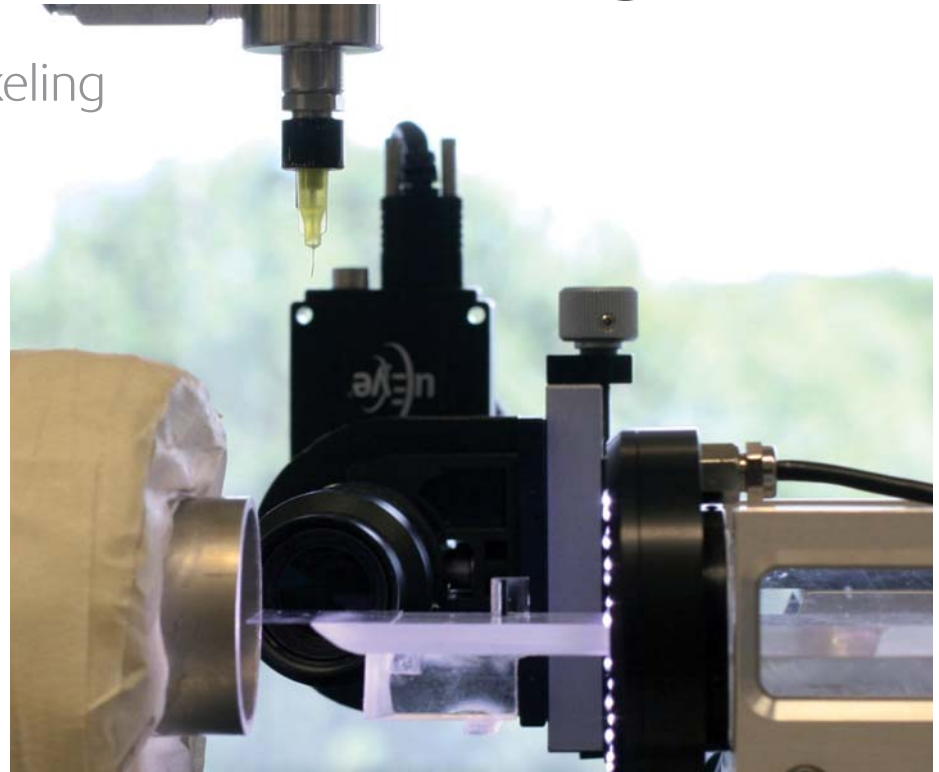


Snelle screening poeders met micro-sproeidroger

Onderzoek & Ontwikkeling

Poederfabrikanten willen de optimale droogcondities van een nieuw product snel en automatisch kunnen bepalen, met een minimum aan grondstoffen. Om aan deze wens tegemoet te komen, hebben NIZO food research en Wageningen Universiteit, een 'high throughput screening'-faciliteit voor poeders ontwikkeld; de micro-sproeidroger.



Afb. 1 Zijaanzicht van de micro-sproeidroger met in het midden de membraanhouder met het membraan, erboven de micro-dispenser, links de buis waaruit geconditioneerde lucht stroomt en op de achtergrond de camera

Poederfabrikanten willen idealiter een snelle bepaling van de optimale proces-condities voor een nieuw product, bijvoorbeeld om een maximale enzymactiviteit of een zo hoog mogelijke overleving van probiotica te bewerkstelligen. Een dergelijke test dient dan geautomatiseerd te worden uitgevoerd en met een beperkte hoeveelheid product, zodat snel veel verschillende condities kunnen worden geëvalueerd. Met dit doel voor ogen zijn NIZO food research en Wageningen Universiteit, gesubsidieerd door het 'Process on a Chip'-programma van NWO-ACTS, een samenwerking gestart om een 'high throughput screening'-faciliteit voor poeders te ontwikkelen; de micro-sproeidroger.

Pilot-schaal

In de huidige praktijk moeten nieuwe poeders vaak worden getest op pilot-schaal om een beeld te krijgen van de optimale procescondities en resulterende producteigenschappen. Dergelijke testen zijn tijdrovend, vereisen veel grondstoffen en kosten veel geld. Een alternatief hiervoor zijn testen op een laboratorium-sproeidroger. Probleem hierbij is echter dat de resultaten moeilijk zijn op te schalen, omdat de procescondities afwijken ten opzichte van de productie-omgeving. Zo zijn de droogtijden meestal korter en de poederdeeltjes kleiner. Daarnaast ontstaan er in dergelijke testen altijd

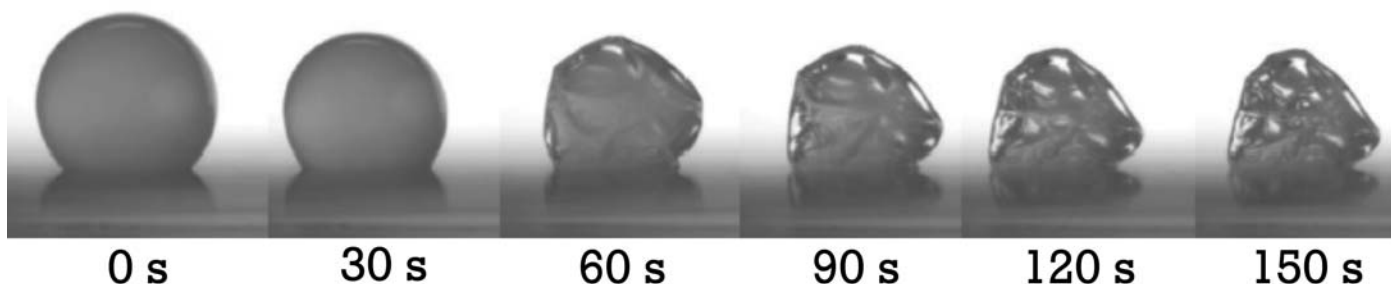
poeders met een zekere spreiding in de deeltjesgrootte, waardoor het lastig is de resultaten te vertalen naar de industriële praktijk.

Nabootsing

Om tot betere testresultaten te komen, is het gehele droogproces opnieuw bekeken. Dit onderzoek heeft geleid tot de ontwikkeling van een micro-sproeidroger waarin het droogproces een betrouwbare nabootsing is van de industriële praktijk. De installatie bestaat uit een micro-dispenser, een droogkamer en een camerasysteem. Met een microdispenser worden op gecontroleerde wijze uit een reservoir met daarin het te drogen product enkele druppels op een membraan gelegd (afb. 1). Hiervoor is een hydrofoob membraan gekozen, zodat de druppels rond blijven. Dit is gewoonlijk ook in een sproeidroger het geval, waar ronde druppels in de lucht naar beneden vallen. De druppels worden vervolgens in een luchtstroom gebracht met een bekende temperatuur, luchtvochtigheid en snelheid. In deze luchtstroom drogen de druppels tot poederdeel-

DROOGEXPERIMENTEN MET ENKELE DRUPPELS

Met de nieuwe micro-sproeidroger van NIZO food research en Wageningen Universiteit worden slechts enkele druppels op gecontroleerde wijze gedroogd. De installatie kan daarmee worden ingezet om de effecten van drogen op diverse producteigenschappen snel en economisch te bepalen, met name van gevoelige componenten. De resultaten van de experimenten kunnen vervolgens worden gebruikt voor de optimalisatie van droogprocessen op industriële schaal.



Afb. 2 Drogen van een maltodextrine-oplossing in de micro-sproeidroger

tjes. De temperatuur en luchtvochtigheid worden gedurende het droogproces in-line gemeten, waarbij het proces met een camera wordt gevolgd.

Voordeel

Het grote voordeel van het drogen van enkele druppels is dat een producteigenschap (zoals enzym-activiteit) in detail kan worden bestudeerd zonder dat andere effecten de metingen verstoren. Bij experimenten op pilot- of laboratoriumschaal heeft men bijvoorbeeld altijd te maken met een deeltjesgrootteverdeling, wat het interpreteren van de resultaten lastig maakt. Met de micro-sproeidroger is het echter mogelijk om producten op gecontroleerde wijze te drogen. Zo is een experiment uitgevoerd met een maltodextrine-oplossing, waaruit blijkt dat een

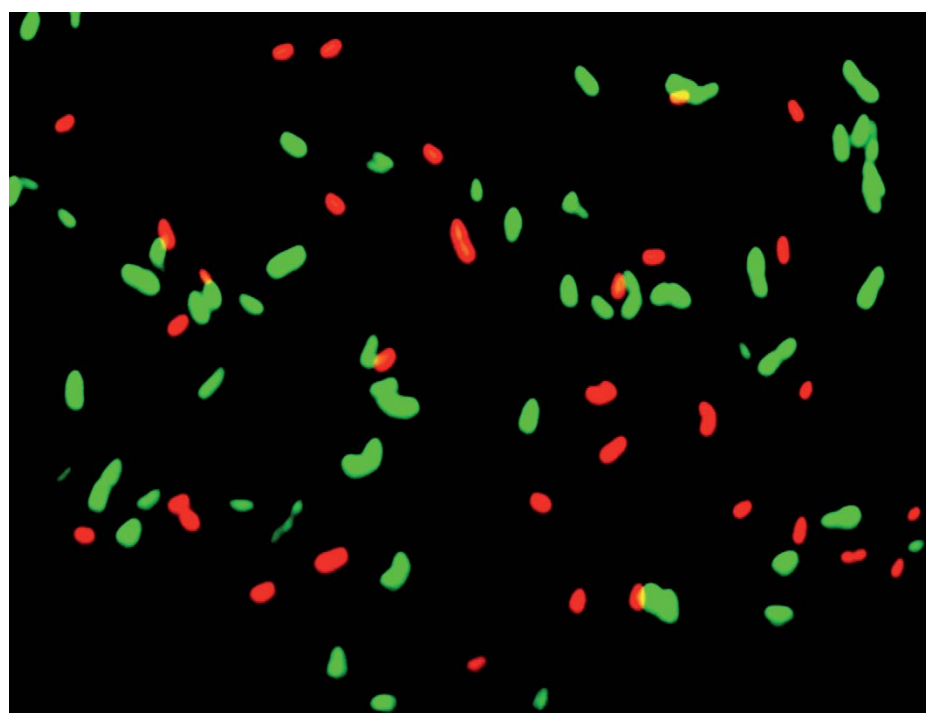
druppel gedurende de eerste 30 seconden als een bolletje droogt. Hierna ontstaat aan het oppervlak een filmlaag waardoor de druppel niet meer rond blijft, maar een onregelmatige vorm krijgt. Een dergelijk droogpatroon wordt algemeen aangehouden waar druppels op een gecontroleerde, 'milde' manier worden gevormd.

Enzym-inactivatie

Om aan te tonen dat het drooggedrag in de micro-sproeidroger goed kan worden gekarakteriseerd, is de inactivatie van het enzym β -galactosidase tijdens drogen bestudeerd (afb. 2). Allereerst is er een voorspellend model gemaakt waarin het droogproces van een enkele druppel in de micro-sproeidroger wordt beschreven. Uit dit model blijkt onder andere dat een druppel vooral droogt door opname van warmte uit de omringende

lucht. Er wordt nauwelijks (<5%) warmte opgenomen vanuit het membraan waarop de druppel ligt, wat betekent dat dit systeem lijkt op het industriële sproeidroogproces. Vervolgens is in andere experimenten bepaald hoe snel het enzym wordt geïnactiveerd bij diverse temperaturen in oplossingen met verschillende droge stof-gehalten.

Het droogmodel en inactivatiemodel zijn gecombineerd om te voorspellen wat de resterende enzymactiviteit na drogen zal zijn. Deze modelvoorspellingen zijn getoetst met experimenten in de micro-sproeidroger, waaruit bleek dat de resterende enzymactiviteit goed wordt voorspeld. Het drooggedrag in de micro-sproeidroger kan dus goed worden beschreven met voorspellende modellen die weer kunnen worden toegepast op een grotere schaal.



Afb. 3 Microscopie-beelden van met de micro-sproeidroger gedroogde en vervolgens gerehydrateerde *Lactobacillus plantarum* WCFS1. Groen fluorescerende micro-organismen zijn levend; de rood fluorescerende zijn dood of geïnactiveerd

Probiotica

Het project zal zich nu verder richten op het drogen van probiotica; micro-organismen die een gunstige invloed hebben op de werking van het menselijke darmstelsel. Probiotica worden tijdens drogen vaak gedood of geïnactiveerd, wat ongewenst is. Met de micro-sproeidroger kunnen deze processen 'in situ' worden bestudeerd. De micro-organismen worden op gecontroleerde wijze gedroogd waarbij hun overleving met behulp van fluorescente kleuring wordt gemeten (afb. 3). Zo kan worden onderzocht welke moleculaire mechanismen van belang zijn voor de overleving bij sproeidrogen. **BULK**

Referentie

J. Perdana, M.B. Fox, M.A.I. Schutyser, R.M. Boom; Single droplet experimentation on spray drying: Evaporation of a sessile droplet. *Chemical engineering & technology* 2011, 34, 1151-1158

Martijn Fox¹, Jimmy Perdana², Ludmila Bereschenko² en Maarten Schutyser²

¹ NIZO Food Research, e-mail martijn.fox@nizo.nl

² Wageningen Universiteit