

Van landbouwafval tot hoogwaardige coatings

19 augustus 2026, 10:00

Pieter Samyn

Onderzoek naar gepyrolyseerd rijstkaf als additief voor coatings

In Europa hangen rijstvliezen inzamelen en terugwinnen nauw samen met de structuur van de productieketen van rijst. De rijstteelt is geconcentreerd in een paar regio's, voornamelijk Italië, Spanje en Griekenland, waar de lokaal geoogste rijst in verwerkingsbedrijven wordt verwerkt. Die fabrieken zijn de belangrijkste inzamelpunten, omdat rijstvliezen direct tijdens het pellen worden geproduceerd. In die stap wordt de buitenste schil mechanisch van de korrel verwijderd. Over het algemeen heeft Europa veel baat bij de gecentraliseerde inzameling, beleidsondersteuning en industriële integratie van biomassa als grondstof, waardoor rijstkaf op efficiënte wijze kan worden teruggewonnen als hernieuwbare grondstof.

In tegenstelling tot veel andere afvalstoffen uit de landbouw zijn rijstvliezen relatief eenvoudig terug te winnen: ze worden op industriële schaal geproduceerd in een droge, homogene stroom en zijn al geconcentreerd op het terrein van de rijstfabriek. Daardoor is er minder duur transport of logistiek voor de scheiding nodig. De rijstproductie in de Europese Unie bedraagt jaarlijks ongeveer 2,8?miljoen ton. Kreglinger Europe (opgericht in 1797 in Antwerpen) is een distributeur van

speciale ingrediënten en chemicaliën voor de verwerkende industrie en houdt zich actief bezig met de inkoop van rijstvliezen en rijstzemelen, die tegenwoordig worden geüpcyclet voor toepassingen in de voedingsmiddelenindustrie. De rijstvliezen (oorspronkelijk ongeveer 10?mm x 3?mm) worden in Spanje en Portugal ingezameld door lokale coöperaties, die ze drogen en dan grof malen. Aangezien de hoeveelheden van die overvloedige stroom aan reststoffen uit de landbouw zo groot zijn, wil Kreglinger ze hergebruiken voor nieuwe industriële toepassingen.

Vroeger werd er een groot deel van dit vezelachtige materiaal verbrand, gestort of gewoon achtergelaten tot het vergaat. Dankzij het beleid op het gebied van de circulaire economie zijn er de afgelopen jaren nieuwe, betere terugwinningstrajecten ontstaan. Rijstvliezen worden steeds vaker hergebruikt voor energieopwekking, de winning van siliciumdioxide of de productie van biogebaseerde materialen, in plaats van dat ze op de vuilnisbelt belanden of in de open lucht worden verbrand. Zo ontstaan er gespecialiseerde waardeketens. Rijstfabrieken, grondstoffenproducenten en chemische bedrijven werken op lokaal niveau samen om een constante aanvoer en kwaliteit te waarborgen.



Ontdek alle artikels in deze reeks

- De stille ingrediënten achter krachtige, milieuvriendelijke coatings
- Biologische additieven: haal meer uit uw reststoffen

- Van gewasresten tot hoogwaardige coatings
- Hergebruik van eierschaalafval als functionele vulstoffen voor coatings
- Van landbouwafval tot hoogwaardige coatings ? *Huidig artikel*
- Zijn biogebaseerde isocyanaten in polyurethaancoatings een goed idee?
- Biogebaseerde corrosiewerende additieven deel 1
- Biogebaseerde corrosiewerende additieven deel 2
- Slimmer samengestelde coatings dankzij een analytische benadering
- Hoe kiest u biogebaseerde bindmiddelen voor coatings?

Thermische omzetting tot functionele additieven

Pyrolyse is een thermochemisch proces waarbij rijstvliezen onder zuurstofvrije omstandigheden worden verhit tot doorgaans 300 tot 700?°C. Daardoor vallen ze uiteen zonder dat er verbranding plaatsvindt. Tijdens het proces wordt de biomassa omgezet in drie hoofdproducten:

- Een vast, koolstofrijk residu (biochar)
- Een vloeibare fractie (bio-olie)
- Brandbare gassen

Rijstvliezen zijn uniek onder de landbouwafvalstoffen omdat ze een hoog gehalte aan siliciumdioxide bevatten (tot ongeveer 20%), die ingebed is in een organische matrix. Door de thermische omzetting verandert de structuur van de vliezen aanzienlijk. Tijdens de pyrolyse valt de organische fractie uiteen. Dat leidt tot een hybride materiaal met een poreus koolstofraamwerk, een groot oppervlak en de aanwezigheid van functionele oppervlaktegroepen. Tegelijk behouden de rijstvliezen hun van nature hoge gehalte aan siliciumdioxide dat geconcentreerd wordt. Zo ontstaat een uniek hybride materiaal van koolstof en siliciumdioxide.

Voordat de pyrolyse plaatsvindt, wordt het rijstkaf doorgaans gedroogd om het vochtgehalte te verlagen (meestal tot minder dan 10%) en gereinigd om onzuiverheden zoals aarde of metaaldeeltjes te verwijderen. Een uiterst belangrijke stap voor een homogene omzetting is een nauwkeurige controle van de grootte van de deeltjes. Die moeten gelijkmatig zijn om een efficiënte warmteoverdracht en een constante productkwaliteit te garanderen. De voorbehandelde vliezen worden vervolgens in een pyrolysereactor (bv. een draaioven) gebracht. Daar worden ze onder zuurstofvrije omstandigheden verhit om te voorkomen dat het materiaal ontbrandt. In plaats daarvan worden de rijstvliezen stapsgewijs thermisch afgebroken bij temperaturen die doorgaans variëren van 300 tot 700?°C. Tijdens de ontgassing (bij 200 tot 400?°C) beginnen de hemicellulose en cellulose af te breken, waarbij vluchtige stoffen (CO?, CO, lichte koolwaterstoffen) vrijkomen en bio?oliedamp wordt gevormd. De carbonisatie (bij 400 tot 700?°C) leidt tot verdere afbraak van lignine, waarbij een aromatische koolstofstructuur ontstaat. Het materiaal wordt minder koolstofrijk en stabieler, terwijl er poriën ontstaan naarmate de vluchtige stoffen verdwijnen.

De verhouding tussen de gevormde producten en de eigenschappen van het gepyrolyseerde rijstkaf worden in sterke mate bepaald door de procesomstandigheden:

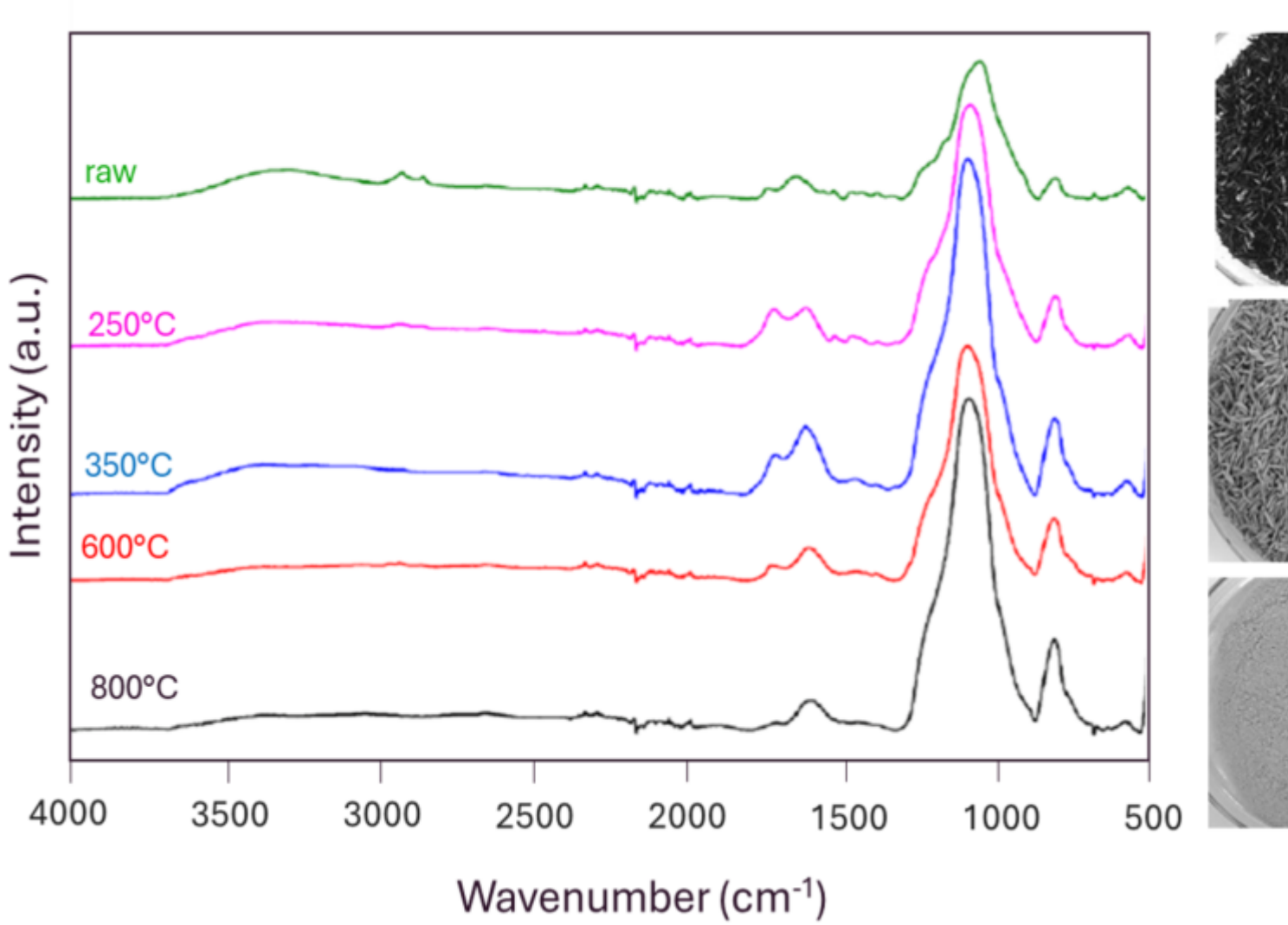
- **Temperatuur** bepaalt de porositeit en de koolstofstructuur van het materiaal
- **Verblijftijd** beïnvloedt de mate van carbonisatie

- **Opwarmsnelheid** bepaalt de verhouding tussen de gevormde producten. Een trage pyrolyse levert doorgaans meer biochar op, terwijl een snelle pyrolyse de productie van bio-olie bevordert

Voorlopige omzetting op laboratoriumschaal

Tijdens de eerste laboratoriumproeven werd onderzocht hoe de pyrolysetemperatuur de eigenschappen van de assen van de rijstvliezen (RHA - Rice Husk Ashes) beïnvloedt (Figuur?1). De poeders met een veranderende samenstelling en veranderende eigenschappen werden verkregen door het organische gehalte geleidelijk te verlagen en het gehalte aan siliciumdioxide te verhogen. Bij stijgende temperaturen raakte de kristallijne structuur daarbij beter ontwikkeld.

- Bij 350?°C ontstaat een koolstofrijk en gedeeltelijk afgebroken materiaal (donkerbruin tot zwart van kleur) met een relatief klein oppervlak, maar waarin nog gedeeltelijk functionele oppervlaktegroepen aanwezig zijn. Dat materiaal is geschikt als koolstofrijke vulstof (met eigenschappen die lijken op die van biochar)
- Bij 600?°C begint zich een amorf siliciumdioxidemateriaal te vormen (grijze kleur) met een evenwichtige combinatie van goede reactiviteit en structurele stabiliteit. Dat materiaal kan worden gebruikt als adsorbens of als additief in cement, beton of coatings
- Bij 800?°C is een meer kristallijne en stabiele siliciumdioxidefase ontstaan (witte kleur), waarbij de organische koolstoffasen volledig zijn verwijderd. Dat kan op zijn beurt als anorganisch vulmateriaal dienen



Figuur 1. Kenmerken van gepyrolyseerde rijstvliezen op laboratoriumschaal bij verschillende temperaturen, inclusief FTIR-analyse, macroscopische foto's en microscopische morfologie.

Microgolfconversie in samenwerking met een industriële partner

Op basis van de experimenten op laboratoriumschaal is een samenwerking aangegaan met MEAM (Houthalen, België) als partner in het COOCK+ AddBIO-project. Er werd een industrieel demonstratie-experiment uitgevoerd voor de omzetting van partijen van 1?kg rijstvliezen door middel van microgolfgeïnduceerde pyrolyse. Als leverancier van totaaloplossingen voor industriële installaties op basis van microgolftechnologie levert MEAM installaties die zijn afgestemd op de behoeften van de klant. Ze bieden een verfijnd ontwerp dat is gebaseerd op de resultaten van haalbaarheidsstudies. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een reeks eigen instrumenten en technologieën. De omzetting van biomassa is een van de mogelijke voorbeelden waarbij microgolftechnologie kan bijdragen aan een nieuwe kijk op de verwerkende industrie. Het biedt een oplossing voor de stijgende kosten en milieuregels, en draagt bij aan de circulaire economie.

Verwarming met microgolven (MW) is een heel andere manier van verwarmen dan de klassieke methode. Traditioneel worden externe warmtebronnen gebruikt om warmte over te brengen naar het te verwarmen en uiteindelijk te drogen product. Hoe groter het ?T tussen de externe

warmtebron en het product, hoe sneller de warmteoverdracht doorgaans zal plaatsvinden. De warmteoverdracht vindt altijd plaats via het oppervlak van het product en dat is tegelijk ook de beperkende factor. Bij verwarming met microgolven is er geen externe warmtebron nodig om warmte op te wekken in het te verwarmen of te drogen product. Het is een vorm van diëlektrische verwarming, waarbij het volledige volume van een homogeen product tegelijk wordt verwarmd. Omdat microgolven tot in de kern van een product kunnen doordringen, is de beperkende factor hoe het oppervlak wordt behandeld. Uit experimenten is gebleken welke invloed de verwarmingsomstandigheden met microgolven hebben op de vorming van biochar uit rijstkaf.



Figuur?2. Installatie voor microgolfpyrolysetechnologie bij MEAM.

De MEAM Explorer is een multifunctioneel testapparaat voor diverse microgolftoepassingen, zoals drogen, uitlogen, verbranden, roosteren, sinteren en pyrolyse. Een van de bijzondere kenmerken van de gebruikte testopstelling is de aanpasbaarheid ervan: die vloeit voort uit een uniek ontwerp met optionele ingangen aan verschillende zijden van de testruimte (Figuur?2).

Prestatietests bij coatingtoepassingen

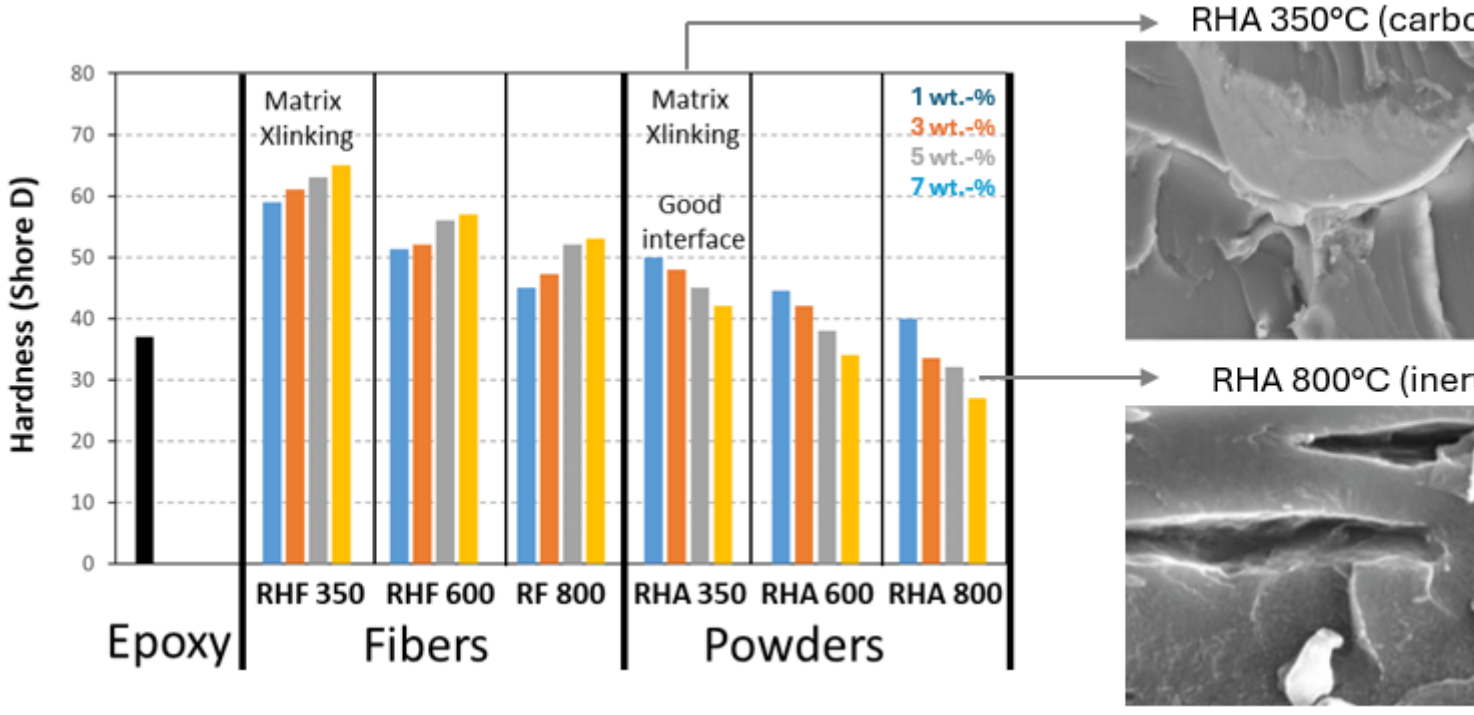
Het gepyrolyseerde rijstkaf kan belangrijke voordelen bieden als functionele vulstof in coatings (bv. epoxy):

- **Mechanische versterking**: het hoge gehalte aan siliciumdioxide (SiO?) fungeert als een micro-/nanovulstof die de hardheid, slijtvastheid en krasbestendigheid verbetert

- **Barrière-eigenschappen**: de bloedplaatje-achtige en poreuze deeltjes zorgen voor een kronkelig diffusiepad dat de infiltratie van water, zuurstof of chloriden vermindert (bv. corrosiebestendige coatings)
- **Thermische stabiliteit en brandwerendheid**: de structuur met een hoog gehalte van siliciumdioxide is van nature thermisch stabiel en fungeert als een warmtebarrière met verbeterde vlamvertragende eigenschappen en vorming van char (bv. opzwellende coatings)
- **Geleidbaarheid**: het hogere koolstofgehalte bij lagere pyrolysetemperaturen leidt tot halfgeleidend gedrag (bv. antistatische coatings, EMI-afscherming)

Uit interne tests (Figuur?3) blijkt dat de eigenschappen van de verkregen coating sterk afhankelijk zijn van de intrinsieke eigenschappen van de gepyrolyseerde rijstvliezen wanneer ze als additief worden toegevoegd in concentraties van 1 tot 7 gew.-%. Na pyrolyse werden de vulstoffen verkregen in de vorm van een vezelachtig materiaal of werden ze verder vermalen tot een poeder met een gecontroleerde deeltjesgrootte. Uit de verschillen in hardheid van de epoxycoating blijkt dat de vezelachtige rijstvliesdeeltjes betere versterkende eigenschappen hebben dan de poederachtige deeltjes.

Voor beide morfologieën is de versterking bij lage temperaturen consequent hoger voor de gecarboniseerde materialen. Dat komt doordat de resterende organische fractie een goede binding vormt met de epoxymatrix. Anderzijds zijn de bij hogere temperatuur gepyrolyseerde rijstvliesdeeltjes inerter, waardoor er holtes ontstaan aan het grensvlak met de matrix. Tegelijk bleken de gecarboniseerde rijstvliezen slijtagebescherming te bieden bij lage belastingen (smeereigenschappen), terwijl de kristallijne rijstvliezen de beste slijtagebescherming bieden bij hogere belastingen (mechanische versterking). Kortom, de complexe verbanden tussen de prestaties van de coating, de geometrie van de vulstoffen en de chemische samenstelling worden nauwlettend in de gaten gehouden. Dat leidt tot een grondige afstemming van de eigenschappen van de rijstvliezen als functionele additieven en tot een verplichte experimentele toetsing voor de beoogde toepassing.



Figuur 3. Resultaten van experimentele tests naar de eigenschappen van coatings (bijvoorbeeld hardheid als algemene maatstaf voor mechanische weerstand) die een epoxybindmiddel en gepyrolyseerde rijstvliesvezels (RHF) of rijstvliespoeder (RHA) bevatten, bij verschillende temperaturen en in concentraties van 1 tot 7 gew.-%.

Zin om samen met ons de toepassing van biomassa als functionele additieven voor coatings te ontdekken?

Mocht deze casestudy u inspireren, dan is SIRRIS een partner in het COOCK+ AddBIO-project, waarin valorisatietrajecten voor restbiomassastromen tot functionele coatingadditieven worden gedemonstreerd.

We zijn altijd op zoek naar contacten met industriële partners in de hele valorisatieketen van biomassaleveranciers, verwerkers, fabrikanten van coatingformules en eindgebruikers die geïnteresseerd zijn in verdere samenwerking.

Ontdek de mogelijkheden van biogebaseerde additieven

Wilt u ontdekken hoe reststromen uit biomassa kunnen worden ingezet als functionele additieven voor hoogwaardige coatings? Binnen het COOCK+ AddBIO-project brengt Sirris bedrijven uit de volledige waardeketen samen en ondersteunen we nieuwe valorisatietrajecten. Ontdek het AddBIO-project en de mogelijkheden voor uw bedrijf.

Ontdek het AddBIO-project

Partners

VLAIO Vlaanderen is ondernemen

Auteurs



Pieter Samyn