



PFAS u tlu

Tlo

Tlo je važan, ali često zanemaren prirodni resurs, čija je uloga ključna za funkcioniranje ekosustava, poljoprivredu i ljudsko zdravlje. Zdrava tla jesu tla u dobrom kemijskom, biološkom i fizičkom stanju i koja stoga mogu osiguravati resurse ekosustava ključne za ljude i okoliš, kao što su sigurna i dostatna hrana bogata hranjivim tvarima, biomasa, čista voda, kruženje hranjivih tvari, skladištenje ugljika i stanište za bioraznost. Tla su neophodna i za osiguravanje sigurnosti opskrbe hranom. Međutim, procjenjuje se da je 60 - 70 % tala u EU degradirano i da se kontinuirano pogoršava. Degradacija tla obuhvaća niz međusobno povezanih fizičkih, kemijskih i bioloških procesa.

Europska komisija je prepoznala da bez zdravog tla nije moguće ostvariti dugoročne ciljeve vezane uz bioraznost, klimu, sigurnost hrane i održivo gospodarstvo.

Nova Direktiva (EU) 2025/2360 Europskog parlamenta i vijeća od 12. studenoga 2025. o praćenju i otpornosti tla uspostavlja sveobuhvatan europski okvir za praćenje zdravlja tla, poboljšanje otpornosti ekosustava i upravljanje onečišćenim lokacijama. Iako Direktiva ne propisuje obvezu postizanja potpuno zdravih tala do 2050. godine, ona omogućuje uspostavu standardiziranog sustava prikupljanja podataka, procjene trendova i identifikacije rizika. Posebna pozornost posvećena je praćenju onečišćujućih tvari poput pesticida, njihovih metabolita, per- i polifluoroalkilne tvari (PFAS) i drugih postojanih organskih spojeva, zbog njihovog potencijalno snažnog utjecaja na zdravlje ljudi, otpornost tla i okoliš.

Zdravlje tla postaje jedno od središnjih pitanja europske okolišne politike jer o njemu ovisi sposobnost ekosustava da se prilagode



klimatskim promjenama, osiguraju proizvodnju hrane, zadrže ugljik i očuvaju bioraznost. Zdravo tlo nije samo ekološka vrijednost, već i preduvjet za siguran i održiv razvoj društva.

Kako PFAS dospijevaju u tlo?

PFAS su prisutni u tlu diljem svijeta zbog svoje široke primjene, izrazite postojanosti i otpornosti na razgradnju. Brojna istraživanja potvrđuju da je tlo jedan od glavnih izvora PFAS-ova te da se zagađenje najčešće veže uz poljoprivredne prakse, industrijske aktivnosti, uporabu vatrogasnih pjena, atmosfersko taloženje i odlagališta otpada.

Jedan od najznačajnijih izvora unosa PFAS-ova u tlo jest primjena otpadnih muljeva koji nastaju u uređajima za pročišćavanje otpadnih voda.



Otpadne vode sadrže PFAS iz kućanstava, industrije i potrošačkih proizvoda. Ovi se spojevi ne uklanjaju tijekom obrade, pa se koncentriraju u mulju. Kada se takav mulj koristi kao gnojivo, PFAS-ovi prelaze izravno u tlo i akumuliraju se u površinskom i dubljem sloju tla.

PFAS u tlo dopijevaju i putem industrijskih emisija, bilo izravnim ispuštanjem, propuštanjem ili taloženjem iz zraka. Industrije poput proizvodnje fluoropolimera, tekstila, ambalaže i metalne industrije koriste PFAS, a emisije iz postrojenja zatim se talože na tlu ili ulaze u lokalne vodotoke. Europska agencija za okoliš navodi industrijska postrojenja kao jedan od najčešćih lokalnih izvora zagađenja tla i podzemnih voda. Evidentirana su područja u Italiji, Njemačkoj i Belgiji, gdje su industrijske aktivnosti dovele do visokih koncentracija PFAS-a u tlu i vodi.

Poseban i vrlo značajan izvor zagađenja predstavlja uporaba vatrogasnih pjena koje sadrže visoke koncentracije PFAS-ova. Najraširenija skupina takvih pjena su AFFF pjene (engl. *Aqueous Film-Forming Foam*), koje sadrže fluorirane surfaktante čija je osnovna funkcija stvaranje stabilnog vodenog filma na površini zapaljive tekućine, čime se sprječava dotok kisika i ponovno paljenje požara.

PFAS u tlo dopijevaju i taloženjem iz atmosfere, bilo putem kiše ili suhog taloženja. U atmosferu dopijevaju iz industrijskih emisija, spaljivanjem otpada i isparavanjem iz PFAS-proizvoda.

Dodatni izvori zagađenja uključuju odlagališta otpada, gdje se PFAS ispiru iz proizvoda poput teflonskih materijala, tekstila, ambalaže i vodootporne odjeće. Kišnica koja prolazi kroz odloženi otpad stvara procjedne vode obogaćene PFAS-ovima, koje se potom infiltriraju u okolno tlo i podzemne vode.





PFAS u tlo mogu dospjeti i putem navodnjavanja kontaminiranom vodom. Poljoprivredne površine navodnjavane vodom iz kontaminiranih izvora postupno nakupljaju PFAS u površinskom sloju tla, što može dovesti do njihova ulaska u biljke i prehrambeni lanac.

PFAS u tlu mogu nastati i razgradnjom prekursora PFAS-ova, odnosno tvari koje se u okolišu kemijski pretvaraju u stabilnije PFAS spojeve.

Ispitivanje

Eurofins ima dugogodišnje iskustvo u određivanju PFAS u tlu te kontinuirano razvija metode usklađene s regulatornim zahtjevima Europske Unije.

U ponudi je ispitivanje PFAS43, usklađeno s Direktivom (EU) 2025/2360 (tablica 1), koje obuhvaća određivanje 43 spoja uz iznimno niske granice kvantifikacije (LOQ) od 0,03 do 1 µg/kg suhe tvari.

Uz ovo ispitivanje, dostupno je i PFAS21 ispitivanje, prikladano za ciljane analize ili preliminarne procjene.

U Tablici 1 spojevi PFAS4 propisani od strane EFSA-e označeni su podebljanim slovima, dok su spojevi PFAS21 označeni podebljanim slovima i kurzivom.



Tablica 1. Parametri ispitivanja – PFAS u tlu

| PFAS43 – Direktiva (EU) 2025/2360, Prilog I, Dio C |
|---|
| <i>Perfluorinated butane acid (PFBA)</i> |
| <i>Perfluorinated pentane acid (PFPeA)</i> |
| <i>Perfluorinated hexane acid (PFHxA)</i> |
| <i>Perfluorinated heptane acid (PFHpA)</i> |
| Perfluorinated octane acid (PFOA) |
| Perfluorinated nonane acid (PFNA) |
| <i>Perfluorinated decane acid (PFDA)</i> |
| <i>Perfluorinated undecane acid (PFUnA/PFUdA)</i> |
| <i>Perfluorinated dodecane acid (PFDoA)</i> |
| <i>Perfluorinated tridecane acid (PFTrA)</i> |
| <i>Perfluorinated tetradecane acid (PFTeA)</i> |
| <i>Perfluorinated butane sulfonic acid (PFBS)</i> |
| <i>Perfluorinated pentane sulfonic acid (PFPeS)</i> |
| Perfluorinated hexane sulfonic acid (PFHxS) |
| <i>Perfluorinated heptane sulfonic acid (PFHpS)</i> |
| Perfluorinated octane sulfonic acid (PFOS) |
| <i>Perfluorinated nonane sulfonic acid (PFNS)</i> |
| <i>Perfluorinated decane sulfonic acid (PFDS)</i> |
| <i>Perfluorinated undecane sulfonic acid (PFUnDS)</i> |
| <i>Perfluorinated dodecane sulfonic acid (PFDoS)</i> |
| <i>Perfluorinated tridecane sulfonic acid (PFTrDS)</i> |
| <i>Perfluorinated octane sulfonamide (PFOSA)</i> |
| <i>N-ethylperfluorooctanesulfonamide (EtFOSA)</i> |
| <i>N-methylperfluorooctanesulfonamide (MeFOSA)</i> |
| <i>N-ethylperfluorooctanesulfonamido acetic acid (EtFOSAA)</i> |
| <i>N-methylperfluorooctanesulfonamido acetic acid (MeFOSAA)</i> |
| <i>Perfluorooctane sulfonamido acetic acid (FOSAA)</i> |
| <i>Perfluorinated hexane sulfonamide (FHxSA)</i> |
| <i>N-ethylperfluorohexane sulfonamide (EtFHxSA)</i> |
| <i>N-methylperfluorohexane sulfonamide (MeFHxSA)</i> |
| <i>N-ethylperfluorohexane sulfonamido acetic acid (EtFHxSAA)</i> |
| <i>N-methylperfluorohexane sulfonamido acetic acid (MeFHxSAA)</i> |
| <i>Perfluorohexane sulfonamido acetic acid (FHxSAA)</i> |
| <i>Perfluorinated butane sulfonamide (FBSA)</i> |
| <i>N-ethylperfluorobutane sulfonamide (EtFBSA)</i> |
| <i>N-methylperfluorobutane sulfonamide (MeFBSA)</i> |
| <i>N-ethylperfluorobutane sulfonamido acetic acid (EtFBSAA)</i> |
| <i>N-methylperfluorobutane sulfonamido acetic acid (MeFBSAA)</i> |
| <i>Perfluorobutane sulfonamido acetic acid (FBSAA)</i> |
| <i>6:2 Fluorotelomer sulfonic acid (6:2 FTS)</i> |
| <i>8:2 Fluorotelomer sulfonic acid (8:2 FTS)</i> |
| <i>5:3 Fluorotelomer carboxylic acid (5:3 FTCA)</i> |
| <i>7:3 Fluorotelomer carboxylic acid (7:3 FTCA)</i> |





Za više detalja o metodama, granicama detekcije i kvantifikacije, potrebnim količinama uzorka za analizu i cijeni, stojimo Vam na raspolaganju:

Jelena Trbušić, mag.ing.bioproc.
Voditeljica prodaje i marketinga
Email: jelena.trbusic@ftcee.eurofins.com
Mob: +385 99 735 43 49

Jasminka Sablek, dipl.ing.
Izvršna direktorica za kvalitetu
Email: jasminka.sablek@ftcee.eurofins.com
Mob: +385 99 211 86 30

Obratite nam se s povjerenjem!

