

# Parem karta kui kahetseda

Kuniks me täpselt ei tea – ja praegu enamasti ei tea –, kui ohutud on sünteetilised nanoosakesed inimestele ja keskkonnale, tasub nende tootmisel ja kasutamisel olla pigem ettevaatlik, ütleb intervjuus Tarkade Klubile nanoosakeste võimalikke kahjulikke omadusi uuriv Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi juhtivteadur dr Anne Kahru.

TEKST: ARKO OLESK, FOTO: HELIN LOIK



**Mis on nanoosakeses võrreldes tavakujul ainega erilist, et me nende pärast eraldi muretsema peame?**

Kõik see, mida me ei näe ega hooma, tekitab kõhedust. Kui mingid materjalid, mida on sajandeid normaalsuuruses kasutatud, tehakse ühel hetkel nanosuuruses ja nad hakkavad teistmoodi käituma, siis see on ju midagi sellist, mida enne ei ole kogetud. Samuti on küllalt raske ennustada, millist bioloogilist toimet nad võivad omada, millisesse raku siseneda, kuidas lahustuvad, ühest organismist teise lähevad ... Nad on sellises suuruses, et võivad siseneda näiteks väga erinevatesse rakusisestesse süsteemidesse ja seega kahjulikeks osutada.

**Nanoosakesed on juba jõudnud kõiksugu tarbekaupadesse. Kust ja kellele tuleb peamine oht?**

Kõige suuremas ohus on inimesed, kes

nanomaterjale toodavad. Ettevaatlik peab ikka olema: risk on siis, kui aine ise on ohtlik ja elusolendid on sellele ainele eksponeeritud. Kui ekspositsiooni (kokkupuudet – toim.) pole, pole ka riski.

Mis puudutab aga keskkonda, siis juba on esimesi andmeid sellest, et aktiivmudas (biopuhastites olev bioloogiline komponent) on juba tekkinud hõbedaresistentseid baktereid, põhjuseks nanotekstiilides ja muudes tarbekaupades kasutatav nanohõbe. Teatava hulga pesukordade järel on hõbe hõbesokkidelt pesumasinasse ja sealt kanalisatsiooni pestud.

Või näiteks UV-faktoriga päikesekreemid, mis seni vast ongi kõige suurem nanoosakesi sisaldavate tarbekaupade rühm, kus UV-filtrina toimib nanomõõdus titaandioksiid, samuti tsinkoksiid. Ega see siis naha peale jää. Kui ujud, küll ta ühel hetkel vette satub või siis duši all käies kanalisatsiooni.

**Nad on sellises suurus, et võivad siseneda väga erinevatesse rakusisestesse süsteemidesse.**

**Nanoökotoksikoloogia, millega tegelete, on küllalt värskest sündinud teadusharu, esimesed seda sõna kasutavad artiklid pärinevad alles aastast 2006, kas pole?**

Praegu pannakse paljudele asjadele sõna nano juurde. Ökotoxikoloogia kui niisugune on juba suhteliselt vana teadusharu, nii 30 aastat. Ökotoxikoloogia tegeleb kõikvõimalike keskkonda potentsiaalselt



sattuvate mürkainete mõjudega keskkonnas elavatele organismidele.

Nanoökokotoksikoloogia puhul on uurimise all hiljaaegu tulnud uued nanomaterjalid, mis tuleb ju kõik ära hinnata, et inimesed, kes neid toodavad või tarvivad, teaksid, mida teha, kui ainet maha satub, kui toimub mingi õnnetus transpordil vms. Muidugi ka seda, kas see võib sattuda näiteks kalasse, mida inime- ne võib süüa.

Euroopa kemikaalipoliitika REACH (mis kohustab põhjalikult testima kõigi suures koguses toodetavate ainete ohutust – toim.) on praegu Euroopa keemiatööstusele raske ja kallid katsumus, kuna ka paljud traditsioonilised kemikaalid on tervise- ja keskkonnaohtlikkuse mõttes problemaatilised.

Nüüd tulevad veel korraka nanoosakesed, mida ei saagi päris traditsiooniliste süsteemidega testida.

### Ja uurimistöö on alles alanud?

Praegu ongi andmete kogumise faas. Kui minna mõnda teaduse andmebaasi, siis tuleb iga päev uusi ja uusi uurimistöid, palju on käivitatud suuri europrojekte.

### Kõigis nanotehnoloogia ohutust puudutavates tekstides kordub mantra, et me ei tea veel piisavalt, peame uurima, uurima, uurima. Mida me senikaua tegema peaksime, tootmine ja tarbimine käib ju edasi?

Senikaua tulebki tagada, et see inime- ne, kes tööstuses nanomaterjale toodab, teaks, et tegu on potentsiaalselt ohtlike ainetega ja et tal peavad olema kõik vajalikud kaitsevahendid.

### Milliste organismidega teie uurimistöö tegeleb?

Keskkonnauuringute puhul on mõistlik võtta iga toitumishaela lüli esindaja. Tööstuskemikaalide testimisel võetakse üks fotosünteesiv organism – meil on selleks ainurakne vetikas –, siis võetakse vetikat sööv organism, meie puhul vesikirp *Daphnia*, ja siis ka vesikirpe sööv kala. Meie laboris küll kaladega teste ei tehta.

Samas oleme meie nanotoksikoloogilisteks uuringuteks võtnud ka sellised organismid, kuhu nanoosake *a priori* sisse ei lähe, nt tugeva rakukesta tõttu. Näiteks bakterid ja pärmseened. Väga huvitavad nanotoksikoloogia mudelorganismid on osakestest toituvad algloomad, kelle geenijärjestus on ka teada. Kui aine on toksiline alamatele organismidele, siis on ta tavaliselt mürgine ka inimesele. Elu on küllalt ühtne.

Kui me vaatame seda, mis juhtub alglooma, bakteri või kalaga, ega siis inime- ne ikka niipalju erinev ka ei ole. Kui ikka jões kalad ujuvad kõht ülespidi, siis mina sinna ujuma ei läheks. Väga paljut saab projitseerida alamtelt organismidelt kõrgematele.

### Lisaks kohe mõjuvale mürgisusele teevad inimestele kindlasti muret ka organismi kogunevad ained, mille kahjulik mõju võib avalduda alles tükk aega hiljem. Kas ka seda uuritakse?

REACHi puhul kuulub 90 protsenti ressurse reproduktiivse toksilisuse testi- dele, st vaadeldakse mitut generatsiooni: ühed loomad kasvavad suureks, saavad järglased jne. Uuringute pikaajalisus teeb sellised testid väga kalliks.

Looduse kontekstis vaadatakse tihti nn biomarkereid. Nagu inimesel tehakse vereanalüüs, mis näitab, et tal on näiteks maks haige, kui teatava ensüümi näit on normist kõrgem. Analoogiliselt võib uurida nt kalade maksa ja ennustada kroonilisi mõjusid. Pikaajalisi efekte väga palju ka modelleeritakse.

### Väga palju räägitakse, et võimalike ohtude tõttu võib nanotehnoloogiat tabada sama saatus, mis geenmuundamist ehk halva nanoasi omandab automaatselt halva maine. Kuivõrd teie

### sellist ohtu näete?

Seda on GMOdega tõesti võrreldud, aga igal ajal on alati kaks otsa. Eks teadlased võivad ka vahel haipi ära kasutada: nii need, kes nanotehnoloogiaid kasutavad, kui need, kes selle ohtusid uurivad. Oluline on korrektne teaduslik põhjendus.

### Teie enda uurimisrühma mullu ilmunud ja palju tsiteeritud töö näitas, et nanosuuruses titaandioksiid ei olegi nii väga ohtlik, võrreldes tsink- ja vaskoksiidiga. Kas võime julgelt päikesekreemi peale määrada?

Mina saan ennekõike rääkida nanoosakeste keskkonnanähtudest, mida on uuritud umbes neli aastat. Teemat käsitlevate uurimuste maht on juba selline, et saab hakata järeldusi tegema. Kui ma hiljuti ühes ülevaateartiklis kogusin kokku seitset erinevat tüüpi sünteetilise nanoosakeste toksilisuse andmed veorganismidele, siis ei osutunud uurituist ükski ohutuks.

## Nanoosakeste ohutust käsitlevate uurimuste maht on juba selline, et saab hakata järeldusi tegema.

### Kuhu teie uurimistöö edasi viib?

Tahame hakata rohkem mehhanisme uurima. Kui me oleme välja selgitanud, millises kontsentratsioonis on ained toksilised, siis järgmine küsimus on, mispärast. Siis saab ka hakata aineid toksilisuse mehhanismi põhiselt profileerima: näiteks sellises suuruses sellist tüüpi nanoosakesed tekitavad oksüdatiivset stressi, teised jälle mõjuvad kahjulikult mõne muu omaduse tõttu. Kui saame katseklaasis selle ära näidata, on see suureks abiks.

Teisalt, kui tead mehhanismi, oskad seda rakendada ka positiivsetel eesmärkidel, näiteks on teatud tüüpi nanoosakestel näidatud ka antioksidantseid omadusi. Heaks näiteks on siin ka nanoosakeste antimikroobne toime, mis on juba kasutusel nt haavaravimaterjalide puhul.

### Nanotehnoloogia pooldajad toovad esile uusi ja suurepäraseid asju, mida me selle abil saavutada võime. Kas võimalikud riskid peaksid meie arendustöö peatama?

Ma olen ikkagi positiivne. Öeldakse, et nanotehnoloogia on peaaegu samasugune läbimurre nagu Internet.

Teisalt – tuues lihtsa näite – peaksid need inimesed, kes näiteks Hiinas neid süsiniknanotorukesi suurtes hulkades toodavad, kindlasti olema väga ettevaatlikud. Kuni ohutusosalast informatsiooni pole piisavalt, tuleks pigem karta kui kahtseda.