
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. VIII, SUPPLEMENTUM

SECTIO EEE

2000

Katedra Warzywnictwa Akademii Podlaskiej w Siedlcach

ANNA ZANIEWICZ-BAJKOWSKA

**Następczy wpływ nawożenia organicznego i wapnowania na pH
gleby, zawartość kadmu i ołowiu w glebie i w sałacie kruchej
odmiany Samba uprawianej w trzecim roku po nawożeniu**

Influence of Organic Fertilization and Liming on the Contents of Cadmium and Lead
in Soil and in Brittle Lettuce, Samba Variety, Grown in the Third Year After Fertilization

Warzywa uprawiane w ogrodach przydomowych położonych często w pobliżu szlaków komunikacyjnych o dużym natężeniu ruchu samochodowego są silnie skażone przede wszystkim związkami kadmu i ołowiu. Źródłem skażenia są nie tylko zanieczyszczenia osiadające na liściach z powietrza, ale także pobierane przez rośliny z gleby.

Nawożenie organiczne i wapnowanie gleby to podstawowe agrotechniczne metody ograniczania fitoprzyswajalności metali ciężkich z gleby. Wpływ nawozów organicznych i wapnowania na środowisko glebowe oraz na plonowanie i wartość odżywczą roślin rozkłada się na kilka kolejnych lat po ich zastosowaniu.

W pracy przedstawiono następczy wpływ nawożenia obornikiem, słomą żytnią oraz nawozami zielonymi (żyto i wyka ozima), a także wapnowania gleby w trzecim roku po ich zastosowaniu na zawartość w glebie dostępnego dla roślin kadmu i ołowiu oraz zawartość tych metali w główkach sałaty kruchej odmiany Samba.

MATERIAŁ I METODA

Doświadczenie polowe przeprowadzono w RZD Zawady w latach 1994-1999, przez teren którego przebiega międzynarodowa droga E-30 o dużym natężeniu ruchu samochodowego, co stanowi źródło skażenia środowiska związkami kadmu i ołowiu w bliskim sąsiedztwie jezdni.

Doświadczenie polowe założono na glebie brunatnej właściwej, o zawartości próchnicy 1,52% i poziomie próchnicznym sięgającym do głębokości 30-40 cm. Pod względem przydatności rolniczej gleba ta zaliczana jest do klasy IV a. Eksperyment polowy przeprowadzono w trzech powtórzeniach metodą split-blok.

Wapnowanie gleby stosowano w dawce $1,5 \text{ t CaO} \cdot \text{ha}^{-1}$ w postaci nawozu wapniowego węglanowego zwyczajnego. Otrzymane wyniki porównano z zanotowanymi na glebie niewapnowanej.

Nawożenie organiczne stosowano w postaci obornika w dawce $60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, słomy żytniej $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, wyki ozimej (norma wysiewu nasion $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) i żyta ozimego (norma wysiewu nasion $220 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Uzyskane wyniki porównano z otrzymanymi na kontroli bez nawożenia organicznego.

Żyto ozime i wykę ozimą uprawiano jako miedzyplony ozime. Nasiona wyki wysiewano w III dekadzie sierpnia, a nasiona żyta w II dekadzie września w latach 1994, 1995 i 1996. Rośliny przeznaczone na zielony nawóz przyorano w I dekadzie maja następnego roku. W tym czasie zastosowano też nawożenie obornikiem i słomą żytnią.

W pierwszym roku po nawożeniu uprawiano kapustę głowiastą białą odmiany Kamien-na Głowa, w drugim buraki ćwikłowe odmiany Czerwona Kula, w trzecim sałatę kruchą odmiany Samba. Przedstawione w pracy wyniki obejmują trzeci rok po nawożeniu organicznym i wapnowaniu gleby.

Sałatę uprawiano w latach 1997, 1998 i 1999. Rozsadę sałaty przygotowano w szklarni nieogrzewanej. Nasiona wysiano w I dekadzie marca, a rozsadę wysadzono na miejsce stałe w połowie kwietnia. Główki sałaty zebrano w połowie czerwca. Do analiz chemicznych materiału roślinnego brano wewnętrzną część główki, aby ograniczyć wpływ metali ciężkich osiadających na liściach wraz z kurzem, a oznaczyć ilość kadmu i ołowiu pobranego przez sałatę z gleby. Rozdrobniony materiał roślinny spalono na sucho w temperaturze 400°C . Próbkę roztworzono 1 M roztworem kwasu azotowego.

Bezpośrednio po zbiorze sałaty pobrano próby glebowe z warstwy 0-30 cm do analiz chemicznych. W glebie oznaczono pH w H_2O oraz zawartość dostępnego dla roślin kadmu i ołowiu rozpuszczalnego w roztworze octanu amonu o pH 7,3.

Kadm i ołów w glebie i sałacie oznaczono metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (po ekstrakcji kompleksów APDC) na aparacie Solar 929 firmy ATI UNICAM (Zawadzka, Wojciechowska-Mazurek, 1984; Krelowska-Kułas 1993).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Istotność różnicy średnich oceniono testem Tukeya.

Tab. 1. Wpływ nawożenia organicznego na pH gleby i na zawartość w niej dostępnych dla roślin form Cd i Pb (średnia z lat 1997-1999) oraz na zawartość Cd i Pb w sałacie (średnia z lat 1997-1998)

Influence of organic fertilization on soil pH and on the contents of cadmium and lead, in the forms accessible to the plants (mean value of 1997-1999), and on the contents of cadmium and lead found for lettuce (mean values of 1997-1998)

Nawożenie organiczne Organic fertilization	pH	Gleba — Soil		Sałata — Brittle lettuce	
		Cd	Pb	Cd	Pb
		mg · kg ⁻¹ gleby — soil	mg · kg ⁻¹ gleby — soil	mg · kg ⁻¹ św. m. — f. m.	mg · kg ⁻¹ św. m. — f. m.
Kontrola — Control	5,62	0,093	0,413	0,439	0,619
Obornik 60 t · ha ⁻¹	5,83	0,073	0,399	0,376	0,589
Farmyard manure 60 t · ha ⁻¹					
Słoma żytnia 4 t · ha ⁻¹	5,79	0,078	0,357	0,377	0,562
Rye straw 4 t · ha ⁻¹					
Żyto ozime	5,79	0,082	0,343	0,386	0,555
Winter rye					
Wyka ozima	5,75	0,082	0,364	0,401	0,572
Winter vetch					
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,07	0,014	-	-	-

WYNIKI I DYSKUSJA

W trzecim roku po nawożeniu organicznym i wapnowaniu gleby stwierdzono istotny wpływ tych czynników na zawartość kadmu i ołowiu w glebie i w główkach sałaty (tab. 1).

Wszystkie badane w doświadczeniu nawozy organiczne przyczyniły się do istotnego wzrostu pH gleby w porównaniu do zanotowanego w glebie nie nawożonej nawozami organicznymi, gdzie pH wyniosło 5,62. Najwyższe pH stwierdzono w glebie nawożonej obornikiem 5,83, istotnie niższe w glebie nawożonej wyką ozimą.

Najwyższą zawartością dostępnego dla roślin kadmu charakteryzowała się gleba nie nawożona nawozami organicznymi (kontrola). Nawożenie organiczne powodowało obniżenie zawartości dostępnego dla roślin kadmu w glebie. Istotne różnice stwierdzono pomiędzy ich zawartością w glebie nie nawożonej nawozami organicznymi oraz w glebie nawożonej obornikiem 60 t · ha⁻¹ i słomą żytnią 4 t · ha⁻¹. Podobnie kształtowała się zawartość kadmu w sałacie. Była ona najwyższa (0,439 mg Cd · kg⁻¹ św. m.) w sałacie uprawianej

na glebie nie nawożonej nawozami organicznymi. Stosowane nawozy organiczne powodowały obniżenie zawartości kadmu w sałacie, ale różnice te nie były istotne. Najmniej kadmu zawierała sałata nawożona obornikiem w dawce $60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($0,376 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$ św. m.) i słomą $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($0,377 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$ św. m.).

Nawożenie organiczne nie powodowało istotnych zmian w zawartości dostępnego dla roślin ołowiu w glebie. Należy jednak podkreślić, że zawartość ołowiu w glebie nawożonej była niższa niż w nienawożonej. Najniższą zawartość dostępnego dla roślin ołowiu stwierdzono w glebie nawożonej słomą żytnią $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i żytem ozimym. Zawartość ołowiu w sałacie uprawianej na glebie nienawożonej nawozami organicznymi była wyższa od zanotowanej po zastosowaniu wszystkich badanych w doświadczeniu nawozów organicznych. Sałatę o najniższej zawartości ołowiu otrzymano na glebie nawożonej słomą żytnią $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i żytem ozimym.

W trzecim roku po wapnowaniu gleba charakteryzowała się istotnie wyższym pH oraz istotnie niższą zawartością dostępnego dla roślin kadmu i ołowiu w porównaniu do zanotowanej w glebie niewapnowanej (tab. 2).

Sałata uprawiana na glebie wapnowanej zawierała istotnie mniej kadmu i ołowiu w porównaniu do uprawianej na glebie niewapnowanej.

Jak podaje Czarnowska i Gworek (1994) warzywa liściowe, a głównie sałata są bardziej narażone na zanieczyszczenia metalami ciężkimi w porównaniu do innych warzyw.

Tab. 2. Wpływ wapnowania na pH gleby, zawartość w glebie dostępnych dla roślin form Cd i Pb (średnia z lat 1997-1999) oraz na zawartość Cd i Pb w sałacie (średnia z lat 1997-1998)

Influence of liming on the value of soil pH, the contents of cadmium and lead, in accessible forms (mean value of 1997-1999), as well as the content of cadmium and lead found for lettuce (mean value of 1997-1998)

Wapnowanie gleby Soil liming	pH	Gleba — Soil		Sałata — Brittle lettuce	
		Cd $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby — soil	Pb $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby — soil	Cd $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ św. m. — f. m.	Pb $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ św. m. — f. m.
Gleba wapnowana Limed soil	5,84	0,079	0,358	0,383	0,571
Gleba niewapnowana Not limed soil	5,66	0,085	0,392	0,408	0,587
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,17	0,006	0,012	0,011	0,004

Nawożenie organiczne i wapnowanie gleby są ważnymi metodami agrotechnicznymi ograniczającymi pobieranie z gleby i gromadzenie w liściach sałaty metali ciężkich, takich jak kadm i ołów. Wpływ nawożenia organicznego i wapnowania zaznaczył się także w trzecim roku po jego zastosowaniu. Sałata uprawiana bez nawożenia organicznego zawierała więcej kadmu i ołowiu w porównaniu do nawożonej badanymi w doświadczeniu nawozami organicznymi. Także Kabata-Pendias i Pendias (1979), Ram i Verloo (1985), Mocek, Owczarzak (1993), Dziadowiec (1993) podkreślają istotny wpływ obecności w glebie związków organicznych na zawartość w niej dostępnego dla roślin kadmu i ołowiu.

Sałata uprawiana na glebie wapnowanej charakteryzowała się niższą zawartością kadmu i ołowiu w porównaniu do uprawianej na glebie nie wapnowanej. Street i in. (1977), Dijkshoorn i in. (1981), Zhu i Alva (1991) potwierdzają również ścisłą, odwrotną zależność między pH gleby a zawartością w niej metali ciężkich dostępnych dla roślin.

WNIOSKI

1. Następczy wpływ nawożenia organicznego na zawartość w glebie dostępnych dla roślin metali ciężkich zaznaczył się także w trzecim roku po jego zastosowaniu. Gleba nawożona badanymi w doświadczeniu nawozami charakteryzowała się niższą zawartością kadmu i ołowiu od zanotowanej w glebie nie nawożonej nawozami organicznymi. Sałata uprawiana na glebie nawożonej nawozami organicznymi także zawierała mniej kadmu i ołowiu niż uprawiana na glebie nie nawożonej.

2. Wapnowanie gleby wpływa w sposób istotny na obniżenie zawartości dostępnego dla roślin kadmu i ołowiu w glebie oraz w sałacie uprawianej w trzecim roku po jego zastosowaniu.

PIŚMIENNICTWO

- Czarnowska K., Gworek B., 1994. Pierwiastki śladowe w warzywach liściowych i owocach z ogródków działkowych dzielnicy Warszawa-Mokotów. Rocz. Glebozn., XLV 1/2: 27-43.
- Dijkshoorn W., Lapme J. E. M., van Broekhoven L. W., 1981. Influence of soil pH on heavy metals in ryegrass from sludge-amended soil. Plant and Soil., 61: 277-284.
- Dziadowiec H., 1993. Ekologiczna rola próchnicy glebowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 411: 269-282.

- Kabata-Pendias A, Pendias H., 1979. Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Wyd. Geolog. Warszawa.
- Krełowska-Kułas M., 1993. Badanie jakości produktów spożywczych. PWE Warszawa.
- Mocek A., Owczarzak W., 1993. Wiązanie Cu, Pb, Zn przez próchnicę w glebach zanieczyszczonych emisjami hut miedzi. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 411: 293-298.
- Ram N., Verloo M., 1985. Effect of various organic materials on the mobility of heavy metals in soils. Environmental Pollution B, 10: 241-248.
- Street J. J., Lindsay W. L., Sabey B. R., 1977. Solubility and plant uptake of cadmium in soils amended with cadmium and sewage sludge J. Environ. Qual., 6/1: 72-77.
- Zawadzka T., Wojciechowska-Mazurek M., 1984. Oznaczanie ołowiu i kadmu w środkach spożywczych metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (po ekstrakcji kompleksów z APDC). PZH, Warszawa.
- Zhu B., Alva A. K., 1993. Differential absorption of trace metals by soils as influenced by exchangeable cations and ionic strength. Soil Sci., 155/1: 61-65.

SUMMARY

The sequential influence of organic fertilization and liming extends over a number of years. The studies concerned the influence of dressing with manure, rye straw and green manure in the forms of winter intercrop (winter rye, winter vetch) as well as the influence of soil liming in the third year after the dressing was applied. The analysis included the effect of the above forms of fertilization on the contents of cadmium and lead in soil in accessible forms as well as the content of cadmium and lead in lettuce grown in the third year after fertilization. E-30 route going in direct vicinity to the field under examination and bearing automobile traffic of high volume is the source of pollution of soil by the above mentioned heavy metals. In the third year after organic fertilization, an essential decrease was found as regards the contents of cadmium and lead in lettuce as well as the content of cadmium, in accessible forms, in soil dressed with manure at a dose of $60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ and straw of $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. The soil and lettuce fertilized with rye straw at quantity of $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ and with winter rye were characterized by the lowest content of lead in the forms accessible to the plants. In the third year after the application of liming it was found out that liming considerably influenced the decrease of the contents of cadmium and lead in the soil, in the forms accessible to the plants, as well as decrease of the content of cadmium and lead in lettuce.