

Streszczenie

Przyrodnicze zagospodarowanie osadów organicznych jest jedną z metod, która służy poprawie bilansu składników mineralnych i materii organicznej w glebach. Jest ona stosowana głównie na gruntach zdegradowanych, ale również i tych poddanych zbyt intensywnej uprawie, powodującej zwiększenie ekspozycji związków węgla na działanie mikroorganizmów glebowych. Z uwagi na dużą zmienność parametrów chemicznych, fizycznych, czy też sanitarnych osady organiczne przed aplikacją do gleby powinny być poddane szczegółowym badaniom, wykluczającym ich negatywny wpływ na środowisko naturalne.

Celem głównym niniejszej rozprawy doktorskiej była analiza wpływu osadów organicznych na dynamikę zmian właściwości fizykochemicznych gleby uprawnej oraz występujących w niej kwasów huminowych. Cel główny osiągnięto w oparciu o realizację celów szczegółowych które obejmowały:

- o wykonanie podstawowej charakterystyki fizykochemicznej gleby i osadów organicznych sektora rolno-spożywczego,
- o analizę właściwości energetycznych i porowatości powierzchni gleby nawożonej osadami organicznymi
- o analizę właściwości chemicznych i strukturalnych kwasów huminowych uzyskanych z gleb i osadów organicznych.

Badania oparto o doświadczenie polowe, co pozwoliło na porównanie oddziaływania wybranych materiałów organicznych w warunkach rzeczywistego systemu uprawy. W doświadczeniu zastosowano dwie dawki osadów wynoszące 9,0 oraz 4,5 Mg·ha⁻¹, a okres prowadzenia badań obejmował dwa lata, w których łącznie pobrano siedem prób. Do nawożenia gleb wybrano osady, które stanowiły produkty uboczne oczyszczania ścieków mleczarskich, ścieków zakładu przetwórstwa owocowo-warzywnego, a także osad powstały w procesie fermentacji metanowej w biogazowi rolniczej.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że osady sektora rolno-spożywczego spełniały wymogi dotyczące przyrodniczego ich zagospodarowania. Stanowiły one materiał ustabilizowany o wysokiej zawartości związków węgla, silnym uwodnieniu, a także średniej lub niskiej zawartości makro i mikroelementów. Ponadto osady organiczne charakteryzowały się dużą powierzchnią właściwą, przewagą centrów o wysokiej energii adsorpcji i znaczną porowatością w szerokim zakresie porów.

Nawożenie gleby osadami organicznymi miało wpływ na dynamikę zmian właściwości fizykochemicznych gleby uprawnej. Obserwowane zmiany, jeśli występowały były bardziej widoczne w warstwie 25-40 cm gleby i zależały od rodzaju użytego osadu organicznego, zastosowanej dawki i terminu poboru prób glebowych.

Największy wpływ na zawartość węgla całkowitego w glebie miał osad mleczarski i osad pofermentacyjny, podczas gdy dla osadu owocowego obserwowano niewielkie zmiany. Związki węgla były wymywane do głębszych warstw gleby, gdzie podlegały okresowej stabilizacji fizycznej lub chemicznej na wolnych powierzchniach koloidów mineralnych. Potwierdzeniem tego był nie tylko znaczny wzrost ilości związków węgla w warstwie

25-40 cm, ale także istotne zmiany jakie zaobserwowano dla parametrów określających właściwości powierzchniowe gleby. Prawdopodobnie zwiększenie ilości grup funkcyjnych o charakterze polarnym wpływało na zmiany w rozkładach centów adsorpcyjnych oraz średniej energii adsorpcji. Towarzyszył im spadek wartości powierzchni właściwej w warstwie podpowierzchniowej, który obserwowano dla wszystkich analizowanych prób za wyjątkiem tych pobranych z poletek nawożonych osadem owocowym. Zamykanie szyjek porów lub połączeń między porami było przyczyną zmian porowatości gleby, a wielkość obserwowanej okluzji zależała od ilości wkładu materii organicznej oraz od stopnia dyspersji poszczególnych frakcji. Jak stwierdzono, osad pofermentacyjny zawierający silnie rozproszony materiał oddziaływał bardziej selektywnie na porowatość powierzchni gleby.

Nawożenie gleby osadami organicznymi wpływało również na zmiany parametrów adsorpcyjnych natywnych kwasów huminowych, przy braku istotnych zmian w ich składzie elementarnym. Przekształcenie ich struktury najprawdopodobniej było powiązane z wprowadzeniem materiału o niewielkiej masie cząsteczkowej i słabej polimeryzacji, bądź też związków, które nie wykazują cech substancji humusowych. Kwasy huminowe wyizolowane z gleby charakteryzowała niższa zawartością N i H, większy stopień utlenienia i aromatyzacji struktur w porównaniu do kwasów huminowych wyizolowanych z osadów organicznych.

Podsumowując powyższe, wyniki przedstawione w niniejszej rozprawie dostarczają cennych informacji z zakresu oddziaływania egzogennej materii organicznej na glebę, w tym z zakresu formowania i transformacji glebowych kwasów huminowych, a także procesów związanych z odkładaniem się związków organicznych w glebie.

Słowa kluczowe: osady organiczne, właściwości fizykochemiczne, powierzchnia właściwa, kwasy huminowe, porowatość, gleba, energia adsorpcji

Abstract

Utilization of sewage sludge in agriculture is a method that may increase the amount of minerals and organic matter in soils. The use of organic materials is common on degraded land and those soils which are exposed to intensive cultivation that may lead to increase susceptibility of coal on the mineralization by soil microorganisms. However, due to the high variability of chemical, physical and sanitary parameters, detailed analyses should be made to exclude materials with negative effect on the soil environment.

The main aim of this study was to analyze the effect of organic sludge on changes in physicochemical properties of cultivated soil and soil humic acids. The main aim has been achieved through the following specific objectives:

- the determination of basic physicochemical characteristics of the soil and organic sludge from agri-food industry,
- the analysis of the energetic properties and porosity of the soil fertilized with organic sludge,
- the analysis of the chemical and structural properties of humic acids derived from soil and organic sludge.

The study was based on the field experiment which allowed to compare the influence of investigated materials in real cropping system. Sludge were applied to the soil in two doses: 9,0 Mg dm⁻¹·ha⁻¹ and 4,5 Mg dm⁻¹·ha⁻¹. Soil samples were taken seven times during two years of the experiment. Organic sludge originated from agricultural biogas plant and agri-food industry were used for soil fertilization.

Based on conducted research it has been stated that sludge of agri-food industry met the requirements regarding their agriculture utilization. Sludge represented stabilized materials with a high content of carbon and water, as well as low or medium macro and micronutrients content. Furthermore, organic sludge were characterized by a large specific surface area, presence of centers with high adsorption energy and a significant porosity in a wide range of pores.

Fertilization with organic sludge affected the physicochemical properties of cultivated soil. Observed changes, if occurred, were more visible in the layer of 25-40 cm and were depended on the type of sludge, applied dose and sampling dates.

Dairy and post-fermentation sludge had the greatest influence on the soil total carbon content, while for the fruit sludge slight changes were observed. Carbon compounds were leached into the deeper layers of the soil and then they were subjected to periodic physical or chemical stabilization on the free surfaces of mineral colloids. As a consequence, the increase in the amount of carbon compounds was observed in the layer of 25-40 cm. Moreover, significant changes of parameters characterizing surface properties of the soil were obtained. Probably an increase in the amount of polar functional groups affected distribution of adsorption centers and average adsorption energy. Additionally, application of organic sludge led to reduction in specific surface area. This effect was found for all of the analysed samples except for those taken from the plots fertilized with fruit sludge. Closing the pores and connections between them caused the changes in the porosity of the soil. The magnitude of

occlusion depended on the amount of organic matter contribution and the degree of its dispersion. As stated, highly dispersed material presented in the post-fermentation sludge had more selective effect on soil porosity in comparison to dairy and fruit sludge.

Application of organic sludge had also influence on the changes in the adsorption parameters of native humic acids, with no effect observed for its elemental composition. The transformation of humic acids structure was probably related with addition of the material of a low molecular weight and weak polymerization or compounds that do not represent the feature of humic substances. Humic acids isolated from the soil were characterized by a lower content of N and H and greater degree of oxidation and aromatization of molecules in comparison to the humic acids isolated from organic sludge.

In conclusion, the results presented in this study provide valuable information about the effect of exogenous organic matter on soil physicochemical properties, especially in the field of formation and transformation of soil humic acids, as well as processes associated with accumulation of organic compounds in soil.

Keywords: organic sludge, physicochemical properties, specific surface area, humic acids, porosity, soil, adsorption energy