

zaštita okoliša

Uređuje: Vjeročka Vojdović

Perklorat u Teksasu

Istraživači s Texas Tech Universityja (TTU) otkrili su zagađenost perkloratom velikih područja u zapadnom Teksasu, površine veće od 30 000 kvadratnih milja (1 milja = 1609,34 m). Premda su koncentracije niske, u većini slučajeva oko 4 ppb, veliko je pitanje odakle taj perklorat dolazi.

Sve je započelo kad je Texas Commission on Environmental Quality (TCEQ) provela rutinska ispitivanja u okviru programa U. S. EPA's Unregulated Contaminant Monitoring Rule. Nakon pronalaska tragova perklorata u izvorima pitke vode koji opskrbljuju vodom Midland u Teksasu te u podignutim spremnicima za vodu u mjestu Levelland, oko 100 kilometara sjeverno od Midlanda, u TCEQ-u su nastavili prikupljati uzorke i, na veliko iznenađenje, perklorat je pronađen u gotovo svim ispitivanim uzorcima.

U nastojanju da se odrede granice zagađenog područja, u pomoć su pozvani istraživači s TTU-a, a istraživanja su proširena na devet upravnih jedinica u blizini mjesta gdje je pronađen perklorat. Od 217 ispitivanih javnih izvora pitke vode 73 % sadržavalo je koncentracije perklorata veće od 0,5 ppb, a u 35 % uzoraka sadržaj perklorata bio je 4 ppb ili iznad 4 ppb. Standardi za pitku vodu u Kaliforniji dopuštaju 2 – 6 ppb perklorata. Prema izvještaju inženjera iz TTU-a Andrewa Jacksona najveća izmjerena vrijednost bila je 58,8 ppb.

Kako granice zagađenog područja nisu utvrđene, područje istraživanja prošireno je na 54 upravne jedinice ukupne površine oko 60 000 kvadratnih milja, što je veće od nekih država u SAD-u. U sjevernom dijelu Panhandlea u sjevernom Teksasu znatno je rjeđe detektirano zagađenje perkloratom, ali je u dvije trećine donjeg dijela države pojava perklorata bila konstantna. Ti nalazi mogu imati izuzetno velike posljedice za državu, ovisno o tome da li će se regulacijom perklorat u pitkim vodama ograničiti na vrijednosti niže od ppb. Prema preporuci Američke agencije za okoliš preliminarno ograničenje za pitke vode u 2002. iznosi 1 ppb. O tome je opširnije pisano u časopisu, *Environ. Sci. Technol.* 2002., 36, 125 A, ali je procjena rizika na temelju koje je određena granična vrijednost u postupku preispitivanja, koje obavlja National Academy of Sciences. Opširnije je o tome pisano u istom časopisu 2003. godine, 37, 166A-167A.

Pitka voda u zapadnom Teksasu obično je mješavina vode iz površinskih i podzemnih izvora (podzemni izvori nalaze se u vodonosnom području High Plains). Vodonosno podzemno područje Ogallalae glavni je izvor vode i tu su najčešće nalažene povećane koncentracije perklorata. To je "masivni" izvor vode u državi koji će se, bez obzira na odluke Agencije za okoliš, morati i dalje koristiti za piće jer druga rezervna opcija ne postoji.

Do sad su onečišćenja perkloratom uglavnom potjecala iz točkastih izvora. Takva onečišćenja proizvedena u nekoj industrijskoj zoni koja proizvodi ili u proizvodnim procesima koristi perklorat uglavnom imaju kontrolirani tok. Saznanja o tome potvrđena su ispitivanjima izvora pitkih voda koja je provela i objavila organizacija American Water Works Association's Research Foundation 2002. godine.

Međutim, u Teksasu nije uočen taj oblik zagađivanja, nego se nasuprot tome perklorat pojavljuje na različitim mjestima, bez vidljive pravilnosti. Tako su pronađene relativno visoke koncentracije perklorata u nekim izvorima smještenim u neposrednoj blizini izvora s vrlo malim koncentracijama perklorata.

Postoje četiri scenarija koja su vjerojatno odgovorna za široku rasprostranjenost perklorata: gnojiva u poljoprivredi koja sadrže perklorate, *in situ* stvarnje perklorata elektrokemijskom reakcijom, prirodni izvor ili neka kombinacija tri prethodna. Istraživači koji sudjeluju u ispitivanjima vjeruju da visoka koncentracija perklorata u spremniku za vodu u Levellandu nastaje u sustavu s katodnom zaštitom putem mehanizma koji je potvrđen i laboratorijskim eksperimentima. Prema izvještaju A. Jacksona većina izvora nafte, cjevovoda i izvora pitke vode sadrže slične aktivne sustave, ali parametri koji omogućavaju stvaranje perklorata ispitivani su u samo jednom uzorku.

Vjerojatnije je da mjestimično pojavljivanje upućuje na prirodne minerale kao izvore, koji se u podpovršinskim vodama otapaju i transportiraju u vodonosno područje ili čak procesom obnavljanja iz dubljih slojeva dopijevaju u vodonosno područje.

Niske koncentracije perklorata nađene su u nekim prirodnim materijalima sa svojstvom isparavanja koji predstavljaju dio raspršenih izvora emisije u zapadnoj hemisferi, pa postoji vjerojatnost da perklorat u Teksasu potječe iz takvih izvora. Često vrlo niske koncentracije perklorata u ispitivanim uzorcima onemogućavaju utvrđivanje porijekla zagađenja, bilo prirodnog ili antropogenog.

Stručnjaci smatraju da je učestalost pojavljivanja niskih koncentracija perklorata, posebno u vodonosnom području na zapadu vjerojatno i daleko od Teksasa do sad bila zanemarena i da je ta pojava raširenija nego se mislilo te da će pri sub-ppb dozvoljenim koncentracijama mnogi morati povesti računa o tome.

(Izvor: Environmental Science & Technology, 1. studenog 2003.)

Perklorati pronađeni u mlijeku u Teksasu

Kad je perklorat pronađen u zelenoj salati u Kaliforniji i Arizoni prošlog proljeća, jer je voda za navodnjavanje bila onečišćena ostacima raketnog goriva, poljoprivrednici su izrazili bojazan da se problem može proširiti. Stručnjaci s Texas Tech Universityja potvrdili su opravdanost tih strahova izjavivši da je mlijeko kupljeno u nasumice odabranim dućanima u Lubbocku u Teksasu sadržavalo zabrinjavajuće visoke koncentracije perklorata. Premda je izvor onečišćenja u zapadnom Teksasu za sad nepoznat, izvještaj o tome upućuje da je perklorat zastupljeniji u okolišu i hrani više nego se do sad mislilo.

Ispitivanja su vršena u sedam uzoraka mlijeka i na veliko iznenađenje u svih je sedam nađen perklorat. Sadržaj perklorata u litri mlijeka bio je u rasponu vrijednosti 1,7 – 6,4 mikrograma. Agencija za okoliš još nije definirala najveće dopuštene koncentracije perklorata u pitkim vodama i čeka se konačno mišljenje National Academies' Institute of Medicine. U međuvremenu je u Kaliforniji predložena dopuštena koncentracija u rasponu od 2 – 6 $\mu\text{g/L}$.

Te su koncentracije prilično niske i sve do pojave relativno osjetljive tehnike ionske kromatografije perklorat se nije mogao odrediti. Danas postoje odgovarajuće analitičke metode za određivanje perklorata, pa će se sve više pronalaziti, kao što je u prošlosti bilo određivan DDT.

Premda je puno pažnje vezane uz perklorat bilo usmjereno na zagađivanje iz raketnog goriva, prirodni izvori također su vrlo važni. U zapadnom Teksasu zagađeni izvori vode udaljeni su od bilo ko-

jeg mogućeg izvora zagađivanja, kao što su proizvođači streljiva. Neki dokazi pokazuju da je zagađivanje generirano atmosferskim reakcijama klora s UV zrakama, ozonom ili svjetlom.

Bez obzira da li je zagađivanje perkloratom prirodnog ili antropogenog porijekla, počinje se ukazivati na prisustvo tog zagađivala u hrani. Znanstvenici nagađaju da biljka lucerka koja služi kao hrana kravama može biti jedan od puteva kojim dolazi do zagađenja mlijeka. Prije se mislilo da perklorat zbog male reaktivnosti nije štetan, a danas se smatra kumulativnim otrovom jer interferira s transporthom joda koji je kritičan za normalno funkcioniranje štitne žlijezde. Na kraju istraživači pozivaju na dodatna ispitivanja da bi se dobila opća slika o sadržaju perklorata u pitkoj vodi i biljkama koje služe za prehranu, kako bi Agencija za okoliš i odjel za poljoprivredu mogli ustanoviti dopuštene koncentracije perklorata na temelju pouzdanih znanstvenih istraživanja.

(Izvor: Environmental Science & Technology, 1. studenog 2003.)

Biosenzori za brzo određivanje arsena u pitkoj vodi

Novi bakterijski biosenzori omogućavaju jeftino i jednostavno utvrđivanje zagađenosti pitke vode arsenom. Opširniji članak o tome dostupan je u časopisu ES&T od 15. listopada 2003. (str. 4743–4750). Senzori mogu pomoći ljudima koji žive u područjima kao što su Bangladeš i Vijetnam, gdje je zagađenost arsenom endemska i gdje je važno brzo odrediti da li je voda sigurna za piće.

Premda je zdravlje milijuna ljudi ugroženo visokim koncentracijama arsena u podzemnim vodama koje služe za piće, trenutno dostupni kemijski testovi za određivanje arsena su nepouzdana. O tome je pisano 2003. godine u broju 37 časopisa ES&T.J.R. van der Meer i suradnici iz Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG), Swiss Federal Institute of Technology, German Collection of Microorganisms and Cell Cultures te University of Kentucky osmislili su tri različita biosenzora koji se temelje na nepatogenoj, genetički modificiranoj *E. coli*. Senzori potencijalno mogu biti primijenjeni u rutinskim terenskim ispitivanjima.

U prisutnosti arsena genetički modificirana bakterija u senzoru proizvodi protein "izvjestitelj" – bakterijsku luciferazu, β -galaktozidazu ili zeleni fluorescentni protein koji se može odrediti kroz boluminiscenciju ili kolorimetriju. Senzor β -galaktozidaza najjednostavniji je od tri spomenuta jer izravno daje vidljivi obojeni odgovor i ne zahtijeva kompliciranu metodu određivanja. Za taj senzor bakterijska stanica imobilizirana na papirnoj traci može se uroniti u uzorak vode i vizualno očitati poslije 30 minuta. Taj je sustav posebno podesan za semikvantitativna terenska ispitivanja. Za očitavanje rezultata dobivenih sa senzorom luciferaza u kojem je bakterija smještena na mikrotitarsku posudicu potreban je luminometar koji je u prenosivu obliku već dostupan na tržištu. Smatra se da će praksa pokazati koja će metoda u terenskim ispitivanjima arsena u pitkoj vodi biti najprihvatljivija.

Biosenzori su živi organizmi i kontinuirana inkubacija s uzorkom vodi do odgovora koji s vremenom dobiva na intenzitetu, pa se dobivene vrijednosti moraju usporediti s istovremenim mjerenjem serije standarda. To također znači da se biosenzori mogu oštetiti toksičnim sastojcima i zbog toga se rade korekcije pomoću uzoraka s poznatim koncentracijama arsena u vodi.

Senzori su napravljeni tako da daju optimalne rezultate u koncentracijskom području između 8 i 80 mikrograma u litri. Papirne trake senzori mogu se čuvati dva mjeseca bez gubitka učinkovitosti, a zamrznute stanice za luciferazu mogu se čuvati nekoliko godina. Biosenzor luciferaza upravo u Vijetnamu zajedno ispituju stručnjaci iz EAWAG-a i Research Center for Environmental Technology and Sustainable Development u Hanoi.

Prema mišljenju stručnjaka biosenzori mogu biti korisni kod ispitivanja velikog broja uzoraka. Uzorci s detektiranim visokim koncentracijama arsena određeni pomoću biosenzora šalju se na

dodatna ispitivanja u laboratorije. Sljedeća je primjena moguća u lokalnim ispitivanjima kontrole vode u bolnicama i uređajima za pročišćavanje voda. Cijena jednog biosenzora na papirnoj traci pristupačna je i iznosi manje od 10 američkih centa. Stručnjaci iz EAWAG-a nastoje patentirati svoj pronalazak.

Biosenzor za arsen ima odlične potencijale za rutinska terenska istraživanja. Glavni je problem odgovarajuća imobilizacija stanica na papirne trake kao i dugotrajno preživljavanje stanica. Stručnjaci su uvjereni da će se u tom smislu senzori unaprijediti dodatnim istraživanjima te da su senzori značajan doprinos društvu.

(Izvor: Environmental Science & Technology, 1. studenog 2003.)

Organska hrana kontaminirana genetički modificiranim sastojcima

Prema studiji koja će biti objavljena u travnju ove godine organska hrana dostupna na tržištu u Velikoj Britaniji u širokom rasponu sadrži genetički modificirane sastojke (GM). To je otkriće potaknulo organizacije, kao što je Soil Association, koje ocjenjuju organsku hranu i daju uvjerenje da ne sadrži GM sastojake, da žurno preispitaju svoje procedure.

Prema rezultatima Marka Partridgea i Denisa Murphyja, istraživača-biotehnologa s University of Glamorgan u Pontypriddu (Wales), genetički modificirana soja bila je pronađena u 10 od 20 ispitivanih uzoraka organske hrane i zdrave hrane. Osam od deset uzoraka bilo je označeno ili kao organska hrana koja prema pravilima Soil Association ukazuje na odsutnost GM sastojaka, ili je izričito bilo naznačeno da se radi o "GM free" hrani.

Studija koja je potvrdila prethodne rezultate, a provela ju je nacionalna Agencija za standardizaciju hrane u Velikoj Britaniji i Irskoj, upućuje na zaključak da hrana u širokom rasponu vrlo vjerojatno sadrži tragove genetički modificiranog materijala.

Soja je vrlo popularan dodatak i u organskoj i u neorganskoj hrani. Više od 60 % priprava hrane u tipičnom "supermarketu" sadrže ekstrakte soje, uključujući vegetarijanske kobasice i sojine kosane odreske. Sojino brašno i neobrađena soja u zrnu također su popularni u prodavaonicama organske i zdrave hrane. Također i organsko meso dolazi od životinja hranjenih organskim biljkama, pa uzgajivači za hranu uzimaju organsku soju.

Rezultati ispitivanja hrane ponuđene na tržištu mogu oštetiti vjerodostojnost organskih proizvoda. Stoga je određeno da 0,1 % bude gornja granica udjela GM materijala u organskoj hrani budući da je tehnički teško izmjeriti kontaminaciju hrane ispod te razine.

Međutim, rezultati Murphyja i suradnika otkrivaju da barem jedan proizvod označen od Soil Organization kao organsko sojino brašno sadrži nešto više od dopuštenih 0,1 % genetički modificirane soje. Drugi su proizvodi, kao na primjer vegetarijanske kobasice, sadržavali više od 0,7 % GM sastojaka. Zaključeno je da se na tom području treba više učiniti, a Murphy je izrazio bojazan da će u budućnosti biti sve teže sačuvati prehrambene proizvode bez GM dodataka.

Gotovo sva soja proizvedena u SAD-u i Argentini, u dva najveće svjetske proizvođača soje genetički je modificirana. Treći najveći svjetski proizvođač soje, Brazil u rujnu prošle godine ozakonio je proizvodnju GM soje. U mnogim zemljama biljke koje nisu modificirane miješaju se s modificiranim proizvodima poslije berbe. A sojino sjeme označeno kao sjeme koje nije modificirano sadrži 1 – 2 % modificiranog sjemena. Smatra se da će u skoroj budućnosti situacija biti još gora.

U Soil Organization smatraju da se problem preuveličava i, premda se slažu da su nalazi pretrage hrane začuđujući, smatraju da još uvijek postoje ogromne površine na kojima se uzgaja prirodna, genetički nemodificirana soja.

(Izvor: Nature, science update)