

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА НАКОПИЧЕННЯ ^{137}Cs РОСЛИНАМИ СОНЯШНИКУ ТА РІПАКУ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТУ

М. Вінічук

*Житомирський державний технологічний університет
вул. Черняхівського, 103, Житомир 10005, Україна
Кафедра ґрунтів та навколишнього середовища
Шведський університет сільськогосподарських наук
PO Box 7014, SE-750 07, Унсала, Швеція
e-mail: Mykhailo.Vinichuk@slu.se*

В умовах вегетаційного дослідження коефіцієнти накопичення ^{137}Cs ріпаком ярим були у 2–3 рази вищими ніж коефіцієнти накопичення ^{137}Cs соняшником, а дрібними коренями (діаметр < 2 мм) ярого ріпаку та соняшнику вони виявилися відповідно у 2 та 6 разів вищими, ніж наземною фітомасою рослин. Із ґрунту наземною фітомасою рослин виноситься не більше 1,4% ^{137}Cs загального його вмісту у ґрунті. Наземна фітомаса ярого ріпаку нагромаджує (вносить) ^{137}Cs із ґрунту у 2,5 рази ефективніше, ніж наземна фітомаса соняшнику. За кількістю вносу ^{137}Cs рослинами досліджувані ґрунти можна розмістити у такий закономірно спадаючий ряд: торф > супіщаний > середньосуглинковий > глинистий. При вирощуванні на торф'яному ґрунті наземна фітомаса рослин ярого ріпаку нагромаджує ^{137}Cs (у відсотках від загального вмісту у ґрунті) у 20 разів більше ніж при вирощуванні на глинистому ґрунті. Рослини соняшнику при вирощуванні їх на торф'яному ґрунті нагромаджують ^{137}Cs у 7 разів більше ніж при вирощуванні на глинистому ґрунті.

Ключові слова: ріпак, соняшник, накопичення ^{137}Cs , глинисті та мулисті фракції ґрунту.

У разі випадіння радіоактивних опадів і забруднення довгоживучими радіонуклідами ґрунту останні надходять по харчових ланцюгах через рослини до людини протягом тривалого періоду часу. Біологічний спосіб очищення ґрунту з використанням рослин і їхньої ризосферної мікрофлори є одним із прийнятних способів ремедіації забруднених радіонуклідами земель шляхом вилучення радіонуклідів із ґрунтів. У радіоекології інтерес до ріпаку та особливо соняшнику пов'язаний насамперед із можливим використанням їх для фіторемердіації – очищення забруднених територій за допомогою рослин, здатних поглинати різноманітні сполуки, у тому числі і радіонукліди через кореневу систему. Серед понад тридцяти видів рослин, досліджених у лабораторних умовах, щодо їх порівняльної здатності накопичувати радіонукліди та можливого використання у цілях фіторемердіації [8], виділено цілу низку видів, серед яких рослини соняшнику та ріпаку. Встановлено, що серед інших видів рослин соняшнику, крім радіоцезію, також ефективно накопичують рубідій (Rb) і стронцій (Sr).

Нещодавно в умовах лабораторних дослідів Vera Tomé et al. [14] було показано, що коренями 4-тижневих рослин соняшнику протягом 2-х днів перебування їх у водному розчині було поглинуто від 50 до 70% ^{226}Ra . В умовах гідропоніки (гідрокультури) рослин соняшнику накопичують не лише ^{226}Ra , а й також ^{137}Cs [12]. Як показано Soudek et al. [13], при вирощуванні рослин соняшнику (*Helianthus annuus* L.) в умовах гідропоніки вони акумулювали близько 12% ^{137}Cs та 20% ^{90}Sr загальної кількості радіонуклідів у

досліджуваному розчині. При цьому ^{137}Cs у рослинах був зосереджений переважно у вузлових сегментах, жилках листків і молодих листках. Також встановлено, що поглинальна здатність радіоцезію рослинами соняшнику залежить від вмісту інших катіонів – хімічних аналогів цезію та його концентрації. Ефективність поглинання радіоцезію соняшником зростає при недостатці іонів K^+ та NH_4^+ у розчині та при зниженні концентрації радіонукліду в ньому [11]. Характерно, що чутливість соняшнику до змін концентрації ^{137}Cs виявилася вищою ніж до змін концентрації ^{60}Co . Цими ж дослідями показано, що значна частина (близько 70%) акумульованого ^{137}Cs рослинами соняшнику була зосереджена переважно у молодих листках (30%) і коренях (39%).

Встановлено, що рослини соняшнику акумулюють радіоцезій також і при вирощуванні їх у ґрунті. Лабораторні дослідження, проведені з ґрунтом, відібраним на території, забрудненій радіонуклідами поблизу Чорнобильської АЕС [7], і польові досліди, проведені на супіщаних ґрунтах на цій ділянці, показали, що рослини соняшнику акумулюють ^{137}Cs приблизно у 8 разів ефективніше, ніж рослини тимофіївки чи лисохвосту. Характерно, що у кореневій системі рослин ^{137}Cs містилось у 2–3 рази більше ніж у надземній фітомасі.

Радіоекологічний інтерес до ріпаку також пов'язаний із пошуками можливостей його використання для цілей ремедіації земель, забруднених радіонуклідами. Метод вирощування ріпаку з подальшою переробкою його для отримання рідких видів палива – біопалива із насіння ріпаку – нині широко дискутується [6]. У зв'язку з цим виникає питання щодо особливостей накопичення радіоцезію цими рослинами залежно від ґрунтових умов, оскільки, як відомо, ґрунти, за доступністю для засвоєння ^{137}Cs рослинами утворюють певний спадаючий ряд: торфво-болотні, дерново-підзолисті супіщані, дерново-підзолисті суглинкові, сірі лісові та чорноземи. Фіксація ^{137}Cs у ґрунті обумовлена взаємодією іонів нукліда з кристалічною решіткою глинистих мінералів – тонкодисперсних глинистих і мулистих часток (діаметром менше 0,001 мм). Тому навіть у одного типу ґрунтів нагромадження радіонуклідів рослинами може змінюватися на порядок [1]. У торф'яних ґрунтах, які містять незначну кількість мінеральних, у тому числі й тонкодисперсних фракцій, ємність поглинання низька, а отже, і здатність до утримання радіонуклідів також обмежена.

Глинисті та мулисті частинки (менше 0,001 мм) є найбільш активною частиною ґрунту. Активність ^{137}Cs у них перевищує активність решти ґрунтової маси, сприяючи зниженню рухомості останнього [4]. Оскільки біологічна доступність радіонуклідів залежить від гранулометричного складу ґрунту, нами в умовах вегетаційного дослідження було досліджено рівні накопичення ^{137}Cs рослинами соняшнику та ярого ріпаку на трьох мінеральних ґрунтах чітко відмінного гранулометричного складу, а також на торф'яному ґрунті. Мета досліджень – рівні накопичення радіонукліда залежно від гранулометричного складу ґрунту через 24 роки після випадіння радіоактивних опадів.

Матеріали та методи

Рослини вирощувалися на трьох мінеральних (глинистий, середньосуглинковий і супіщаний) і торф'яному ґрунтах, заготовлених відповідно у чотирьох місцевостях Швеції, що зазнали радіоактивного забруднення у 1986 р. (табл. 1). У кожній місцевості було відібрано верхній 0–15 см шар ґрунту (≈ 300 кг) з 3–4 індивідуальних ділянок з площі близько 100 м². Середньосуглинковий ґрунт попередньо використовували у польовому досліді, що виконувався у 1961 р. (Haak & Lönsjö, 1996). Восени 1960 року ґрунт було відібрано з поля у провінції Västergötland, а у 1961 році штучно забруднено ^{137}Cs з розрахун-

ку 35,7 МБк м⁻², перемішано з орним шаром з подальшим вирощуванням рослин протягом певної кількості років [10]. Через 47 років активність ¹³⁷Cs знизилась до ≈41 480 Бк кг⁻¹ (табл. 1). У лабораторії заготовлений ґрунт було старанно перемішано, просіяно через сито з розміром отворів 2 мм та видалено каміння. Рослини вирощували у вегетаційних судинах об'ємом 4,2 дм³ в теплиці. З метою виключення впливу інших іонів на надходження ¹³⁷Cs в рослини мінеральні добрива не вносили. Вирощували рослини ріпаку ярого (*Brassica napus.*) та соняшнику (*Helianthus annuus.*). Повторність досліду 7-кратна. Кліматичні умови в теплиці підтримували у такому режимі: 16 годин день, 8 годин ніч; інтенсивність освітлення (ФАР) 110–140 мкМ м⁻² сек⁻¹; температура вдень 20°C, вночі 15°C, відносна вологість повітря 70%. Через 11 тижнів інтенсивність освітлення зменшили до 70–110 мкМ м⁻² сек⁻¹. Рослини вирощували протягом 16–18 тижнів, після чого збирали та обліковували урожай, рослинний матеріал висушували до постійної ваги, зважували, подрібнювали, просіювали через сито 2 мм і аналізували на вміст ¹³⁷Cs. Активність ¹³⁷Cs у ґрунті й рослинному матеріалі визначали з використанням напівпровідникових германієвих детекторів, сполучених з багатоканальним аналізатором. Результати перераховували на дату відбору зразків. Коефіцієнти накопичення ¹³⁷Cs (КН) розраховували як відношення ¹³⁷Cs Бк кг⁻¹ сухої ваги в рослині до ¹³⁷Cs Бк кг⁻¹ сухої ваги у ґрунті. Статистичний аналіз результатів проводили за допомогою програмного забезпечення Minitab (© 2007 Minitab Inc.).

Результати і їхнє обговорення

Результати основних характеристик досліджуваних ґрунтів наведено у табл. 1. Ґрунти характеризуються чітко відмінним гранулометричним складом та іншими агрохімічними показниками. У цьому досліді ґрунти класифікували за сумарним вмістом глинистих і мулистих фракцій (фракція пилу 0,06–0,002 мм + фракція мулу < 0,002 мм), на підставі чого розрізняли супіщаний, середньосуглинковий і глинистий ґрунти із вмістом цих фракцій 10,6, 57,9 та 81,7% відповідно. У торф'яному ґрунті вміст глинистих і мулистих фракцій умовно прийнято за 1.

Таблиця 1

Основні характеристики досліджуваних ґрунтів (на повітряно-суху масу)

Параметри	Торф	Супіщаний	Середньосуглинковий	Глинистий
Місце відбору зразків	Möjlsjövik	Hille	Vara	Skogsvallen
	17°14' сх.д.	17°11' сх.д.	12°49' сх.д.	17°10' сх.д.
	59°57' пн.ш.	60°44' пн.ш.	58°13' пн.ш.	60°10' пн.ш.
Характер використання землі	Пасовище	Пасовище	Польовий дослід	Пасовище
¹³⁷ Cs, Бк кг ⁻¹ (M±m)	1008±14	691±11	41481±177	526±13
Гранулометричний склад, %:				
гравій (> 2 мм)		13,4	0,8	5,2
пісок (2-0.06 мм)		76,1	42,3	13,1
пил (0.06-0.002 мм)		6,5	41,7	40,2
мул (< 0.002 мм)		4,1	16,2	41,5
Щільність, г см ⁻³	0,66	1,16	1,10	0,96
pH (0.01 M CaCl)	4,7	4,2	4,9	4,8
Ємність вбирання, мг-екв 100 г ⁻¹ :				
Ca	82,6	1,8	10,9	15,8
K	0,89	0,11	0,66	0,54
K, HNO ₃	1,8	1,6	6,2	13,6
K-AL	0,92	0,11	0,71	0,47
Ступінь насичення основами, %	62,6	28,6	69,9	70,8

Наземну фітомасу досліджуваних рослин оцінювали з метою подальшого визначення загального накопичення – радіоактивності з урожаєм. Рослини соняшнику та ріпаку, зокрема ті, що вирощувались на супіщаному ґрунті, були слабо розвинені, а окремі з них

не формували насіння. Найсприятливіші умови для росту і розвитку рослин спостерігали при вирощуванні їх на середньосуглинковому (ріпак, соняшник) і глинистому (соняшник) ґрунті зі сумарним вмістом глинистих та мулистих фракцій близько 60 і 80% відповідно (табл. 2).

Таблиця 2

Фітомаса досліджуваних рослин залежно від вмісту глинистих і мулистих фракцій, г судину⁻¹ (M±m)

Тип ґрунту	Вміст глинистих і мулистих фракцій, %	Ріпак		Соняшник	
		насіння	рослина	насіння	рослина
Торф	1 ¹⁾	1,89±2,51	19,58±7,41	3,18±2,13	21,33±8,71
Супіщаний	10,6	1,40±0,99	6,55±2,60 ²⁾	1,49±0,98	5,73±2,36 ²⁾
Середньосуглинковий	57,9	2,65±3,58	26,27±10,23	5,32±2,17	26,81±8,56
Глинистий	81,7	1,85±1,36	17,72±2,81	5,94±3,04	30,17±7,28

Примітки. ¹⁾ вміст глинистих і мулистих фракцій умовно, ²⁾ слаборозвинені рослини.

Перехід ¹³⁷Cs (КН) із ґрунту в рослини ярого ріпаку та соняшнику залежно від вмісту глинистих і мулистих фракцій наведено на рис. 1а та 1б відповідно. КН ¹³⁷Cs рослинами як ріпаку, так і соняшнику були вищими ніж насінням, а коефіцієнти накопичення ¹³⁷Cs рослинами ярого ріпаку виявились у 2-3 рази вищими ніж коефіцієнти накопичення рослинами соняшнику. КН ¹³⁷Cs дрібними коренями (діаметр < 2 мм) ярого ріпаку та соняшнику виявились відповідно у 2 і 6 разів вищими, ніж наземною фітомасою рослин. Відмінності у значеннях КН ¹³⁷Cs залежно від гранулометричного складу ґрунту чітко простежуються для обох досліджуваних культур.

КН ¹³⁷Cs у рослин, які вирощували на середньосуглинковому та глинистому ґрунтах виявили на порядок нижчими, порівняно з тими, які вирощували на торф'яному та супіщаному ґрунтах (рис. 1а та 1б), тоді як відмінностей у накопиченні ¹³⁷Cs рослинами, які вирощували на середньосуглинковому та глинистому ґрунтах, не спостерігалось.

Результати, наведені для ґрунтів Швеції, хоча і отримані у вегетаційному досліді, проте добре узгоджуються з висновками інших досліджень, зокрема одержаних у польових умовах. Так, у досліді із вирощування ярого ріпаку на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах в умовах радіоактивного забруднення зони Полісся [3] коефіцієнт переходу ¹³⁷Cs у солому ярого ріпаку був у 2 рази вищий, ніж у насіння. Подібні результати отримали Груша та Гудков [2], які, крім того, показали, що позакореневе підживлення ярого ріпаку водними розчинами сірчаноокислих солей цинку (200 г/га) і марганцю (300 г/га) зменшує накопичення вмісту ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr у соломі та насінні в 1,5–2 рази.

Аналогічні значення коефіцієнтів накопичення радіоцезію рослинами соняшнику (КН ¹³⁷Cs=0,20) були отримані у польових досліді, проведених на дослідному полігоні у 30-км зоні ЧАЕС на піщаних дерново-підзолистих ґрунтах Кухарем та Ляшенко [5].

Характерно, що перевищення рівнів питомої активності ¹³⁷Cs відповідно до Державних гігієнічних нормативів (ДР 2006) у насінні ріпаку спостерігається при вирощуванні їх на всіх досліджуваних ґрунтах, тоді як у насінні соняшнику – лише при вирощуванні на торф'яному та середньосуглинковому ґрунтах. Рівні питомої активності ¹³⁷Cs у насінні соняшнику, одержаному на супіщаному та глинистому ґрунтах, не перевищують 70 Бк кг⁻¹. Разом з тим, рослини ріпаку ярого і соняшнику не акумулювали радіоцезій: КН ¹³⁷Cs виявився меншим від одиниці на всіх досліджуваних ґрунтах.

Величини нагромадження ¹³⁷Cs із ґрунту наземною фітомасою рослин у відсотках від загального вмісту у ґрунті наведені у табл. 3.

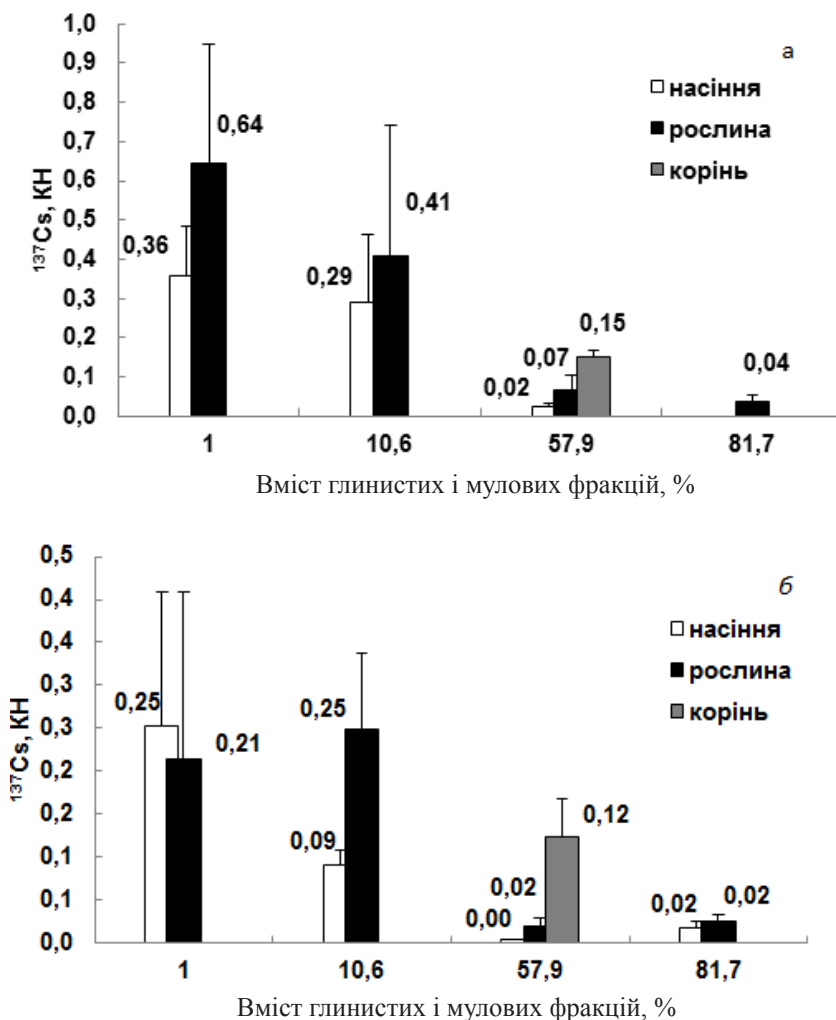


Рис. 1. Коефіцієнти накопичення ^{137}Cs рослинами ріпаку ярого (а) та соняшнику (б) залежно від вмісту глинистих та мулистих фракцій, %.

Сумарно (рослина + насіння) досліджувані рослини нагромаджували малопомітні кількості ^{137}Cs від його загального вмісту у ґрунті. Значення нагромадження ^{137}Cs із ґрунту наземною фітомасою рослин у відсотках від загального вмісту у ґрунті коливаються в межах від 0,06 при вирощуванні їх на глинистому ґрунті до 0,5–1,4% при вирощуванні на торф'яному ґрунті. Наземна фітомаса рослин ріпаку ярого нагромаджує ^{137}Cs із ґрунту у 2,5 рази ефективніше, ніж наземна фітомаса соняшнику. Так, у середньому для досліджуваних ґрунтів з фітомасою рослин ріпаку виносилось 0,49% ^{137}Cs від його загального вмісту у ґрунті, тоді як у фітомасі соняшнику – 0,19%.

Нагромадження ^{137}Cs наземною фітомасою рослин залежить від вмісту у ґрунті глинистих і мулистих фракцій: у міру збільшення останніх вміст радіонукліда у фітомасі рослин зменшується (табл. 3). Очевидно, біологічна доступність радіонукліда залежить від того, наскільки міцно він закріплений у ґрунті, що обумовлюється насамперед його

гранулометричним складом, зокрема вмістом мулистій фракції ґрунту. За величинами виносу ^{137}Cs рослинами досліджувані ґрунти можна розмістити у такий закономірно спадаючий ряд: торф > супіщаний > середньосуглинковий > глинистий.

Таблиця 3

Нагромадження ^{137}Cs із ґрунту наземною фітомасою рослин
(у відсотках від загального вмісту у ґрунті, $\text{M}\pm\text{m}$)

Тип ґрунту	Вміст глинистих і мулистих фракцій, %	Ріпак			Соняшник		
		насіння	рослина	разом	насіння	рослина	разом
Торф	¹⁾	0,06±0,05	1,30±0,86	1,36±0,89	0,02±0,02	0,49±0,51	0,51±0,53
Супіщаний	10,6	0,04±0,04	0,29±0,27	0,34±0,29	0,01±0,01	0,15±0,07	0,16±0,08
Середньосуглинковий	57,9	0,01±0,01	0,20±0,11	0,21±0,12	0,00±0,00	0,05±0,03	0,05±0,03
Глинистий	81,7	0,00±0,00	0,06±0,04	0,06±0,04	0,01±0,01	0,06±0,03	0,07±0,03

Примітки. ¹⁾ вміст глинистих і мулистих фракцій умовно.

Разом з тим, нагромадження ^{137}Cs наземною фітомасою рослин не залежить від рівня радіоактивності ґрунту. Як зазначалося раніше, середньосуглинковий ґрунт було штучно забруднено ^{137}Cs у 1961 р. з розрахунку 35,7 МБк m^{-2} . Через 47 років (2008 р.) активність ^{137}Cs становила близько 42 кБк kg^{-1} , що у 50–70 разів вище активності торф'яного, супіщаного та глинистого ґрунтів. Очевидно, тут має місце “старіння” радіонукліда – вхідження його у кристалічну структуру глинистих мінералів.

Крім того, ^{137}Cs був зосереджений переважно у наземній фітомасі рослин, тоді як у насінні цього радіонукліда містилося не більше 0,06% від загального вмісту його у ґрунті.

Результати вегетаційного дослідження показують, що при вирощуванні ріпаку ярого та соняшнику у ґрунті з метою фітореMediaції забруднених радіонуклідами територій є проблематичним, особливо на важких за механічним складом глинистих ґрунтах. Сумарно (рослина + насіння) у наземній фітомасі досліджувані рослини нагромаджують – малопомітні кількості ^{137}Cs від його загального вмісту у ґрунті – не більше 1,5%. Навіть при високих рівнях радіоактивного забруднення з часом доступність радіонукліда у ґрунті зменшується: нагромадження ^{137}Cs наземною фітомасою рослин не перевищує 0,20%.

Робота виконана на кафедрі ґрунтів і навколишнього середовища Шведського університету сільськогосподарських наук, Упсала, Швеція. Автор висловлює подяку професорові А. Мартенсон, д-ру К. Розен та Т. Еріксон. Проект було виконано за підтримки Шведського університету сільськогосподарських наук (SLU).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексахин Р. М., Булдаков Л. А., Губанов В. А. и др. Основы сельскохозяйственной радиологии: М.: Агропромиздат, 1991. 286 с.
2. Груша В. В., Гудков І. М. Вплив сполук Zn і Mn на зниження надходження радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr та продуктивність рослин // Наук. вісн. Ужгор. ун-ту. Сер. біол. 2008. Вип. 24. С. 149–151.
3. Данкевич Є. М. Агроекологічне обґрунтування вирощування ріпаку ярого в умовах Полісся України: дис. ...канд. с.-г. наук: 03.00.16. Житомир. 2003.
4. Коробова Е. М., Чижикова Н. П. Распределение и подвижность радиоцезия в связи с минералогическим составом илистой фракции и свойствами почв поймы р. Ипуть // Почвоведение. 2007. № 10. С. 1190–1204.

5. Кухар В., Ляшенко О. Радіоекологічні проблеми земель зони впливу аварії на ЧАЕС у дослідженнях ІБОНХ НАН України // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. фіз. 2008. Вип. 42. С. 159–169.
6. Лялько В. І., Сахацький О. І., Жолобак Г. М., Ваколюк М. В. Аерокосмічний контроль посівів озимого ріпаку – сировина для виробництва біодизелю // Вісн. НАН України. 2009. № 12. С. 13–23.
7. Dushenkov S., Mikheev A., Prokhnevsky A. et al. Phytoremediation of Radiocesium-Contaminated Soil in the Vicinity of Chernobyl, Ukraine // Environ. Sci. Technol. 1999. Vol. 33. P. 469–475.
8. Gouthu S., Arie T., Ambe S., Yamaguchi I. Screening of plant species for comparative uptake abilities of radioactive Co, Rb, Sr and Cs from soil // J. Radioanal. Nucl. Chem. 1997. Vol. 222. P. 247–251.
9. Gouthu S., Arie T., Ambe S., Yamaguchi I. Screening of plant species for comparative uptake abilities of radioactive Co, Rb, Sr and Cs from soil // J. Radioanal. Nucl. Ch. 1997. Vol. 222(1–2). P. 247–251.
10. Haak E., Lönsjö H. Long-term transfer of ^{137}Cs and ^{90}Sr to grass on contrasting types of Swedish pastures // International Symposium on Radioecology 1996: Ten Years Terrestrial Radioecological Research following the Chernobyl Accident. Vienna, Austrian Soil Science Society. 1996. P. 129–136.
11. Horník M., Pipiška M., Vrtoch L. et al. Bioaccumulation of ^{137}Cs and ^{60}Co by *Helianthus annuus* // Nukleonika. 2005. Vol. 50 (Suppl.1). P. 49–52.
12. Prasad M. N. V., De Oliveira Freitas H. M. Metal hyperaccumulation in plants – Biodiversity prospecting for phytoremediation technology // Electron. J. Biotechn. 2003. Vol. 6(3). P. 110–146.
13. Soudek P., Valenová S., Vavříková Z., Vaněk T. ^{137}Cs and ^{90}Sr uptake by sunflower cultivated under hydroponic conditions // J. Environ. Radioact. 2006. Vol. 88(3). P. 236–250.
14. Vera Tomé F., Blanco Rodríguez P., Lozano J. C. Elimination of natural uranium and ^{226}Ra from contaminated waters by rhizofiltration using *Helianthus annuus* L. // Sci. Total Environ. 2008. Vol. 393(2–3). P. 351–357.

Стаття: надійшла до редакції 10.01.12

доопрацьована 21.02.12

прийнята до друку 12.03.12

COMPARATIVE STUDY OF ^{137}Cs UPTAKE BY SUNFLOWER AND SPRING RAPE DEPENDING ON SOIL TEXTURE

M. Vinichuk

*Zhytomyr State Technological University
103, Chernyakhovsky St., Zhytomyr 10005, Ukraine
Department of Soil and Environment, Swedish University of Agricultural Sciences
SLU, Box 7014, SE-75007, Uppsala, Sweden
e-mail: Mykhailo.Vinichuk@slu.se*

In a pot experiment ^{137}Cs TFs for spring rape were found to be 2-3 times higher than for sunflower, and for small roots (diameter < 2mm) of spring rape and sunflower were 2 and 6 times higher than that for aboveground biomass respectively. The aboveground plant

biomass comprised up to 1,4% of the total ^{137}Cs content in soil. The ^{137}Cs output from soil to plant by aboveground spring rape biomass was 2.5 times higher than that of sunflower. By means of ^{137}Cs TFs values, studied soils can be placed in a following decreasing order: peat > loamy sandy > loam > silty clay. Accumulation of ^{137}Cs by aboveground biomass of plants does not depend on the level of radioactivity of the soil.

Keywords: Brassica, Helianthus, ^{137}Cs uptake, silty and clayly fractions of soil.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ ^{137}Cs РАСТЕНИЯМИ ПОДСОЛНЕЧНИКА И РАПСА ЯРОВОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВЫ

М. Винчук

*Житомирский государственный технологический университет
ул. Черняховского, 103, Житомир 10005, Украина
Кафедра почв и окружающей среды, Шведский университет
сельскохозяйственных наук
PO Box 7014, SE-750 07, Унсала, Швеция
e-mail: Mykhailo.Vinichuk@slu.se*

В условиях вегетационного опыта КН ^{137}Cs рапсом яровым были в 2-3 раза выше, чем подсолнечником, а мелкими корнями (диаметр < 2 мм) рапса ярового и подсолнечника оказались соответственно в 2 и 6 раз выше, чем наземной фитомассой растений. Из почвы наземной фитомассой растений выносятся не более 1,4% ^{137}Cs общего его содержания в почве. Наземная фитомасса рапса ярового накапливает (выносит) ^{137}Cs из почвы в 2,5 раза эффективнее, чем наземная фитомасса подсолнечника. По количеству выноса ^{137}Cs растениями исследуемые почвы можно разместить в такой убывающий ряд: торф > супесчаная > среднесуглинистая > глинистая. Накопление ^{137}Cs наземной фитомассой растений не зависит от уровня радиоактивности почвы.

Ключевые слова: Brassica, Helianthus, накопление ^{137}Cs , глинистые и илистые фракции почвы.