



Algemene gegevens	
PPS-nummer	TKI-AF 14260
Titel	The development of a pentose-based biorefinery
Thema	Circulair
Uitvoerende kennisinstelling(en)	Wageningen FBR
Projectleider onderzoek (naam en emailadres)	Dr. D. S. van Es (daan.vanes@wur.nl)
Penvoerder PPS (namens private partij)	Dr. Ed. de Jong
Contactpersoon overheid	
Werkelijke startdatum	01-05-2015
Werkelijke einddatum	31-12-2017

Goedkeuring penvoerder / consortium	
De eindrapportage dient te worden besproken met de penvoerder/het consortium. De TKI's nemen graag kennis van evt. opmerkingen over de rapportage.	
De penvoerder heeft namens het consortium de eindrapportage	goedgekeurd
Evt. opmerkingen over de eindrapportage:	

Korte omschrijving inhoud/doel PPS	
Wat is er aan de hand? Wat doet het project daaraan? Wat levert het project op? Wat is het effect hiervan?	
<p>Lignocellulose en agro reststromen zijn waardevolle grondstoffen voor de productie van hernieuwbare materialen en chemicaliën. Tot dusver gaat de meeste aandacht uit naar het vrijmaken van C6-suikers (voornamelijk glucose) en het omzetten van deze zogenaamde hexoses naar bouwstenen zoals melkzuur, barnsteenzuur en furaandicarbonzuur via fermentatie of chemische conversies. Een tot dusver onderbelicht deel van de biomassa wordt gevormd door de hemicellulose, arabinoxylans en arabinans in de biomassa die voornamelijk bestaan uit niet- of slecht verteerbare C5-suikers of pentoses (xylose en arabinose). Een succesvolle ontwikkeling van geïntegreerde biomassa raffinage is echter afhankelijk van een totale verwaarding van de inhoudsstoffen van de ruwe biomassa, dus inclusief de C5-suikers.</p> <p>In dit project worden nieuwe methodes ontwikkeld voor de milde ontsluiting van agro reststromen en de isolatie en zuivering van de gewenste C5-suikers. Daarnaast worden er conversie routes ontwikkeld voor de omzetting van C5-suikers, naar biobased chemische bouwstenen voor de productie van hoogwaardige, 2^e generatie biobased kunststoffen. Hierdoor kunnen nieuwe hernieuwbare en recyclebare materialen zoals biobased polyesters worden gemaakt uit grondstoffen met een lage CO₂ footprint, zonder in conflict te komen met primaire voedselproductie. Het project levert zowel kennis op het gebied van bio raffinage van agro reststromen op, als op het gebied van conversie van C5-suikers naar hoogwaardige bouwstenen voor duurzame materialen. Door de hoogwaardige toepassing van agro reststromen zal de waarde van de primaire voedsel productie kunnen toenemen en de milieu belasting ten gevolge van de productie van hernieuwbare materialen verder afnemen.</p>	

Mutaties ten opzicht van het oorspronkelijke projectplan en follow-up	
Zijn er wijzigingen geweest in het consortium / de projectpartners? Zo ja, benoem deze.	Nee
Zijn er inhoudelijke wijzigingen	De chemische inhoudelijke focus van het project is

geweest in het project?	<p>verschoven van de oorspronkelijke hoofdroute in het projectvoorstel naar de eerder als alternatieve routes aangegeven benaderingen. Deze zijn synthetisch zeer succesvol en sluiten goed aan bij de Avantium processen.</p> <p>Oorspronkelijk geplande opschalingsexperimenten bij Avantium zijn anders verlopen i.v.m. de inbreng van een relevante pilotplant in een joint venture (Synfina). Hierdoor heeft een verschuiving plaatsgevonden van activiteiten m.b.t. pilotplant naar additionele laboratorium schaal activiteiten.</p>
Is er sprake van een octrooi-aanvraag (evt. first filing) vanuit deze PPS?	Nee (wel overwogen, maar van afgezien op basis van economische overwegingen; om freedom to operate te behouden is wel een wetenschappelijke publicatie van de chemische resultaten voorzien)
Is er sprake van spin-offs (contract-onderzoek dat voortkomt uit dit project, aanvullende subsidies die zijn verkregen of spin-off bedrijvigheid)	Deelonderwerpen zijn ingebracht in meerdere PPS project aanvragen; deze zijn deels (nog) niet gehonoreerd. Kennis opgedaan op het gebied van pentose bio raffinage vormt een basis voor nieuwe projectvoorstellen.
Binnen hoeveel jaar zullen de private partijen resultaten uit dit project gaan gebruiken in de praktijk?	Op dit moment nog onduidelijk voor beide industriële partners door veranderende marktomstandigheden en commerciële strategieën.
In hoeverre heeft het project bijgedragen aan de ontwikkeling van de betrokken kennisinstelling(en)? (bijv. wetenschappelijk track record, nieuwe technologie, nieuwe samenwerkingen)	Voor WFBR heeft dit project bijgedragen aan verdere ontwikkeling van kennis en expertise op het gebied van pentose bio raffinage, waar tot dusver voornamelijk werd gekeken naar de toepassing van hexoses. Daarnaast heeft dit project geleid tot significante toenames in kennis en expertise op het gebied van katalytische conversie van suiker gebaseerde bouwstenen.
Krijgt het project een vervolg in de vorm van een nieuw project of een nieuwe samenwerking? Zo ja, geef een toelichting.	Tereos-Syral is een grote speler op het gebied van agro-food residuen. Samenwerking in dit project heeft geleid tot meer inzicht in het verder verwaarden van hun nevenstromen. Tereos-Syral is dan ook een interessante partij voor vervolg projecten als leverancier van grondstoffen.
	Inventarisatie van verdere samenwerking met Avantium op dit onderwerp loopt. Deelelementen van het project zijn ingebracht in 2 EU BBI voorstellen in de call van 2017 (niet toegekend) en zullen opnieuw worden ingebracht in de 2018 call.

Deliverables (geef een korte beschrijving per deliverable uit het projectplan)

- WFBR en Tereos-Syral hebben een inventarisatie gemaakt van beschikbare agro grondstoffen voor het project en deze (suikerriet bagasse, suikerbietenpulp en tarwezemelen) onderworpen aan diverse labschaal (100 ml tot 50L) bio raffinage concepten waarbij een Design of Experiment (DOE) werd uitgevoerd.
- Daarnaast zijn analytische methodes en protocollen ontwikkeld ten behoeve van de bio raffinage experimenten.
- Op basis van bovenstaande resultaten zijn initiële opschalingen uitgevoerd naar 2L en 50L schaal van geselecteerde bio raffinage concepten
- Op basis van de beste resultaten van deze experimenten heeft Tereos-Syral samen met WFBR een verdere opschaling uitgevoerd (50 kg), wat heeft geleid tot een grote schaal monster van pentoses (0.5 kg) dat aan Avantium is geleverd voor verdere chemische conversie.
- Avantium heeft verkennende katalytische experimenten uitgevoerd met de door Tereos-Syral aangeleverde pentoses voor verdere katalytische conversie.
- WFBR heeft specifieke pentose gebaseerde bouwstenen op basis van het originele concept op grote schaal gesynthetiseerd en opgezuiverd en deze aan Avantium aangeleverd voor verdere evaluatie in polymerisatie.
- Avantium heeft deze bouwstenen verwerkt tot polymere materialen en de eigenschappen hiervan geëvalueerd m.b.t. hun bestaande product(en).
- Daarnaast heeft WFBR diverse alternatieve routes van pentoses naar bouwstenen op lab schaal uitgetest en samen met Avantium geëvalueerd.
- WFBR heeft een aantal conversie routes verder uitgewerkt en geoptimaliseerd. Hierbij is veel aandacht besteed aan katalytische aspecten, selectiviteit van de chemische conversies, identificatie van bijproducten en isolatie en opzuivering.
- WFBR heeft vervolgens diverse product monsters geleverd aan Avantium voor verdere chemische conversie en evaluatie van integratie met hun huidige conversie technologieën.
- Avantium heeft vervolgens succesvol de pentose gebaseerde bouwstenen en intermediairen katalytisch kunnen omzetten naar bekende bouwstenen voor o.a. biobased verpakkingsmaterialen.

Aantal opgeleverde producten			
Wetenschappelijke artikelen	Rapporten	Artikelen in vakbladen	Inleidingen/ workshops
1 Peer reviewed paper samen met Avantium in voorbereiding voor ChemSusChem/Green Chem.	Alleen interne confidentiële rapporten en ppts	-	-

Samenvatting van het project voor de website Kennisonline

Agro reststromen zijn waardevolle grondstoffen voor de productie van hernieuwbare materialen en chemicaliën. Tot dusver gaat de meeste aandacht uit naar het vrijmaken van C6-suikers (voornamelijk glucose) en het omzetten hiervan naar hernieuwbare bouwstenen voor duurzame materialen zoals melkzuur, barnsteenzuur en furaandicarbonzuur. Een tot dusver onderbelicht deel van de biomassa wordt gevormd door de niet- of slecht verteerbare C5-suikers of pentoses, voornamelijk arabinose en xylose. Een succesvolle ontwikkeling van geïntegreerde biomassa raffinage is echter afhankelijk van een totale verwaarding van de inhoudsstoffen van de ruwe biomassa, dus inclusief de C5-suikers.

In dit project zijn nieuwe methodes ontwikkeld voor de milde ontsluiting van agro reststromen en de isolatie en zuivering van de gewenste C5-suikers. Daarnaast zijn nieuwe conversie routes ontwikkeld voor de omzetting van deze C5-suikers in biobased chemische bouwstenen voor de productie van hoogwaardige, 2^e generatie biobased kunststoffen. Hierdoor kunnen hernieuwbare en recyclebare materialen zoals biobased polyesters worden gemaakt uit grondstoffen met een lage CO₂ footprint, zonder in conflict te komen met primaire voedselproductie.

Bijlage: Titels van producten en links naar informatie op openbare websites (w.o. Kennisonline)

<http://topsectoragrifood.nl/project/the-development-of-a-pentose-based-biorefinery/>

<https://www.wur.nl/nl/project/The-development-of-a-pentose-based-biorefinery.htm>

Ter illustratie een algemene website m.b.t. dit onderwerp met veel figuren.

<https://www.google.nl/search?q=The+development+of+a+pentose-based+biorefinery&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKewjzO3n1c3ZAhXK2aQKHxyGByUQsAQINw&biw=1463&bih=734>

Akkoord: Hans van der Kolk (Topsectorsecretaris)