

Streszczenie

Wpływ nawożenia konopi siewnych (*Cannabis sativa* L.) osadami ściekowymi i fosfogipsem na wybrane parametry fizjologiczne roślin i biologię gleby

Ciągły wzrost populacji ludzkiej, równoległe z rozwojem przemysłu, generuje coraz większą masę odpadów, w tym osadów ściekowych i fosfogipsu, które stają się coraz poważniejszym problemem. Próby przywrócenia do gleby składników pokarmowych zgromadzonych w osadach ściekowych z dodatkiem fosfogipsu wydają się uzasadnione, zarówno z ekonomicznego punktu widzenia, jak i z punktu widzenia przywrócenia równowagi ekologicznej w przyrodzie.

W związku z powyższym, celem podjętych badań było określenie możliwości wykorzystania osadu ściekowego i fosfogipsu w uprawie konopi siewnych.

Ich aplikacja przyczyniła się do konwersji zawartych w nich składników w biomasę badanych roślin. Zastosowanie osadów ściekowych (bez lub w połączeniu z fosfogipsem) wpłynęło korzystnie na wydajność fotosyntezy.

Rozpoznano gatunki grzybów mikoryzy arbuskularnej występujące w glebie i korzeniach konopi. Najczęściej identyfikowanymi gatunkami były *Funneliformis mosseae*, *Funneliformis caledonium* i *Funneliformis geosporum*. Spośród trzech badanych odmian ('Białobrzegie', 'Tygra', 'Beniko'), jedynie u odmiany 'Tygra' stosowanie fosfogipsu i osadów ściekowych nie wpływało negatywnie na frekwencję i intensywność mikoryzy arbuskularnej.

Pierwiastki śladowe były głównie nagromadzone w organach generatywnych roślin. Najwyższe wartości pobierania tych składników z gleby uzyskała odmiana Tygra. Charakteryzowała się ona najwyższym współczynnikiem biokoncentracji i produkcji biomasy spośród trzech badanych odmian. Aplikacja osadów ściekowych wzbogaciła glebę w przyswajalne formy pierwiastków śladowych i przyczyniła się do wzrostu ich zawartości w organach wegetatywnych (o 27,11% dla Mn; 176,87% dla Ni) i generatywnych roślin konopi (o 11,95% dla Zn; 127,68% dla Ni). Stosowanie fosfogipsu ograniczało dostępność pierwiastków śladowych dla roślin w sposób wprost proporcjonalny do zastosowanej dawki odpadu.

W podjętych w niniejszej pracy badaniach wykazano, że osady ściekowe i fosfogips mogą być stosowane jako źródło makro- i mikroelementów niezbędnych do produkcji biomasy konopi.

Słowa kluczowe: osad ściekowy, fosfogips, *Cannabis sativa* L., konopie, pierwiastki śladowe, mikoryza grzybów arbuskularnych, współczynnik biokoncentracji, chlorofil, wskaźnik stopnia ulistnienia (LAI).

Summary

Influence of hemp (*Cannabis sativa* L.) fertilization with sewage sludge and phosphogypsum on selected plant physiological parameters and soil biology

The continuous growth of the human population, in parallel with the development of industry, generates an increasing mass of waste, including sewage sludge and phosphogypsum, which are becoming a more and more serious problem. Attempts to restore nutrients accumulated in sewage sludge with the addition of phosphogypsum to the soil seem justified, both from an economic point of view and from the point of view of restoring the ecological balance in nature.

Therefore, the aim of the undertaken research was to determine the possibility of using sewage sludge and phosphogypsum in the cultivation of hemp.

Their input contributed to the conversion of elements into biomass of the studied plants. The use of sewage sludge (without or in combination with phosphogypsum) had a positive effect on the photosynthesis efficiency.

The species of arbuscular mycorrhiza fungi in soil and in hemp roots have been identified. The most frequently recognized species were *Funneliformis mosseae*, *Funneliformis caledonium* and *Funneliformis geosporum*. Among the three studied cultivars ('Białobrzeskie', 'Tygra', 'Beniko'), only in the 'Tygra' variety the use of phosphogypsum and sewage sludge did not adversely affect the frequency and intensity of arbuscular mycorrhiza.

Trace elements were mainly deposited in the generative organs of plants. Cultivar Tygra obtained the highest values of uptake from the soil. It was characterized by the highest bioconcentration factor and biomass production among the three investigated varieties. The application of sewage sludge enriched the soil with biologically available forms of trace elements and contributed to an increase in their content in vegetative organs (by 27.11% for Mn; 176.87% for Ni) and generative organs (by 11.95% for Zn; 127.68% for Ni). The use of phosphogypsum limited the availability of trace elements for plants in a direct proportion to the dose of waste used.

The research undertaken in this study showed that sewage sludge and phosphogypsum can be used as a source of macro- and microelements necessary for the production of hemp biomass.

Keywords: sewage sludge, phosphogypsum, *Cannabis sativa* L., hemp, trace elements, arbuscular fungi mycorrhiza, bioconcentration factor, chlorophyll, Leaf Area Index (LAI).