

Waarom? Daarom.

De natuur is een alledaags maar complex gegeven. Idem voor onze voeding. Soms trekken bepaalde zaken ineens de aandacht of we stellen vast dat we het antwoord op schijnbaar eenvoudige vragen schuldig moeten blijven. Bijvoorbeeld, waarom verdraagt de meerderheid van de volwassen Europeanen in tegenstelling tot ongeveer 70 % van de wereldbevolking zonder enig probleem melksuiker of lactose? En waarom kent de toepassing van nanotechnologie in de voeding voor- en tegenstanders? We zochten het voor u uit.

De meerderheid van de volwassen Europeanen verdraagt zonder enig probleem melksuiker of lactose. **Waarom?**

Ongeveer 70 % van de volwassen wereldbevolking maakt het enzym lactase niet meer aan vanaf de leeftijd van ongeveer drie jaar. Bijgevolg kunnen ze het melksuiker lactose niet meer verteren en is er sprake van een lactose-intolerantie. De meeste Europeanen en hun afstammelingen in Amerika en Australië blijven echter wel heel hun leven lactase aanmaken en kunnen dan ook zonder enig probleem melk verdragen. We noemen ze lactase-persistent. Afhankelijk van de bron en de gebruikte methodologie gaat het om 89 tot 96 % van de Britten en Scandinaviërs, 62 tot 86 % van de Centraal- en West-Europeanen en 15 tot 54 % van de Oost- en Zuid-Europeanen. Onderzoekers zijn op zoek gegaan naar een mogelijke verklaring van dit fenomeen en hebben goede aanwijzingen gevonden in een genetisch-cultureel evolutiemodel.

De Europese genetische variant -13,910*T

In Europa tekent zich een duidelijk verband af tussen het voorkomen van een bepaalde genetische variant van het lactasegen, namelijk -13,910*T (met een transitie van C naar T), en lactasepersistentie. Lactasepersistentie is een autosomaal dominante eigenschap die toelaat om ook op volwassen leeftijd het enzym lactase aan te maken en dus lactose af te breken. Uit verschillende analyses blijkt dat de evolutionaire oorsprong van deze genetische variant relatief recent is en onderwerp is geweest van een sterke positieve natuurlijke selectie. Er is ook een vermoeden van een link met het ontstaan en de ontwikkeling van de melkveehouderij. Om na te gaan waar lactasepersistentie ontstond en evolueerde binnen Europa en welke factoren hebben bijgedragen tot de snelle verspreiding ervan, werd een simulatiemodel ontwikkeld van de spreiding van lactasepersistentie en de melkveehouderij in Europa. In het model werden tevens genetische en



© Shutterstock

archeologische gegevens (bv. melkresiduen in keramiek) geïntegreerd.

Oorsprong en evolutie van lactasepersistentie in Europa

DNA-onderzoek heeft uitgewezen dat het -13910*T-allel zeldzaam tot afwezig was in het vroege Neolithicum in centraal Europa (ongeveer 9000 jaar geleden). De periode van het Neolithicum of de jonge steentijd wordt gekenmerkt door een overgang van een samenleving van jager-verzamelaars met een rondtrekkend bestaan naar een samenleving van mensen die in nederzettingen wonen en aan landbouw en veeteelt doen. Uit het simulatiemodel valt af te leiden dat de frequentie van de -13910*T-variantie van het lactasegen zo'n 7500 jaar geleden sterk begon toe te nemen in een regio tussen centraal Europa en het noorden van de Balkan. Volgens schattingen overleefden daar sindsdien per generatie telkens 9,5 % meer mensen die over het -13910*T-allel beschikten. Deze sterke natuurlijke selectie voor lactasepersistentie vond alleen plaats binnen culturen die melkvee hielden en zou zich waarschijnlijk niet hebben voorgedaan zonder de beschikking over melk. Het feit dat men naast gefermenteerde zuivel - de productie vergde de nodige tijd - voortaan ook gewoon melk, een constante en direct bruikbare bron van energie, eiwitten en essentiële vitaminen en mineralen, kon consumeren was een belangrijke troef, vooral in tijden van opeenvolgende tegenvallende oogsten. De simulatie toont een duidelijk genetisch-cultureel co-evolutionair model. Lactasepersistentie nam pas sneller in frequentie toe na de aanvang van de melkveehouderij. Deze conclusie is in tegenspraak met de omgekeerde hypothese, namelijk

vervolg zie pagina 13 »

« vervolg van pagina 8

dat de melkveehouderij pas tot ontwikkeling kwam als respons op de evolutie van lactasepersistentie. Daarnaast speelden ook demografische factoren een significante rol in de evolutie en de verspreiding van de Europese vorm van lactasepersistentie. Melkveehouders die drager waren van het -13,910*T-allel kenden een grotere demografische expansie dan landbouwers. Genflow tussen zuivel- en niet-zuivelgroepen zou uiteindelijk aanleiding geven tot een meer genetische homogeniteit richting lactasepersistentie.

Lactasepersistentie buiten Europa

Bij specifieke herderspopulaties in Afrika, het Midden-Oosten en Zuid-Azië is eveneens lactasepersistentie vastgesteld. Dit kan, met uitzondering van enkele bevolkingsgroepen zoals de Fulani in West-Afrika, echter niet worden verklaard door de aanwezigheid van het -13,910*T-allel. Verder onderzoek heeft intussen nog drie andere geneti-

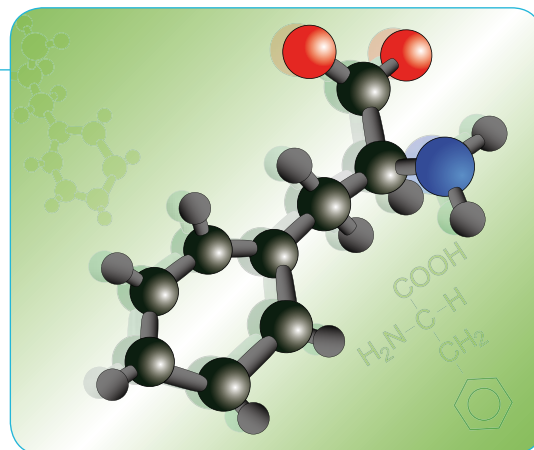
sche varianten geïdentificeerd (-13,907*G, -13,915*G en -14,010*C) die waarschijnlijk van Afrikaanse oorsprong zijn. De grotere diversiteit van de lactasegenvarianties in Afrika kan een afspiegeling zijn van een grotere genetische diversiteit in het algemeen. Er blijken dus onafhankelijk van elkaar verschillende lactasegenvarianten te bestaan met een verschillende geografische distributie. Waarschijnlijk zijn ook nog niet alle lactasepersistent-geassocieerde varianten bekend. Een bepaling door middel van alleen maar genetische testen op basis van de huidige kennis zou de frequentie van lactasepersistentie bij de wereldbevolking dus mogelijk onderschatten. Verder onderzoek blijft daarom belangrijk.

I. Coene

LITERATUUR

- Yuval I. et al. The origins of lactase persistence in Europe. PLoS Computational Biology 2009; 5 (8): e1000491
- Y. Itan et al. A worldwide correlation of lactase persistence phenotypes and genotypes. BMC Evol. Biol. 2010; 10: 36
- Blom J. Ontstaan en verspreiding van lactasepersistentie in Europa. VoedingsMagazine nummer 2, april 2010, 23e jaargang - www.voedingsmagazine.nl

De toepassing van nanotechnologie in de voeding kent voor- en tegenstanders. Waarom?



Nanotechnologie is momenteel een van de belangrijkste domeinen van onderzoek, ontwikkeling en innovatie en kent toepassingen in diverse disciplines, ook in de voedselproductie. Heel wat onderzoekers beschouwen nanotechnologie als de belangrijkste technologische ontwikkeling voor de komende decennia. Ze zien er heel wat mogelijkheden in om antwoord te bieden aan 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 dan weer voor een overhaaste algemene toepassing van nanotechnologie. Nanodeeltjes hebben heel specifieke eigenschappen en de potentiële risico's voor de gezondheid zijn nog niet volledig bekend.

Wat is nanotechnologie?

Nano staat voor klein, heel klein. Het woord is afgeleid van het Griekse nanos, wat dwerg betekent. Nano is ook

een SI-prefix die aan een eenheid wordt toegevoegd om een bepaalde verkleiningsfactor aan te geven (tabel 1). Eén nanometer (nm) is het miljardste deel van een meter. De nanometer 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 nm gelegd (1,2). Boven deze grens spreekt men van microtechnologie.

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 anderzijds het optreden van kwantumverschijnselen (3,4).

Naarmate een deeltje kleinere afmetingen aanneemt, bevinden zich verhoudingsgewijs meer atomen aan het

oppervlak dan in de kern. In een deeltje van 30 nm bevindt 5 % van de atomen zich aan het oppervlak, bij 10 nm 20 % en bij 3 nm 50 %. 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, gaande van de micro-elektronica tot de geneeskunde maar ook bij de productie van voedsel, aantrekkelijk.

Toepassingen in de voeding

De aanwezigheid van nanodeeltjes in de voeding is niet nieuw. Heel wat voedingsmiddelen bevatten van nature nanodeeltjes en tijdens verschillende traditionele productiemethoden worden nanodeeltjes aangemaakt. Caseïnemicrocellen in melk zijn een voorbeeld van natuurlijke nanodeeltjes. In voedingsmiddelen zijn eiwitten, polysacchariden en vetten trouwens meestal als nanopartikels aanwezig (5). Door een ei te koken verandert de structuur van het ei op nanoschaal. Emulsies, schuimen en gels maken, steunt op de manipulatie van nanostructuren. Op die manier passen heel wat producenten vandaag al onbewust de nanotechnologie toe. Deze technieken zijn in de loop der eeuwen weliswaar ontwikkeld via "trial and error" of ontdekt door toeval.

Nieuw is dat de eigenschappen op nanoschaal sinds het begin van de 21ste eeuw doelgericht en opzettelijk worden gemanipuleerd. De ontwikkeling van nieuwe en meer 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.

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). Het gebruik van nanotechnologie kan bijdragen tot gezondere en veiligere voedingsmiddelen en tot meer milieuvriendelijke productiemethoden. Agrochemicaliën, bijvoorbeeld meststoffen en pesticiden, kunnen in nanopartikels worden verpakt die hun inhoud alleen maar onder de juiste 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 antioxidanta te isoleren. Specifieke ingrediënten kunnen in nanocapsules worden verpakt zodat ze onbeschadigd door de maag en de darm bij het juiste doelorgaan terecht komen. De efficiëntie van functionele voedingsmiddelen en voedingssupplementen kan hierdoor verder verhogen. Nanotechnologie laat toe om sterkere, lichtere en meer hittebestendige verpakkingsmaterialen te maken. 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. Door middel van enzymatische nanobioprocessing kunnen ten slotte reststromen worden gevaloriseerd voor de productie van energie en bruikbare bijproducten (2,3,6).

Kleine deeltjes, grote risico's

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. Nanodeeltjes zijn al altijd alom 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 terecht komen. De

TABEL 1

Enkele SI-prefixen. SI staat voor "Système International d'Unités" of internationaal eenhedenstelsel.

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

vrees bestaat dat nanodeeltjes tot in de cellen van levende organismen kunnen doordringen en daar normale biochemische reacties zullen verstoren. De huidige, nog eerder beperkte kennis van de precieze eigenschappen van nanodeeltjes en hun gedrag in biologische systemen laat het vooralsnog niet toe om een correcte inschatting te maken van de risico's verbonden aan het gebruik van de nanotechnologie in de voeding. EFSA (European Food Safety Authority) stelt in zijn rapport van 2009 dat voor de beoordeling van het risico van het gebruik van nanomaterialen hetzelfde beoordelingsparadigma kan worden gehanteerd als voor klassieke voedingsmiddelen (6). De wetenschappelijke beoordeling van het reële risico van een potentieel gevaar, gebeurt in vier stappen: 1) de identificatie van het mogelijke gevaar, 2) de karakterisering van het gevaar, 3) de evaluatie van de blootstelling en 4) de karakterisering van het risico (7). Momenteel zijn er nog maar weinig gegevens over een orale blootstelling aan nanomaterialen en de hiermee verbonden toxiciteit. De methodieken om nanomaterialen in de voeding te karakteriseren, te detecteren en te meten zijn nog onvoldoende beschikbaar. Het zou ten slotte verkeerd zijn om de toxiciteit van een nanomateriaal in te schatten via extrapolatie van 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 testmethodes 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. Zolang dit kader niet bestaat, zal de introductie van diverse toepassingen vertraging oplopen.

Aangepaste regelgeving nodig?

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, bijvoorbeeld de EU-verordening met betrekking tot novel foods, de EU-richtlijnen voor het gebruik van additieven en kleurstoffen, de verordening voor het gebruik van verpakkingsmateriaal in contact met voedingsmiddelen en de verordening inzake registratie, evaluatie en vergunningsverlenging van chemische producten (REACH) waaronder voedingsadditieven (8). Deskundigen gaan ervan uit dat de huidige wetgeving volstaat om de voedselveiligheid te garanderen, ook inzake het gebruik van nanodeeltjes. Bijkomend moeten echter wel aangepaste uitvoeringsrichtlijnen en testmethoden worden uitgewerkt om de controle op de toepassing van de wet te kunnen uitvoeren.

Geen draagvlak zonder breed maatschappelijk debat

De belangstelling voor de nanotechnologie bij de wetenschappers en de voedingsindustrie staat in schril con-

trast met het gebrek aan interesse hiervoor bij het brede publiek. Voor velen is de term nanotechnologie, laat staan de betekenis, totaal onbekend. Dit legt een hypothese 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 voor de productie van zijn voeding. Tot op vandaag is het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen (GGO) in de voeding nog steeds niet algemeen aanvaard. Sommigen waarschuwen ervoor dat de nanotechnologie evenmin op de steun van het publiek zal kunnen rekenen. De wetenschappelijke onzekerheid over mogelijke risico's en het gebrek aan gegevens hebben enkele organisaties er al toe aangezet om te pleiten voor de toepassing van het voorzorgsprincipe. Ze pleiten voor de invoer van een moratorium op het gebruik van nanotechnologie totdat bijkomend onderzoek meer 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 (9,10). Of dit debat er komt en of dit zal leiden tot een voldoende groot draagvlak voor de acceptatie van de nieuwe veelbelovende nanotechnologie, valt nog af te wachten. Feit is dat de trein van de nanotechnologie niet meer te stoppen is en dat we de toepassingen ervan binnenkort sowieso ook op ons bord zullen zien verschijnen.

 H. De Geeter

LITERATUUR

- viWTA Dossier Special 12 "Nano nu". 2007 - www.samenlevingstechnologie.be > publicaties > dossiers
- viWTA Dossier 2 "Nanotechnologie stand van zaken". 2005 - www.samenlevingstechnologie.be > publicaties > dossiers
- Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid. Advies van de Gezondheidsraad (Nederland). 2006 - www.gr.nl > gezonde leefomgeving > 2006
- Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties. The Royal Society & The Royal Academy of Engineering. 2004 ISBN 0 85403 604 0 - www.nanotec.org.uk > final report
- Bouwmeester H. et al. Health impact of nanotechnologies in food production. RIKILT/RIVM Report 2007.014. - www.rikilt.wur.nl > publicaties > rapporten
- The potential risks arising from nanoscience and nanotechnologies on food and feed safety. Scientific opinion. The EFSA Journal 2009, 958: 1-39 - www.efsa.europa.eu > Topics A-Z > Nanotechnology
- Vanthemsche P. Voedselveiligheid: een nieuw Europees en Belgisch beleid. Nutrinfo oktober 2000 - te raadplegen via www.nice-info.be > Nutrinfo
- Malsch I., van Est R. en Walhout B. Nanovoedselveiligheid. Rathenau Instituut, 2007 - www.rathenau.nl > thema's > Nieuwe technologie > Nanotechnologie
- viWTA. Bevraging en debat over nanotechnologie. Rapport 2005 - www.samenlevingstechnologie.be > rapporten
- Communicating nanotechnology: why, to whom, saying what and how. European Commission Directorate-General for Research, Technology and Development, 2010 ISBN 978 92 79 1341 3 5 - cordis.europa.eu/nanotechnology > publications