

ELŻBIETA MAŁYSOWA, JERZY BORS

Sr-90 W GLEBACH UŻYTKOWANYCH ROLNICZO NA TERENIE WOJEWÓDZTWA WROCŁAWSKIEGO

Katedra Chemii Rolnej WSR Wrocław. Kierownik prof. dr K. Boratyński
i Pracownia Biofizyki IUNG Laskowice Oławskie. Kierownik — prof. dr B. Świę-
tochowski

Dotychczasowe badania [2, 4, 6] nad radioaktywnym skażeniem Sr-90 gleb polskich nie obejmowały użytków rolnych. Poznanie stopnia radioaktywnego skażenia Sr-90 użytków rolnych jest szczególnie ważne, bo pobierany przez rośliny ze skażonej gleby Sr-90 dostaje się wraz z pokarmami roślinnymi i zwierzęcymi do organizmu ludzkiego. Chemizm śladowych ilości strontu w glebie nie jest jeszcze dostatecznie poznany [3]. Niewiele też wiadomo o przyswajalności Sr-90 dla roślin, a wysoka radioaktywność i długi okres półrozpadu kwalifikują ten radiopierwiastek do szczególnie szkodliwych dla organizmów żywych [1].

Stopień radioaktywnego skażenia Sr-90 powierzchni objętej opadem promieniotwórczym określa się zazwyczaj w oparciu o pomiar jego zawartości w wierzchniej (0—5 cm) warstwie gleby. Przeprowadzana w ten sposób ocena nie jest w pełni miarodajna dla użytków rolnych. Na glebach uprawnych wykonywane są przeciwieście różne zabiegi agrotechniczne (uprawa, nawożenie), które przyczyniają się do przemieszczenia Sr-90 w głębsze warstwy gleby i tym samym do obniżenia jego zawartości w jednostce objętości. Przemieszczenie Sr-90 w głębsze warstwy gleby może się przyczyniać także do zwiększonego pobierania tego radiopierwiastka przez rośliny uprawne i niewątpliwie może wpływać na wzrost skażenia produktów rolnych.

Przeprowadzone przez jednego z nas [5] wstępne badania nad radioaktywnym skażeniem Sr-90 gleb różnie wykorzystywanych rolniczo wykazały istotne zróżnicowanie zawartości strontu nawet na obszarze o niewielkiej powierzchni. Wyniki te oraz powody przytoczone na wstępie zachęciły nas do podjęcia dalszych badań w tym kierunku.

Podstawą do przeprowadzenia tych badań były próbki glebowe pobrane we wrześniu 1962 roku z wybranych stanowisk na łąkach bądź pastwiskach i na polach ornym w poszczególnych powiatach województwa wrocławskiego. Miejsce pobrania próbek znajdowały się na terenach równych i odkrytych. Próbkę pobierano z głębokości 0—20 cm, z powierzchni 25×25 cm. Od pobrania próbek do rozpoczęcia pomiarów aktywności upłynęło około 6 miesięcy, tak że izotopy o krótkim okresie istnienia nie wpływały na mierzoną aktywność. Łącznie przeanalizowaliśmy 50 próbek glebowych.

Rodzaj analizowanych gleb oznaczono makroskopowo. Pod względem charakterystyki chemiczno-rolniczej definicję przeprowadzono w oparciu o oznaczenia: pH metodą potencjometryczną, kwasowość hydrolytyczną według Kappena i C organiczny według Tiurina. Jeśli idzie o Ca wymienny, podany także w tych zestawieniach, to osobnych oznaczeń nie przeprowadzono przyjmując, że dostatecznie obrazuje to masa osadu wyekstrahowanych wapniowców przy analizie na zawartość Sr-90. Ilość Ca wymiennego obliczona została w oparciu o założenie, że cała masa osadu wapniowców jest dwuwodnym szczawianem wapniowym. Rodzaj badanych gleb oraz ich charakterystykę chemiczno-rolniczą dla użytków zielonych przedstawia tab. 1, a dla pól ornym tab. 2.

Do oznaczenia zawartości Sr-90 w badanych glebach zastosowano metodę szczawianową [7]. Ekstrakcję przeprowadzano 1n octanem amonowym o $\text{pH} = 7,0$, przy stosunku gleby do odczynnika wynoszącym 1:4. Otrzymany wyciąg odparowywano i wyprażano (500°C) usuwając zawartą w nim substancję organiczną, a pozostałość rozpuszczano w 10% HCl. W otrzymanym roztworze strącano glin i żelazo amoniakiem, a znajdujące się w przesączu wapniowce wytrącano szczawianem amonowym. Otrzymany osad po wysuszeniu był podstawą do przeprowadzenia pomiarów aktywności. Aktywność osadu wapniowców oznaczano licznikiem G. M. typ. BAT 25/2, używając przelicznika LL₁. Tło licznika w osłonie ołowianej wynosiło 12 imp/min. Wydajność liczenia określona została za pomocą wzorca Sr-90 + Y 90. Mierzono na przemian tło i aktywność próbki, każdorazowo w przeciągu 20 minut. Całkowity czas pomiaru wynosił co najmniej 200 minut.

Oznaczenie aktywności Sr-90 pozwala na przeprowadzenie oceny badanych gleb zarówno pod względem radiotoksyczności, jak i radioaktywnego skażenia. Miarą radiotoksyczności gleb jest jednostka S. U. (pc/1 g Ca). Stosowanie S. U. jako miary radiotoksyczności gleb jest uzasadnione tym, że Sr-90 pobierany jest przez organizmy żywe razem z wapniem. Radioaktywne skażenie gleby określa zawartość Sr-90 na powierzchni 1 km². Przy obliczaniu tych wartości uwzględniono głębokość pobierania próbek glebowych przyjmując, że w warstwie o grubości

Tabela 1

Charakterystyka chemiczno-rolnicza gleb na użytkach zielonych
Chemical and structural characteristics of grassland soils

Nr próbki glebowej Soil sample Nr.	Miejscowość i powiat Locality, district	Rodzaj gleby Soil kind	pH KCl	Kwasy Hydr. acids m.e./100 g gleby - soil	Ca wymienny Exchangeable Ca mg/100 g gleby - soil	C organiczny Organic % C
1	Mokrzeszów - Świdnica	utwór pyłowy zwykły very fine sand	3,8	11,53	40	1,19
2	Pławna - Lwówek Śląski	utwór pyłowy zwykły very fine sand	4,0	11,65	129	1,20
3	Janków - Kamienna Góra	utwór pyłowy ilasty silt loam	5,5	3,09	281	1,18
4	Twardogóra - Syców	piasek gliniasty lekki light medium sand	5,5	1,95	72	1,47
5	Boguszowice - Wałbrzych	utwór pyłowy zwykły very fine sand	5,8	2,61	189	0,98
6	Młynów - Kłodzko	utwór pyłowy ilasty silt loam	5,9	2,52	186	1,78
7	Wińsko - Wólów	utwór pyłowy zwykły very fine sand	6,1	1,54	89	1,47
8	Rokitnice - Złotoryja	głina lekka sandy loam	6,4	1,32	155	1,62
9	Krynitzko - Środa Śl.	głina lekka pylasta very fine sandy loam	6,4	1,34	91	1,64
10	Meluszów - Jawor	utwór pyłowy ilasty silt loam	6,5	1,20	227	1,52
11	Legów - Zgorzelec	głina lekka sandy loam	6,5	1,20	69	1,66
12	Wąsosz - Góra Śląska	piasek gliniasty lekki light medium sand	6,6	1,06	115	1,51
13	Przyłek - Żąbkowice	utwór pyłowy ilasty silt loam	6,6	1,14	76	1,44
14	Kościelniki Średnie - Luban	utwór pyłowy ilasty silt loam	6,6	1,20	79	1,50
15	Domenowice - Trzebnica	utwór pyłowy zwykły very fine sand	6,7	0,65	126	1,52
16	Biały Kościół - Strzelin	głina lekka pylasta very fine sandy loam	6,9	0,65	112	1,60
17	Wierzchno - Oława	głina lekka sandy loam	7,1	0,57	274	1,64
18	Tomaszów Górny - Bolesławiec	utwór pyłowy zwykły very fine sand	7,3	0,32	127	1,60
19	Księginice - Lublin	piasek gliniasty mocny heavy medium sand	7,4	0,32	104	1,20
20	Przyrzeczyn Zdrój - Dzierżoniów	utwór pyłowy zwykły very fine sand	7,4	0,32	181	1,65
21	Wolibórz - Nowa Ruda	utwór pyłowy ilasty very fine sandy loam	7,6	0,28	140	0,90
22	Stara Bystrzyca - Bystrzyca Kłodzka	głina lekka pylasta very fine sandy loam	7,6	0,27	196	1,18
23	Długoszyk - Oleśnica	piasek gliniasty mocny heavy medium sand	7,7	0,48	252	1,17
24	Łomnica - Jelenia Góra	głina lekka sandy loam	7,7	0,30	76	1,32
25	Kunice - Legnica	piasek gliniasty mocny heavy medium sand	7,7	0,46	135	1,12
26	Nadolice Wielkie - Wrocław	głina lekka sandy loam	7,8	0,32	302	1,17

Charakterystyka chemiczno-rolnicza gleb na polach ornych
Chemical and structural characteristics of arable soils

Nr próbki glebowej Soil sample Nr.	Miejscowość i powiat Locality, district	Rodzaj gleby Soil kind	pH KCl	Kwas. Hydr. acids m. e./100 g gleby soil	Ca wymienny Exchange- able Ca mg/100 g gleby - soil	C organiczny Organic C %
1	Suiów - Milicz	piasek słabogliniasty coarse sandy soil	4,8	8,16	21	0,47
2	Janków - Kamienna Góra	utwór pyłowy zwykły very fine sand	5,5	3,09	92	1,20
3	Wińsko - Wołów	piasek gliniasty mocny heavy medium sand	5,9	2,46	200	1,04
4	Młynów - Kłodzko	utwór pyłowy zwykły very fine sand	5,9	2,52	130	1,22
5	Lagów - Zgorzelec	głina lekka light loam	6,2	0,52	42	1,14
6	Rokitnica - Złotoryja	głina lekka light loam	6,2	0,84	123	1,11
7	Wąsosz - Góra Śląska	piasek gliniasty lekki light medium sand	6,4	0,62	104	1,02
8	Krynicy - Środa Śląska	głina lekka pylasta very fine sandy loam	6,5	0,88	125	1,00
9	Małuszów - Jawor	utwór pyłowy ilasty silt loam	6,6	1,10	124	1,35
10	Pławna - Lwówek Śląski	utwór pyłowy zwykły very fine sand	6,6	1,70	221	1,05
11	Kęcicelniki Średnie - Lubań	utwór pyłowy ilasty silt loam	6,8	1,06	80	1,05
12	Boguszowice - Wałbrzych	utwór pyłowy zwykły very fine sand	6,8	1,86	116	1,13
13	Mokrzyszów - Świdnica	utwór pyłowy zwykły very fine sand	6,8	1,08	133	1,40
14	Biały Kościół - Strzeżenie	głina lekka pylasta very fine sandy loam	6,9	0,65	152	1,10
15	Lomnice - Jelenia Góra	głina lekka light loam	7,0	0,65	94	0,95
16	Tomaszów Górny - Bolesławiec	utwór pyłowy zwykły very fine sand	7,0	1,20	102	1,18
17	Długoszyków - Oleśnica	piasek gliniasty mocny heavy medium sand	7,0	0,45	200	1,08
18	Wierzбно - Oława	głina lekka light loam	7,0	0,56	99	1,00
19	Kunice - Legnica	piasek gliniasty mocny heavy medium sand	7,2	0,20	96	1,20
20	Nadolice Wielkie - Wrocław	głina lekka light loam	7,2	0,40	106	0,97
21	Przerzeczyn Zdrój - Dzierżoniów	utwór pyłowy zwykły very fine sand	7,4	1,32	166	1,05
22	Stara Bystrzyca - Bystrzyca Kłodzka	głina lekka pylasta very fine sandy loam	7,6	0,27	200	1,06
23	Wałibórz - Nowe Bude	utwór pyłowy ilasty silt loam	7,6	0,98	171	1,60
24	Przyłek - Ząbkowice	utwór pyłowy ilasty silt loam	7,6	0,84	85	1,54

20 cm na powierzchni 1 km² znajduje się 3.10⁸ kg gleby. Średnie wyniki pomiarów aktywności Sr-90 z dwóch bądź trzech powtórzeń podajemy w jednostkach S. U. w pc/1 kg gleby i w mc/1 km². Dla użytków zielonych zestawione są one w tab. 3, a dla pól ornych w tab. 4. Próbek, których aktywność leżała poniżej granicy dokładności pomiarów, nie umieszczamy w zestawieniach.

T a b e l a 3

Sr-90 w glebach na użytkach zielonych
Sr-90 in grassland soils

Nr próbki glebowej Soil sample Nr.	Ilość powtórzeń Number of replication	Ilość g osadu wapniowców na 1 kg gleby Precipitate calc. comp. g/kg soil	Koncentracja S.U. Concentration S.U.	Sr-90 w glebie pc / kg gleby Sr-90 in soil pc/kg soil	Zanieczyszczenie powierzchni Sr-90 mc/km ² Sr-90 surface contamin. in mc/sq km
1	2	6,0933	68	103	31
2	2	5,1706	31	40	12
3	3	11,2440	18	50	15
4	3	2,8733	30	51	15
5	3	7,5933	35	66	20
6	3	7,4506	50	93	28
7	3	3,5626	16	28	8
8	3	6,2106	72	111	33
9	2	3,6713	66	108	32
10	2	9,0813	80	180	54
11	3	2,7566	162	111	33
12	2	4,6093	37	62	19
13	2	6,1440	125	190	57
14	2	3,1560	252	200	60
15	2	5,0606	24	39	12
16	2	4,4993	35	39	12
17	3	10,9623	83	137	41
18	3	5,0966	87	110	33
19	3	4,1553	113	116	35
20	3	7,2653	55	97	29
21	3	5,6000	26	36	11
22	2	7,8720	101	197	60
23	2	10,0933	72	119	36
24	3	3,0346	98	73	22
25	3	5,3893	92	122	37
26	3	12,1146	57	95	29

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Średnie skażenie Sr-90 na użytkach zielonych (31 mc/km²) jest zbliżone do średniego skażenia gleb ornych (34,5 mc/km²).

Wyniki te przedstawiają zawartość Sr-90 w warstwie gleby o grubości 20 cm. Badania przeprowadzone były na glebach uprawnych,

T a b e l a 4

Sr-90 w glebach na polach ornych
Sr-90 in arable soils

Nr próbki glebowej Soil sample Nr.	Ilość powtórzeń Number of replication	Ilość g osadu wapniowców na 1 kg gleby Precipitate calc. comp. g/kg soil	Koncentracja S.U. Concentration S.U.	Sr-90 w glebie pc / kg gleby Sr-90 in soil pc/kg soil	Zanieczyszczenie powierzchni Sr-90 mc/km ² Sr-90 surface contamin. in mc/sq km
1	3	0,8480	370	77	22
2	3	3,7633	79	74	22
3	3	8,2853	69	142	43
4	2	5,2520	75	98	29
5	3	1,7233	148	63	19
6	2	4,9633	52	64	19
7	2	4,2040	75	77	24
8	2	5,0520	70	88	26
9	2	5,0086	81	100	30
10	3	8,9586	114	253	76
11	3	3,2373	245	196	59
12	3	4,7093	115	134	40
13	2	5,3940	61	81	24
14	2	4,2173	64	99	30
15	2	3,8213	130	122	37
16	2	4,1233	159	162	49
17	2	8,2813	53	108	32
18	3	4,0666	118	119	36
19	3	3,8960	137	132	40
20	3	4,2853	127	135	41
21	2	6,7013	56	89	27
22	3	8,1126	47	95	29
23	2	6,9366	107	184	55
24	2	3,4400	108	92	28

w których należy oczekiwać, że Sr-90 rozmieszczony jest mniej więcej równomiernie w całej warstwie ornej do głębokości 20—25 cm. W związku z tym rzeczywiste skażenie powierzchniowe badanych przez nas terenów powinno być większe.

Średnie wartości skażeń dla gleb polskich podawane przez innych autorów są rzędu 20 mc/km². Dane te dotyczą gleb nie uprawianych, w których należy oczekiwać raczej skażeń wyższych, ponieważ w glebach uprawnych część Sr-90 może zostać zabrana z pola razem z plonami. W pewnym stopniu powyższe niezgodności mogłyby być tłumaczone tym, że metoda szczawianowa może dawać wyniki wyższe, bo przy jej pomocy określa się zawartość w glebie wszystkich radioaktywnych wapniowców.

Obserwowane duże różnice w wynikach oznaczeń Sr-90 w poszczególnych miejscowościach mogą być spowodowane zsumowaniem się róż-

nych czynników. Przede wszystkim wymienić należy lokalne odchylenia w skażeniu związane z intensywnością opadów atmosferycznych, właściwościami sorpcyjnymi gleb, pobieraniem przez rośliny oraz błędami analitycznymi.

Te same przyczyny mogą tłumaczyć różnice w skażeniach gleb ornych i użytków zielonych, znajdujących się w tych samych miejscowościach.

Porównanie naszych wyników oznaczeń Sr-90 na glebach uprawnych z wynikami innych autorów [4, 6], podawanymi dla gleb nie użytkowanych rolniczo, pozwala przypuszczać, że wynoszenie radionuklidów z gleb z plonami roślin nie jest duże. W ogólnym ujęciu skażenie Sr-90 gleb lżejszych jest wyraźnie mniejsze niż gleb o wyższej kategorii ciężkości. Czynnikiem, który to może powodować, jest stwierdzone przez innych autorów większe pobieranie Sr-90 przez rośliny rosnące na tych gle-

T a b e l a 5

Sr-90 na użytkach zielonych i polach ornych położonych
w tych samych miejscowościach
Sr-90 in grassland and arable soils

Miejscowość Locality	Użytki zielone Greenland		Pole orne Arable fields	
	konzentracja S.U. concentration S.U.	zawartość Sr-90 ₂ mc / 1 km ² Sr-90 content mc / sq km	konzentracja S.U. concentration S.U.	zawartość Sr-90 ₂ mc / 1 km ² Sr-90 content mc / sq km
Mokreszów	68	31	61	24
Pławna	31	12	114	76
Janków	18	15	79	22
Boguszowice	35	20	115	40
Młynów	50	28	75	29
Wińsko	16	8	69	43
Krynitzno	66	32	70	26
Małuszów	70	54	81	30
Lagów	162	33	148	19
Wąsocz	37	19	75	24
Przyłek	125	57	108	28
Kościelniki Średnie	252	60	245	59
Biały Kościół	35	12	64	30
Wierzbnó	83	41	118	36
Tomaszów Górny	87	33	159	49
Przerzeczyn Zdrój	55	29	56	27
Wolibórz	26	11	107	55
Stara Bystrzyca	101	60	47	29
Długolek	72	36	53	32
Lomnica	98	22	130	37
Kunice	92	37	137	40
Nadolice Wielkie	57	33	52	19
Rokitnica	72	33	52	19

bach. Ponadto na glebach lżejszych istnieje większa możliwość wymywania Sr-90.

Średnia radiotoksyczność gleb na polach ornych jest około 30% większa niż na użytkach zielonych. Najwyższe wartości dla S. U. są w glebach o niskiej zawartości Ca wymiennego. Ta odwrotnie proporcjonalna zależność radiotoksyczności gleb od ilości Ca wymiennego w glebie została także stwierdzona w pracach innych autorów [2, 6], dotyczących nieużytków. Wyciąganie bardziej szczegółowych wniosków na temat radiotoksyczności gleb uprawnych jest bardzo utrudnione ze względu na częste, a niemożliwe do skontrolowania wapnowanie tych gleb.

LITERATURA

- [1] Comar C. L.: Izotopy promieniotwórcze w biologii i rolnictwie. PWN, Warszawa 1958.
- [2] Jagielski A., Łazarska B., Łazarski R.: Skażenia gleb polskich strontem 90. Nukleonika, t. VII, nr 11, 1962.
- [3] Guliakin I. W., Judincewa J. W.: Radioaktywne produkty dielenija w poczwie i rastienijach. Gos-Atom-Izdat, Moskwa 1962.
- [4] Lityński T.: Skażenie gleb polskich Sr-90. Nukleonika, t. VI, 1961.
- [5] Małyszowa E.: Stopień skażenia strontem radioaktywnym niektórych gleb ornych, pastwisk i gleb nie użytkowanych rolniczo na terenie Gospodarstwa Szkolnego w Bukowcu, Roczn. Gleb., t. XIII, dodatek 1963.
- [6] Szepke R., Grzybowska D.: Strontium 90 in soil Poland 1960.
- [7] The Chicago Sunshine Method. Absolute Assay of Strontium 90 in Biological Materials, Soils, Waters and Air Filters. Bul. AECU., No. 3262, 1956.

Э. МАЛЫСОВА, Е. БОРС

Sr-90 В ПОЧВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ВРОЦЛАВСКОГО ВОЕВОДСТВА

Кафедра Агрохимии Вроцлавской Сельскохозяйственной Академии
Лаборатория Биофизики Института Агротехники, Удобрения и Почвоведения, Лясковиче Олавске

Резюме

Определили содержание Sr-90 в 50 почвенных образцах отобранных в 1962 г. на зеленых угодиях и пахотных почвах Вроцлавского воеводства. Определяли радиоактивность соединений кальция экстрагированных из почвы 1 н ацетатом аммония. Вытяжки испаряли, окисляли в температуре 500°C а затем растворяли в 10% HCl и обрабатывали аммиаком для осаждения гидроокисей, из полученного фильтрата осаждали кальций оксалатом аммония.

Установили, что:

1. Среднее загрязнение Sr-90 почвы на зеленых угодиях (31 тс/кв. км) сходно со средним загрязнением пахотных почв (34,5 тс/кв. км).

2. Загрязнение почвы зависит в некоторой степени от категории связанности почв и находится в пределах от 18 тс/кв км в легких супесях до 40 тс/кв км в пылевидных илистых образованиях.

3. Средняя радиоактивность пахотных почв, выраженная в единицах S. U. на около 30% выше, чем почв на зеленых угодиях.

4. Полученные результаты подтверждают наличие обратно пропорциональной зависимости между радиоактивностью почв и содержанием в них обменного кальция.

E. MAŁYSOWA, J. BORS

SR-90 IN CULTIVATED SOILS OF THE WROCLAW VOIVODSHIP

Department of Agrochemistry, College of Agriculture, Wrocław Biophysical Laboratory
Laskowice Oławskie, Institute of Soil Science and Plant Cultivation

S u m m a r y

Sr-90 contents were determined in 50 soil samples taken in 1962 from grassland and arable fields of the Wrocław voivodship. Radioactivity of the calcium group compounds extracted from the soil with 1n ammonium acetate was determined. The extract was evaporated, calcinated at 500 °C and then dissolved in 10% HCl, ammonia being added for precipitation of the hydroxides. From the extract obtained in this way the calcium group compounds were precipitated by means of ammonium oxalate.

It was found that:

1. The mean Sr-90 contamination of grassland soil (31 mc/sq km) is approximately similar to that of arable soil (34.5 mc/sq km).

2. Soil contamination is to some extent related with its weight category, ranging from 18 mc/sq km for coarse sandy soils to 40 mc/sq km for silt loams.

3. Mean radioactivity of arable soils, expressed in S. U. units, is about 30% higher than that of grassland soils.

4. Our findings confirm the occurrence of an inversely proportional relationship between soil radioactivity and its exchangeable calcium content.

