



UNIwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

ROZPRAWY NR 140

Katarzyna Borowska

SELEN W GLEBIE I ROŚLINACH W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA ORGANICZNEGO I MINERALNEGO

BYDGOSZCZ – 2010

REDAKTOR NACZELNY
prof. dr hab. inż. Janusz Prusiński

REDAKTOR DZIAŁOWY
prof. dr hab. inż. Małgorzata Zalewska

OPINIODAWCY
prof. dr hab. inż. Stanisław Baran
prof. dr hab. Zofia Spiak

OPRACOWANIE REDAKCYJNE I TECHNICZNE
mgr Dorota Ślachciak, inż. Edward Gołata

© Copyright
Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego
Bydgoszcz 2010

ISSN 0209-0597

Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz, tel. 52 3749482, 3749426
e-mail: wydawucz@utp.edu.pl <http://www.utp.edu.pl/~wyd>

Wyd. I. Nakład 120 egz. Ark. aut. 7,0. Ark. druk. 6,7.
Oddano do druku i druk ukończono w kwietniu 2010 r.
Multigraf s.c., ul. Bielicka 76c, 85-135 Bydgoszcz

SELEN W GLEBIE I ROŚLINACH W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA ORGANICZNEGO I MINERALNEGO

Streszczenie

Przeprowadzono badania mające na celu określenie wpływu nawożenia zróżnicowanymi dawkami obornika bydłęcego i azotu na zawartość selenu w glebie, a także jego nagromadzenia w częściach konsumpcyjnych oraz częściach nadziemnych i korzeniach roślin. Dla określenia mobilności selenu w środowisku glebowym oraz jego przyswajalności przez rośliny oznaczono zawartość kilku frakcji selenu za pomocą analizy sekwencyjnej. Celem pracy było także określenie zmian aktywności wybranych enzymów uczestniczących w przemianach oksydoredukcyjnych w glebie w zależności od zastosowanych dawek nawozów w trakcie okresu wegetacyjnego.

Badania zrealizowano na bazie wieloletniego doświadczenia polowego prowadzonego przez IUNG w Puławach. Założono je na glebie płowej typowej, z następującym doбором roślin w zmianowaniu: ziemniak – pszenica ozima – jęczmień jary – kukurydza. Glebę nawożono obornikiem pod ziemniaki w dawkach 20, 40, 60 i 80 t·ha⁻¹ świeżej masy oraz azotem w formie saletry amonowej na poziomie 45, 90 i 135 kg N·ha⁻¹ pod ziemniaki i kukurydzę, a także 40, 80 i 120 kg N·ha⁻¹ pod pszenicę ozimą i jęczmień jary.

Zawartość selenu w glebie płowej, nie nawożonej obornikiem, kształtowała się w okresie badawczym na bardzo niskim poziomie (0,077-0,108 mg·kg⁻¹). Zastosowanie obornika zwiększyło zawartość selenu ogółem w glebie, nie wykazano natomiast jednoznacznego wpływu azotu w tym zakresie. Zawartość tego mikroelementu w całym okresie badawczym zależała od ilości węgla w związkach organicznych i azotu w glebie. W warunkach prowadzonych badań zawartość wszystkich badanych frakcji selenu wzrastała na ogół wraz ze wzrostem dawki obornika. Średnie zawartości poszczególnych frakcji selenu i ich udział w zawartości selenu ogółem w glebie układały się w następującym szeregu: selen związany z substancją organiczną (SeFIV) > selen związany z tlenkami metali (SeFIII) > seleniany(IV) (SeFII) > seleniany(VI) (SeFI) > selen frakcji rezydualnej (SeFV). W glebie, zwłaszcza pod uprawą ziemniaka i pszenicy ozimej, dominowała frakcja skompleksowana z materią organiczną, a jej udział w całkowitej puli selenu wynosił ponad 30%. Udział fitodostępnych frakcji selenu (SeFI i SeFII) stanowił od 25 do 48% całkowitej zawartości selenu glebowego i obniżał się na ogół wraz ze zwiększaniem dawki wprowadzonego do gleby obornika. Aktywność enzymatyczna gleby wykazywała wyraźną zmienność sezonową oraz znaczne fluktuacje, zależne od warunków pogodowych, dostępności substratu, a także od gatunku rośliny uprawianej w zmianowaniu. Nawożenie obornikiem wyraźnie stymulowało aktywność badanych oksydoreduktaz glebowych wraz ze wzrostem zastosowanych dawek, nie wykazano natomiast jednoznacznego wpływu azotu w tym zakresie. Stwierdzono ścisłą zależność między aktywnością en-

zymatyczną a zawartością w niej selenu ogółem. Aktywność enzymatyczna gleby była ściśle związana z zawartością w niej przyswajalnych dla roślin frakcji selenu tylko w pierwszym roku po zastosowaniu obornika, a z frakcją skompleksowaną z substancją organiczną – aż przez 3 lata. W miarę upływu czasu zależności te ulegały osłabieniu, co prawdopodobnie było związane z wyczerpywaniem się dostępnej dla mikroorganizmów substancji organicznej.

W warunkach prowadzonych badań nawożenie obornikiem spowodowało wzrost zawartości selenu w częściach nadziemnych badanych gatunków roślin. Najwięcej tego pierwiastka zgromadziły na ogół rośliny nawożone obornikiem w dawce $40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Stosowany w doświadczeniach azot zwiększał kumulację selenu w częściach nadziemnych roślin tylko we wczesnych fazach rozwojowych. W początkowym okresie wegetacji zawartość selenu w korzeniach roślin wzrastała wraz ze zwiększaniem dawki obornika, natomiast w miarę postępu wegetacji wpływ ten obserwowano tylko do dawki $60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zawartość selenu w korzeniach roślin (oprócz jęczmienia jarego) zwiększała się także pod wpływem wzrastających dawek azotu. W większości przypadków zawartość tego pierwiastka w korzeniach roślin w największym stopniu skorelowana była z zawartością selenu ogółem oraz jego formami przyswajalnymi dla roślin – selenianami(VI) i selenianami(IV). W miarę upływu czasu i wyczerpywania się zapasów tego pierwiastka w glebie związki między jego zawartością w glebie i roślinach były wyraźnie słabsze.

W warunkach przeprowadzonych badań mobilność selenu z roztworu glebowego do badanych części ziemniaka i kukurydzy obniżała się wraz ze wzrostem dawki obornika. Współczynniki bioakumulacji dla pszenicy ozimej oraz jęczmienia jarego wskazują, że selen na ogół najłatwiej przemieszczał się z gleby na obiektach nawiezionych 20 i $40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ obornika; dalsze zwiększanie dawek tego nawozu obniżyło jego mobilność. Translokacja selenu z korzeni do części nadziemnych roślin obniżała się na ogół wraz ze zwiększaniem ilości wprowadzonego do gleby obornika. Spowodowane to było prawdopodobnie szybszym przekształcaniem selenianów(IV) do form organicznych tego pierwiastka, zatrzymywanych w korzeniach, co w konsekwencji mogło ograniczać przemieszczanie się selenu do części nadziemnych roślin.

Nawożenie obornikiem do poziomu $40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ zwiększało zawartość selenu w bulwach ziemniaka i ziarnie kukurydzy, a w ziarnie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego wzrost ten wykazano również po zastosowaniu $60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ tego nawozu. Stosowany azot na tle dawek obornika zmniejszał zawartość selenu w bulwach ziemniaka, ziarnie pszenicy i jęczmienia, nie decydował natomiast o gromadzeniu tego pierwiastka w ziarnie kukurydzy.

Wyniki przeprowadzonych badań świadczą o tym, że dla uzyskania plonu roślin uprawnych o zawartościach selenu zbliżonych do wartości optymalnych, wskazane byłoby uzupełnienie nawożenia selenem w formie selenianu(IV) lub selenianu(VI), zwłaszcza w trzecim i czwartym roku po aplikacji obornika, co zapewni skuteczne i bezpieczne podwyższenie poziomu tego pierwiastka w łańcuchu troficznym.

SELENIUM IN SOIL AND PLANTS UNDER CONDITIONS OF DIFFERENT ORGANIC AND MINERAL FERTILIZATION

Summary

The objective of the study was to evaluate the effects of different doses of farmyard cattle manure (FYM) and nitrogen on the total selenium content in soil and the accumulation of selenium in the main crop and above-ground parts and roots of the plants investigated. In order to assess selenium mobility in the soil environment and its phytoavailability, the selenium content in particular fractions was determined with the technique of sequential partial dissolution. The aim of the study was to determine the changes of some oxidoreductases activity in soil in relation to the doses of fertilizers applied over vegetation period.

The experiment was carried out with the crop rotation system: potato – winter wheat – spring barley and maize. The soil was fertilized with FYM under potato in the doses of 20, 40, 60 and 80 t·ha⁻¹ and with nitrogen in the doses of 45, 90 and 135 kg N·ha⁻¹ under potato and maize and 40, 80 and 120 kg N·ha⁻¹ under winter wheat and spring barley.

Over the investigation period total selenium content in Luvisol without FYM was relatively low. The application of FYM increased the total selenium content in soil along with increasing doses of manure, but nitrogen fertilization affected total selenium content in the soil investigated in an unclear way. Statistical analysis demonstrated a significant dependence between total selenium content and organic carbon and total nitrogen contents in soil.

The selenium content in the separated fractions, as well as its share in the total selenium content in soil, determined with the fertilization applied (mean for FYM and nitrogen doses) was as follows: selenium associated with humified organic matter (SeFIV) > selenium associated with metal oxides (SeFIII) > selenite (SeFII) > selenate (SeFI) > selenium in the residuum (SeFV). The major fraction of selenium in soil, especially under potato and winter wheat, was the one associated with humified organic matter (SeFIV). Its share in the total selenium content was above 30% and increased with increasing doses of FYM. The share of phytoavailable fractions of selenium in soil (SeFI and SeFII) ranged from 25 to 48% of total soil selenium and decreased with increasing doses of manure.

The soil enzymatic activity demonstrated clear seasonal variations and considerable fluctuations depending on climatic conditions, availability of substrate and plant species in crop rotation. Manure application strongly stimulated soil oxidoreductases activity with increasing doses of manure, however the effect of nitrogen fertilization on the enzymatic activity was unclear. A strong and highly significant dependence was found between the enzymatic activity and total selenium content in soil.

In the first year after manuring, the content of phytoavailable fraction of selenium in soil significantly depended on the soil enzymatic activity. A signifi-

cant effect of the soil oxidoreductases investigated on the selenium associated with organic matter in soil was found also over the period of three years after manuring.

The selenium content in above-ground parts of the plant species investigated was affected by the FYM application. In general, the highest contents of selenium were accumulated by plants fertilized with manure at the dose of $40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nitrogen fertilization also increased the selenium content in above-ground of the plants under study only in the early stages of the development. At the beginning of vegetation, the selenium content in roots increased with increasing doses of manure, but at the end of the vegetation period this dependence was observed only up to the dose of $60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ of manure. The selenium content in roots (except spring barley) also increased with increasing doses of nitrogen. In general, a strict correlation was shown between selenium content in roots of the plants investigated and total selenium, selenate and selenite contents in soil.

The mobility of selenium from soil solution to the parts of plants under study decreased with increasing doses of FYM. Bioaccumulation coefficients for winter wheat and spring barley indicated that selenium more easily displaced when the doses of 20 and $40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ of FYM were applied, but further enhanced of FYM decreased the selenium mobility from soil to plants. Generally, the translocation of selenium from roots to above-ground parts of plants decreased with increasing doses of FYM, which must have been due to more rapid transformation of selenite to organic forms of selenium, retained in roots, and thus the transport of selenium from roots to aerial parts was limited.

The use of manure in the different way influenced the selenium content in the edible parts of the plants. The accumulation of this microelement in potato tubers and maize grain increased with increasing doses of manure up to the level of $40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ and in wheat and barley grain up to the dose of $60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ of manure. The nitrogen application decreased the selenium content in potato tubers and wheat and barley grain, however there was no influence of nitrogen on the selenium content in maize grain. The correlation analysis of the results of selenium concentrations in the grains of cereals and the total selenium content in soil demonstrated a significant relationship between this parameters.

The investigations clearly indicated that in order to harvest the crop of cultivable plants of selenium content close to the optimum, a supplementation with this element in forms of selenate or selenite should be highly recommended, especially in the third and fourth year after manuring. This treatment should secure an effective and safe elevation of the level of this element in the trophic chain.