

# zaštita okoliša

Uređuje: Vjeročka Vojvodić

## Zelena proizvodnja u farmaceutskoj industriji i smanjenja troškova

Farmaceutska industrija sve više se usmjerava prema zelenoj proizvodnji s ciljem zauzdavanja daljnjeg porasta troškova.

Suočena s pojavom isteka mnogih patenata lijekova koji su donosili velike prihode kao i s izostankom novih koji bi ih zamijenili, mnoge tvrtke unutar farmaceutske industrije traže načine za smanjenje troškova. U okviru programa temeljnih aktivnosti važnost zelene kemije porasla je u mnogim tvrtkama.

Voditelj zelene kemije u Pfizeru Peter Dunn izjavio je da se u ovom razdoblju jasno osjeća znatno veći pritisak vezan uz troškove, a posebno one vezane uz otkrivanje i razvoj novih lijekova, koji su neprekidno u porastu. Također je rekao da zelena kemija nudi značajne prednosti i smanjenje troškova, pa je stoga dio za rješavanje problema.

Uštede temeljene na učinkovitim sintezama bez primjene egzotičnih reagensa, smanjenju potrebne energije i zamjeni organskih otapala vodom značajne su, čak i na laboratorijskoj razini, a u industrijskoj proizvodnji moguće su uštede milijuna dolara.

U tom usmjeravanju prema zelenoj kemiji Pfizer nije sam. Tako je već 2005. nekoliko proizvođača zajedno s American Chemical Society's Green Chemistry Institute (GCI) osnovalo GCI Farmaceutski okrugli stol (Pharmaceutical Roundtable) za propagiranje uključivanja zelene kemije i zelenog inženjerstva u industriju. Devet poduzeća, uključujući i Pfizer, Johnson&Johnson, AstraZeneca i GlaxoSmithKline (GSK) postali su članovi okruglog stola.

Stezanje remena u GSK i Pfizeru dovelo je do porasta interesa za zelenu kemiju. Posebno se to odnosi na GSK u kojem se nakon imenovanja Anrewa Wittyja, kao CEO-a (engl. krat.: Chief executive officer) u središtu pažnje našla proizvodnja i zelena kemija te se prema Davidu Constableu, odgovornom za promoviranje održivih postupaka u istraživanjima i razvoju, kao rezultat osjeća velik polet. Također je rekao da je prihvaćanje zelene kemije financijski korisno te da je samo predrasuda da je ta orijentacija skuplja.

Članice okruglog stola GCI Farmaceutskog uvidjele su da program zelene kemije podupiru najviše razine uprava njihovih tvrtki te da je taj prioritet sve važniji. Zbog percepcije da je zelena kemija skuplja neki smatraju da te prioritete treba napustiti. David Constable smatra da odustajanje od zelene kemije ne bi osiguralo dugoročno preživljavanje.

Ključno gledište programa zelene kemije je minimaliziranje ili eliminacija štetnih ili rizičnih kemikalija. Na vrhu liste prioriteta nalaze se otapala. U poduzećima su napravljene tablice s nepoželjnim otapalima uz sugestije prikladnih zamjena. Tim su programom uklonjeno gotovo dvije trećine količine diklormetana koje su upotrebljavane u proizvodnji u tri najvažnija proizvodna pogona Pfizer, dok je diizopropil-eter uklonjen u cijelosti. Slične tablice s alternativama proširene su i za obične kemijske reakcije kao što je oksidacija alkohola u aldehide.

Richard Henderson is GSK-a istaknuo je da je važno uzeti u obzir zelenu opciju putem procesa razvoja lijekova i poticati ljude da

razmišljaju o najboljim procesima, tako da do trenutka proizvodnje već sve bude pripremljeno.

Istraživači su već u nekoliko navrata postigli uspjeh, pa je 2006. kemičar iz Pfizer, dobio nagradu za zelenu kemiju AstraZeneca za poboljšanje procesa proizvodnje pregabalina, lijeka protiv neuropatskih bolova proizvedenog u SAD-u 2005. Zelenim postupkom tvrtka je 2007. u prodaji zaradila 1,8 milijardi USD. U originalnoj sintezi streokemija se kontrolirala pomoću kiralnosti, ali je u završnom stupnju umjesto toga upotrijebljen enzim te je u zadnja tri stupnja sinteza modificirana i uspješno izvedena u vodi. Ta uspješna primjena enzima potakla je druge kemičare na slične pokušaje.

U farmaceutskoj industriji također se započelo s analizama zelenih kemikalija iz drugih izvora, kupljenih od vanjskih dobavljača, što predstavlja značajni iskorak jer se povećanjem upotrebe kemikalija iz vanjskih izvora mogu dodatno smanjiti troškovi proizvodnje. Sudionici sastanka farmaceutskog okruglog stola GCI-a 2007. dogovorili su da uključivanje sirovina iz vanjskih zaliha u kalkulaciju ukupne masovne produktivnosti (broj kilograma materijala potrebnog za kilogram konačnog proizvoda) posluži kao mjera za usporedbu uspješnosti različitih proizvođača. Henderson je na sastanku istaknuo da ih taj dogovor prisiljava da od dobavljača zahtijevaju najbolja rješenja, ali da visoka konkurentnost ostaje.

(Izvor: James Mitchell Crow, Chemistry World od 9. srpnja 2008.)

## Obećavajuće alge

Dok interes za etanol dobiven iz kukuruza blijedi, dotle za tekuće gorivo dobiveno iz alternativnog izvora, alga, ubrzano raste. U listopadu 2008. Carbon Trust iz Velike Britanije uložio je novih 30 milijuna GBP u različite inicijative vezane uz dobivanje biogorivo iz alga. Započeli su s ponudom većom od 500 000 GBP za financiranje svih 12 predloženih istraživačkih pravaca investirajući u fundamentalna istraživanja i razvoj (eng. krat.: B&D) u tom području. Organizatori se nadaju da će uspješnost dokazati na početku druge faze istraživanja kad će se na industrijskoj razini započeti proizvoditi gorivo iz alga.

Privlačnost alga kao sirovine za proizvodnju transportnog goriva u principu je jasna. Alge su jednostanični fotosintetički organizmi koji kao i biljke koriste sunčevu energiju za pretvorbu CO<sub>2</sub> i vode u ugljikohidrate kao što su šećeri i škrob. Ti se sastojci mogu ekstrahirati i preraditi u ugljikovodično gorivo. Alge se kao i biljke za prehranu i drvna biomasa mogu uzgajati kao izvor energije umanjujući zabrinutost za nestašicu goriva.

Ključna je povoljnost alga u tome da mogu rasti na vrlo različitim mjestima kao što su polja s otpadom ili pustinje tako dugo dok u blizini imaju osiguranu vodu i bogat izvor ugljičnog dioksida. Sasvim je suprotno s prehranbenim kulturama koje se danas rabe za proizvodnju biogoriva jer za rast trebaju dragocjeno zemljište koje se može iskoristiti puno bolje za druge kulture nužne za prehranu ljudi. I dodatno, prema Udruženju za ugljik (Carbon Trust), alge također mogu proizvesti 6–10 puta više energije po hektaru od konvencionalnih goriva proizvedenih iz kukuruza i drugih poljoprivrednih kultura.

Udruženje za ugljik nije jedina organizacija zainteresirana potencijalom alga. Strah od nestašice goriva potaknuo je Agenciju SAD-a za moderna istraživanja (eng. krat.: DARPA) na stvaranje fondova dostupnih istraživačkim projektima usmjerenim na zamjenu goriva za vojne zrakoplove na bazi nafte s biološkom alternativom koja se može uzgajati unutar teritorija SAD-a.

Avionska industrija posebno treba izvore goriva visoke gustoće, s više energije po kilogramu od baterija ili gorivih ćelija koje mogu zamijeniti tekuće gorivo u automobilima. Prema procjenama proizvođača aviona Boeing, bazen za uzgoj alga veličine države Maryland (3,4 milijuna hektara) mogao bi opskrbiti gorivom sve trenutne potrebe svjetske avijacije (oko 85 milijuna galona).

Kad su ta istraživanja prekinuta 1996., administracija Billa Clintona tvrdila je da su problemi s algama u prošlom stoljeću bili u tome što je njihova primjena za proizvodnju biodizela preskupa. Prema konačnom izvještaju programa Aquatic Species tehnologija bi bila isplativa samo u slučaju da je cijena barela nafte već prije 10 (20 USD po barelu) godina porasla dvostruko.

Član udruge Carbon Trust Ben Graziano izjavio je da pravi izazov danas predstavlja pronalaženje odgovora na još mnogo fundamentalnih tehnoloških pitanja koja se trebaju riješiti, uključujući i pitanja mjesta za rast alga, odabiru vrste alga, povećanja produktivnosti i kao osmišljavanje najisplativijih bazena za kulture alga.

Kemija pretvorbe naftnih proizvoda alga u gorivo nije problematična. Glavni menadžer Nacionalnog laboratorija za obnovljivu energiju SAD-a i voditelj jednog projekta s algama Al Darzins rekao je da je visoka efikasnost kemijskih procesa pretvorbe pomogla povećanju interesa za biogoriva. Nafta ekstrahirana iz alga pretvara se u biodizel na vrlo sličan način kao i iz soje ili uljne repice: trigliceridi se tretiraju s lužinama i nakon toga metanolom te nastaju masni kiseli ester biodizela te glicerol kao nusproizvod. Alternativno, masti se mogu zasititi s vodikom i istjerati kisik te formirati benzinu slične alkene. Darzins je dodao da procesi pretvorbe od nafte do goriva iz alga idu sjajno, a izazov leži u rastu i prinosu te ekstrakciji nafte.

Stephen Skill, koji radi u Plymouth Marine Laboratory u Velikoj Britaniji na problematici alga izjavio je da je dizajniranje bazena ili bioreaktora za rast alga ključno pitanje za povećanje produktivnosti. Rast alga u fotobioreaktoru, industrijski ekvivalent epruveta, nudi zaštitu alga i omogućava punu kontrolu okoliša. Međutim, izgradnja fotobioreaktora je skupa i on nije osobito prikladan za masivniju proizvodnju jeftine nafte. Umjesto toga, Carbon Trust zainteresiran je za uzgoj u otvorenim bazenima dubokim

oko 30 cm koji osigurava jeftiniju metodu za proizvodnju alga. Dok postoji niz inženjerskih pitanja koja se moraju riješiti za osiguravanje jednostavnih metoda uzgoja alga i ekstrakcije nafte, posebno umijeće pri kultivaciji alga predstavlja povećanje produktivnosti uz održavanje osjetljive kulture čvrstom i stabilnom.

Pronalazak najpovoljnije vrste alga između više od 30 000 poznatih vrsta također nije jednostavan zadatak. To neće biti jedan magični soj, nego će vjerojatno za svaku lokaciju trebati različite vrste kako bi se osigurala konzistentna količina proizvedene nafte tijekom cijele godine, usprkos fluktuaciji temperature i svjetla. Budući da se svaka pojedinačna alga razvija na specifičnim lokacijama, najprikladnija vrsta najvjerojatnije će se pronaći u blizini predloženih mjesta.

U zamisao proizvodnje goriva iz alga naftni divovi kao što su Shell i Chevron Philips kao i manje tvrtke investirali su znatna sredstva. Tako je na primjer Shell putem suradnje s havajskom tvrtkom HR Biopetroleum na otoku Kona razvio na lokaciji od dva i pol hektara bazene s morskom vodom kako bi pokazao komercijalnu i tehničku održivost uporabe morske vode za rast alga za proizvodnju biogoriva.

Mnoge druge tvrtke također se nalaze na početku proizvodnje biogoriva iz alga i dok mnogi tvrde da proizvode naftu, još uvijek ne proizvode "niti za jedan zub" ukupnih potreba. Također, u američkom Sapphire Energy rade na proizvodnji, na industrijskoj razini, zelene sirovine, odnosno zamjenskog čistog sintetičkog fosilnog goriva. Tvrtka još ne govori o svojoj tehnologiji, ali tvrdi da za njihovu proizvodnju ne trebaju zemljište, biljke, gnojivo ni prekomjernu količinu vode. U američkoj GreenFuel Technologies uzimaju fotobioreaktore za rast alga i nedavno su objavili da ulaze u drugu fazu svog projekta zajedno sa španjolskom tvrtkom Aurantia, kako bi pokazali da se industrijska emisija CO<sub>2</sub> može ekonomično reciklirati pomoću alga. Izraelska tvrtka Seambiotic također je naglasila ideju smanjenja utjecaja generatora na ugljen koristeći emisijske plinove iz dimnjaka bogate s CO<sub>2</sub> kao hranu za alge i daljnju proizvodnju biogoriva. Međutim, premda su početni rezultati ohrabrujući, u otvorenim bazenima ne veže se sav CO<sub>2</sub> iz elektrane te još uvijek istražuju načine za poboljšane sustava vezanja CO<sub>2</sub>.

Graziano je istaknuo da sa još uvijek nalaze u početnoj fazi utrke te da će možda prijeći prve metre staze duge 100 metara. U ovom trenutku nužno je dobiti tu tehnologiju koja će na ovoj stepenici dokazati koncept.

(Izvor: Matt Wilkinson, Chemistry World od 18. studenog 2008.)