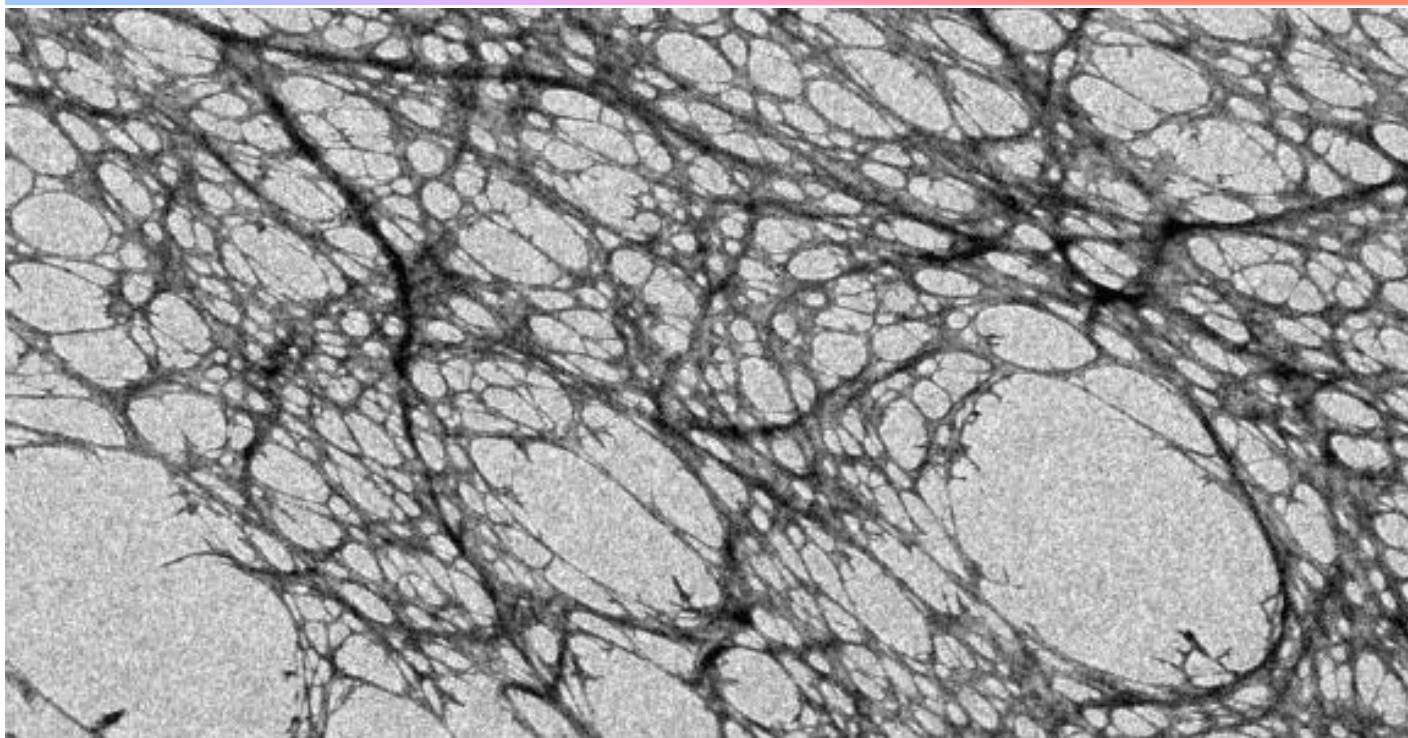




Productie en functionalisatie van nanocellulose

30 november 2023, 13:53

Pieter Samyn

Patrick Cosemans

Veelzijdig biogebaseerd materiaal klaar voor industriële toepassingen

Afhankelijk van het type nanocellulose dat geproduceerd wordt, zijn de mogelijkheden met dit veelbelovende materiaal enorm. Dat geldt ook voor zijn eigenschappen, die door middel van functionalisatie zeer specifiek kunnen worden afgestemd. De resulterende materialen kunnen voor een breed scala aan technologische toepassingen worden gebruikt. We geven u een overzicht van de verschillende productie- en voorbehandelingsstappen van nanocellulose.

In [een vorige blog](#) hebben we nanocellulose geïntroduceerd als een veelzijdig, milieuvriendelijk materiaal met een groot potentieel in een breed scala aan toepassingen. Dit brede scala aan mogelijkheden is te danken aan de verschillende soorten nanocellulosemateriaal die we kunnen produceren: vezel-gebaseerd, kristallijn en bacterieel, afhankelijk van de gebruikte productiemethode. Bovendien beïnvloedt het bronmateriaal de afmetingen van de nanocellulose en kan functionalisatie leiden tot nanocellulose met zeer specifiek afgestemde eigenschappen. In deze blog geven we een kort overzicht van deze verschillende productie- en voorbehandelingsstappen.

Productiemethoden

De productie van nanocellulose behelst verschillende stappen zoals voorbehandeling, extractie en zuivering onder een combinatie van mechanische, fysische, chemische en biologische omstandigheden. De specifieke morfologie van de resulterende nanocellulose is sterk afhankelijk van de geselecteerde bronnen en specifieke verwerkingsomstandigheden. Vertrekkende van natuurlijke vezels en planten, bestaan er verschillende methoden om onzuiverheden zoals lignine, hemicellulose en pectine te verwijderen, terwijl andere bronnen geselecteerd kunnen worden om met minder intensieve verwerking zuiverdere vormen van nanocellulose te verkrijgen. Het brede scala aan middelen en de variatie aan verwerkingsstappen levert nanocellulose-materialen op die we kunnen samenvoegen tot functionele structuren en hoogwaardige materialen voor technologische toepassingen (bijvoorbeeld hydrogels, aerogels, macroscopische filamenten, membranen, composieten en coatings). De resulterende types nanocellulose kunnen zelfs de eigenschappen van traditionele staalvezels evenaren, met een elasticiteitsmodulus die varieert tussen 10 tot 130 GPa.

Zure hydrolyse: Bij deze methode wordt cellulose behandeld met zuur om de vezels tot nanoschaalafmetingen af te breken. De reactieomstandigheden moeten zorgvuldig worden gecontroleerd om de gewenste grootte en morfologie van de resulterende nanocellulose te verkrijgen.

Enzymatische hydrolyse: Enzymen breken cellulose selectief af tot nanovezels of nanokristallen. Deze methode is vaak milder dan zure hydrolyse en kan milieuvriendelijker zijn.

Mechanische methoden: Hogedrukhomogenisatie, microfluïdisatie of vermaling toepassen kunnen toegepast worden om cellulose fysiek af te breken tot deeltjes van nanogrootte, met nauwkeurige controle over de deeltjesgrootte. Hoewel deze methoden van nature energie-intensief zijn, hebben recente inspanningen geleid tot een duurzamere verwerking, in combinatie met een geschikte voorbehandeling.

Nanocellulose type	Production	Crys tallinity	Morphology
Spherical cellulose nanoparticles (SCNPs)	Enzymatic or chemical pretreatment and hydrolysis (acidic and alkali treatment)	30–50 %	Spherical shape with diameter
Nanocrystalline cellulose (NCC)	Chemical pretreatment (Alkali pretreatment, acid hydrolysis, oxidizing agent, organosolv, and ionic liquids)	54–88 %	Crystalline needle-sh like cellulose particle crystallinity
Cellulose nanofibers (CNFs)	Mechanical disintegration (Homogenizing, cryocrushing, microfluidization, grinding, and high-intensity ultrasonication)	68.5 %	Nanofibrils with a di 10–100 nm, amorphous crystalline sections
Bacterial Nanocellulose (BNC)	Biosynthesis (enzymatic pretreatment and bacterial synthesis)	75–80 %	Ribbon-like nanofiber diameter of 20–100 nm
Cellulose Nanoyarns (CNY)	Wet, dry, and melt spinning, or electrospinning of soluble cellulose derivatives such as cellulose acetate (CA) and hydroxypropyl cellulose (HPC).	50–60 %	Highly aligned fibrils with a 100–1000 μm
Cellulose nanohybrids	Melt extrusion and casting techniques using hydro-soluble, emulsion, and non-hydro-soluble systems	N/A	Different shapes with of length
Aerogels	Dissolution, gelation, and freeze-drying or supercritical drying. The Dissolution of cellulose followed by gelation and fabrication of the pore structure	N/A	A network structure fibers with 50–200 nm foam-like structure with porosity

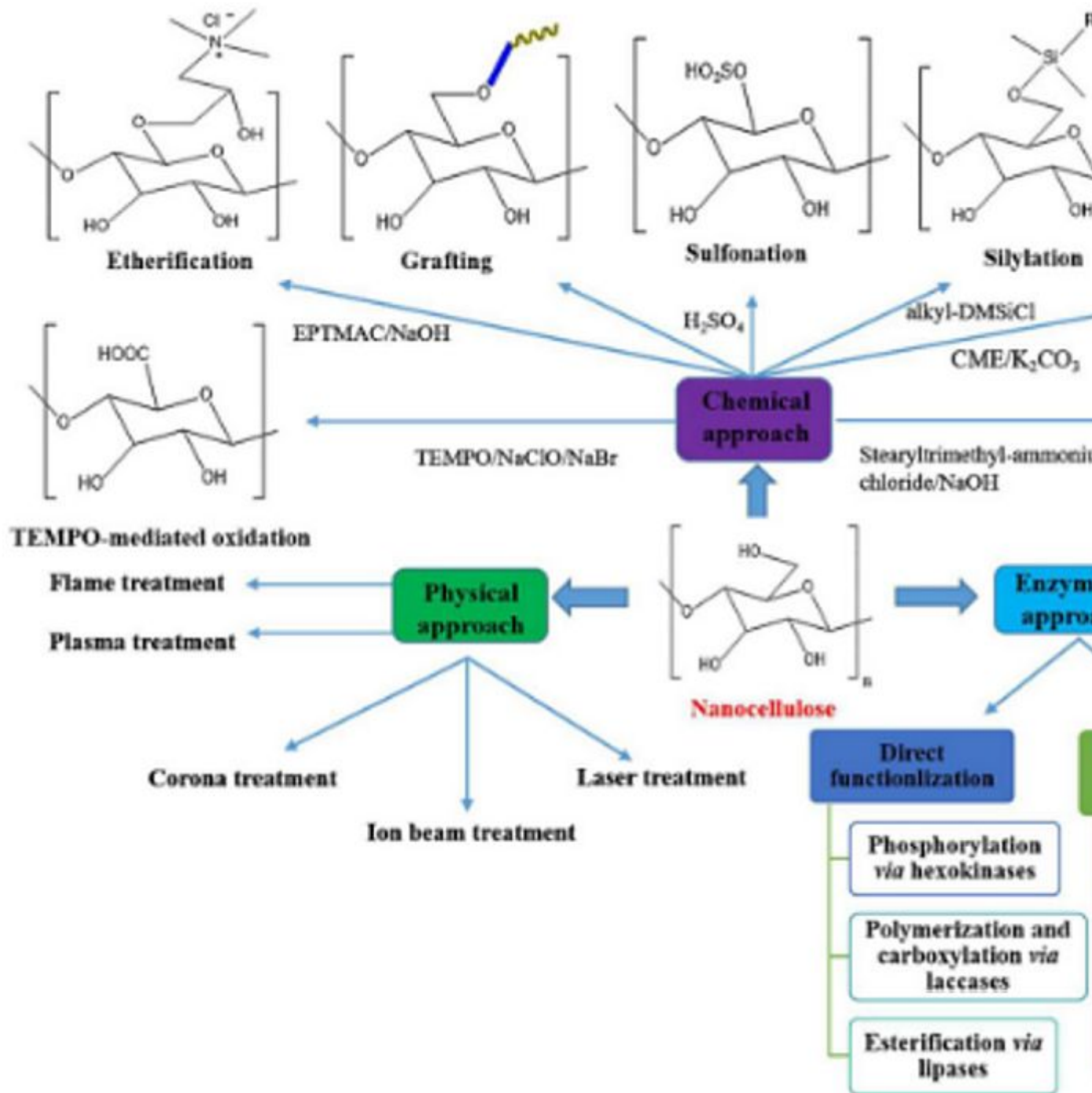
Soorten nanocellulose, de productiemethode en de daaruit resulterende morfologieën en afmetingen

Na de productie van nanocellulose worden zuiveringsstappen, zoals wassen en filtratie, uitgevoerd om eventuele resterende onzuiverheden te verwijderen en een schoon en verfijnd nanocelluloseproduct voor verdere modificatie te verkrijgen.

Functionalisatie van nanocellulose

Functionalisatie is een belangrijke stap in het verbeteren van de eigenschappen van nanocellulose voor specifieke toepassingen, in combinatie met hun intrinsieke eigenschappen zoals een groot specifiek oppervlak, lichtgewicht, amfifiele eigenschappen, waterhoudend vermogen, chemische reactiviteit, biologische afbreekbaarheid, hoge mechanische sterkte, milieuvriendelijkheid en niet-toxiciteit. Bij functionalisatie gaan we het oppervlak van de nanocellulosestructuur modificeren of functionele groepen introduceren om de gewenste kenmerken en functionaliteiten te bereiken. De meest gebruikte routes zijn chemisch, fysisch of enzymatisch. Deze routes omvatten stuk voor stuk verschillende technieken, waardoor een grote verscheidenheid aan mogelijkheden en oppervlaktefunctionaliteiten ontstaat.

Door oppervlaktemodificatie van nanocellulose kunnen we de hydrofobe eigenschappen en compatibiliteit binnen composietmatrices verbeteren, of kunnen we extra kenmerken introduceren, zoals antimicrobiële activiteit, biocompatibiliteit, thermische stabiliteit en vlamvertraging, selectief absorptievermogen, barrière-eigenschappen of elektrische geleidbaarheid.



Schematische weergave van de meest gebruikte routes en technieken voor oppervlaktemodificatie van nanocellulose

Meer weten?

We zijn er heilig van overtuigd dat dit materiaal een game changer kan worden in toekomstige toepassingen. Daarom willen we dit materiaal binnenkort aan u voorstellen tijdens een **seminarie** met experts op dit gebied, uit binnen- en buitenland. Mis deze kans niet om u te verdiepen in de wereld van nanocellulose en te ontdekken hoe dit materiaal ook de duurzaamheid, het innovatievermogen en de concurrentiekracht van uw bedrijf kan verbeteren: [neem regelmatig een kijkje op onze agenda](#) of [neem contact met ons op](#), we houden u graag verder op de hoogte!

Bronnen

Tabel: P. Samyn et al., "Nanocelluloses as sustainable membrane materials for separation and filtration technologies: Principles, opportunities, and challenges" Carbohydrate Polymers 317 (2023) 121057.

Figuur: Trache Djalal, Tarchoun Ahmed Fouzi, Derradji Mehdi, Hamidon Tuan Sherwyn, Masruchin Nanang, Brosse Nicolas, Hussin M. Hazwan, Nanocellulose: From Fundamentals to Advanced Applications, Frontiers in Chemistry, Vol. 8, 2020

Auteurs



Pieter Samyn



Patrick Cosemans