

# Wykorzystanie biowęgla i pożytecznych mikroorganizmów w uprawie brzoskwini

## Streszczenie

Niniejszej praca doktorska, opiera się na cyklu trzech oryginalnych publikacji naukowych, opisujących zagadnienie związane z wykorzystaniem biowęgla i pożytecznych mikroorganizmów w uprawie polowej brzoskwini. Ponadto, dysertacja została uzupełniona o wyniki dotyczące mikrobiologii gleby oraz stopnia kolonizacji korzeni przez arbuskularne grzyby mikoryzowe, które nie zostały opublikowane. Autor założył, że zastosowanie biowęgla, bakterii, grzybów mikoryzowych oraz nawożenia wpłynie stymulująco na wzrost, plonowanie i stan odżywienia drzew brzoskwini w składniki mineralne. Przeprowadzone badania miały uzupełnić, brakującą w danych literaturowych wiedzę, dotyczącą przydatności i skuteczności zastosowania biowęgla w wieloletnich uprawach sadowniczych w warunkach centralnej Polski. Obiektem badań były jednoroczne drzewa brzoskwini odmiany 'Meredith'. Biowęgiel zastosowano jednokrotnie, (w dawce 2 t/ha), do wierzchniej warstwy gleby w 2014 roku. Natomiast pożyteczne mikroorganizmy oraz nawożenie było stosowane wiosną każdego roku, w latach 2014-2018.

Już w drugim roku badań zaobserwowano zróżnicowanie w plonowaniu drzew. Najlepiej owocowały drzewa, w kombinacji, w której zastosowano pożyteczne mikroorganizmy, najsłabiej pod wpływem łącznej aplikacji biowęgla i nawozu. W trzecim roku badań odnotowano najbardziej korzystny wpływ biowęgla i nawozu na plon i liczbę owoców, w porównaniu do pozostałych kombinacji doświadczenia (publikacja 1).

W drugim i trzecim roku prowadzonych badań liście o największej masie i polu powierzchni zebrano z drzew, które traktowano biowęgłem z mikroorganizmami i biowęgłem z nawozem, a najmniejsze po aplikacji samych mikroorganizmów. We wszystkich kombinacjach doświadczalnych, w których zastosowano biowęgiel, stwierdzono największy przyrost średnicy pnia, w porównaniu do kombinacji bez aplikacji biowęgla.

W drugiej publikacji badania obejmowały określenie wpływu biowęgla, nawożenia i mikroorganizmów na zawartość makro- i mikroelementów w liściach. Największy wzrost zawartości azotu w kolejnych latach doświadczenia odnotowano w liściach, gdzie zastosowano łącznie biowęgiel z nawozem. Podobnie, zawartość potasu była najwyższa w tej kombinacji we wszystkich trzech latach prowadzonych

badania (2015-2017). Łączna aplikacja biowęgla i mikroorganizmów nie stymulowała drzew do zwiększenia zawartości azotu. Liście z kombinacji kontrolnej miały najniższą zawartość potasu.

Tematem badawczym trzeciej publikacji było określenie wpływu biowęgla i pożytecznych mikroorganizmów na zmianę zawartości makro- i mikroelementów oraz substancji organicznej w glebie. Biowęgiel zastosowany łącznie z nawożeniem wpłynął na największą zawartość potasu w glebie, natomiast gleba kontrolna miała najniższą zawartość tego pierwiastka. Gleba kontrolna miała także najniższą zawartość miedzi, zaś najwyższą zawartość miedzi w glebie odnotowano po aplikacji biowęgla z nawozem i biowęgla z mikroorganizmami. Analiza substancji organicznej w glebie wykazała zwiększanie jej zawartości w 3 kolejnych latach doświadczenia, w kombinacjach, gdzie doglebowo zastosowano biowęgiel.

Wyniki opublikowanych badań zostały uzupełnione o ocenę mikrobiomu glebowego oraz ocenę stopienia frekwencji mikoryzowej, po zastosowaniu biowęgla i pożytecznych mikroorganizmów. W badaniach nie zaobserwowano pozytywnych zmian w populacji grzybów i bakterii pod wpływem aplikacji biowęgla. Stopień frekwencji mikoryzowej w korzeniach drzew brzoskwini był bardzo zróżnicowany pomiędzy kombinacjami, w poszczególnych latach prowadzenia doświadczenia. Aplikacja samych mikroorganizmów utrzymywała stopień frekwencji mikoryzowej w korzeniach brzoskwini na zbliżonym poziomie, w okresie trzech lat prowadzenia badań (2016-2018).

Przeprowadzone badania wskazują na bardzo duży potencjał i korzyści stosowania biowęgla, zwłaszcza w połączeniu z nawożeniem oraz pożytecznymi mikroorganizmami na wzrost i plonowanie drzew brzoskwini. Aplikacja biowęgla na glebach, w uprawach sadowniczych, wpłynie na poprawę ich bio-fizyko-chemicznych właściwości, zwłaszcza gleb pozostających od wielu lat w monokulturze uprawowej.

# **Use of biochar and beneficial microorganisms in peach cultivation**

## **Abstract**

This doctoral dissertation is based on a series of three original scientific publications concerning the application of biochar and beneficial microorganisms in field-grown peach cultivation. The dissertation has been expanded with previously unpublished results regarding soil microbiology and the degree of root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi. The main hypothesis assumed that the application of biochar, bacteria, mycorrhizal fungi, and mineral fertilization would stimulate tree growth, yield, and improve the nutritional status of peach trees with respect to mineral elements. The study aimed to fill the gap in the existing literature concerning the suitability and effectiveness of biochar application in perennial orchard crops under the environmental conditions of central Poland. The experimental material consisted of one-year-old peach trees of the 'Meredith' cultivar. A single application of biochar (2 t/ha) was incorporated into the topsoil in 2014. Beneficial microorganisms and mineral fertilization were applied each spring from 2014 to 2018.

Differences in tree yield were observed as early as the second year of the experiment. The highest yields were obtained in the treatment with beneficial microorganisms alone, whereas the lowest were recorded following the combined application of biochar and mineral fertilizer. In the third experimental year, the joint application of biochar and fertilizer exerted the most advantageous influence of both yield and fruit numbers when compared with all other treatment combinations (Publication 1). In the second and third years of the study, the largest leaf mass and leaf area were recorded in trees treated with biochar combined with microorganisms and biochar combined with fertilizer, while the smallest leaves were observed after the application of microorganisms alone. In all experimental treatments involving biochar, the greatest increase in trunk diameter was observed compared with treatments without biochar application.

The second publication focused on determining the effects of biochar, fertilization, and microorganisms on macro- and micronutrient concentrations in leaves. The greatest increase in nitrogen content over the consecutive years of the experiment was found in leaves from trees treated with the combined application of biochar and mineral fertilizer. Similarly, the potassium concentration was highest in this treatment throughout the three years of evaluation (2015–2017). The combined application of biochar and microorganisms did not stimulate an increase in leaf nitrogen concentration. The lowest potassium content was recorded in leaves from the control treatment.

The third publication investigated the effects of biochar and beneficial microorganisms on changes in macro- and micronutrient content as well as soil organic matter. The combined application of biochar and fertilization resulted in the highest soil potassium content, while the lowest level was found in the control soil. The control soil also showed the lowest copper content, whereas the highest copper levels were recorded following the application of biochar with fertilizer and biochar with microorganisms. Soil organic matter analysis demonstrated a progressive increase in its content across the three consecutive experimental years in the treatments where biochar was applied to the soil.

The published results were supplemented with an assessment of the soil microbiome and the degree of mycorrhizal colonization following the application of biochar and beneficial microorganisms. No significant positive changes in fungal or bacterial populations were observed after biochar application. The degree of mycorrhizal colonization in peach tree roots varied considerably among treatment combinations across individual experimental years. The application of microorganisms alone maintained mycorrhizal colonization at a relatively stable level over the three years of the investigation (2016–2018).

The research conducted indicates a high potential for the use of biochar, particularly in combination with fertilization and beneficial microorganisms, to stimulate growth and yield in peach trees. The application of biochar in orchard soils may contribute to the improvement of their biophysical and chemical properties, notably in soils that have remained under many years of continuous monoculture cultivation.