

Szerves szennyezőanyagok talajbeli megkötődésének előrejelzése a talajok fizikai-kémiai paramétereire alapján

Lányi Katalin^{1*}, Laczay Péter¹, Szabó Rita² és Lehel József¹

¹Állatorvostudományi Egyetem, Élelmiszer-higiéniai Tanszék, 1078 Budapest, István u. 2.

²Pannon Egyetem Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, 8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

**e-mail: lanyi.katalin@univet.hu*

Összefoglalás

Vizsgálatunk célja annak tanulmányozása volt, hogy a talaj humusz tartalma miként befolyásolja bizonyos szerves szennyezők megkötődését. Mintavegyületnek két poliaromás szénhidrogént – antracén és fenantrén – a benzolt, valamint egy gyomirtó szer-hatóanyagot, a diuront választottuk. Kutatásunk során azt igyekeztünk feltérképezni, hogy az egyes szennyezőkből mennyi adszorbeálódik bizonyos talajtípusokon, hogy ebben a megkötődésben mekkora lehet a talaj huminsavainak a szerepe. A kísérletek eredményeiből az a következtetés vonható le, hogy az apoláros vegyületek adszorpciójában fontos szerepe van a talaj szervesen alkotórészeinek is és minél polárosabb – vagyis polarizálhatóbb – a szerves vegyület, annál inkább a talaj humuszanyagai – poláros funkciós csoportjaik révén – veszik át a domináns szerepet a szennyező megkötésében. A talajoldat alapvetően poláros karaktere miatt a poláros vegyületek deszorpciója természetesen aktívabb, mint az apoláros vegyületeké, így bár ez utóbbiak kötődése gyengébb jellegű, a deszorpciós folyamatok eltérő sebessége miatt a poláros vegyületeknél az egyensúly egy alacsonyabb megkötődési aránynál fog beállni.

Kulcsszavak: huminanyagok, antracén, fenantrén, benzol, diuron, talajoldat, megkötődés

Abstract

The aim of this study was to examine the way soils' humic substances may influence the adsorption of various organic pollutants. We chose anthracene and phenanthrene, benzene and diuron as model-compounds. We investigated the amount adsorbed from these compounds on different types of soils and on humic substances extracted from them. From the results of our

research it can be concluded that the inorganic constituents of soils play also an important role in the adsorption of apolar compounds. However, in the case of polar pollutants, the humic substances of soils play increasing role - up to dominant one – due to their polar functional groups. Desorption of polar pollutants may be more substantial than of the apolar compounds, due of the polar character of the soil solution. Therefore, although the binding of the latter one is weaker, the equilibrium will be reached at a lower adsorption rate in the case of polar compounds, due to the different rates of desorption processes.

Keywords: humic substances, anthracene, phenantrene, benzene, diuron, soil solution, adsorption

Bevezetés

A környezetszennyezés érintheti mind a három környezeti elemet: a levegőt, a vizet és a talajt is. Igen gyakran előfordul, hogy egy szennyező – a fizikai-kémiai tulajdonságai által megszabott arányban – megoszlik a három fázis között és ott az adott fázisra jellemző átalakulásokon megy keresztül – amely folyamatok esetenként igen eltérőek lehetnek a különböző fázisok esetében. A szennyezők a környezeti közegekben nemcsak kémiai átalakulásokon mehetnek keresztül, hanem fizikális változásokon is, a halmazállapot-változástól az egyszerű helyváltoztatásig. A helyváltoztatás képessége nagyon fontos (és sokszor igen hátrányos) jellemzője a környezeti szennyezőknek, ez a képesség az oka, hogy gyakorlatilag egy szennyezési esetet sem nevezhetünk lokálisnak, valamilyen mértékben és sebességgel, de minden szennyezés továbbterjed. Mindezek miatt lényeges lehet megismerni a környezeti szennyezők levegőben, vízben, talajban történő mozgásának szabályszerűségeit is. E nélkül nem lehetséges megbízhatóan felmérni egy adott szennyezési eset hatásait, és jelentősen nehezebb a megbízható, tudományosan alátámasztott környezeti határértékek kijelölése is (Salomons és Stigliani, 1995; Lányi, 2005; Morillo és mtsai, 2007; Semple és mtsai, 2007; Arias-Estévez és mtsai, 2008; Nam és mtsai, 2008; Ahangar, 2010; Keesstra és mtsai, 2012; Zhang és mtsai, 2013).

Anyag és módszer

A kísérletek során ötféle közeget használtunk: két különböző talajt (T1: homoktalaj; T2: kötött talaj), az ezekből készített huminsav-extraktumokat (E1 és E2), valamint gyári készítésű huminsavat. A talaj extraktumok az International Humic Substance Society (IHSS) sztenderdizált módszere alapján készültek (IHSS, n.d., 2017). A szerves szennyezőkkel mesterségesen

kontaminált közegek extrakciója 3x200 ml desztillált vízzel történt. A talaj kivonatokat üleptetés, illetve szűrés után szilárd fázisú extrakciós (SPE) oszlopokra vittük fel (MERCK LiChrolut® RP-18; 100 mg), ahonnan 2x2,5 ml acetonitrillel mostuk le és ez a koncentrátum került HPLC analízisre.

Azon célból, hogy megállapíthassuk a két talajminta huminsavainak minőségét, elvégeztük a Füleky és Filep, valamint Hargitai által javasolt (Stefanovits és mtsai, 1999) UV-VIS spektroszkópai vizsgálatokat. Ennek keretében 1:5 kivonatokat készült a talajokból 1%-os NaOH-, illetve NaF-oldattal és ezek UV-VIS spektruma került felvételre a 200-700 nm tartományban. 250, 460 és 660 nm-en feljegyzésre kerültek a pontos elnyelés értékek és ezekből közvetlenül vagy számítás révén következtettünk az adott talaj humuszanyagainak minőségére (Lányi, 2005).

Műszeres módszerek

Nagynyomású folyadékkromatográfia: Shimadzu HPLC rendszer UV-VIS detektorral; kolonna: Shimadzu ODS (150 x 4 mm; 5 mm); eluens: 60% acetonitril – 40% H₂O, áramlási sebesség: 1 ml/min, nyomás: 16 MPa; hőmérséklet: 25 °C; injektált térfogat: 20 µl.

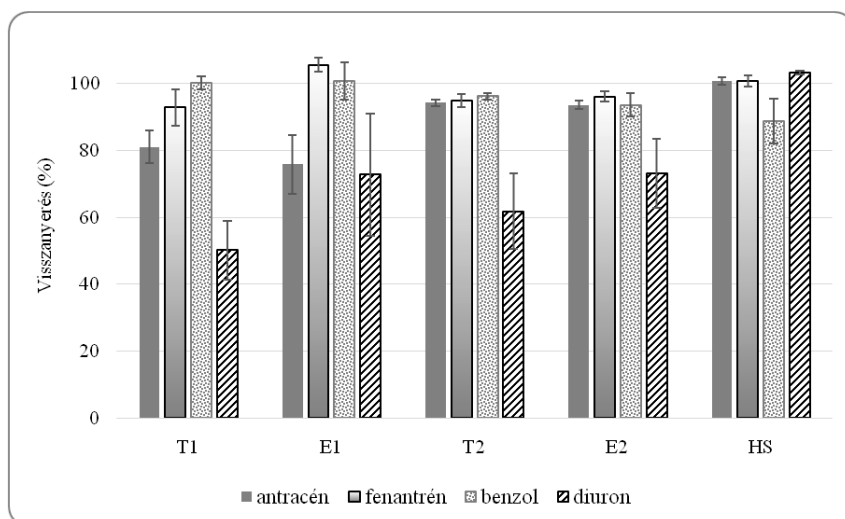
Ultraibolya-látható spektroszkópia: Shimadzu UV3101PC kétfényutas UV-VIS-NIR spektrofotométer; mérési mód: abszorbancia; rekorder range: 0,000-1,250 ABS; hullámhossz tartomány: 200-700 nm; szkennelés sebessége: fast; résszélesség: 2,0 nm; mintázási intervallum: 0,5 nm; a deriválás paraméterei: $\Delta\lambda = 2$ nm; skála faktor = 1,00.

Eredmények és megvitatásuk

Az elvégzett huminsav-extrakció százalékos kinyerési aránya, illetve az elemanalízis adatai alapján a két vizsgált talaj humusz tartalma 1,77% (T1; homoktalaj) és 2,87% (T2; kötött talaj). Ezen adatok alapján a T1 kis humusztartalmú, a T2 közepes humusztartalmú talajnak minősíthető (Stefanovits és mtsai, 1999). Ezekből az eredményekből arra következtethetünk, hogy a homoktalaj kis mennyiségben tartalmaz gyengébb minőségű, alacsony polimerizációs fokú, relatíve kisebb molekulatömegű huminsavakat. Ez a közeg a kis molekulatömegű, apoláros benzolt teljes egészében megkötötte, a két poliaromás szénhidrogénből a kompaktabb, ezért kevésbé polarizálható fenantrén szintén túlnyomórészt adszorbeált állapotban maradt rajta (1. ábra). Az egyenes molekula-felépítéssel rendelkező, ezért valamivel könnyebben polarizálható antracénnek már közel 20%-a deszorbeálódott a kísérleti körülmények között, és a huminsav-frakció kevésbé tartotta vissza a szennyezőt, mint maga a talaj. Az egyértelműen poláros diuron kötődött meg a legkevésbé ezen a közegen, de viselkedése teljesen eltérő volt az apoláros

poliaromás vegyületekétől: míg magán a talajon a diuronnak mindössze 50%-a kötődött meg, addig a huminsav közel annyit kötött meg belőle, mint a jelentősen más tulajdonságokkal rendelkező antracénból.

A kötött talaj közepes mennyiségben tartalmazott a homoktalajénál valamivel jobb minőségű, de még mindig alacsony polimerizációs fokú, relatíve kis molekulatömegű huminsavakat. A kötött talajon az apoláros szennyezők (antracén, benzol, fenantrén) viselkedése hasonló volt: több mint 90%-uk megkötődött a közegen, a vegyületek kevesebb, mint 10%-a deszorbeálódott mindössze (1. ábra). A talaj és az abból extrahált huminsav adszorpciós viselkedése között a három apoláros vegyület szempontjából nem volt jelentős különbség, mindegyik esetében 1-2 százalékponti eltérés volt csupán a két közeg visszatartó képessége között, ami alig haladta meg az adott vizsgálati pont hibahatárát, így tendencia jellegű összefüggést levonni nem lehet, a három apoláros vegyületet a kötött talaj és az abból extrahált huminsav gyakorlatilag egyformán kötötte.



1. ábra. A vizsgált szennyezőanyagok visszanyerése a különböző közegekről

T1: homoktalaj; T2: kötött talaj; E1: huminanyagok a homoktalajból; E2: huminanyagok a kötött talajból; HS: gyári huminsav

Mindezekből az a következtetés vonható le, hogy – az eddigi irodalmi tapasztalatokkal ellentétben – az apoláros vegyületek adszorpciójában fontos szerepe lehet a talaj szerves alkotórészeinek is, és minél polárosabb (vagy polarizálhatóbb) a szerves vegyület, annál inkább a

talaj humuszanyagai, azok poláros funkciók csoportjai veszik át a domináns szerepet a szennyező megkötésében. A talajoldat alapvetően poláros karaktere miatt a poláros vegyületek deszorpciója természetesen aktívabb, mint az apoláros vegyületeké, így bár ez utóbbiak kötődése gyengébb jellegű, a deszorpciók folyamatok eltérő sebessége miatt a poláros vegyületeknél az egyensúly egy alacsonyabb megkötődési aránynál fog beállni.

Hivatkozások

- Ahangar, A. 2010. Sorption of PAHs in the Soil Environment with Emphasis on the Role of Soil Organic Matter: A Review, *World applied sciences journal*, 11. 7. 759–765.
- Arias-Estévez, M., López-Periago, E., Martínez-Carballo, E., Simal-Gándara, J., Mejuto, J. C., García-Río, L. 2008. The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 123. 4.247–260.
- IHSS (n.d.) 2017. IHSS International Humic Substances Society. [online] Available from: <http://humic-substances.org/> (Accessed 7 December 2017).
- Keesstra, S. D., Geissen, V., Mosse, K., Piirainen, S., Scudiero, E., Leistra, M., van Schaik, L. 2012. Soil as a filter for groundwater quality. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4. 5.507–516.
- Lányi K. 2005. Assessment of the relations between the spectroscopic characteristics of soils and their ability to adsorb organic pollutants. *Microchemical Journal*, 79. 1-2. 249–256.
- Morillo, E., Romero, A. S., Maqueda, C., Madrid, L., Ajmone-Marsan, F., Grcman, H., Davidson, C. M., Hursthouse, A. S., Villaverde, J. 2007. Soil pollution by PAHs in urban soils: a comparison of three European cities. *Journal of Environmental Monitoring*, 9. 9. 1001–1008.
- Nam, J. J., Gustafsson, O., Kurt-Karakus, P., Breivik, K., Steinnes, E., Jones, K. C. 2008. Relationships between organic matter, black carbon and persistent organic pollutants in European background soils: Implications for sources and environmental fate. *Environmental Pollution*, 156. 3.. 809–817.
- Salomons, W., Stigliani, W. M. (eds.) 1995. Biogeodynamics of pollutants in soils and sediments. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg.
- Semple, K. T., Doick, K. J., Wick, L. Y., Harms, H. 2007. Microbial interactions with organic contaminants in soil: definitions, processes and measurement. *Environmental Pollution*, 150. 1. 166–176.
- Stefanovits P., Filep Gy., Füleky Gy. 1999. Talajtan. Budapest, Mezőgazda Kiadó.

Zhang, X., Wang, H., He, L., Lu, K., Sarmah, A., Li, J., Bolan, N. S., Pei, J., Huang, H. 2013. Using biochar for remediation of soils contaminated with heavy metals and organic pollutants. *Environmental Science and Pollution Research International*, 20. 12. 8472–8483.