. Радіоекологічні та радіобіологічні аспекти зрошуваного землеробства півдня України: Монографія. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2006. – 264 с.
2. Кравец А.П. Радіонукліди Чорнобильських випадінь у системі ґрунт – рослина та біологічні методи зниження забруднення сільськогосподарської продукції // Науковий вісник національного аграрного університету. – К., 2001. – Вып. 45. – С. 41-51.
3. Григор'єва Л.І. Зрівняння впливу радіаційного забруднення зрошувальної води на вміст радіонуклідів у сільгоспрослинах в умовах різних зрошувальних систем // Гигиена населенных мест. – К., 2000. – Вып. 36. Ч. 1. – С. 420-426.
4. Григор'єва Л.І. Тритій у радіоекологічних проблемах зрошувального землеробства // Вісник державного агроекологічного

університету. – Житомир, 2003. – № 1. – С. 99-109.
5. Григор'єва Л.І., Томілін Ю.А. Радіаційна безпека використання зрошення при виробництві сільськогосподарської продукції на півдні України / Матеріали м/н конференції "Екологічна безпека об'єктів господарської діяльності". – МДГУ, 2004.
6. Грисюк С.М., Рафальська Н.Ф., Петилова О.Д., Гудков І.М. Особливості накопичення ^{90}Sr та ^{137}Cs сільськогосподарськими рослинами в умовах зрошення водою р. Дніпро // Науковий вісник національного аграрного університету. – К., 2001. – Вип. 45. – С. 57-61.
7. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивних веществ в объектах внешней среды / Под ред. А.Н. Марея, А.С. Зыковой. – М., 1980. – 336 с.
8. Методы анализа обьектов окружающей среды / АН СССР; Отв. ред. В.В. Малахов. – Новосибирск: Наук. сиб. отд.-ние, 1988, – 144 с.

Надійшла до редколегії 14.11.07.