

Anita Grozdanov
 Sts Cyril and Methodius University,
 Faculty of Technology and Metallurgy, Skopje,
 R. Macedonia

Personal experience regarding nanoosis / Osobno iskustvo o nanoozi

ISSN 0351-1871

UDK 54:66:614

Preliminary communication / Prethodno priopćenje

Received / Priljeno: 20. 12. 2008.

Accepted / Prihvaćeno: 12. 2. 2009.

Abstract

Nanoscience and nanotechnology, including nanomaterials, have been included over the last decade into the most dynamic and very substantially funded research fields. As in any other field, apart from the advantages, it is only realistic to expect difficulties as well. From the aspect of the technological approach, apart from the functionality and economic justification, it is necessary to take into consideration also the social criteria of assessment. These are primarily the influence on the health of people who work in this field, as well as the protection of the environment and the nature. The work witnesses through a personal experience about the influence of nanoparticles on health and describes a case of nanoosis. This has been used as the base for giving recommendations for working with nanoparticles.

KEY WORDS:

nanoosis
 nanoparticles
 nanoresearch
 recommendation for protection of health

KLJUČNE RIJEČI:

nanočestice
 nanoistraživanja
 nanooza
 preporuke za zaštitu zdravlja

Sažetak

Nanoznanosti i nanotehnika, uključivo nanomaterijale, u posljednjem se desetljeću ubrajaju u najdinamičnija i veoma izdašno financirana istraživačka područja. Kao i u svakom području, uz dobre strane, realno je očekivati i teškoće. S motrišta tehnološkog pristupa, osim funkcionalnosti i gospodarske opravdanosti valja uzeti u obzir i društvene kriterije prosudbe. To je ponajprije utjecaj na zdravlje ljudi koji rade na tom području te zaštita okoliša i prirode. U radu se osobnim primjerom svjedoči o utjecaju nanočestica na zdravlje i opisan je slučaj nanooze. Na temelju toga navedene su preporuke za rad s nanočesticama.

Introduction

Over the last decades one of the most popular research activities has been related to the research of nanomaterials and nanotechnology. Great research results have been achieved in many areas of nanoscience and these have been transferred into numerous practical examples of applications in industry, biotechnology, medicine, etc. Nanomaterials have been studied in many products such as

composites, sensors and chemical catalysts, medical and electronic devices. However, their unique nanosize and characteristics have resulted in greater awareness and care for the influence of nanoparticles on the human health and the environmental systems.¹⁻⁵ According to the author's estimate, in the year 2005 the US government spent some 40 million USD on research regarding risks from nanotechnology.⁴ Special properties that make nanomaterials dominant are also those that may be potentially hazardous for people and the environment. Inhaled or otherwise instilled, the ultra fine particles (of aerodynamic diameter < 100 nm) can induce pulmonary inflammation, oxidative stress and distal organ involvement due to their harmful influence. Similarly, exposure to mineral dust particles (coal or silicates) or asbestos fibres induce oxidative injury, inflammation, fibrosis, cytotoxicity and mediator release from lung target cells. The same effect is valid for the experimental instillation of titan dioxide (TiO₂) and carbon black.^{2,3}

Klaine et al. have completed the critical review of the behaviour, fate and effects of nanomaterials in the environment.⁶ Based on their analysis, they have concluded that methods for the selection of the test medium have to be developed and standardized (both soil/sediment and water) for testing of the influence of the mentioned particles that will certainly require developing and refining of the instrumentation.

Based on the available literature it may be concluded that there is not enough knowledge about the influence of single matters in the form of nanoparticles. According to Xia et al.⁷ nanoparticles could indirectly cause damage of the membrane cells by generating reactive oxygen groups (ROS). The ROS effect increases the membrane permeability and fluidity, making the cells more susceptible to osmotic stress or hindering the nutrient uptake⁷. They compared the cellular effects of various types of nanoparticles such as TiO₂, carbon black (very old form of nanoparticles), fullerenes and polystyrene nanoparticles. Their research methodology was based on the study of the differences in cellular uptake, subcell localization and engagement of biological pathways leading to ROS production. They have demonstrated that ROS generation and oxidative stress could be used as the paradigm to assess the nanoparticle toxicity. What made me study the mentioned literature was the moment when the Editorial Board of the Journal POLIMERI gave me incentive to describe my personal experience in an incident I experienced with nanoparticles.

My personal experience with nanoosis

In 2007 I worked on the preparation and characterization of polymer nanocomposites with carbon nanotubes designed for the production of nanosensors⁹. The characterisation protocol included several testing techniques such as thermogravimetric analysis (TGA), differential scanning calorimetry (DSC), scanning electron microscopy (SEM), wide angle X-ray diffraction (WAX), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Raman spectroscopy (RAMAN).

An incident occurred while conducting the test about which the interested public has to be informed. While preparing the set quantity

required for testing using the TGA technique, I suddenly exhaled and puffed the carbon nanotubes (CNT). The sample pan remained empty. One part of CNT was on the desk, and the rest seemed to have disappeared. I had a strange feeling of itching and quizzing in my nose. I tried to clean my nose using wet handkerchiefs and the soft paper was full of black powder traces. I had no special problem with breathing, but I had a feeling that something was in my nose. I tried to clean my nose using medicine (nose drops), but without success; I still had the feeling that something was in my nose. This feeling remained present even 30 days later, so I went to a hospital. In consultation with the doctor my nose was scanned by X-rays and some of the CNT was found inside the mucous membrane of the nose. At first the X-ray specialist, who encountered such a case for the first time, was not sure what was on the X-rays. After discussion, it was concluded that CNT was definitively absorbed by the mucous membrane. Subjective assessment, after that I took medicine for cleaning and rinsing of the mucous membrane and after a week the strange feeling disappeared. The control X-ray scan confirmed that there was no CNT in the nose mucous membrane any more.

A more detailed study of the influence of nanoparticles on the human health is required

The purpose of this short description of the case of nanoosis is to give incentive to additional research of the possible influence of CNT and other nanoparticles on human health. In this case it was the absorption of CNT by the mucous membrane, and the problem was solved relatively quickly and successfully. However, what remains to be studied is the influence of inhaling and dermal exposure to ultra-fine particles and CNT. This requires, therefore, adequate protocols for testing and treatment in case of incidents.

Acknowledgement

The described experience resulted from the work on the project No. 05-2196/1 (2006/09). The author would like to express her gratitude for the financial support provided by the Ministry of Education and Science of the Republic of Macedonia.

Uvod

Istraživanje nanomaterijala i nanotehnike posljednjih je desetljeća jedno od najpopularnijih. Dobri istraživački rezultati postignuti su u mnogim područjima nanoznanosti (*nano science*) i pretvoreni u brojne praktične primjere primjene za potrebe industrije, biotehnike, medicine itd. Nanomaterijali su ispitivani u mnogim proizvodima kao što su kompoziti, senzori i kemijski katalizatori, medicinski i elektronički aparati. Međutim, zbog njihove jedinstvene nanoveličine i karakteristika povećana je zabrinutost zbog utjecaja nanočestica na ljudsko zdravlje i ekološke sustave.¹⁻⁵ Prema autoričinoj procjeni, 2005. godine američka je vlada utrošila oko 40 milijuna dolara u istraživanja rizika od nanotehnike.⁴ Posebna svojstva koja čine nanomaterijale dominantnima su ona koja su potencijalno opasna za ljude i okoliš. Udahnute ili drukčije u organizam unesene ultrafine čestice (aerodinamičnog promjera < 100 nm) mogu izazvati upalu pluća, oksidacijski stres uz uključivanje ostalih organa u pogledu štetnog djelovanja. Jednako tako, izlaganje česticama mineralne prašine (ugljen ili silikati) ili azbestna vlakna uzrokuju oksidacijsku povredu, upalu, fibrozu, citotoksičnost i oslobađanje medijatora iz pogođenih stanica pluća. Isti učinak vrijedi za eksperimentalno unošenje titanova dioksida (TiO₂) i čađe.^{2,3}

Klaine i suradnici dovršili su kritičko razmatranje ponašanja, sudbine i učinaka nanomaterijala u okolišu.⁶ Na temelju svoje analize zaključili su da se moraju razviti i normirati metode za izbor ispitnog medija (i zemlja/sediment i voda) za provedbu ispitivanja utjecaja

navedenih čestica, koje će, naravno, zahtijevati razvoj i poboljšanje instrumenata.

Na temelju dostupne literature može se zaključiti kako se o utjecaju pojedinih tvari u obliku nanočestica premalo zna. Prema mišljenju Xia i suradnika⁷, nanočestice bi mogle posredno uzrokovati oštećenje staničnih membrana stvaranjem reakcijskih skupina kisika (ROS). ROS učinak povećava membransku propusnost i tecljivost, fluidnost, čineći stanice osjetljivijima na osmotski stres ili sprječava unošenje nutrijenata (hranjivih tvari).⁷ Usporedili su celiularne učinke raznih tipova nanočestica kao što su TiO₂, čađa (vrlo stari oblik nanočestica), fulereni i polistirenske nanočestice. Njihova se metoda istraživanja temeljila na ispitivanju razlika u staničnom preuzimanju, lokalizaciji podstanica i angažiranju bioloških putova koji vode proizvodnji ROS-a. Dokazali su da bi se stvaranje ROS-a i oksidacijski stres mogli koristiti kao paradigma za procjenu toksičnosti nanočestica. Na pregled navedene literature odlučila sam se u trenutku kada me *Uredništvo* časopisa *POLIMERI* potaknulo da opišem vlastiti incident s nanočesticama.

Moje osobno iskustvo s nanoozom^a

Tijekom 2007. radila sam na pripremi i karakterizaciji polimernih nanokompozita s ugljikovim nanocjevčicama koji su namijenjeni izradi nanosenzora.⁹ Karakterizacijski protokol obuhvaćao je nekoliko metoda ispitivanja kao što su termogravimetrijska analiza (TGA), diferencijalna pretražna kalorimetrija (e. *differential scanning calorimetry*, DSC), pretražna elektronska mikroskopija (e. *scanning electron microscopy*, SEM), širokokutna rendgenska difrakcija (e. *wide angle x-ray diffraction*, WAX), infracrvena spektroskopija s Fourierovim transformacijama signala (e. *Fourier transform infrared spectroscopy*, FTIR) i ramanska spektroskopija (e. *Raman spectroscopy*, RAMAN).

Tijekom ispitivanja zbio se događaj s kojim treba upoznati zainteresiranu javnost. Pripremajući propisanu količinu potrebnu pri ispitivanjima metodom TGA, odjedanput sam izdahnula i otpuhнула ugljikove nanocjevčice (CNT). Posudica s nanocjevčicama bila je prazna. Dio CNT-a bio je na stolu, a ostatak je nestao. Osjetila sam čudan svrab i bockanje u nosu. Pokušala sam obrisati nos vlažnim rupčićima i meki je papir bio pun tragova crnog praha. Nisam imala nikakvih posebnih problema s disanjem, ali imala sam osjećaj da mi je nešto u nosu. Pokušala sam očistiti nos s pomoću lijekova (kapljicama), ali nije koristilo, ostao je osjećaj da mi je nešto u nosu. Taj mi je osjećaj ostao i nakon 30 dana pa sam otišla u bolnicu. Prema dogovoru s liječnikom snimili su nos rendgenski i pronašli još malo CNT-a u mukoznoj membrani nosa. U prvom trenutku rendgenolog koji se prvi put susreo s takvim slučajem nije bio siguran što je to na rendgenskim snimkama. Nakon razgovora zaključeno je da je mukozna membrana sigurno apsorbirala CNT. Subjektivna ocjena, nakon toga sam uzimala lijekove za čišćenje i ispiranje mukozne membrane i nakon tjedan dana čudan je osjećaj nestao. Kontrolno rendgensko snimanje potvrdilo je da u nosnoj mukoznoj membrani CNT-a više nema.

Treba produbljeno proučavati utjecaj nanočestica na zdravlje čovjeka

Svrha je kratkog opisa ovog slučaja nanooze potaknuti dopunsko proučavanje mogućeg utjecaja CNT-a i ostalih nanočestica na ljudsko zdravlje. U ovom slučaju radilo se o apsorpciji CNT-a u mukoznu membranu, a problem je relativno brzo i uspješno riješen. Ostaje, međutim, ustanoviti utjecaj udisanja i dermalnog izlaganja ultrafinim česticama i CNT-u. Nužni su i odgovarajući protokoli za ispitivanje i liječenje u slučaju incidenta.

Zahvala

Autorica se zahvaljuje Ministarstvu obrazovanja i znanosti Republike Makedonije na novčanoj potpori projektu br. 05-2196/1 (2006/09).

^aNaziv nanooza za bolesti uzrokovane djelovanjem nanočestica uveo je I. Čatić.⁸

LITERATURE / LITERATURA

1. Čatić, I.: *Nanotehnika – poveznica dviju čovjekovih tehnika (Nanotechnology connect two human technologies)*, Zavod za molekularnu medicinu Instituta R. Bošković, 17. 1. 2002.
2. Nel, A., Xia, T., Madler, L., Li, N.: *Toxic potential of materials at the nanolevel*, Science, (2006)311, 622-627.
3. *Nanoscience and nanotechnologies: Opportunities and uncertainties*, Royal Society, London 2004, www.nanotec.org.uk/finalReport.htm.
4. Gewin, V.: *Nanotech's big issue*, Nature, (2006)443, 137.
5. Oberdorster, G., Oberdorster, E., Oberdorster, J.: *Nanotoxicology: An emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles*, Environmental Health Perspectives, 113(2005)7, 923-939.
6. Klaine, S. J., Alvarez, P. J. J., Batley, G. E., Fernandes, T. F., Handy, R. D., Lyon, D. Y., Mahendra, S., McLaughlin, M. J., Lead, J. R.: *Nanomaterials in the environment: behaviour, fate, bioavailability, and effects*, Environmental Toxicology and Chemistry, 27(2008)9, 1825-1851.
7. Xia, T., Kovochich, M., Brant, J., Hotze, M., Sempf, J., Oberley, T., Sioutas, C., Yeh, J. I., Wiesner, M. R., Nel, A. E.: *Comparison of the abilities of ambient and manufactured nanoparticles to induce cellular toxicity according to an oxidative stress paradigm*, Nano Letters, 6(2006)8, 1794-1807.
8. Čatić, I.: "Breaking news" ili prekidnica?, Vjesnik, June 10th, 2008.
9. National project No. 05-2196/1 (2006/09).

CONTACT / DOPISIVANJE

Dr. Anita Grozdanov
 Sts Cyril and Methodius University
 Faculty of Technology and Metallurgy
 Rugjer Boskovic 16, 1000 Skopje, R. Macedonia
 Phone / Tel.: +389-2-364-588/164
 Fax / Faks: +389-2-365-389
 E-mail / E-pošta: anita@tmf.ukim.edu.mk

Vijesti

Priredile: Gordana BARIĆ i Ana PILIPOVIĆ

Priznanja DPG-a

Zbog zapaženog doprinosa uspjehu savjetovanja Budućnost polimerstva u Hrvatskoj Upravni odbor DPG-a dodijelio je pisano priznanje Tekstilno-tehnološkom fakultetu, prof. dr. sc. Draženu Vikić-Topiću, državnom tajniku za znanost (MZOŠ), i mr. sc. Aniti Tarbuk (Tekstilno-tehnološki fakultet).

Proizvodnja opreme za preradbu plastike u Europi

Prema podacima EUROMAP-a (udruženje proizvođača opreme za preradbu plastike u koje su uključene tvrtke iz Austrije, Francuske, Italije, Njemačke, Španjolske, Švicarske, Turske i Velike Britanije), 2007. je zaključena kao iznimno uspješna godina sa sljedećim pokazateljima:

EUROMAP Economy Survey,
 listopad 2008., www.euromap.org

	Broj tvrtki	Zaposleni	Proizvodnja (u mil. €)	Izvoz (u mil. €)
Strojevi	649	54 788	10 891	8 409
Kalupi i alati	2 691	32 855	4 329	2 297
Dodatna oprema	302	9 994	1 600	1 080
Oprema za tisak na folije i filmove	41	2 165	528	455
Ukupno	3 683	99 802	17 348	12 241

Kapljevito drvo – moguća plastika budućnosti

Plastika je bila velika inovacija 20. stoljeća, a njemački znanstvenici vjeruju u novu inovaciju za 21. stoljeće – kapljevito drvo koje bi uskoro moglo zamijeniti plastiku u nekim područjima svakodnevnoga života. Iako se pokazala izrazito korisnom u suvremenom svijetu, plastika ima i neke nedostatke. Također, povišenjem cijene nafte i plina povisuje se i cijena plastike. Znanstvenici Fraunhoferova instituta za kemijske tehnologije (e. Fraunhofer Institute for Chemical Technology, ICT) u Pfinztalu, Njemačka, tvrde da se ti nedostatci mogu riješiti novim materijalom koji su nazvali kapljevito drvo, a koji pod komercijalnim imenom *Arboform* proizvodi tvrtka *Technaro*.

Arboform je mješavina drvene mase, lignina i mnogih drugih materijala koji zajedno daju čvrst, neutrovan materijal.

Što je, zapravo, kapljevito drvo? Drvo se razdvaja u tri glavne komponente: lignin, celulozu i polucelulozu. Lignin se miješa s finim vlaknima (drvo, konoplja i lan) i prirodnim dodatcima kao što je vosak. Od takve mješavine proizvodi se granulati koji se može injektirati u prešati. Završni proizvod površine je nalik na visoko polirano drvo ili matiranu plastiku koja se koristi u kućanstvu. Slika prikazuje jednu od mogućih primjena kapljevito drva te izgled granulata.



Prigodni proizvodi od kapljevito drva i nekoliko oblika granulata

Do sada se ova bioplastika koristila samo za automobilske dijelove, a sada se može koristiti i u kućanstvu, jer su u *Arboformu* velike količine sumpora koje razdvajaju lignin od vlakana smanjene za otprilike 90%. *Arboform* je moguće i reciklirati te ponovno iskoristiti, a da svojstva materijala ostanu nepromijenjena.

www.dw-world.de