

Privedila: Maja RUJNIĆ-SOKELE



# Primjena nanotehnike u hrani - budućnost koja je već počela

## Uvod

Prije pet godina malo se znalo o nanotehnici izvan znanstvenih krugova, a danas se o njoj piše ne samo u znanstvenim već i popularnim člancima. Entuzijizam znanstvenika potpomognut je istraživanjima i novčanim potporama vlada i industrije. Istodobno se pojavila i zabrinutost zbog utjecaja nanotehnike na zdravlje čovjeka i okoliš. Prethodna industrijska revolucija rezultirala je i mnogobrojnim spoznajama o različitim utjecajima ubrzanoga tehničkog razvoja na društvo. Usprkos tomu, sprječavanje bolesti i ozljeda tijekom industrijske proizvodnje i danas je izazov. Relativno nova tehnička postignuća kao što su nuklearna energija (povodno zeleni izvor energije) i genetički modificirani organizmi dovela su do pojačane sumnje društva u sposobnosti industrije i vlada da jamče sigurnost ljudi i okoliša.<sup>1</sup>

Nanočesticama se smatraju čestice veličine manje od 100 nm. Zbog malih dimenzija nanočestice imaju drukčija fizička svojstva od većih čestica iste tvari. Male su površine, što posljedično rezultira s više prostora za međudjelovanje s drugim česticama. Čestice iste tvari u nanoveličini su reaktivnije i toksičnije od istovrsnih čestica normalne veličine, pa čestice koje su stabilne u makropodručju (kao što je npr. aluminij) mogu postati reaktivne ili eksplozivne u nanopodručju te utjecati na zdravlje čovjeka.<sup>2,3</sup> U nanopodručju neprozirni materijali mogu postati prozirni, kemijski inertni materijali mogu postati aktivni, a električni izolatori vodljiviji, ili obrnuto.<sup>4</sup>

Nanotehnika se smatra vrlo važnom tehnikom budućnosti iako njezina primjena nije nova. S motrištva polimerstva nanotehnika je prisutna već odavno, otkada se upotrebljavaju nanočestice čađe u gumenim pneumaticima. Već desetcima godina nanočestice su prisutne u medicinskim proizvodima ili lakovima, iako ne pod tim imenom. Nanotehnika se danas ciljano primjenjuje u mnogim područjima svakodnevnog života kao što su kozmetika, hrana ili drugi proizvodi široke potrošnje, pri čemu ta činjenica potrošaču uglavnom nije poznata budući da postojeća zakonska regulativa ne obavezuje proizvođače da navedu informacije o eventualnoj primjeni nanočestica na deklaraciji svojih proizvoda.<sup>2</sup>

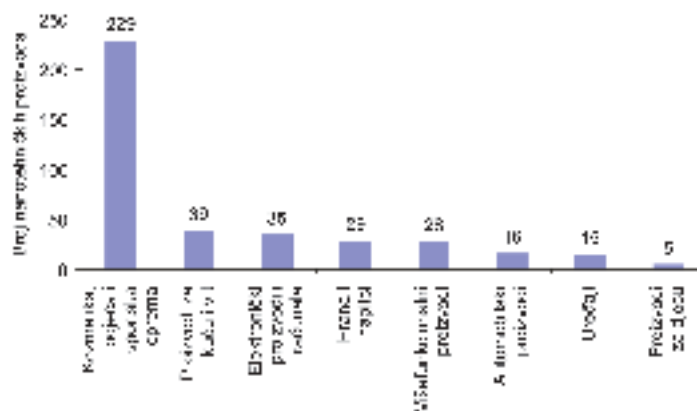
Nanomaterijali su već uobičajeni u raznim proizvodima. Nalaze se u ambalaži, tekstilu, kućanskim uređajima, lakovima i bojama, proizvodima za čišćenje te sredstvima za laštenje. Zahvaljujući nanočesticama, na crjepove se više ne primaju prljavština, ptičji izmet ili alge, a na prozorskim se staklima kapljice kiše odvajaju od podloge poput prekrasnih perla.<sup>5</sup> Nanočestice kao što su titanov dioksid i cinkov oksid široko su rasprostranjene u ultraljubičastim (UV) filtrima u kremama za sunčanje budući da su vrlo djelotvorne u zaštiti kože od UV zraka. Počinju se primjenjivati i fulereni (velike molekule načinjene isključivo od ugljikovih atoma, koje imaju oblik praznog kaveza<sup>6</sup>) u kozmetičkim proizvodima radi zaštite, prijenosa i pojačavanja djelovanja aktivne tvari.<sup>2</sup> Svjetski poznati proizvođač perilica rublja, za impregniranje protiv bakterija i zadaha preporučuje uporabu srebrnih nanočestica. Priznaje da se, zahvaljujući otpadnim vodama,

te čestice mogu naći u okolišu, no ne daje odgovor na pitanje kako to utječe na okoliš i prirodu.<sup>5</sup> A sve to je tek vidljivi vrh ledene sante nanotehničkih proizvoda.

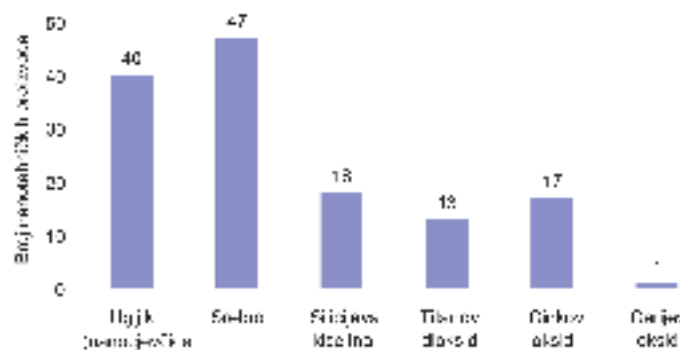
## Liste nanotehničkih proizvoda

Woodrow Wilson International Center for Scholars od 2005. prati i dopunjava listu nanotehničkih proizvoda široke potrošnje na tržištu, a popis se sastoji samo od proizvoda za koje su proizvođači naveli da sadržavaju nanočestice u bilo kojem obliku. U studenom 2006. lista je sadržavala 356 proizvoda (slika 1), a proizvodi su svrstani u nekoliko skupina, pri čemu je najbrojnija kategorija koja obuhvaća kozmetiku, odjeću i sportsku opremu.<sup>7</sup>

Proizvođači obuhvaćeni popisom naveli su na deklaracijama svojih proizvoda upotrijebljene nanomaterijale, a najvažniji su navedeni na slici 2.



SLIKA 1. Broj nanotehničkih proizvoda prema vrstama<sup>7</sup>



SLIKA 2. Broj nanotehničkih proizvoda prema primijenjenom nanomaterijalu<sup>7</sup>

Industrija, znanstvena javnost i potrošači vjeruju kako će primjena nanomaterijala dovesti do poboljšanja svojstava proizvoda. Postavlja se, međutim, pitanje nose li novi nanoproizvodi sa sobom i neke nove, još nepoznate rizike za zdravlje ljudi i okoliš.<sup>2</sup>

### Nanotehnika u prehrambenoj industriji

U posljednje vrijeme nanotehnika sve više prodire u prehrambenu industriju, a moguće ju je primijeniti u proizvodnji i konzerviranju hrane, za poboljšanje okusa i boje hrane, za povećanje sigurnosti te u proizvodnji pametne ambalaže za prehrambene proizvode.<sup>8</sup>

Industrija ambalaže zainteresirana je za primjenu nanočestica koje služe kao punila u plastičnome materijalu ili kao prevlake polimernih površina (filmova, folija i spremnika). Nanočestice u ambalaži sprječavaju ulazak plinova ili izlazak vlage, poboljšavaju toplinska i mehanička svojstva i štite hranu od utjecaja UV zraka. U budućnosti, nanotehnika će se koristiti za razvoj ambalažnih materijala za prehrambene proizvode koji će npr. upućivati je li došlo do prekida lanca hlađenja ili je li prijedjen datum uporabe.<sup>2</sup>

Predviđa se da će tržište nanotehničkih prehrambenih proizvoda, koje je 2003. godine vrijedilo 2,6 milijardi USD, 2010. skočiti na 20,4 milijarde USD.<sup>9</sup> Više od 400 poduzeća u svijetu danas je aktivno u istraživanju, razvoju i proizvodnji na tom području. No dok se oko milijardu USD na godinu troši na istraživanja, na studije o sigurnosti nanotehničkih proizvoda potrošilo se samo 11 milijuna USD.<sup>10</sup> Vodeća zemlja je SAD, a slijede je Japan i Kina. Predviđa se da će do 2010. Azija, s 50 % svjetskog stanovništva, biti vodeće tržište na području primjene nanotehnike u prehrambenoj industriji, s Kinom na čelu.<sup>8</sup>

Nanočestice u prehrambenoj industriji najčešće su u obliku pomoćnih sredstava i dodataka. Silicijska kiselina i ostale tvari koje sadržavaju silicij rabe se u proizvodnji kečapa kao ugušćivala da bi se spriječilo sljepljivanje kristala natrijeva klorida i tvari u obliku praška te omogućilo lakše istjecanje iz ambalaže. U obliku nanočestica također se primjenjuju silicijev dioksid, koloidno srebro, kalcij i magnezij.<sup>2</sup> Tvrtna BASF proizvodi karotenoide, pigmente topive u mastima koji daju narančastu boju, a prirodno se nalaze u mrkvama i rajčicama, u nanoveličini. Neke vrste karotenoida su antioksidanti i mogu se pretvoriti u vitamin A u tijelu. BASF prodaje sintetske nanokarotenoide velikim proizvođačima hrane i pića za primjenu u limunadama, voćnim sokovima i margarinima (slika 3). Njihova nanoveličina omogućuje bržu apsorpciju u tijelu te produljuje vijek trajanja na policama.<sup>11</sup>



SLIKA 3. Narančasta boja soka možda je posljedica primjene nanočestica

Titanov dioksid još se od 1966. primjenjuje kao dodatak u prehrambenim proizvodima.  $\text{TiO}_2$  u mikročesticama bijele je boje i dodaje se šećernim preljevima na kolačima i keksima. U nanoveličini,  $\text{TiO}_2$  je promijenio neka svojstva - kemijski je reaktivniji, nije više bijele boje, već je proziran, no i dalje blokira UV zračenje pa se danas primjenjuje za izradbu prozirnih plastičnih filmova za pakiranje hrane gdje je nužna UV zaštita. Budući da je već prihvaćen kao dodatak za hranu, njegova nanoveličina ne zahtijeva dodatna ispitivanja o toksičnosti. Postavlja se, međutim, pitanje može li se ograničenje količine po težini od 1 % (koje je postavljeno 1966.) primijeniti i na današnju primjenu u nanoskali budući da sitne čestice mogu izazvati velike posljedice.<sup>11</sup> Istraživanja njemačke biologinje Kersten Hund-Rinke iz *Fraunhofer instituta za molekularnu biologiju i primijenjenu ekologiju* pokazala su da bi moglo biti teškoća ugraditi se u neki materijal čestice titanova dioksida manje od 100 nm, što označava granicu veličine nanočestica. Za razliku od svog ponašanja na mikrorazini, čestice te tvari usitnjene na veličinu nanočestica mogle bi biti otrovne. Zašto postaju otrovnima, nije još potpuno jasno.<sup>5</sup>

U čovječje tijelo nanohrana može dospjeti i putem tzv. nanospremnik. To su prijenosne molekule veličine od 10 do 100 nm, a većinom se sastoje od molekula masti.<sup>12</sup> Prehrambena industrija razvija funkcionalnu hranu u koju su u nanokapsulama ugrađeni vitamini, omega 3 masne kiseline i fitosteroli koji se otpuštaju u organizam.<sup>2</sup> Prijenos tvari putem nanospremnik povisuje njihovu topivost i biološku raspoloživost, dovodi ih do željenih mjesta u tijelu i štiti ih tijekom preradbe i pohrane. Tako postoje proizvodi koji svoje nanoelemente otpuštaju upravo u organu u kojem trebaju djelovati.<sup>12</sup>

Tvrtna *George Weston Food* iz Australije prodaje vrstu kruha *Tip Top-Up* (slika 4) koji

sadržava mikrokapsule tunina ribljeg ulja s visokim sadržajem omega 3 masnih kiselina. Kruh nema okus po ribi budući da se omega 3 masne kiseline otpuštaju tek u želucu.<sup>11</sup> Ista tehnika primjenjuje se u jogurtima i dječjoj hrani. U Izraelu je na tržištu repičino ulje koje dodani inhibitor kolesterola otpušta iz nanospremnik u crijevima.<sup>12</sup> *Nanovozilo* koje prenosi aktivne sastojke u i kroz tijelo, a otapa se u ulju ili vodi bez utjecaja na aktivni sastojak, patentirala je tvrtka *Nutralease*.<sup>11</sup>



SLIKA 4. Kruh s ribljim uljem koji ne miriše na ribu<sup>13</sup>

Nanočestice se u hranu mogu dopremiti i usitnjavanjem sastojaka. Njemačka tvrtka *Neosino nanotechnologies AG* na tržište je uvela paletu dodataka hrani za sportaše (slika 5), pri čemu se dodatci kao što su magnezij i kalcij samljeveni do veličina nanočestica, čime se omogućuje brže otpuštanje tih sastojaka u tijelo, a time i postizanje boljih sportskih rezultata.<sup>12</sup>



SLIKA 5. *Neosino* dodatci prehrani s nanočesticama<sup>14</sup>

Antioksidantski sustav za esencijalna ulja tvrtke *Aquanova, Novasol CT*, napravljen je da bi pomogao unijeti antioksidante u hranu i pića.<sup>15</sup> Proizvod tvrtke je micela (agregat molekularno otopljenog emulgatora) tvari topivih u lipidima ili vodi, a osnovna prednost je što daje izvrsnu prozirnost otopine. Micela je postojana s obzirom na pH i temperaturu, a veličine je oko 30 nm. U primjenama gdje mikroemulzije i liposomi ne pokazuju najbolje učinke, micela je rješenje u području funkcionalne hrane, kozmetike,

farmaceutskih proizvoda i biotehničkih proizvoda (npr. za pripremu hranjivih otopina za stanične i bakterijske kulture). Micela je 100 % topiva u vodi, a pokazala se optimalnim prijenosnikom hidrofobnih tvari za bržu i bržu intestinalnu i kožnu resorpciju i penetraciju aktivnih sastojaka.<sup>16</sup>

Kako bi se procijenili rizici primjene nano-proizvoda, važno je znati jesu li primijenjeni nanomaterijali vezani u matrici ili se nalaze u nevezanom obliku. Posebno slobodne nanočestice, nanocjevčice i nanovlakna, mogu biti opasne za zdravlje zbog svoje male veličine, oblika, visoke pokretljivosti i visoke reaktivnosti.<sup>2</sup> Laboratorijske studije na životinjama pokazale su da nanočestice mogu proći kroz stanice i tkivo, kretati se kroz tijelo i mozak i uzrokovati biokemijska oštećenja.<sup>4</sup> Osnovni je problem u njihovoj pokretljivosti, budući da se lagano kreću iz jednog dijela tijela u drugi, a lagano prodiru u stanicu zbog svoje male veličine.<sup>17</sup>

Nevezane nanočestice do ljudskog organizma mogu stići na tri načina: kroz respiratorni trakt, kroz kožu i kroz gastrointestinalni trakt. Znanstvenici vjeruju da najveći rizik predstavlja udisanje nanočestica. Najnovije spoznaje uglavnom odbacuju mogućnost ulaska nanočestica kroz zdravu kožu, a još nisu poznati rizici ulaska nanočestica kroz gastrointestinalni trakt.<sup>2</sup>

## Zaključak

Uspjesi na području dekodiranja i analize biljne DNK omogućuju industriji da predvidi, kontrolira i poboljša poljoprivrednu proizvodnju. Tehnika manipuliranja molekulama i atomima hrane u budućnosti će omogućiti pouzdanije i preciznije osmišljavanje prehrambenog proizvoda, uz niže troškove.<sup>8</sup> Sposobnost čovjeka da manipulira čestica-

ma najmanjih veličina sve će se više poboljšavati, što će sasvim sigurno dovesti do sve savršenijih materijala i uređaja napravljenih u nanopodručju. To će otvoriti nove mogućnosti tehnikama koje mogu promijeniti i poboljšati ljudske živote i svijet u kojem živimo. No te će prednosti neizbježno dovesti do novih rizika koji se moraju znati prepoznati i držati pod kontrolom.<sup>1</sup>

Najveća bojazan industrije je da će nanotehniku snaći ista sudbina kao genetičko inženjerstvo, koje je brzo prihvaćeno, no naišlo je na snažno protivljenje, posebno u Europi, u slučajevima primjene na žitaricama, ribi i domaćim životinjama.<sup>18</sup> Usprkos ranom stadiju tehničkog prihvaćanja, debata o nanotehnicima i rizicima njezine primjene već se razbuktava. Zakonodavna tijela, mediji i društvo aktivniji su u brizi zbog mogućih rizika, što je posljedica dugogodišnjeg praćenja sukoba oko genetički modificirane hrane. Osim toga, već je poznata toksičnost nekih drugih vrlo sitnih čestica, a svima je u sjećanju i jedan od prvih velikih zdravstvenih skandala - azbest.

Postoji li stvarna potreba za primjenom nanotehnike u hrani? Na to nije jednostavno odgovoriti. O nanotehnicima i njezinoj primjeni, ne samo u prehrambenoj industriji, odlučivat će oni koji je financiraju. Pitanje je samo tko će snositi eventualne negativne posljedice. Je li svrha nanotehničkih proizvoda u promociji tvrtke koja ih proizvodi i treba li društvo uopće takve proizvode? Sa stajališta potencijalnih korisnika nanotehničkih dodataka hrani (najvjerojatnije bez znanja o tome da se isti u hrani nalaze), najvažniji je odgovor na sljedeća pitanja: je li primjena nanočestica u hrani opasna za zdravlje i kako možemo znati sadržava li ih proizvod koji smo kupili? Na ta pitanja za sada još nema odgovora.

## LITERATURA

1. Maynard, A. D.: *Nanotechnology: The Next Big Thing, or Much Ado about Nothing?*, *Annals of Occupational Hygiene*, 51(2007)1, 1-12.
2. N. N.: *Frequently asked questions on nanotechnology*, [www.bfr.bund.de/cd/8568](http://www.bfr.bund.de/cd/8568), 15. 11. 2006.
3. N. N.: *Sweating the Small Stuff; Nanotechnology Needs Research and Regulation*, [www.foodandwaterwatch.org](http://www.foodandwaterwatch.org), 10. 2. 2007.
4. Weiss, R.: *FDA Asked to Better Regulate Nanotechnology*, [www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/05/16/AR2006051601537.html](http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/05/16/AR2006051601537.html), 17. 5. 2006.
5. Čatić, I.: *Da se ne pojavi novi slučaj azbest*, *Vjesnik*, 17. 6. 2006.
6. [nanoatlas.ifs.hr/hrv/fullerene.html](http://nanoatlas.ifs.hr/hrv/fullerene.html), 10.2.2007.
7. N. N.: *A Nanotechnology Consumer Product Inventory*, [www.nanotechproject.org/consumer/analysis.html](http://www.nanotechproject.org/consumer/analysis.html), 10. 2. 2007.
8. N. N.: *Strong Increase in Nanofood and Molecular Food Markets in 2005 Worldwide*, [www.azonano.com/news.asp?newsID=1517](http://www.azonano.com/news.asp?newsID=1517), 10. 2. 2007.
9. N. N.: *Nanotechnology in Food and Food Processing Industry Worldwide*, [www.hkc22.com/nanofood.html](http://www.hkc22.com/nanofood.html), 10. 2. 2007.
10. Kage, B.: *Nanotech ingredients may expose food industry workers to unknown health risks*, [www.newstarget.com/z021058.html](http://www.newstarget.com/z021058.html), 13. 11. 2006.
11. N. N.: *Down on the Farm: The Impact of Nano-Scale Technologies on Food and Agriculture*, ETC Group, 2004.
12. Busch, M.: *Nano hält Einzug in Nahrungsmitteln*, [www.sciencz.de/magazin/art6941.html](http://www.sciencz.de/magazin/art6941.html), 10. 2. 2007.
13. [www.tiptop.com.au](http://www.tiptop.com.au)
14. [www.medienimpuls.de](http://www.medienimpuls.de)
15. Fletcher, A.: *Food body urges caution in brave new nanotech world*, [www.nutraingredients-usa.com/news/ng.asp?n=65858-nanotechnology-starch-food](http://www.nutraingredients-usa.com/news/ng.asp?n=65858-nanotechnology-starch-food), 16. 2. 2006.
16. [www.aquanova.de](http://www.aquanova.de)
17. N. N.: *Nanotechnologies; Tiny particles promise much, but could pose big risk*, [www.nrdc.org/health/science/nano.asp](http://www.nrdc.org/health/science/nano.asp), 10. 2. 2007.
18. N. N.: *Engineering Food at Level of Molecules*, [www.nytimes.com/2006/10/10/10nano.html](http://www.nytimes.com/2006/10/10/10nano.html), 10. 10. 2006.

## SAJAMSKE PRIREDBE

Priredila: Gordana BARIĆ

2007.

9. 3. - 1. 4. **M-PLAS - 3<sup>rd</sup> International Plastics and Rubber Trade Fair for Malaysia**, Kuala Lumpur, Malazija  
**Obavijesti:** See Lay Eng, Project Manager, Messe Düsseldorf Asia Pte Ltd., Temasek Boulevards, #23-03 Suntec Tower Two, Singapore 038989, Malazija Tel.: +65 63 329 624, Faks: +65 63 374 633, E-mail: [mplas@mda.com.sg](mailto:mplas@mda.com.sg), [www.mplas.com](http://www.mplas.com)
17. - 20. 4. **FORMA TOOL – 9<sup>th</sup> International Fair for Tools**, Toolmaking and Toolmaking Machines, Celje, Slovenija  
**Obavijesti:** Boris Štuhec, Celjski sejem d.d., Dečkova cesta 1, SI-3000 Celje, Slovenija, Tel.: +386 3 54 33 233, Faks: +386 3 54 19 164, E-mail: [info@ce-sejem.si](mailto:info@ce-sejem.si), [www.ce-sejem.si](http://www.ce-sejem.si)
17. - 20. 4. **PLAGKEM – 7<sup>th</sup> International Fair for Plastics**, Rubber and Chemistry, Celje, Slovenija  
**Obavijesti:** Romana Kralj, Celjski sejem d.d., Dečkova cesta 1, SI-3000 Celje, Slovenija, Tel.: +386 3 54 33 183, Faks: +386 3 54 19 164, E-mail: [info@ce-sejem.si](mailto:info@ce-sejem.si), [www.ce-sejem.si](http://www.ce-sejem.si)