

УДК 631.95:631.438

Накопичення ^{137}Cs у суміші лучних трав на торфово-болотних ґрунтах зони Полісся у Рівненській області

Н. В. Дмитрієвцева, Л. М. Шепелюк, С. М. Пилипака

Рівненська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України»,
с. Шубків, Рівненська область, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 01.06.2021 Отримано після доопрацювання 03.12.2021 Затверджено до видання 10.12.2021 Доступно онлайн 20.12.2021	Висвітлено результати дослідження комплексної дії різних видів мінеральних добрив на продуктивність агроценозу і накопичення радіонуклідів фітомасою багаторічних трав на торфово-болотному ґрунті (<i>Histic Gleysols</i>). Дослідження проведено впродовж 2011-2013 рр. у тимчасовому польовому досліді з сіяними багаторічними травами (грястиця збірна, стоколос безостий і тимофійка лучна), використовуваними на годівлю худоби. Метою досліджень є виявлення особливостей впливу радіологічного навантаження на якість сільськогосподарської продукції на удобрених і неудобрених ділянках шляхом вимірювання питомої активності радіоактивного ^{137}Cs у сухій фітомасі зібраних трав, щільності забруднення ґрунту та розрахунку коефіцієнтів переходу радіонуклідів із ґрунту в пасовищний корм. Активність ^{137}Cs в рослинах визначали методом гама-спектрометрії. Внесення підвищених доз калійних добрив (K_{120}) та фосфорних разом з калійними ($\text{P}_{60}\text{K}_{120}$) виявилось ефективним заходом, який знижує активність радіоцезію в сухій масі корму. За три роки досліджень на варіанті з калійними добривами зафіксовано зниження активності ^{137}Cs в кормі в середньому в 2,9 раза, а на ділянці сукупного внесення калійних і фосфорних добрив – у 2,7 раза порівняно з контрольним варіантом досліді (без добрив).
Ключові слова: активність ^{137}Cs ; багаторічні трави; ґрунт; коефіцієнт переходу; мінеральні добрива; радіонуклід; урожай * E-mail: nataliyaDNU@i.ua	

Форма цитування: Дмитрієвцева Н.В., Шепелюк Л.М., Пилипака С.М. Накопичення ^{137}Cs у суміші лучних трав на торфово-болотних ґрунтах зони Полісся у Рівненській області. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. 2021. Вип. 92. Харків: ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського». 2021. С. 92-97. <https://doi.org/10.31073/acss92-10>

1. Вступ

У зоні Полісся Рівненської області виробництво сільськогосподарської продукції здійснюється здебільшого в умовах радіоактивного забруднення місцевості. Основною ланкою екологічного ланцюга міграції радіонуклідів є ґрунт, дією на який можна суттєво знизити їх надходження в рослинну продукцію. Інтенсивність міграції ^{137}Cs з ґрунту в рослину залежить від доступності цього радіонукліда кореневій системі рослини. Доступність може суттєво змінюватись залежно від розподілу радіонукліда по профілю ґрунту [1, 2].

Горизонтальна міграція радіонуклідів не призведе до відчутного перерозподілу їх у ландшафтах, а за рахунок вертикальної міграції поверхневий шар ґрунтів очищається повільно [3]. З літературних джерел відомо, що триває процес самодезактивації поверхневого шару ґрунтів, але швидкість його незначна. Змивання ^{137}Cs , вміст водорозчинної форми якого у ґрунтах не перевищує кількох відсотків, становить 0,1 % від загальної кількості за рік [4–7]. Швидкість цього процесу більша на природних ландшафтах з непорушеною структурою ґрунтів. Природний період напівочищення кореневого шару ґрунту співмірний з періодом напіврозпаду ^{137}Cs або перевищує його, тому не слід сподіватися на швидку зміну коефіцієнтів переходу (пропорційності) [8–10].

Торфово-болотні ґрунти є найбільш проблемними для виробництва кормів, оскільки на одиницю азоту припадає у 5–10 разів менше фосфору та у 30–40 разів — калію, ніж на мінеральних ґрунтах [11]. За вирощування сільськогосподарських культур на торфово-болотних ґрунтах велику роль також відіграють водний режим, потужність торфового шару і ступінь його розкладу [12,13].

Метою статті є викладення результатів досліджень з виявлення відмінностей щодо переходу ^{137}Cs з торфово-болотного ґрунту у фітомасу кормових багаторічних трав на ділянках з фосфорним і калійним удобренням порівняно з неудобреними.

2. Об'єкти і методи досліджень

Об'єктом дослідження є процеси міграції ^{137}Cs з ґрунту у злаковий травостій за двохукісного режиму скошування на меліорованій земельній ділянці сінокісного угіддя за внесення різних видів мінеральних добрив.

Дослід закладено 2010 року на дослідному полі лабораторії агроекології та радіологічних досліджень Сарненської дослідної станції ІВПіМ НААН України у Сарненському районі Рівненської області на меліорованому торфово-болотному масиві “Чемерне” — це торфовище низинного типу з активним напірним живленням підґрунтовими водами. Ґрунт — типовий для зони Полісся України торфово-болотний (*Histic Gleysols*). Верхній шар ґрунту (0–20 см) характеризується такими параметрами агрохімічних властивостей: рН_{сольовий} — 4,5–4,6; гідролітична кислотність — 75,4–84,4 мг-екв / 100 г ґрунту; вміст рухомих форм фосфору — 6–13 та калію 10–13 мг / 100 г ґрунту (за методом Кірсанова). Щільність забруднення ґрунту ¹³⁷Cs коливається у межах 25,9–37,0 кБк/м², що відповідає слабкому ступеню забруднення. Такі ґрунти, згідно з чинним законодавством, придатні для сільськогосподарського використання без обмежень.

Дослідження проводили в 2011–2013 рр. У польовому досліді вивчали вплив фосфорних і калійних мінеральних добрив на продуктивність багаторічних трав та активність радіонуклідів у фітомасі кормових культур (висушена суміш скошених трав).

Варіанти досліду: 1. Без добрив (контроль); 2. К₁₂₀; 3. Р₉₀; 4. К₁₂₀ Р₉₀.

Вносили мінеральні добрива два рази за вегетаційний сезон за такою схемою по варіантах: після I укосу: 2. К₆₀; 3. Р₄₅; 4. К₆₀Р₄₅. Після II укосу: 2. К₆₀; 3. Р₄₅; 4. К₆₀Р₄₅.

Використовували такі форми добрив з умістом діючої речовини: Р — суперфосфат гранульований — 17,5 % Р₂О₅; К — калімагnezія — 26,6 % К₂О.

Суміш насіння багаторічних трав мала такий склад: грястиця збірна (*Dactylis glomerata*), ранньостигла — 3,0 кг/га; стоколос безостий (*Bromopsis Inermis* Leyss), середньостиглий — 10,0 кг/га; тимофіївка лучна (*Phleum pratense*), пізньостигла — 13,0 кг/га.

Облік урожаю зеленої маси в дослідях проводили укiсним методом шляхом скошування травостою косаркою в період пасовищної стиглості (висота травостою 15–40 см) при висоті зрізу 5–6 см [14]. Вміст абсолютно сухої речовини в урожаї визначали ваговим методом: після скошування врожаю з кожного варіанта відбирали середню пробу, подрібнювали її та зважували, після чого висушували в бюксах у сушильній шафі при температурі 100–105°С до постійної маси. Одержані результати обробляли методом дисперсійного аналізу [15, 16].

Питому активність ¹³⁷Cs у повітряно-сухій масі трав (Бк/кг) визначали методом вимірювання на гама-спектрометрі СЕГ-01 в літрових посудинах Марінеллі з часом експозиції 1 година [17–20]. Щільність забруднення ґрунту також визначали вимірюванням на гама-спектрометрі СЕГ-01.

Коефіцієнти переходу ¹³⁷Cs у рослини розраховували як відношення питомої активності ¹³⁷Cs у рослинній продукції (Бк/кг) до щільності забруднення ґрунту (кБк/м²).

3. Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених нами досліджень було виявлено позитивний вплив удобрення на радіоактивність травостою. За результатами двох укосів трав, порівняно з контрольним (неудобреним) варіантом, виявлено зниження радіоактивності ¹³⁷Cs на 54,8–156,7 Бк/кг (в 1,2–1,8 раза) на варіантах внесення (К₁₂₀), на 75,7–168,5 Бк/кг (в 1,3–1,7 раза) — на варіантах внесення (Р₉₀К₁₂₀) і лише на 17,2–95,3 Бк/кг (в 1,1–1,2 раза) на варіантах внесення (Р₉₀) (Табл. 1).

Отже, можна стверджувати, що серед досліджених прийомів найефективнішим для зниження активності радіоцезію в сухій масі корму, виявилось внесення підвищених доз калійних та разом фосфорних і калійних добрив. За три роки досліджень на варіанті з калійними добривами зафіксовано зниження вмісту ¹³⁷Cs в кормі в середньому на 118,7 Бк/кг або в 2,9 раза. Дещо меншим було зниження на варіанті з фосфорними разом з калійними добривами (Р₉₀ К₁₂₀) — на 129,3 Бк/кг, або в 2,7 раза порівняно з контрольним варіантом (без удобрення). З літератури відомо, що оптимальним співвідношенням між фосфором та калієм за удобрення багаторічних трав на торфово-болотних ґрунтах є 1:2 [21].

Результати трирічних вимірювань активності ¹³⁷Cs у повітряно-сухій масі трав після двох укосів по окремих польових повторностях варіантів досліду представлено в таблиці 2. Дані свідчать, що після першого укосу активність ¹³⁷Cs у масі трав з контрольних (неудобрених) ділянок коливалася в межах 276–354,3 Бк/кг; на варіанті К₁₂₀ — 180,7–227,0 Бк/кг; на варіанті Р₉₀ — 156–348 Бк/кг; на варіанті внесення Р₉₀ К₁₂₀ — 115,3–197,7 Бк/кг. Це середні значення по трьох повторностях. Широкий діапазон розбіжностей між повторностями спричинено великим значенням похибки вимірювань приладу гама-спектрометру СЕГ-01, яка становить Δ=25 %.

Таблиця 1

Зниження питомої активності ^{137}Cs у повітряно-сухій масі злакового травостою порівняно з неудобреним варіантом (2011-2013 рр.)

Варіант	Повтор-ність	Зниження активності ^{137}Cs у масі трав порівняно з неудобреним варіантом					
		I укіс		II укіс		Середнє зниження	
		Бк/кг	разів	Бк/кг	разів	Бк/кг	разів
2. K_{120}	I	86,3	1,4	227,0	2,3	156,7	1,9
	II	102,0	1,4	7,7	1,0	54,8	1,2
	III	146,0	2,0	143,3	1,5	144,7	1,8
	Середнє	—	—	—	—	118,7	1,6
3. P_{90}	I	87,0	1,0	103,7	1,4	95,3	1,2
	II	105,3	1,0	16,7	1,1	61,0	1,0
	III	19,3	1,1	15,0	1,0	17,2	1,1
	Середнє	—	—	—	—	57,8	1,1
4. $\text{P}_{90}\text{K}_{120}$	I	159,0	1,6	178,0	1,8	168,5	1,7
	II	216,7	1,8	71,3	1,3	144,0	1,5
	III	83,7	1,4	67,3	1,2	75,5	1,3
	Середнє	—	—	—	—	129,3	1,5

Безпечним вважається забруднення трав'яної суміші на рівні 600 Бк/кг, отже урожай трав на всіх варіантах дослідів є цілком придатним для використання у тваринництві.

Після другого укосу активність ^{137}Cs в повітряно-сухій масі травостою збільшилася на порядок і коливалася в межах 372,3–403 Бк/кг на варіантах без внесення добрив; 217–301,7 Бк/кг — на варіанті K_{120} ; 272,7–383,3 Бк/кг — на варіанті внесення P_{90} ; 195,7–335,7 Бк/кг — на варіанті внесення $\text{P}_{90}\text{K}_{120}$ (Табл. 2).

Таблиця 2

Активність ^{137}Cs в повітряно-сухій масі злакового травостою (2011–2013 рр.)

Повторність	Варіант	Активність ^{137}Cs у повітряно-сухій масі трав, Бк/кг							
		2011		2012		2013		середня	
		I укіс	II укіс	I укіс	II укіс	I укіс	II укіс	I укіс	II укіс
I	Контроль (без добрив)	281	372	308	430	254	396	281,0	399,3
	K_{120}	227	192	184	285	173	40,1	194,7	172,4
	P_{90}	219	273	120	318	243	296	194,0	295,7
	$\text{P}_{90}\text{K}_{120}$	113	142	125	337	128	185	122,0	221,3
II	Контроль (без добрив)	389	358	404	343	294	317	362,3	339,3
	K_{120}	237	290	299	295	245	410	260,3	331,7
	P_{90}	175	228	161	284	435	456	257,0	322,7
	$\text{P}_{90}\text{K}_{120}$	136	150	199	294	102	360	145,7	268,0
III	Контроль (без добрив)	393	388	205	356	280	496	292,7	413,3
	K_{120}	118	171	198	325	124	314	146,7	270,0
	P_{90}	264	317	189	480	367	398	273,3	398,3
	$\text{P}_{90}\text{K}_{120}$	242	295	269	281	116	462	209,0	346,0
середня по 3-х повтореннях	Контроль (без добрив)	354,3	372,7	305,7	376,3	276,0	403,0	312,0	384,0
	K_{120}	194,0	217,7	227,0	301,7	180,7	254,7	200,6	258,0
	P_{90}	219,3	272,7	156,7	360,7	348,7	383,3	241,4	238,9
	$\text{P}_{90}\text{K}_{120}$	163,7	195,7	197,7	304,0	115,3	335,7	158,9	278,4

Ефект від застосування лише фосфорних добрив був найслабшим; на цьому варіанті активність ^{137}Cs в повітряно-сухій масі скошених трав мало відрізнялася від контролю, а іноді була навіть вищою (у другому укосі 2012 і 2013 рр.).

Застосування калійних та фосфорно-калійних добрив визначено як ефективний та економічно виправданий захід для зниження надходження ^{137}Cs у рослинницьку продукцію, витрати на який, до того ж, окупаються збільшенням урожаю (Рис.1).

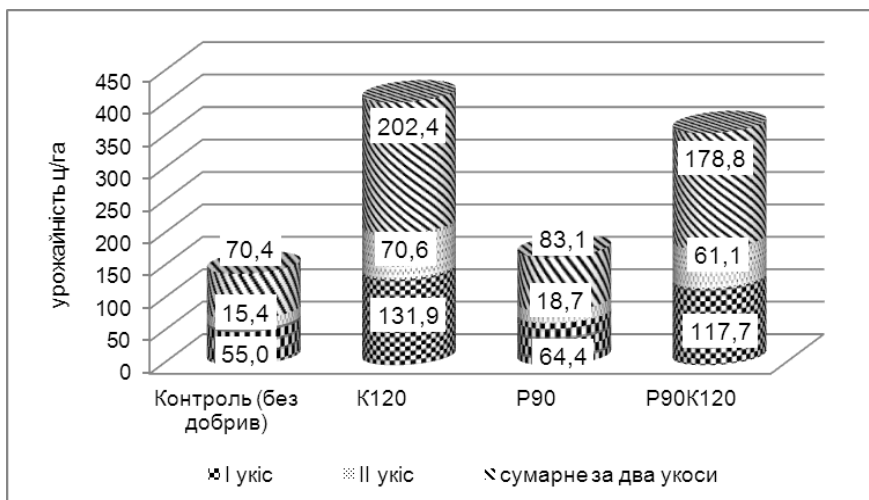


Рис. 1. Урожайність зеленої маси злакових трав (середня за 2011-2013 рр.)

Урожайність трав за результатами першого скошування на варіантах внесення калійних та фосфорних разом з калійними добрив була у 2,4 та 2,1 раза відповідно вищою ніж на варіанті без добрив, а після другого — в 1,2 і 3,9 раза.

Основний агрохімічний прийом, що обмежує надходження ^{137}Cs у травостій на торфово-болотних ґрунтах, – застосування підвищених доз калійних добрив. Це пов'язано з конкуренцією калію добрив та цезію в процесі поглинання іонів ґрунтового розчину коренями, а також із позитивним впливом калію на врожайність травостою, особливо на низько забезпечених рухомим калієм ґрунтах (<200 мг/кг ґрунту).

За даними наших досліджень, характеризуючи зміну коефіцієнта переходу радіонуклідів із ґрунту в пасовищний корм, можна зробити висновок, що протягом трьох років цей показник коливався в межах 6,13–14,83.

Трирічними дослідженнями на варіанті з калійними добривами (K₁₂₀) зафіксовано зниження коефіцієнтів переходу ^{137}Cs з ґрунту у злаковий травостій в середньому в 1,5 раза порівняно з коефіцієнтом на контрольному варіанті, а за внесення разом фосфорних і калійних добрив (P₆₀ K₁₂₀) коефіцієнт переходу був в 1,6 раза нижчим. Найвищим коефіцієнтом переходу характеризувався варіант внесення фосфорних добрив.

Порівнюючи дані з двох укосів визначили, що коефіцієнти переходу ^{137}Cs в корм сіяних багаторічних трав після скошування їх удруге за сезон зросли на всіх варіантах майже в 1,2–1,8 раза порівняно з першим укосом (Рис. 2).

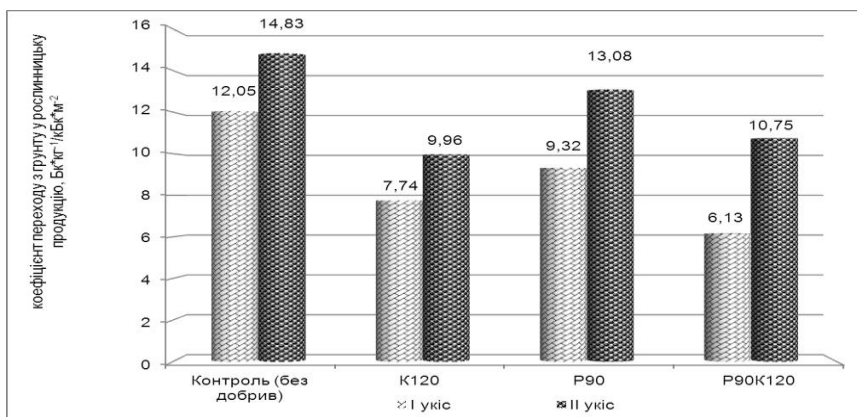


Рис. 2. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs із ґрунту в фітомасу суміші трав за двох укосів

Це пов'язано з тим, що на початку вегетації нестача води в ґрунті обмежувала рухливість радіонуклідів і певною мірою блокувала їх надходження в надземну частину рослин.

Таким чином, оцінюючи радіопротекторну ефективність різних видів мінеральних добрив, виявили ефективність внесення разом фосфорних і калійних та окремо калійних добрив, що забезпечувало зниження активності ^{137}Cs в повітряно-сухій масі трав у 2,7 та 2,9 раза відповідно, порівняно з контрольним варіантом.

4. Висновки

1. За внесення під багаторічні трави калійних добрив зафіксовано зниження активності ^{137}Cs в трав'яній масі, використовуваній на корм, в середньому на 118,7 Бк/кг, а за внесення разом фосфорних і калійних добрив — на 129,3 Бк/кг порівняно з неудобреною контрольною ділянкою.

2. Коефіцієнт переходу ^{137}Cs з ґрунту у злаковий травостій на варіанті внесення калійних добрив (K_{120}) знизився у 1,5 раза, а за внесення фосфорних добрив разом з калійними ($P_{60} K_{120}$) — в 1,6 раза порівняно з контролем.

Список використаних джерел

1. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Писаренко В.В. Агроєкологія. Полтава, 2008. 256 с.
2. Смаглій О.Ф., Кардашов Ф.Т., Литвак П.В. Агроєкологія: навч. посіб. Київ: Вища освіта, 2006. 671 с.
3. Перепелятников Г.П. Основы общей радиоэкологии. Київ: Атика, 2008. 460 с.
4. Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999-2002 рр. Методичні рекомендації. За ред. Б. С. Прістера. Київ: Ярмарок. 1998. 103 с.
5. Romanchuk L.D., Fedonyuk T.P., Fedonyuk R.G. Model of influence of landscape vegetation on mass transfer processes. *Biosystem Diversity*. 2017. 25(3). P. 203-209. <https://doi.org/10.15421/011731>
6. Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення. Житомир: ЖНАЕУ, 2018. 412 с.
7. Health effects of the Chernobyl Accident Thirty Years Aftermath / D. Bazyka, V. Sushko, A. Chumak [et al.] Kyiv: DIA, 2016. 524 p. http://nrcrm.gov.ua/downloads/2017/monograph_last.pdf
8. Доповідь про стан ядерної та радіаційної безпеки в Україні у 2016 році. Київ: Державний комітет ядерного регулювання України, 2017. 82 с.
9. Дутов О.І. Агроєкологічні підходи до мінімізації доз опромінення населення у віддалений період розвитку радіологічної ситуації після аварії на ЧАЕС. *Екологічні науки*. Київ: ДАЕ, 2014. 1(5). С. 24-30. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2015/6.pdt>.
10. Радіологічна оцінка деревної золи в населених пунктах півночі Житомирського Полісся / М.М. Лазарев, О.В. Косарчук, С.В. Поліщук, С.Є. Левчук. *Агроєкологічний журнал*. 2017. №4. С.29-36. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2017.219718>
11. Малоштан М.І., Поліщук С. В., Кашпаров В. О. Динаміка коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs трав'янистими рослинами на торф'яно-болотних ґрунтах з аномальною високою біологічною доступністю. *Ядерна фізика та енергетика*. 2015. 16(3). С. 263-272. <https://doi.org/10.15407/jnpae2015.03.263>.
12. Кашпаров В.О., Поліщук С.В., Отрешко Л.М. Радіологічні проблеми ведення сільськогосподарського виробництва на забрудненій території України. *Чорнобильський науковий вісник. Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення*. 2011. 2(38). С. 13-30.
13. Проблеми забруднених радіонуклідами сільськогосподарських територій на сучасному / М.М. Лазарев, С.Є. Левчук, О.В. Косарчук, А.О. Можар. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. 1(55), Т. 3. С. 191-201. <http://znau.edu.ua/cat-visnyk-znaeu/vipuski-visnik-zhnaeu>.
14. Бабич А.О., Кулик М.Ф., Макаренко П.С. Методика проведення дослідів з кормовиробництва і годівлі тварин. Київ: Аграрна наука, 1998. 78 с.
15. Городній М.М. Агрохімія. [4-е вид., переробл. та доп.] Київ: Арістей, 2008. 936 с.
16. Доспехов Б.П. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1973. 322 с.
17. Довідник для радіологічних служб Мінсільгоспроду України. За ред. Б.С. Прістер, Ю.О. Іванов та ін. Київ, 1997. 175 с.
18. Методика комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком території зони відчуження). Київ: Атика-Н, 2007. 60 с.
19. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення : керівний нормативний документ / за ред. І.П. Яцука, С.А. Балюка. Київ, 2013. 104 с.
20. Лященко С.А. Лоцилов М.О. Асташева Н.П. Методичний посібник з організації проведення науково-дослідних робіт в галузі сільськогосподарської радіології. Київ, 1992. 136 с.
21. Веремеев С.І. Еволюція та управління продуктивністю ґрунтів Полісся України: Монографія. Луцьк: Надтир'я, 1997. 314 с.

UDC 631.95:631.438

Accumulation of ^{137}Cs by meadow grasses on peat-bog soils of the Polissia zone in the Rivne region

N. V. Dmitriyevtseva, L. N. Shepelyuk, S. M. Pilipaka

Rivne branch of the state institution "Institute of Soil Protection of Ukraine",
Shubkov, Rivne region, Ukraine

The role and effectiveness of the combined action of various types of mineral fertilizers on the productivity of the agroecosystem and the accumulation of radionuclides by the phytomass of perennial grasses on peat-bog soil (*Histic Gleysols*) have been investigated. The research was carried out during 2011-2013. In a temporary field experiment with seeded perennial grasses (*Dactylis glomerata*, *Bromopsis inermis*, *Phleum pratense*) used for livestock feed. The aim of the research is to identify the features of the effect of radiological load on the quality of agricultural products in fertilized and non-fertilized areas by measuring the specific activity of radioactive ^{137}Cs in the dry phytomass of collected herbs, the density of soil contamination and calculating the coefficients of the transfer of radionuclides from soil to pasture fodder. The activity of ^{137}Cs in plants was determined by gamma spectrometer. The introduction of increased doses of potash (K_{120}) and phosphorus fertilizers together with potash ($\text{P}_{60} \text{K}_{120}$) was effective in reducing the activity of radiocaesium in the dry mass of feed. Over the three years of research on the variant with potash fertilizers, a decrease in ^{137}Cs activity in the feed by an average of 2.9 times was recorded, and at the site of the combined application of potash and phosphate fertilizers – by 2.7 times compared with the control variant of the experiment (without fertilizers).

Keywords: activity of ^{137}Cs ; perennial herbs; the soil; conversion factor; mineral fertilizers; radionuclide; harvest.

Citing: Dmitriyeva N.V., Shepelyuk L.N., Pilipaka S.M. (2021). Accumulation of ^{137}Cs by meadow grasses on peat-bog soils of the Polissia zone in the Rivne region. *AgroChemistry and Soil Science*. 92-97. doi:[10.31073/acss92-10](https://doi.org/10.31073/acss92-10). [in Ukrainian].