

РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ І СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розглянуто і узагальнено зміни радіоекологічного стану сільськогосподарського виробництва Дніпропетровської області. З'ясовано особливості розподілу вмісту радіонуклідів: цезію-137 та стронцію-90 на 29 моніторингових ділянках сільськогосподарських угідь Дніпропетровщини з 2007 до 2010 рр.

Надано загальну оцінку стану ґрунтів за показниками радіоактивності цезію-137 і стронцію-90. Визначено, що середня щільність забруднення радіоцезієм і радіостронцієм сільськогосподарських угідь є неоднорідною і коливається від 0,1 до 1,0 Кі/км² та радіостронцієм до 0,02 Кі/км².

Дослідили розподіл цезію-137 і стронцію-90 у ґрунті і зерні пшениці, та визначили відповідні коефіцієнти накопичення. Встановлено пряму залежність накопичення досліджуваних радіонуклідів від розподілу вмісту радіонуклідів у ґрунтах.

Визначено динаміку концентрації гумусу, обмінного калію і фосфору в зразках ґрунтів 29 моніторингових ділянок Дніпропетровської області, які зумовлюють підвищену рухливість радіонуклідів.

Показано, що інтенсивність міграції радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90 в значній мірі визначаються агрохімічними властивостями ґрунту.

Ключові слова: моніторинг; ґрунт; радіоцезій; радіостронцій; родючість.

Вступ. Внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС довкілля забруднено тривалоіснуючими радіонуклідами: стронцієм-90, цезієм-137, радієм-226, плутонієм-239 тощо. Екологічні наслідки цієї аварії в сільському виробництві визначаються не тільки особливостями радіоактивного забруднення, але й генетичними та еволюційними відмінностями окремих ґрунтових різновидів у природних агроecosистемах [1].

Швидкість самоочищення довкілля залежить від швидкості їх радіоактивного розпаду, вертикальної та горизонтальної міграції у ґрунтах. Нерідко визначальним фактором рівня забруднення рослин є не тільки щільність радіоактивного забруднення ґрунту, а його фізико-хімічні та агрохімічні властивості, мінералогічний склад і водний режим. Тому дуже важливо в процесі радіоекологічного моніторингу, моделювання і прогнозування ситуації вивчати і враховувати всі особливості ґрунтового покриву забруднених територій.

Дослідження міграції цезію-137 та стронцію-90 у ґрунтах агроecosистем має не тільки теоретичне, але й практичне значення у зв'язку з вирішенням проблеми забезпечення населення екологічно чистою продукцією, яка вирощується на забруднених радіонуклідами сільськогосподарських угіддях [2; 3].

Для обґрунтування та розробки заходів із покращення радіаційного стану забруднених земель необ-

хідні дані про склад і щільність забруднень, їх розподіл та рухливість у профілі ґрунту, зміни цих показників у часі. В літературі існують чисельні результати про міграцію та рухливість радіонуклідів глобальних викидів у різних ґрунтах [4]. Тільки сільськогосподарських угідь забруднено близько 1,3 млн. га. Щільність забруднення радіоцезієм для основної маси цих ґрунтів коливається від 1 до 15 Кі/км² [5]. На сьогодні ці землі є основними джерелами радіаційного навантаження і платформою для подальшого поширення радіонуклідів у навколишньому середовищі.

В агроecosистемах на відміну від природних екосистем діють додаткові фактори, що модифікують природну поведінку радіоактивних речовин. Залежно від засобу обробітку ґрунту відбувається механічний перерозподіл радіонуклідів у шарі, що обробляється. Агромеліоративні заходи і технології змінюють властивості ґрунтів [1].

Недостатньо вивченими залишаються процеси міграції радіонуклідів у ґрунтах, які спричиняють особливості розподілу і акумуляції за різних умов, їх кількісна оцінка. Визначення кількісної оцінки процесів масопереносу цезію-137 і стронцію-90 у ґрунтах різних агроecosистем відкриває нові можливі шляхи для підвищення ефективності заходів запобігання боротьби із забрудненнями ґрунтів і сільськогосподарської продукції радіонуклідами.

Для обґрунтування та розробки заходів із покращення радіаційного стану забруднених земель необхідні дані про склад і щільність забруднень, їх розподіл та рухливість у профілі ґрунту, зміни цих показників у часі [3; 4].

Метою досліджень був аналіз і узагальнення сучасної радіоекологічної ситуації в сільськогосподарському виробництві Дніпропетровщини.

Матеріали і методи. Радиологічний контроль радіоактивного забруднення ґрунтів сільськогосподарських угідь Дніпропетровської області проводили згідно «Методики агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення». За даними крупномасштабного обстеження сільськогосподарських угідь області було виявлено – 1306,6 га орного шару ґрунту забруднених цезієм-137 і стронцієм-90.

Сітка радіологічного контролю розподілена рівномірно, що дало можливість отримати більш детальну інформацію про радіаційне забруднення території.

Визначення активності цезію-137 і стронцію-90 у ґрунті та зерні пшениці проводили на бета-спектро-

метрі «СЕБ-01» та гамма-спектрометрі «АМА-03Ф». Згідно з чинним законодавством території забруднені цезієм-137 до 1,0 Кі/км² вважаються умовно чистими. Ведення сільськогосподарського виробництва на таких територіях можливе без обмежень. Вміст гумусу визначали за Тюрнімом. Доступні форми фосфору досліджували за [5]. Концепцію обмінного калію – фотометричним методом з «індофеноловою зеленню» по ЦІАНО [6]. Експериментальні дані обробили статистично за допомогою програми Statistica 7.0.

Результати та їх обговорення. Розподіл забруднених радіонуклідами сільськогосподарських угідь за типом угідь, типом ґрунту та координатами точки відбору проб 29 моніторингових паспортизованих дослідних ділянок Дніпропетровської області представлений в таблиці 1.

На рис. 1, 2 наведено результати аналізу вмісту цезію-137 та стронцію-90 в ґрунтах дослідних майданчиків 2007–2010 років.

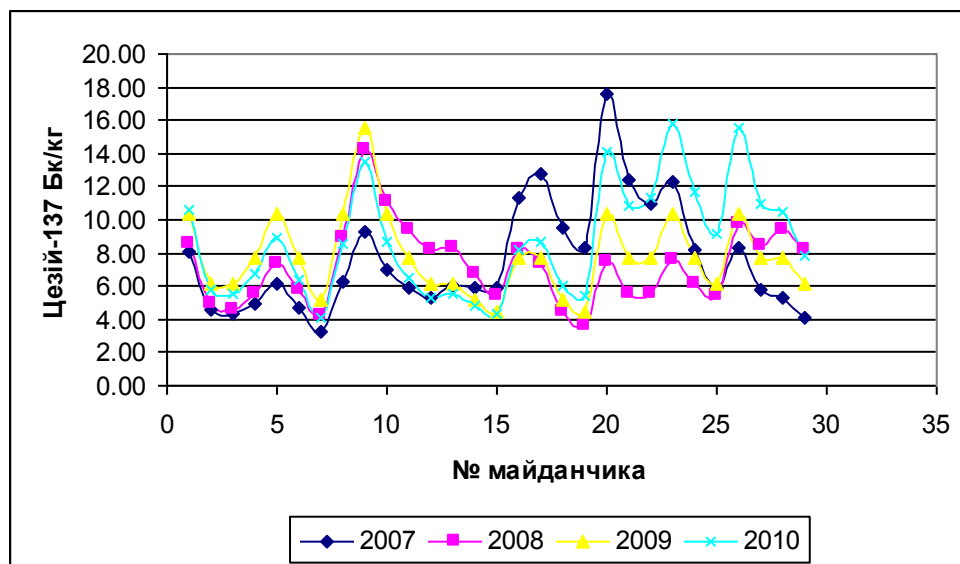


Рис. 1. Розподіл Cs-137 у ґрунтах по майданчиках спостережень

Таблиця 1

Характеристика моніторингових ділянок Дніпропетровської області

№ ділянки	Місце розташування	Тип с.-г. угідь	Тип ґрунту	Координати точки відбору проби		
				довгота	широта	висота
1	2	3	4	5	6	7
1	Солонянський р-н	рілля	Чорноземи звичайні	34,797239	48,007113	133
2	Нікопольський р-н н/п Дмитрівка	рілля	Чорноземи звичайні	34,522478	47,747856	90
3	Нікопольський р-н м. Марганець	рілля	Чорноземи звичайні	34,559064	47,663418	32
4	Нікопольський р-н н/п Чортомлик	рілля	Чорноземи південні	34,124461	47,615781	33
5	Апостолівський р-н	рілля	Чорноземи південні	33,686529	47,634634	94
6	Широківський р-н	рілля	Чорноземи південні	33,299578	47,708511	75
7	Криворізький р-н	рілля	Чорноземи звичайні	33,487803	47,931813	103
8	Софіївський р-н	рілля	Чорноземи звичайні	33,779533	48,001414	100
9	Криничанський р-н	рілля	Чорноземи звичайні	34,322457	48,244855	130
10	Дніпропетровський р-н н/п Миколаївка	рілля	Чорноземи звичайні	34,678683	48,396041	124
11	П'ятихатський р-н н/п Суха Балка	рілля	Чорноземи звичайні	33,543085	48,36203	120
12	П'ятихатський р-н н/п Саївка	рілля	Чорноземи звичайні	33,889257	48,345404	103
13	Петриківський р-н	рілля	Чорноземи звичайні	34,676016	48,646293	56

14	Синельниківський р-н н/п Раївка	рілля	Чорноземи звичайні	35,422291	48,351812	144
15	Синельниківський р-н н/п Роздори	рілля	Чорноземи звичайні	35,7408	48,326458	100
16	Васильківський р-н	рілля	Чорноземи звичайні	36,056365	48,168415	90
17	Покровський р-н	рілля	Чорноземи звичайні	36,277665	47,998414	110
18	Межівський р-н	рілля	Чорноземи звичайні	36,704787	48,245322	155
19	Петропавлівський р-н	рілля	Чорноземи звичайні	36,25959	48,366967	90
20	Павлоградський р-н	рілля	Чорноземи звичайні	35,797965	48,538938	83
21	Верхньодніпровський р-н м. Вільногірськ	рілля	Чорноземи звичайні	34,274505	48,651805	145
22	Верхньодніпровський р-н н/п Миколаївка	рілля	Чорноземи звичайні	34,430281	48,563991	150
23	Дніпропетровський р-н сел. Дослідне	рілля	Чорноземи звичайні	34,804891	48,392018	
24	Новомосковський р-н	рілля	Чорноземи звичайні	35,164473	48,81622	119
25	Дніпропетровський р-н н/п Підгородне	рілля	Чорноземи звичайні	35,095007	48,559173	56
26	Магдалинівський р-н	рілля	Чорноземи звичайні	34,923471	48,889297	106
27	Солонянський р-н	рілля	Чорноземи звичайні	35,059067	48,186553	145
28	Дніпропетровський р-н н/п Братське	рілля	Чорноземи звичайні	35,030426	48,32715	58
29	Томаківський р-н	рілля	Чорноземи звичайні	34,651443	47,93767	133

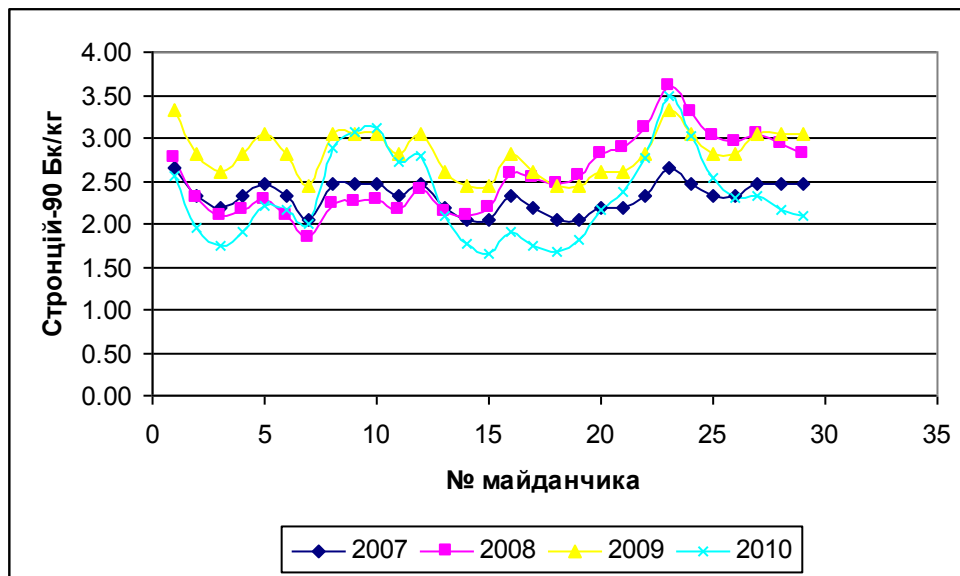


Рис. 2. Розподіл Sr-90 в ґрунтах по майданчиках спостережень

Середня щільність забруднення радіоцезієм сільськогосподарських угідь є неоднорідною і коливається від 0,1 до 1 Кі/км² та радіостронцієм до 0,02 Кі/км².

Слід зазначити незначне зниження питомої радіоактивності цезію-137 та стронцію-90 в ґрунтах діля-

нок спостережень. Розрахунки коефіцієнтів проводили відносно середніх значень за чотири роки, вмісту радіонуклідів по відповідним майданчикам. Розподіл вмісту радіонуклідів у зерні пшениці представлений на рис. 3, 4.

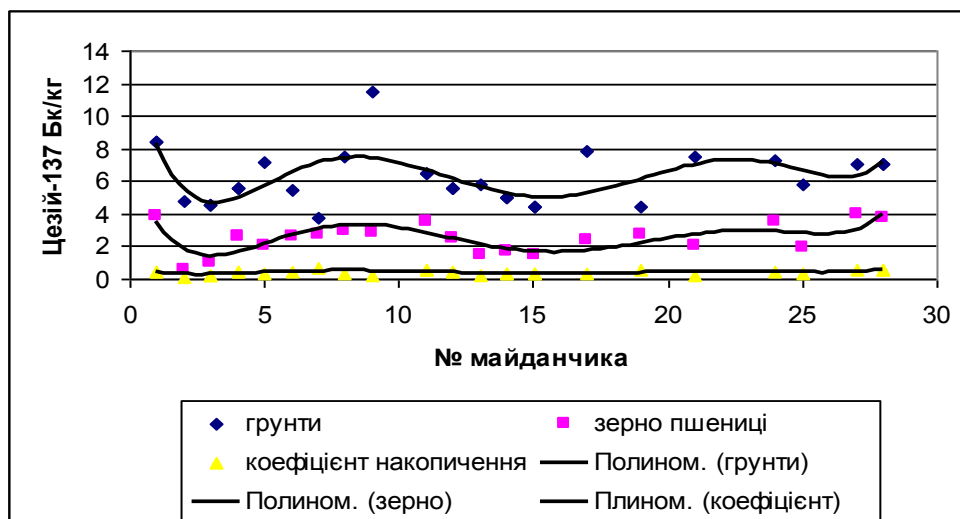


Рис. 3. Розподіл вмісту Cs-137 по майданчиках: 1 – ґрунти; 2 – зерно пшениці; 3 – коефіцієнт накопичення

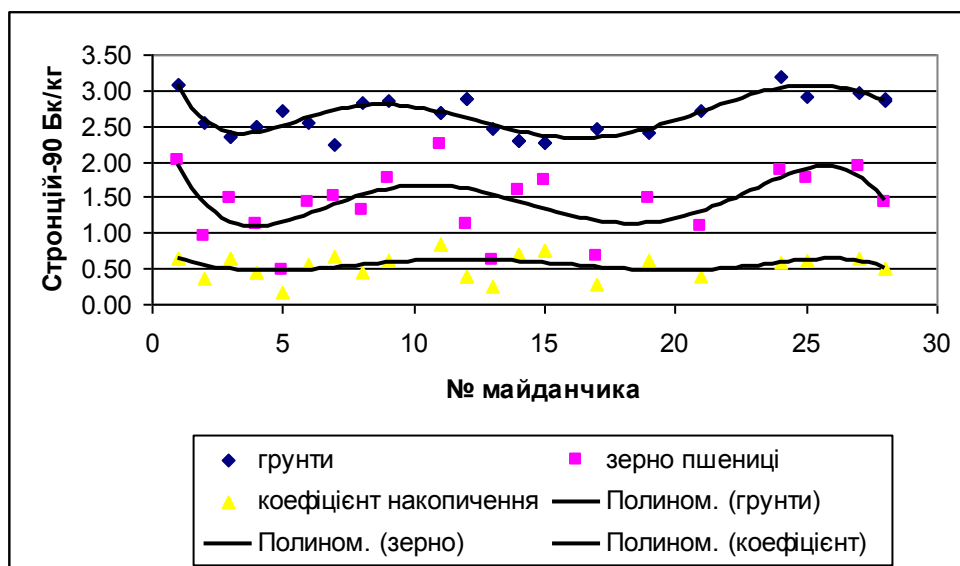


Рис. 4. Розподіл вмісту Sr-90 по майданчиках: 1 – ґрунти; 2 – зерно пшениці; 3 – коефіцієнт накопичення

Крива апроксимації вмісту радіонуклідів цезію-137 і стронцію-90 у ґрунтах дуже близька за формою вмісту їх у зерні. Це свідчить про пряму залежність накопичення від розподілу вмісту радіонуклідів у ґрунтах. Коефіцієнти накопичення апроксимуються практично постійною функцією і мають середні значення для цезію-137–0,41, стронцію-90–0,56.

Відомо, що радіонукліди цезію мають здатність із часом зв'язуватись ґрунтом, включаючись у кристалічну решітку мінералів, внаслідок чого відбувається процес «старіння» цього радіонукліду, який переходить у важкорозчинний стан і стає малодоступним для рослин. На відміну від цезію стронцій-90 зберігає свою рухливість і підвищує коефіцієнт накопичення порівняно з попередніми роками. На сьогодні пріоритетними мають бути контрзаходи спрямовані на запобігання міграції стронцію в продукції рослинництва [1; 4].

Отже, за післяаварійний період радіаційна ситуація на сільськогосподарських угіддях Дніпропетровщини поліпшилась.

Інтенсивність міграції радіонуклідів у значній мірі визначається кислотністю ґрунтового розчину, вмістом у ґрунті калію, фосфору та гумусу. Ці фактори зумовлюють підвищену рухливість радіонуклідів, більш інтенсивний їх перехід із ґрунту в продукцію рослинництва [7]. В наших дослідженнях зроблено аналіз факторів, які відбивають особливості 29 ділянок спостережень. Найбільш впливовими були: гумус, вміст обмінного калію і фосфору. Нами встановлено, що вплив цих факторів є комбінація прямих адитивних факторів. Гумус є основою родючості будь-якого ґрунту. Тому при сільськогосподарському використанні ґрунтів необхідний постійний контроль за вмістом і станом гумусу у ґрунтах [8; 9]. Баланс гумусу на орних землях у цілому по Україні був дефіцитним і досягав 0,1 т/га. При цьому у багатьох областях цей дефіцит перевищує 0,10 т/га. Нами проведено порівняльний аналіз розподілу гумусу на 29 моніторингових ділянках у 1986 та 2010 роках. Результати представлені на рисунку 5.

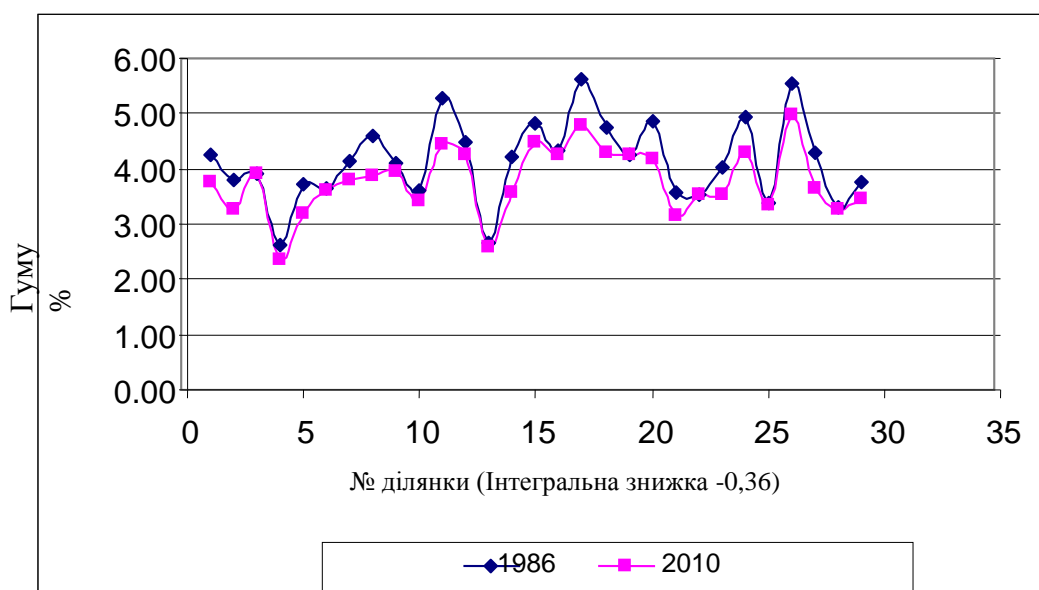


Рис. 5. Порівняльний розподіл гумусу у ґрунтах майданчиків

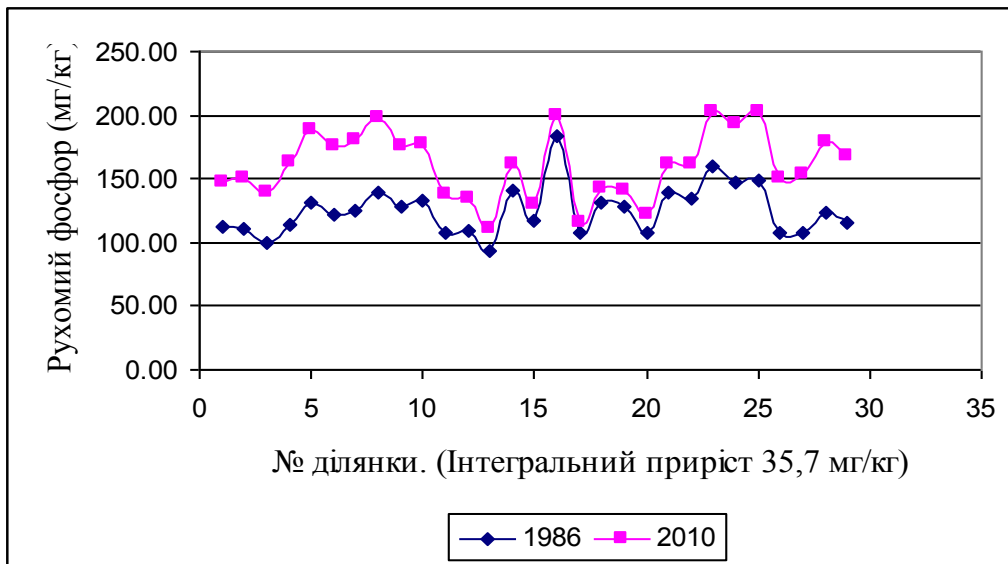


Рис. 6. Порівняльний розподіл рухомого фосфору у ґрунтах майданчиків

За період з 1986 до 2010 рр. поліпшились агрохімічні показники родючості ґрунтів досліджуваних ділянок. Середньозважений вміст рухомого фосфору

за цей час підвищився на 3,57 мг $P_2O_5/100g$ ґрунту і досяг максимального значення на 8, 16, 23 і 25 моніторингових ділянках 20,0 мг $P_2O_5/100g$ ґрунту (рис. 6).

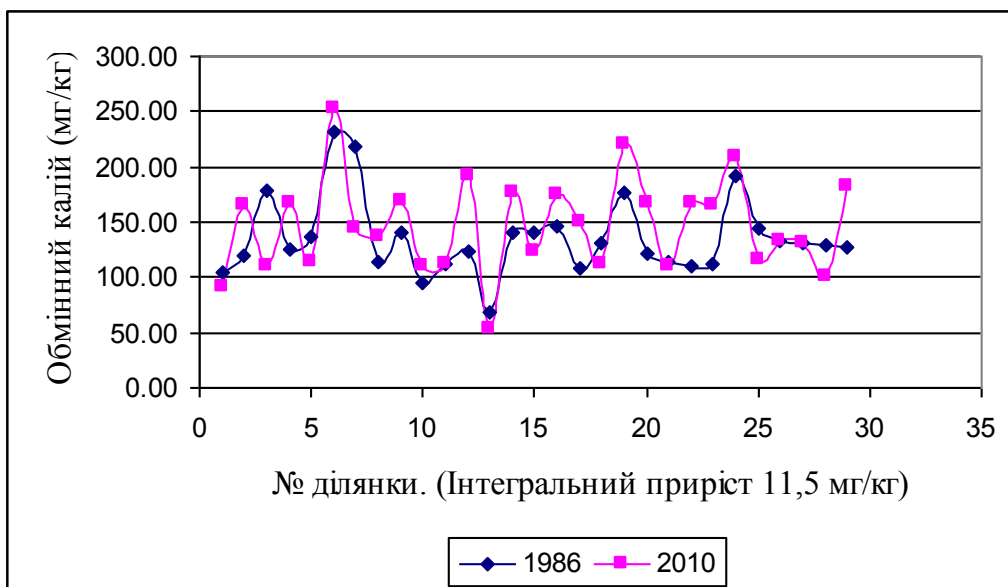


Рис. 7. Порівняльний розподіл обмінного калію у ґрунтах майданчиків

Уміст обмінного калію також збільшився, але меншою мірою, ніж фосфору (Рис. 7). Середньозважений вміст обмінного калію зріс у сільськогосподарських ґрунтах Дніпропетровщини у 2010 році порівняно з 1986 р на 1,05 мг $K_2O/100g$ ґрунту з максимальним значенням 25 мг $K_2O/100g$ ґрунту. Під впливом інтенсифікації землеробства вміст обмінного калію зріс у середньому по Україні на 1,5 мг $K_2O/100g$ ґрунту [9; 10]. Залишкові фосфати і калій знаходяться у ґрунті в більш рухомій формі, ніж їх природні аналоги, можуть повністю використовуватися сільськогосподарськими культурами. За даними Інституту ґрунтознавства і агрохімії УААН, збільшення вмісту залишкового фосфору в орному шарі на 1 мг $P_2O_5/100g$ ґрунту забезпечує підвищення врожаю зернових на 1,0-1,5 ц/га [9].

Висновки. За післяаварійний період радіоактивна ситуація на сільськогосподарських угіддях Дніпропетровщини поліпшилася.

Отримані результати дозволяють зробити висновки про неоднакові закономірності розподілу цезію-137 і стронцію-90 на ґрунтах моніторингових ділянок і зерні пшениці.

Біологічні особливості рослин, наряду з агрохімічними властивостями ґрунтів (вміст гумусу, обмінного калію і фосфору) можна віднести до основних факторів, що впливають на перехід радіоцезію та радіостронцію з ґрунту в рослини. За рахунок правильного підбору культур можна зменшити накопичення радіонуклідів в сільськогосподарській продукції.

Інтенсивність міграції радіонуклідів у значній мірі визначаються вмістом у ґрунті калію, фосфору та гумусу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кашпаров В. А. Проблемы сельскохозяйственной радиологии в Украине на современном этапе / В. А. Кашпаров, Н. М. Лазарев, С. В. Полищук // *Агроэкологічний журнал*. 2005. – № 3. – С. 31–41.
2. Гудков І. М. Радіоекологія : [навчальний посібник] / І. М. Гудков, В. А. Гайченко, В. О. Кашпаров та інші. – Херсон : ОЛДІ ПЛЮС, 2013. – 468 с.
3. Пристер Б. С. Радиоэкологические закономерности динамики радиационной обстановки в сельском хозяйстве Украины после аварии на ЧАЭС / Б. С. Пристер // *Агроэкологічний журнал*. – 2005. – № 3. – С. 13–21.
4. Гудков І. М. Контрзаходи в агропромисловому виробництві на забруднених радіонуклідами територіях як основа протирадіаційного захисту населення / І. М. Гудков // *Зб. V Міжнародної конференції (18–20 травня) 2006 р.* – Житомир. – С. 228–231.
5. Минаев В. Г. Практикум по агрохимии : [учебное пособие] / В. Г. Минаев, В. Г. Сычев и др. – 2-е издательство. – М. : Издательство МГУ, 2001. – 689 с.
6. Тихоненко Д. Г. Практикум з ґрунтознавства / Тихоненко Д. Г., Дегтярьов В. В., Крохін С. В. та ін. – Вінниця : Нова Книга, 2008. – 448 с.
7. Веремесенко С. І. Вплив добрив та меліорантів на перехід Cs-137 з торфового ґрунту в багаторічні злакові трави / С. І. Веремесенко, С. І. Коваль // *Зб. V Міжнародної конференції 2006 р. м. Житомир* – С. 120–123.
8. Зіванчук Н. В. Екологічна політика в АПК: економічний аспект / Н. В. Зіванчук. – Львів : Львівський державний аграрний університет, ННВК «АТБ», 2007. – 194 с.
9. Примак І. Д. Система землеробства: історія їх розвитку і наукові основи / І. Д. Примак, В. А. Верчунов, В. Г. Рошко та ін. – Біла Церква, 2004. – 528 с.
10. Хомутинин Ю. В. Оптимизация отбора и измерений проб при радиоэкологическом мониторинге : [монографія] / Ю. В. Хомутинин, В. А. Кашпаров, Е. И. Жебровская – К. : ВИПОЛ, 2001. – 160 с.

В. И. Черная,

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепропетровск, Украина

В. А. Сыроватко,

Днепропетровский филиал Государственного учреждения «Институт по охране почв Украины», г. Днепропетровск, Украина

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Исследование миграции цезия-137 и стронция-90 в почвах агроэкосистем имеет не только теоретическое, но и практическое значение в связи с решением проблемы обеспечения населения экологически чистой продукцией, которая выращивается на загрязненных радионуклидами сельскохозяйственных землях.

Цель данной работы – определение современной радиоэкологической ситуации в сельскохозяйственном производстве Днепропетровщины (на 29 мониторинговых паспортизованных участках).

Определение радиоактивности цезия-137 и стронция-90 в почве и зерне пшеницы проводили на бэта-спектрометре «СЕБ-01» и гамма-спектрометре «АМА-03Ф».

Авторами впервые обследованы и проанализированы изменения радиоэкологического состояния в сельскохозяйственном производстве Днепропетровской области с 2007 г. по 2010 г. Установлены особенности распределения содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 на 29 мониторинговых участках сельскохозяйственных земель Днепропетровщины. Представлена в динамике оценка состояние почв по показателям радиоактивности цезия-137 и стронция-90. Показано, что средняя плотность загрязнения радиоцезием сельскохозяйственных почв есть неоднородной и колеблется от 0,1 до 1,0 Ки/км² и радиостронцием до 0,02 Ки/км².

Исследовано распределение цезия-137 и стронция-90 в почве и зерне пшеницы, а также определены соответствующие коэффициенты накопления. Установлена прямая зависимость накопления исследуемых радионуклидов от распределения содержания радионуклидов в почве. Определена динамика концентраций гумуса, обменного калия и фосфора в образцах почв 29 мониторинговых участков, которые обуславливают повышенную подвижность радионуклидов в почве. Показано, что интенсивность миграции радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в значительной мере определяется агрохимическими свойствами почвы.

Ключевые слова: моніторинг; почва; радиоцезій; радиостронцій; плодородие.

V. I. Chorna,

Dnepropetrovsk State Agrarium University of Economics, Dnepropetrovsk, Ukraine

V. A. Sirovatko,

Dnepropetrovsk branch of State institution «Institute for the protection of soil in Ukraine», Dnepropetrovsk, Ukraine

RADIOECOLOGICAL MONITORING OF SOIL AND AGRICULTURAL PRODUCTION OF DNEPROPETROVSK REGION

Study migration of cesium-137 and strontium-90 in soils agro-ecosystems has not only theoretical but also practical importance in connection with the problem of providing the population with clean products, which are grown on the contaminated agricultural land.

The purpose of the work – definition of modern radio-ecological situation in the agricultural production of Dnepropetrovsk (29 monitoring stations have been certified).

Determination of radioactive cesium-137 and strontium-90 in soil and wheat grain was carried out on beta-spectrometer «SEB-01» and gamma spectrometer «AMA-03F».

The authors first examined and analyzed changes in the radio-ecological status of the Dnepropetrovsk region production agricultural from 2007 to 2010.

Determination features of distribution of the content of radionuclides cesium-137 and strontium-90 at 29 monitoring sites agricultural land Dnepropetrovsk. Presented in dynamics soil assessment in terms of radioactive cesium-137 and strontium-90. It showed that the average density of soil contamination with radioactive cesium have heterogeneous and ranges from 0,1 to 1,0 Ci/km² and Radiostrontium to 0,02 Ci/km².

The distribution of cesium-137 and strontium-90 in soil and wheat, as well as define the respective coefficients of accumulation. Direct dependence of radionuclide accumulation study on the distribution of the radionuclide content in the soil. The dynamics of the concentration of humus, exchangeable potassium and phosphorus in soil samples 29 monitoring stations, which are due to increased mobility of radionuclides in the soil. It is shown that the intensity of migration of radionuclides cesium-137 and strontium-90 in largely is determined by the agrochemical properties of the soil.

Key words: *monitoring; soil; radiocaesium; radiostrontium; fertility.*

Рецензенти: *Харитонов М. М., д-р с.-г. наук, професор;
Ушакова Г. О., д-р біол. наук, професор.*

© Чорна В. І., Сироватко В. О., 2015

Дата надходження статті до редколегії 19.05.2015