

Rizici uporabe nanočestica*

Priredila: Tatjana HARAMINA

Nedvojbeno je da postoji opasnost vezana uz nanomaterijale. No kako se od nje zaštititi? Širenje pogleda i područja istraživanja ključno je u stjecanju potrebnih znanja o zaštiti od niza opasnosti.

Posljednjih godina raste broj istraživanja, izvještaja i članaka o mogućim opasnostima primjene nanomaterijala. Pri tome se obično misli na diskretne čestice tipičnog promjera između 0,1 i 100 nm. Sve češće pisanje nije prisutno samo zbog sve većih rizika ili pojave brojnih nano-sprava na tržištu već je to i posljedica širenja svijesti o mogućim problemima novoga doba. Pri tome su najveći problem dispergirane, odnosno izolirane čestice, a ne one integrirane u proizvodima.

Svojstva i rizici

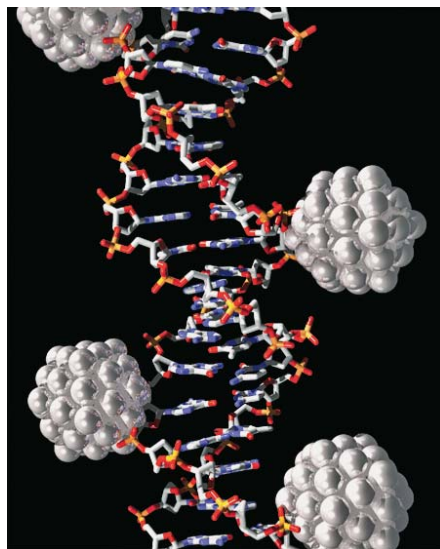
Zbog raznolikosti i u svojstvima i u mogućim rizicima u slučaju nanomaterijala poopćavanje, odnosno normizacija okvira za rješavanje ovakvih problema nije moguća. Znanost se susreće s previše varijabla pri pokušajima predviđanja načina na koji će nanočestice reagirati sa živim organizmima, stoga je potrebno prepoznati kritična područja i razviti jasnu strategiju kako dalje.

Posjedujući jedinstvena kemijska, električna, optička i fizikalna svojstva, kao i moguće kancerogene efekte, otrove i alergene, ovi materijali su *Jekyll i Hyde* u znanosti o materijalima. Ono što je potpuno jasno jest, njihovo ponašanje ovisi o mnogo većem broju parametara nego što je to kod makroskopskih materijala.

Nemoguće je nabrojiti sve primjere, pogotovo jer se toliko istražuje na tom području pa informacije brzo zastarijevaju. Ipak, jedan važan primjer je veza između reaktivnosti i veličine. Nanočestice od poznatih, na makroskali inertnih materijala, postaju vrlo aktivne. Nanočestice zlata izvrsni su katalizatori (kemijski aktivni), a čestice srebra djeluju antimikrobiološki (bioaktivni – neizbježno reagiraju sa živim organizmima). Očito je da se reaktivnost ne može predvidjeti na osnovi poznavanja svojstava masivnog materijala (slika 1).

Drugi primjer je veza između veličine i faze. Titanov dioksid javlja se u više faza. Rutil je stabilna faza, dok ja anataz metastabilna faza, no ako je riječ o česticama ispod 20 nm, situacija je obrnuta. Ta dva minerala ponašaju se potpuno različito kada su izložena svjetlu. Nanočestice rutila koriste se za proizvode za zaštitu od sunca, dok se nanočestice anataza rabe za samočišćenje (e. *self-cleaning*) prozore. Oba se proizvoda bez očitih rizika primjenjuju diljem svijeta,

no promjena faze u bilo kojem slučaju ne bi dovela samo do pogoršanja uporabnih svojstava proizvoda već bi mogla imati i štetne posljedice za supstrat – što je u slučaju kreme za sunčanje već i dokazano. Jasno je da je prije razvoja i komercijalizacije proizvoda nužno detaljno razumijevanje na koji način svojstva ovise o fizikalnoj strukturi.



SLIKA 1 - Bioaktivnost koloidnih nanočestica srebra (na slici Ag_{55} i DNK) nije predvidljiva na osnovi njegovih makroskopskih svojstava (Objavljeno uz dopuštenje izdavača.)

Okoliš

Stabilnost čestica od velike je važnosti i zbog utjecaja na okoliš. Najveći broj istraživanja o rizičnosti bavi se njihovim utjecajem na okoliš. Često se, međutim, zaboravlja na utjecaj okoliša na nanočestice. Promjene u okolišu (tlak, temperatura, vlaga ili elektrostatički naboj) mogu promijeniti stabilnost i svojstva nanomaterijala, pa samim time i način na koji reagiraju s okolišem. Neizbježna posljedica je otežana dinamička kontrola svojstava i nemogućnost predviđanja opasnosti.

Istraživanja ne smiju pratiti samo promjene faza i oblika nego i znatno suptilnije probleme poput konformacijskih nestabilnosti nečistoća. Sasvim je moguća situacija da nečistoće, stabilne u materijalu, pri promjeni temperature difundiraju na površinu i promijene joj reaktivnost ili uzrokuju desorpciju stabilizatora. Sličan bi efekt mogla imati i promjena pH-vrijednosti. Nanomaterijali imaju velik omjer površine i volumena pa je stoga stabilnost površine od kritične važnosti.

Nedavno proučavanje koloidnih čestica srebra neočekivano je pokazalo da se izlaganjem elektromagnetnom zračenju njihov oblik trajno mijenja. Ako se ne može predvidjeti kako će materijal poznat stoljećima

reagirati sa svjetlom, kako bi se moglo predvidjeti kako će neki drugi materijali reagirati s benignim medijem poput vode. Samo uz pomoć vrlo specifičnoga, kvantitativnog znanja, a manje na osnovi pretpostavki o reakcijama na određene podražaje, mogu se stvoriti prikladna spremišta koja bi štitila nanomaterijale od okoliša i okoliš (i nas) od nanomaterijala. Ovo područje mora biti istraženo teorijski i računalnim simulacijama te eksperimentalno provjereno.

Priprema zakonske regulacije

Norme zaštite na radu propisuju svu potrebnu dokumentaciju za rad s kemikalijama i biološki opasnim tvarima, no za nanomaterijale i nakon 20 godina istraživanja još nema dokumentacije. Razlog je tomu što bi, unatoč intenzivnom istraživanju i znanstvenim publikacijama, veći dio tablica u dokumentaciji ostao neispunjen. Djelomično je to posljedica ograničenog broja prikladnih istraživanja, ne zato što se znanost bavi pogrešnim istraživanjima, već zato što je fokusirana na znanstveno zanimljive i industrijski orijentirane probleme, na štetu socijalnih i za okoliš važnih svojstava. Samo zato što neki materijal nije biološki aktivan pri uporabi, ne znači da ne treba istražiti njegovu reakciju s biološkim sustavima, jednako kao što se provjerava štetnost kemikalija za žive organizme premda nisu namijenjene za lijekove. Istraživanja se koncentriraju na funkcijske materijale, a ne na one koji nastaju kao nusprodukti. Oni možda nisu tako glamurozni, ali su svakako rašireniji i često opasniji za okoliš.

Što činiti?

Radna skupina za sigurnost okoliša i zdravlje (e. *The Environmental Health and Safety working group*) Nacionalne inicijative za nanotehniku (e. *National Nanotechnology Initiative*) nedavno je podnijela zahtjev za izradu baze podataka putem Američkoga energetskog odjela za iskoristivost energije i obnovljivu energiju (e. *US Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy*). Cilj je sakupiti informacije za svaki tip nanomaterijala, uključujući i to je li on dobiven s namjerom, tip istraživanja i je li ono uključivalo mjerenje potencijalnih opasnosti te u kojim su člancima objavljeni rezultati.

Jedan od savjeta znanstvenika je i da svaki članak mora sadržavati odlomak s opisanom potencijalnim opasnostima vezano uz nestabilnost opisanog nanomaterijala, skladištenje i rukovanje njime. Znanstvenici su svjesni da ne mogu čekati da netko za njih preuzme izradu takvih baza, nego da su upravo oni ti koji trebaju opisati rizike iz svojih istraživanja

* Barnard, A. S.: Nanohazards: Knowledge is our first defence, *Nature Materials*, 5(2006)4, 245-248.