

Bożena Smreczak

BIODOSTĘPNOŚĆ
WIELOPIERŚCIENIOWYCH
WĘGLOWODORÓW
AROMATYCZNYCH (WWA)
W GLEBACH

MONOGRAFIE
I ROZPRAWY
NAUKOWE

56

BIODOSTĘPNOŚĆ WIELOPIERŚCIENIOWYCH WĘGLOWODORÓW AROMATYCZNYCH (WWA) W GLEBACH

Streszczenie

Słowa kluczowe: zanieczyszczenie, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), gleby, biodostępność, Tenax-TA

Problematyka dotycząca biodostępności hydrofobowych zanieczyszczeń organicznych (HZO) w glebach stanowi obecnie bardzo ważne zagadnienie, ponieważ wiele badań wskazuje, że rzeczywiste ryzyko środowiskowe i narażenie organizmów żywych zależy od zawartości frakcji biodostępnej, a nie całkowitej ilości zanieczyszczeń w glebach. Bioprzy-swajalność HZO była w wielu badaniach oceniana na podstawie testów biologicznych, ale wdrożenie metod chemicznych umożliwia oznaczenie składu jakościowego i ilościowego biodostępnych zanieczyszczeń oraz analizę czynników, które wpływają na zawartość tej frakcji w glebach. W pracy analizowano zawartość biodostępnych form WWA, grupy zanieczyszczeń organicznych zaliczanych do substancji szkodliwych dla organizmów żywych i zdrowia ludzi. Celem pracy była ocena czynników wpływających na biodostępność wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w glebach sztucznie zanieczyszczonych i glebach wykazujących historyczne zanieczyszczenie związkami z tej grupy. Do wypełnienia celu pracy zastosowano trzy serie doświadczeń. W seriach 1 i 2 uwzględniono gleby sztucznie zanieczyszczone WWA ($n = 27$), a w serii 3 – gleby historycznie zanieczyszczone związkami z tej grupy ($n = 20$). We wszystkich glebach analizowano biodostępność (ang. *bioaccessibility*) wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych odpowiadającą operacyjnie zdefiniowanej frakcji potencjalnie biodostępnej, którą stanowi suma WWA rozpuszczonych w roztworze glebowym i związanych z rozpuszczalnym węglem organicznym oraz szybko desorbujących z fazy stałej do fazy wodnej gleb. Do analizy frakcji biodostępnej zastosowano metodę z Tenaxem-TA.

W badaniach oceniano zawartość całkowitą oraz zawartość biodostępnej frakcji pięciu związków z grupy WWA reprezentujących węglowodory 3-pierścieniowe: fluoren, fenantren i antracen oraz 4-pierścieniowe: piren i chryzen, z uwzględnieniem zespołu czynników, które mogą wpływać na ich biodostępność, w tym właściwości gleb, właściwości związków, czasu oddziaływania zanieczyszczeń w glebach oraz poziomu zanieczyszczenia gleb WWA.

Badania potwierdziły, że zawartość biodostępnych form WWA w glebach jest uwarunkowana zespołem wielu czynników. Silniejsze właściwości hydrofobowe WWA oraz powinowactwo sorpcyjne w stosunku do materii organicznej istotnie ograniczały ilość biodostępnych WWA, natomiast wysoka rozpuszczalność w wodzie zwiększa zawartość frakcji biodostępnej tych związków. Wzrost zawartości materii organicznej powodował istotne ograniczenie biodostępności węglowodorów w glebach sztucznie zanieczyszczonych, ale zwiększał biodostępność WWA w glebach historycznie zanieczyszczonych tymi związkami. Dłuższy czas oddziaływania gleb z zanieczyszczeniami wpływał na zmniejszanie się ilości biodostępnych WWA oraz powodował silniejszy wpływ właściwości gleb. Udział frakcji biodostępnej w stosunku do całkowitej zawartości WWA w glebach historycznie zanieczyszczonych był ogólnie znacznie niższy niż w glebach z dodawanymi WWA, dlatego niska za-

wartość biodostępnej frakcji WWA w glebach historycznie zanieczyszczonych wskazuje na potencjalnie niskie rzeczywiste ryzyko toksycznego wpływu węglowodorów na organizmy żywe oraz potencjalnie niską efektywność bioremediacji tych gleb. Uzyskane wyniki wskazują na istotne różnice pomiędzy zawartością całkowitą WWA i frakcją biodostępną tych związków w glebach historycznie zanieczyszczonych, co potwierdza potrzebę wdrożenia chemicznych metod oznaczeń biodostępnej frakcji WWA do analizy ryzyka środowiskowego terenów zanieczyszczonych.

BIOACCESSIBILITY OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAHs) IN SOILS

Summary

Keywords: contamination, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), soils, bioaccessibility, Tenax-TA

Issues concerning the bioaccessibility of hydrophobic organic contaminants (HOCs) in soils have gained in importance nowadays as numerous studies have demonstrated that the actual environmental risk and exposure of living organisms depend on the bioaccessible fraction content rather than total amount of contaminants in soils. Numerous studies have assessed HOC bioaccessibility based on biological tests. However, chemical methods allow for determination of the qualitative and quantitative composition of bioaccessible contaminants and for analysis of factors that affect the content of this fraction in soil. In the present study, the content of bioaccessible PAH forms was analyzed – a group of organic contaminants classified as substances toxic to people and other living organisms. The aim of the paper was to assess factors that affect PAH bioaccessibility in soils artificially and historically contaminated with these compounds. For that purpose, three series of experiments were performed. Series 1 and 2 included soils artificially contaminated with PAHs ($n = 27$), whereas series 3 – soils historically contaminated with these compounds ($n = 20$). Bioaccessibility of polycyclic aromatic hydrocarbons, i.e. the operationally defined bioaccessible fraction comprised by the sum of PAHs dissolved in the soil solution and bound to dissolved organic carbon, and rapidly desorbing from the solid to the aqueous phase of soil, was analysed in all the soils. The bioaccessible fraction was analysed with Tenax-TA.

The study assessed the total content and content of the bioaccessible fraction of five PAHs representing three-ring hydrocarbons: fluorene, phenanthrene and anthracene; and four-ring hydrocarbons: pyrene and chrysene, along with a group of factors that might affect their bioaccessibility, including soil and compound properties, contaminant-soil contact time and level of soil contamination with PAHs.

The studies confirmed that the content of bioaccessible PAHs in soils depends on a combination of numerous factors. Strong hydrophobic properties of PAHs and sorption

affinity to organic matter significantly limit the amount of bioaccessible PAHs. On the other hand, high solubility in water increases the content of the bioaccessible fraction of these compounds. Increase in organic matter content significantly reduced hydrocarbon bioaccessibility in artificially contaminated soils but raised it in soils historically contaminated with these compounds. Longer contaminant-soil contact time resulted in a decrease in the amount of bioaccessible PAHs and a stronger effect of soil properties. In general, the share of the bioaccessible fraction in relation to the total PAH content was considerably lower in historically contaminated soils compared to soils artificially contaminated with PAHs. Thus, the low content of the bioaccessible PAH fraction in historically contaminated soils points to a potentially low actual risk of toxic effects of hydrocarbons on living organisms and potentially low bioremediation efficiency in the case of these soils. The study results revealed significant differences in the total content of PAHs and the bioaccessible fraction of these compounds in historically contaminated soils, which confirms the need to include chemical methods of determining the bioaccessible PAH fraction content in the environmental risk assessment of contaminated areas.