



PRIOPĆENJE ZA MEDIJE:

Petra Buljević Zdjelarević, Ured za odnose s javnošću

Institut Ruđer Bošković

T. +385 (1) 457-1269, (99) 267-95-14

E: info@irb.hr

www.irb.hr

Zagreb, 2. srpnja 2014.

Optimizacijom kemijskih reakcija u čvrstom stanju do održive industrije i čistijeg okoliša

Prestizni časopis *Angewandte Chemie* objavio novu metodu kemičara s Ruđera

Kemijska sinteza je tradicionalno vezana uz reakcije u otopinama, gdje kemijska promjena i pročišćavanje produkta izrazito ovise o otapanju. Procjenjuje se da gotovo 80% materijala korištenog u farmaceutskoj industriji otpada na otapala, te da njihovo korištenje i pročišćavanje troši gotovo 60% uložene energije. Mehanokemijske metode omogućavaju istraživanje kemijskih reakcija bez upotrebe skupih i opasnih otapala te smanjuju negativni utjecaj na okoliš i ljudsko zdravlje.

Znanstvenici Instituta Ruđer Bošković (IRB) razvili su jednostavnu i dostupnu laboratorijsku metodu za neposredno praćenje mehanokemijskih procesa korištenjem Ramanove spektroskopije, a rezultati su objavljeni u prestižnom kemijskom časopisu *Angewandte Chemie International Edition* (IF 13,73). Nova metoda po prvi puta omogućava praćenje tijekom mehanokemijske reakcije na molekularnoj razini te praćenje tekućih aditiva u reakcijskoj smjesi, što će unaprijediti razumijevanje kemijskih procesa ključnih za farmaceutsku, kemijsku i metaluršku industriju. Nova je metoda jednostavna te primjenjiva u svakom sintetskom laboratoriju.

Otapala koja se tradicionalno koriste u industriji predstavljaju ozbiljnu opasnost za ljudsko zdravlje i okoliš, a odgovorno upravljanje otapalima predstavlja znatan trošak za potrošače. Unaprjeđivanjem znanja o tijeku mehanokemijskih reakcija doprinosimo tomu da kroz nekih 20-tak godina u znanosti i industriji balans, koji za sada ide u korist reakcija s otapalima, prevagne na stranu reakcija u čvrstom stanju. Stoga je svaki novi rezultat istraživanja koji optimizira mehanokemijske reakcije izvrsna vijest za okoliš, industriju i potrošače!

Rezultati istraživanja objavljeni su u članku 'Laboratory real-time and in situ monitoring of mechanochemical milling reactions using Raman spectroscopy' koji su izradili znanstvenici IRB-a dr. sc. Davor Gracin, dr. sc. Vjekoslav Štrukil, dr. sc. Ivan Halasz i dr. sc. Krunoslav Užarević te dr. sc. Tomislav Friščić sa Sveučilišta McGill u Kanadi.

EU potiče razvoj novih, ekoloških metoda kemijske sinteze

Sve veća potreba za novim materijalima odražava se na povećanju obujma kemijske industrije, što kad su u pitanju tradicionalne kemijske reakcije, posljedično dovodi do povećanja nusproizvoda takvih reakcija, čime se vrši pritisak na okoliš kroz potrošnju energije i velike količine otpada koje je potrebno reciklirati i zbrinjavati.

U sklopu naputaka Europske unije o uštedi energije i smanjivanju otpada, potiče se razvoj novih, okolišno prihvatljivijih metoda kemijske sinteze. Metoda sinteze koja se u posljednja dva desetljeća nametnula kao alternativa otopinskoj sintezi je mehanokemijska sinteza gdje se reakcije vrše primjenom mehaničke energije na najčešće krute tvari te bez uporabe otapala ili uz tek katalitičke količine otapala.

Optimizacijom do uštede energije i zaštite okoliša

Iako je mehanokemija naizgled jednostavna, neposredna analiza tijekom takvih reakcija je zbog načina njihova provođenja izrazito teško provediva pa se i o mehanizmima mehanokemijskih reakcija vrlo malo zna. "Naime, u mehanokemiji se često se koristi metoda visokofrekventnog mljevenja koja se odvija u zatvorenim i neprozirnim posudicama koje su napravljene najčešće od čelika. Nedostatak te metode je da se tijekom reakcije ne može pratiti bez zaustavljanja i otvaranja samih posudica čime se ne dobiva realan uvid u tijek reakcije." – objašnjava dr. Štrukil.

Razumijevanje i optimizacija većine mehanokemijskih sinteza stoga se i danas oslanja na metodu pokušaja i pogreške. Za praćenje tijeka reakcije, što je preduvjet za njeno mehanističko razumijevanje, reakcijska smjesa analizirala se nakon zaustavljanja mljevenja i naknadne analize smjese. Takav pristup izrazito utječe na samu reakciju te omogućava samo ograničene zaključke o reakcijskim mehanizmima. Međutim, početkom prošle godine je skupina autora, predvođena Tomislavom Friščićem (Sveučilište McGill, Montreal, Kanada) i Ivanom Halaszom (IRB, Zagreb) razvila metodu za neposredno praćenje mehanokemijskih reakcija korištenjem sinhrotronskog rentgenskog zračenja. Ovo otkriće, objavljeno u prestižnom časopisu *Nature Chemistry* privuklo je veliku pažnju znanstvene i industrijske javnosti, a isti autori su kasnije objavili daljnje rezultate u prestižnim časopisima *Nature Protocols*, *Angewandte Chemie International Edition* i *Faraday Discussions*.

Jednostavnija, efikasnija i lako dostupna metoda

Za ovu spomenutu analizu neophodan je pristup sinhrotronskom zračenju koje omogućava praćenje kristalnih faza tijekom sinteze. Međutim, ova metoda nije bila pogodna za praćenje amorfnosti ili tekuće faze u reakcijskoj smjesi. "Kolega Friščić i ja smo tada difrakcijom ustanovili da značajan udio reakcijske smjese može biti u amorfnom stanju te stoga 'nevidljiv' za difrakciju. Međutim, ostalo je otvoreno pitanje zašto i kojim mehanizmom tekući aditivi ubrzavaju i usmjeravaju mehanokemijske reakcije." – napominje dr. Halasz.

"Mi smo sad razvili metodu praćenja reakcija uz pomoć Ramanova spektroskopije, koja je komplementarna difrakciji jer Ramanov signal ne ovisi o kristalnosti reakcijske smjese te se prati od kristalnih, amorfnosti i tekuće faze." – istaknuo je dr. Užarević

Za razvoj nove metode, dizajnirane su prozirne reakcijske posude koje su izrađene u radionici Zavoda za laserska istraživanja IRB-a. Posude su izrađene od stakloplastike kako bi mogle propustiti lasersku zraku potrebnu za dobivanje Ramanovog signala uzorka.

Istovremenim praćenjem Ramanovog i difrakcijskog signala ostvaruje se još dublji uvid u mehanokemijsku reaktivnost, nego što ove dvije tehnike to omogućavaju zasebno.

Nova metoda je jednostavna i dostupna, između ostalog, zbog razvoja malih prenosivih Ramanovih spektrometara. "Naime - objašnjava dr. Gracin - Razvoj poluvodičkih lasera i drugih optičkih komponenti je omogućio izradu prenosivog Ramanovog spektroskopa pa se volumen opreme sa jedinice sobe sveo na putnu torbu, a i cijena opreme se znatno smanjila. Sam prenosivi Ramanov spektrometar se kontinuirano usavršava, a primjena je sve šira. U ovom slučaju je ovakav spektrometar iskorišten za analizu kemijskih reakcija u specifičnim uvjetima uz niz mogućnosti za simultanu primjenu više tehnika." – zaključuje Gracin.

Da je riječ o 'vrućoj' temi u kemiji potvrđuje i činjenica da je u posljednjih godinu dana ovo treći rad znanstvenika IRB-a objavljen u *Angewandte Chemie International Edition* koji se bavi istraživanjem mehanokemijskih reakcija.

KORISNE POVEZNICE:

<http://www.irb.hr/Novosti/Ruderovac-otkrio-novu-metodu-za-istrazivanje-kemijskih-reakcija>

<http://www.irb.hr/Novosti/Prestizan-svjetski-casopis-Angewandte-Chemie-objavio-rad-Ruderovaca>

<http://www.irb.hr/Izdvojeno/Ruderu-odobreno-preko-700-tisuca-kuna-za-inovativne-i-komercijalne-projekte>

KONTAKTI SUGOVORNIKA NA TEMU:

Dr. sc. Ivan Halasz

E: Ivan.Halasz@irb.hr; T: +385 1 456 1184

Dr. sc. Krunoslav Užarević

E: Krunoslav.Uzarevic@irb.hr; T: +385 1 457 1217