

Big data voor kleine, ambachtelijke bierbrouwers

Ambachtelijke bierbrouwers halen veel voldoening uit hun vak, maar willen wel meer grip krijgen op het brouwproces om te kunnen concurreren met de biermultinationals. Avans Hogeschool, samen met Hogeschool Leiden, helpt hen om bier van consistente kwaliteit en smaak te kunnen leveren, met een mooie, stabiele haze (troebeling). De onderzoekers doen daarvoor een beroep op diverse sleuteltechnologieën: chemical technologies (analysestechniek), life science and biotechnologies (bio-informatica) en digital and information technologies (data science, data analytics en data spaces).

De uitdaging

Meer grip op het brouwproces vraagt om inzicht dat door meting en data-analyse kan worden verkregen. Inzicht in wat er bijvoorbeeld precies in het vergistingsvat gebeurt. De kunst is om daar sensortechniek en data-analyse voor te ontwikkelen die geschikt is voor de doelgroep.

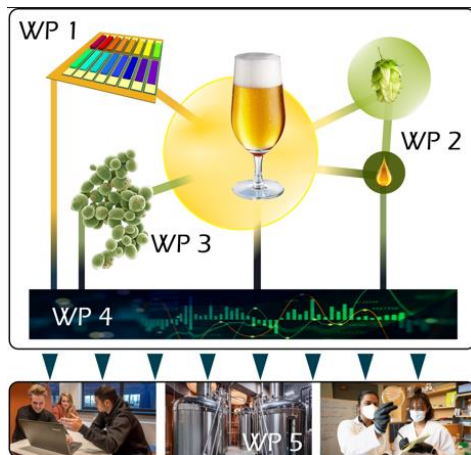
Zo wordt in dit project een betaalbare sensor gebruikt die is gebaseerd op nabij-infrarood (NIR) spectroscopie. Deze sensor is het hart van een nieuw te ontwikkelen product dat aan een vergistingsvat kan worden toegevoegd om real-time het proces te volgen en zo nodig in te grijpen. Het datamodel achter het nieuwe product moet worden getraind en dat vergt de inzet van analytisch-chemische technieken. Daarmee analyseren onderzoekers tot in detail de moleculaire samenstelling van de inhoud van de brouwketel tijdens de gemonitorde vergisting.

Hop speelt een essentiële rol in de uiteindelijke smaak van het bier. Er is een groot aantal hopvariëteiten, ieder met een eigen signatuur. Om deze signatuur te kunnen koppelen aan de moleculaire inhoudsstoffen van hop, worden analyses uitgevoerd op hop en daarvan afgeleide producten die in de brouwerij kunnen worden gebruikt. Denk aan gedroogde hoppelleten of innovatieve extracten die tijdens dit project worden ontwikkeld. Dit helpt brouwers bij hun uitdaging om maand na maand en jaar na jaar een goedlopend bier met succes te reproduceren, ook wanneer er variabiliteit in de hopenvoer optreedt.

De rol van gist wordt eveneens onder de loep genomen. Veel brouwerijen hebben een eigen 'signature'-gist, maar in de praktijk kunnen ze niet volstaan met het blijven doorenten ('repitchen') van het ene brouwsel naar het andere. Al gauw treedt er een smaakafwijking op die steeds groter wordt. Hieraan kunnen verschillende oorzaken ten grondslag liggen: genetische drift, epigenetische modificaties, het dominant worden van een giststam in een samengestelde cultuur, etc. Voor een beter begrip zetten de onderzoekers met nanopore sequencing een phylogenetische boom op en brengen ze bij ambachtelijke brouwerijen verzamelde gistcultures in kaart.

In het project is er speciale aandacht voor de rol die bovenstaande factoren spelen bij het bereiken van een mooie, stabiele haze. Dat is de troebeling die geassocieerd wordt met een mooi, ambachtelijk gebrouwen bier. Deze haze is het gevolg van de interactie tussen inhoudsstoffen van verschillende grondstoffen (zoals gistmetabolieten, graan en hop). In de

literatuur is die echter slecht gekarakteriseerd, waardoor controle op de vorming een uitdaging is.



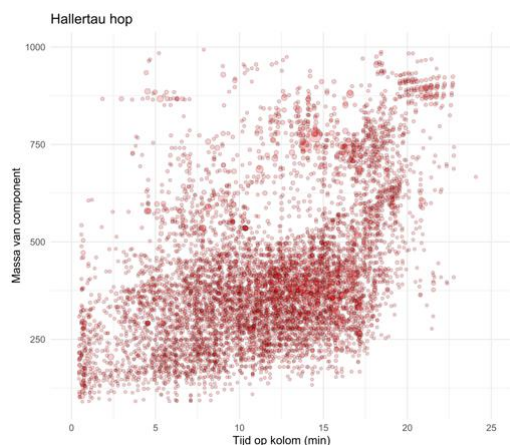
Grafische weergave van de verschillende werkpakketten uit het project.

Resultaten

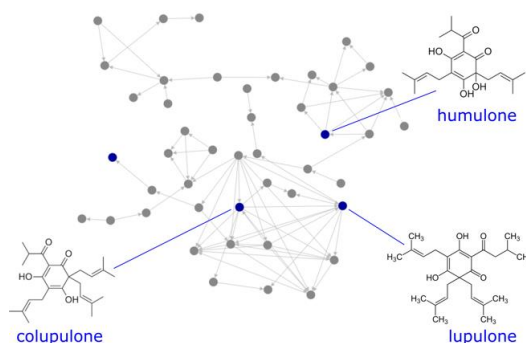
Er zijn al verrassend leuke resultaten bereikt, hoewel het project pas net is begonnen. Voor de gisten is de verzameling van monsters nog in volle gang en zullen de resultaten nog even op zich laten wachten. De onderzoekers hebben voor de karakterisering van hop wel meteen stappen kunnen maken, omdat veel van de partijen uit het projectconsortium hopproducten op dagelijkse basis gebruiken. Zo leverde een innovatieve hopteler onbewerkte hopbloemen (vers en/of diepgevroren) en hebben brouwerijen en handelshuis praktijkproducten op de spreekwoordelijke plank liggen.

Stagiairs hebben een analysemethode opgezet die nog verfijnd zal worden. Nu is het echter al mogelijk om met de combinatie van een scheidingstechniek (ultra-performance liquid chromatography, UPLC) en hoge-resolutie accurate massaspectrometrie (HRAMS) meer dan 6.500 inhoudsstoffen in een hopmonster te bepalen. En dat binnen 25 minuten, wat neerkomt op gemiddeld vier componenten per seconde. Omdat de informatiestroom niet gelijkmatig is, kunnen het er soms ook 25 per seconde zijn. Van al deze componenten wordt een nauwkeurige massabepaling gedaan aan zowel de intacte moleculen als de fragmenten die ontstaan wanneer deze moleculen gecontroleerd botsen met inert gas.

Gebruikmakend van databases met bekende componenten en hun fragmentatiepatronen zijn de bekende inhoudsstoffen geïdentificeerd. Het merendeel van de aangetroffen moleculen komt echter niet in de gebruikte databases voor. Dit is niet onverwacht: secundaire metabolieten in aromatische planten als hop zijn notoir talrijk en complex. Toch komt de queeste voor nieuwe informatie daarmee niet tot een eind. Met behulp van data science en bio-informatica hebben de onderzoekers een volgende stap gezet. Via patroonherkenning in fragmentatie van bekende en onbekende stoffen hebben ze een aantal nieuwe leden van relevante molecuulfamilies kunnen identificeren.



Bij een UPLC-HRAMS analyse van een hopextract worden in 25 minuten ruim 6.500 componenten gekarakteriseerd op basis van hun gewicht en fragmentatiepatroon.

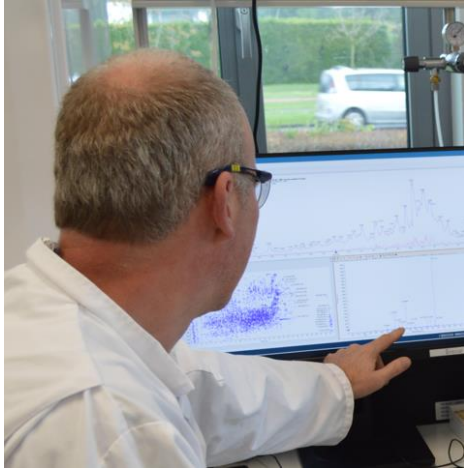


Op basis van patroonherkenning in de fragmentatiespectra kunnen zogenaamde globale sociale netwerken van moleculen worden afgeleid. In dit netwerk zijn bekende alfa-zuren en hun voorheen onbekende partners weergegeven.

Zo krijgen de onderzoekers meer inzicht in welke inhoudsstoffen van hop bepalend zijn voor de smaak en waar ze dus op moeten letten bij het ontwikkelen van innovatieve hopproducten. Dit kan alleen doordat het lectoraat state-of-the-art analytische instrumenten tot zijn beschikking heeft. Het multidisciplinaire karakter komt onder meer tot uiting in het combineren van de kennis van biologen over (soorten) hopplanten met de kennis van analytisch chemici over analysetechnieken die de big data genereren waarmee data-wetenschappers aan de gang kunnen. De consortiumpartners blijven voortdurend op de hoogte, zodat nieuwe kennis snel haar weg vindt naar de praktijk.

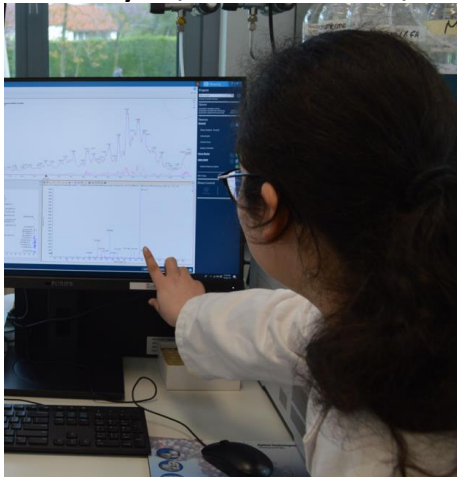
Bier is een zeer aansprekend onderwerp, zeker voor studenten. Dat leidt tot veel interesse van studenten om via een stage of afstudeeropdracht aan dit project bij te dragen. Zo kan door selectie telkens weer een optimaal onderzoeksteam worden samengesteld.

Jos Brouwers, lector Analysetechnieken in de Life Sciences, Avans Hogeschool



“Geavanceerde analysetechnieken en het slim uitpluizen van grote hoeveelheden data hebben altijd onze bijzondere interesse gehad. Fantastisch om dat ook aan de jonge generatie door te geven en heel leuk om te zien hoe aanstekelijk het enthousiasme van onze onderzoekers daarbij werkt. We moeten zorgen dat studenten hiermee vertrouwd raken, want onbekend maakt onbemind.”

Gamze Aydin, student Chemie, Avans Hogeschool



“Als afstudeerstagiaire vond ik het fascinerend om stage te lopen bij het lectoraat, waar de perfecte balans tussen bedrijfsleven en onderwijs heerst. Het gebruik van nieuwe technieken en het ontdekken van nieuwe kennis door analyses was geweldig om te zien.”

Vervolg

Het project is gestoeld op wetenschap, liefde voor bierbrouwen en de commerciële overwegingen die bij een gezonde bedrijfsvoering van de MKB-partners horen. De intentie is om via de NIR-sensor tot een nieuw commercieel product te komen dat door verder onderzoek steeds kan worden verbeterd. Ook voor het lectoraat ligt in dit vervolg een mogelijke rol. Het verbeteren zal op zijn minst deels moeten gebeuren door het vergroten van de datatrainingset: brouwsels waarvan het gemeten NIR-spectrum en de moleculaire samenstelling bekend zijn. Het lectoraat kan zowel het analyseren van de monsters voor zijn

rekening nemen als het duiden van de meetresultaten aan de hand van de aanwezige expertise van metabolisme.

Ook de nieuwe kennis over hop biedt kansen om nieuwe producten op de markt te brengen die bijdragen aan de gewenste grotere controle over het brouwproces. De bereidingswijze van deze producten is mogelijk te octrooieren, terwijl ook het product zelf een intrinsieke waarde heeft door de complexe samenstelling van de smaak- en geurstoffen. Meerwaarde kan worden gevonden door een betere grip op het smaakpalet en het voorspellen daarvan op basis van inhoudsstoffen.

Partners

Het onderzoek wordt uitgevoerd door het lectoraat Analysetechnieken in de Life Sciences en het Centre of Expertise Perspectief in Gezondheid van Avans Hogeschool in Breda, onder leiding van lector Jos Brouwers. Een groot aantal bierbrouwers en andere bierbrouwgerelateerde bedrijven is er als MKB-partner bij betrokken (o.a. Brouwerij Frontaal, Brouwerij Kaapse Brouwers, Brouwerij Troost, Brouwerij Craywinckelhof, Brewbrain, Mantispectra en Hopkwekerij Tekelenburg), evenals branchevereniging Craft. Vanuit Hogeschool Leiden draagt Astrid Heikema, lector Toegepaste Genomische Microbiologie, bij aan het onderzoek.