



pennestreek.nl / Tony Tati

Nanotechnologie wordt een van de belangrijkste domeinen van onderzoek, ontwikkeling en innovatie

## Kleine deeltjes, grote risico's?

Nanotechnologie is de techniek die werkt met piepkleine deeltjes in de grootte-orde van een miljardste van een meter. Onderzoekers beschouwen de nanotechnologie als de belangrijkste technologische ontwikkeling voor de komende decennia. De toepassing ervan in de voedingsindustrie kent voor- en tegenstanders.

tekst **Hilde De Geeter**

**N**ano staat voor klein, heel klein. Nanotechnologie is de techniek die werkt met piepkleine deeltjes in de grootte-orde van een miljardste van een meter. Deze grootte-orde is te vergelijken met de grootte van een knikker in vergelijking tot de omvang van onze aardbol. Het woord nano is afgeleid van het Griekse nanos, wat dwerg betekent. Nano is ook een prefix dat aan een eenheid wordt toegevoegd om een bepaalde verkleiningsfactor aan te geven (tabel 1). De nanometer (nm) is de schaal van atomen en moleculen. De nanowetenschap bestudeert processen en eigenschappen van materialen op atomaire, moleculaire en macromoleculaire schaal. De term nanotechnologie wordt gebruikt voor het ontwerpen, vervaardigen en toepassen van structuren, instrumenten en systemen op nanometerschaal. De grens om over nanotechnologie te spreken wordt meestal bij 100 nanometer gelegd. Boven deze grens spreekt men van micro-

technologie. Nanotechnologie is momenteel een van de belangrijkste domeinen van onderzoek, ontwikkeling en innovatie en kent toepassingen in diverse disciplines. Ook in de voedselproductie, alhoewel de aanwezigheid van nanodeeltjes in de voeding niet nieuw is.

### Emulsies, schuimen en gels

Veel voedingsmiddelen bevatten van nature nanodeeltjes en tijdens verschillende traditionele productiemethoden worden nanodeeltjes aangemaakt. Caseïnemicrosferen in melk zijn een voorbeeld van natuurlijke nanodeeltjes. In voedingsmiddelen zijn eiwitten, polysacchariden en vetten trouwens meestal als nanodeeltjes aanwezig. Door een ei te koken bijvoorbeeld verandert de structuur van het ei op nanoschaal. Het maken van emulsies, schuimen en gels steunt op de manipulatie van de nanostructuren. Op die manier passen veel producenten vandaag dus al onbewust de nanotechnologie toe. Deze technieken zijn in de loop van de eeuwen

ontwikkeld door te proberen of ze zijn ontdekt door toeval.

Nieuw is dat de eigenschappen op nanoschaal sinds het begin van de 21e eeuw doelgericht en opzettelijk worden gemanipuleerd. De ontwikkeling van nieuwe, precieze apparatuur, zoals de rastertunnelmicroscop, heeft het niet alleen mogelijk gemaakt om de structuur van voedingsmiddelen tot op nanoschaal te onderzoeken, maar ook om voortaan zelf specifieke nanostructuren te bouwen. Onderzoekers zien veel mogelijkheden in de nanotechnologie om een antwoord te bieden op actuele vragen met betrekking tot bijvoorbeeld duurzame productiemethoden, milieuverontreiniging en snellere en meer accurate diagnose- en behandelingstechnieken. Ook de verschillende nationale en internationale overheden geloven in de positieve mogelijkheden van nanotechnologie en dragen bij tot de financiering van het onderzoek in dit domein.

Critici waarschuwen voor een overhaaste toepassing van nanotechnologie. Nanodeeltjes hebben specifieke eigenschappen en de potentiële risico's voor de gezondheid zijn nog niet volledig bekend.

### Bijzondere eigenschappen

Materialen met nano-afmetingen hebben bijzondere eigenschappen die sterk verschillen van de eigenschappen van hetzelfde materiaal op macroschaal. Dit is te danken aan enerzijds hun relatief grote oppervlakte ten opzichte van hun inhoud en aan anderzijds het optreden van kwantumverschijnselen.

Naarmate een deeltje kleinere afmetingen aanneemt, bevinden zich verhoudingsgewijs meer atomen aan het oppervlak dan in de kern. In een deeltje van 30 nanometer bevindt 5 procent van de atomen zich aan de oppervlakte, bij 10 nanometer is dat 20 procent en bij 3 nanometer 50 procent. Chemische reacties gebeuren altijd aan het oppervlak van materialen. Nanodeeltjes zijn bijgevolg veel reactiever dan grotere deeltjes die bestaan uit hetzelfde materiaal. Deeltjes met nano-afmetingen gehoorzamen aan de wetten van de kwantummechanica, die helemaal anders zijn dan de wetten van de klassieke newtoniaanse mechanica. In de klassieke mechanica zijn de natuurkundige grootheden continue variabelen. In de kwantumtheorie variëren natuurkundige grootheden stapsgewijs (met één kwantum tegelijk) en niet continu.

Deze bijzondere eigenschappen maken het gebruik van nanodeeltjes in allerlei toepassingen aantrekkelijk, van de micro-



Hilde De Geeter,  
projectverantwoordelijke  
Nutrition  
Information Center

elektronica tot de geneeskunde, maar ook bij de productie van voedsel. De meeste doelbewuste toepassingen van nanotechnologie in voedingsmiddelen zijn nog in de fase van onderzoek. De introductie van een reeks toepassingen zal echter niet lang meer op zich laten wachten. Deskundigen voorspellen toepassingen in alle schakels van de voedselproductie, dus zowel in de primaire productie (land- en tuinbouw) als in de verwerking (levensmiddelenindustrie).

### Gezonder en veiliger

Het gebruik van nanotechnologie kan bijdragen tot gezondere en veiligere voedingsmiddelen en tot meer milieuvriendelijke productiemethoden. Agrochemicaliën, bijvoorbeeld meststoffen en pesticiden, kunnen in nanodeeltjes worden verpakt die hun inhoud alleen maar onder bepaalde voorwaarden vrijgeven, wat een efficiënter gebruik van deze stoffen mogelijk maakt.

Nanosensoren kunnen ziekten of ziekteverwekkers op landbouwgewassen detecteren. Diergeneesmiddelen verpakt in een slim toedieningssysteem kunnen bijdragen tot een betere ziektebehandeling van dieren. Voedingsingrediënten verpakt in nanostructuren kunnen de smaak, de textuur en de consistentie verbeteren en de stabiliteit en de houdbaarheid van levensmiddelen verlengen.

Nanomembranen kunnen in de toekomst worden ingezet om hoogwaardige functionele voedingsstoffen, zoals vitamines en antioxidanten, te isoleren. Specifieke ingrediënten kunnen in nanocapsules worden verpakt, zodat ze onbeschadigd door de maag en de darm bij het juiste doelorgaan terechtkomen. De efficiëntie van functionele voedingsmiddelen en voedingssupplementen kan hierdoor verder verhogen.

Door nanotechnologie kunnen er sterkere, lichtere en meer hittebestendige verpakkingsmaterialen worden gemaakt. Zogenaamde slimme verpakkingen met biosensoren kunnen bederf detecteren en visualiseren aan de hand van kleurveranderingen en zo voedselvergiftigingen helpen voorkomen. Hiervan zijn er al enkele voor de markt beschikbaar.

De reststromen kunnen tot slot door middel van enzymatische nanobioprocessing worden gevaloriseerd voor de productie

10 <sup>a</sup>	voorvoegsel	symbool	naam	decimaal equivalent
10 <sup>3</sup>	kilo	k	duizend	1000
10 <sup>-3</sup>	milli	m	duizendste	0,001
10 <sup>-6</sup>	micro	μ	miljoenste	0,000 001
10 <sup>-9</sup>	nano	n	miljardste	0,000 000 001
10 <sup>-12</sup>	pico	p	biljoenste	0,000 000 000 001
10 <sup>-15</sup>	femto	f	biljardste	0,000 000 000 000 001
10 <sup>-18</sup>	atto	a	triljoenste	0,000 000 000 000 000 001

Tabel 1 – Enkele SI-prefixen. SI staat voor *Système International d'Unités* of internationaal eenhedenstelsel

van energie en bruikbare bijproducten. Naarmate de kennis van de eigenschappen van nanodeeltjes toeneemt, groeit het besef dat aan het gebruik ervan mogelijk ook risico's zijn verbonden. Dezelfde eigenschappen die de toepassing van nanodeeltjes zo interessant maken, namelijk de hoge reactiviteit en het vermogen om barrières te passeren, kunnen ook een gevaar betekenen voor de gezondheid van mens en milieu.

### Kleine deeltjes, grote risico's?

Nanodeeltjes zijn al altijd overal aanwezig geweest in het milieu. Ze vormen zich natuurlijk of ontstaan door bijvoorbeeld verbrandingsprocessen. De laatste eeuwen is de hoeveelheid nanodeeltjes in het milieu sterk toegenomen, onder meer door het toenemende gebruik van fossiele brandstoffen. De gezondheidsschade die kan ontstaan door inademing van fijne stofdeeltjes, is al geruime tijd bekend. Nanodeeltjes kunnen diep doordringen in de longen en in de bloedstroom terechtkomen. De vrees bestaat dat nanodeeltjes tot in de cellen van levende organismen kunnen doordringen en daar normale biochemische reacties zullen verstoren. Door de huidige, nog beperkte kennis van de precieze eigenschappen van nanodeeltjes en hun gedrag in biologische systemen kan vooralsnog geen correcte inschatting worden gemaakt van de risico's die verbonden zijn aan het gebruik van de nanotechnologie in de voeding.

### Beoordelen van het risico

De Europese voedselautoriteit EFSA (European Food Safety Authority) stelt in 2009 dat voor het beoordelen van het risico van het gebruik van nanomaterialen hetzelfde schema kan worden gehanteerd als voor klassieke voedingsmiddelen. De wetenschappelijke beoordeling van het risico van een potentieel gevaar gebeurt in vier stappen:

1. identificeren van het mogelijke gevaar;
2. karakteriseren van het gevaar;
3. evalueren van de blootstelling;
4. karakteriseren van het risico.

Momenteel zijn er nog maar weinig gegevens over een orale blootstelling aan nanomaterialen en de hiermee verbonden toxiciteit. Het zou verkeerd zijn om de giftigheid van nanomateriaal in te schatten door conclusies te trekken uit gegevens over het materiaal in niet-nanovorm. Het gedrag en de reactiviteit zijn hiervoor te verschillend.

EFSA raadt daarom aan om voor de beoordeling van het risico van nanodeeltjes aangepaste testmethoden te ontwikkelen en specifieke studies op te starten om meer gegevens en kennis te verzamelen. Een goed referentiekader voor de beoordeling van de veiligheid van nanomaterialen is een absolute voorwaarde voor de toelating van toepassingen in de voeding.

### Testmethoden vereist

De discussie over de mogelijke gevaren van nanodeeltjes leidt tot de vraag of de huidige regelgeving voldoet om de veiligheid van onze voeding te garanderen.

De toepassing van nanodeeltjes in de voeding wordt momenteel gereguleerd door een hele reeks nationale en Europese wetgevingen, zoals de EU-verordening met betrekking tot novel foods (nieuwe voeding).

Deskundigen gaan ervan uit dat de huidige wetgeving volstaat om de voedselveiligheid te garanderen, ook voor het gebruik van nanodeeltjes. Bijkomend moeten ech-

ter wel aangepaste uitvoeringsrichtlijnen en testmethoden worden uitgewerkt om de controle op de toepassing van de wet te kunnen uitvoeren.

### Maatschappelijk debat nodig

De belangstelling voor de nanotechnologie bij de wetenschappers en de voedingsindustrie staat in schril contrast met het gebrek aan interesse hiervoor bij het brede publiek. Dit legt een hypotheek op de toekomst van de nanotechnologie. Voorbeelden uit het verleden hebben aangetoond dat de consument eerder afwijzend staat ten opzichte van de toepassing van nieuwe technologieën in zijn voeding. Tot op vandaag is het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen (ggo's) in de voeding nog steeds niet algemeen aanvaard. Enkele organisaties pleiten al voor de toepassing van het voorzorgsprincipe en de invoer van een moratorium op het gebruik van nanotechnologie totdat bijkomend onderzoek meer wetenschappelijke duidelijkheid heeft opgeleverd.

Zoals bij ggo's spelen naast elementen van voedselveiligheid bovendien ethische factoren een belangrijke rol. Men vreest dat het gebruik van deze nieuwe technologie de kloof tussen arm en rijk verder zal vergroten en de vraag leeft of landen in de derde wereld toegang zullen hebben tot deze technologie. Velen pleiten dan ook voor de opstart van een breed maatschappelijk debat vertrekkende vanuit correcte en objectieve informatie, op basis van wetenschappelijk onderbouwde argumenten, met respect voor alle stakeholders en met oog voor de ethische aspecten.

De trein van de nanotechnologie valt echter niet meer te stoppen en toepassingen ervan zullen binnenkort sowieso op ons bord verschijnen. |

➔ [www.nice-info.be](http://www.nice-info.be)

## Samengevat

- Nanotechnologie is de techniek die werkt met piepkleine deeltjes in de grootte-orde van een miljardste van een meter, dus nog kleiner dan de microtechnologie.
- Onderzoekers alsook nationale en internationale overheden zien veel mogelijkheden in deze technologie om een antwoord te bieden op actuele vragen met betrekking tot duurzame productiemethoden, milieuverontreiniging en snellere en meer accurate diagnose- en behandelingstechnieken.
- Critici waarschuwen voor een overhaaste algemene toepassing in de voedingsindustrie, want nanodeeltjes hebben heel specifieke eigenschappen en de potentiële risico's voor de gezondheid zijn nog niet volledig bekend.
- Het gebrek aan een breed, maatschappelijk debat legt een hypotheek op de acceptatie door de burger van de nieuwe technologie in de voeding. Ze is echter niet meer te stoppen. Toepassingen ervan zullen binnenkort op ons bord verschijnen.