

Methoden voor het analyseren van zaaizaadkwaliteit

Steven P.C. Groot, Wageningen UR, Droevendaalsesteeg 1, 6708PB, Wageningen.

Email: steven.groot@wur.nl

Zaaizaadkwaliteit

Een belangrijk deel van ons voedsel of dat van ons vee, bestaat uit zaden. Zaden worden gebruikt als uitgangsmateriaal voor de start van een nieuw gewas en veredelaars gebruiken zaden als bron van nieuwe genetische eigenschappen. Elk van die functies zal specifieke eisen stellen aan de kwaliteit. Suikermais zaden zijn bijvoorbeeld erg geliefd bij de consument vanwege het onvermogen om suikers in zetmeel om te zetten, maar gebruik van suikermais als zaaizaad geeft flink wat uitdagingen. In dit college gaat het over kwaliteit van zaden als uitgangsmateriaal, het zaaizaad.

De teler kiest allereerst zaden van een bepaald ras en verwacht dan dat de partij zaaizaad zuiver is, met afwezigheid van kapotte zaden, onkruidzaden, takjes of zaden die genetisch afwijken. Ook is het voor de start van een nieuw gewas van belang dat met het zaaizaad geen zaad-overdraagbare ziekten meekomen. Zaadbedrijven besteden dan ook veel aandacht aan zaadgezondheid en voeren indien nodig ontsmettingsbehandelingen uit. Voor een goede start van het gewas is de kiemkracht van het zaaizaad van groot belang. Bij een vlotte volledige opkomst zullen de kiemplanten sneller meer zonlicht opvangen en daardoor nog sneller gaan groeien. Daarmee zal de jonge plant ook een betere concurrentie hebben t.o.v. onkruiden.

Voor de marktpositie van het zaadbedrijf is het van belang om naast de beste rassen ook een hoge zaaizaadkwaliteit te leveren. Echter, zaaizaadproductie leidt lang niet altijd tot een partij met een uniform hoge kwaliteit. Het is daarom van groot belang om de kwaliteit van individuele zaden te kunnen meten en indien mogelijk zaden van mindere kwaliteit uit de partij te verwijderen. Voor dat laatste zijn niet-destructieve meettechnieken nodig.

Rijpheid van de zaden

Het vermogen van het zaaizaad om ook onder suboptimale condities tot een hoge opkomst te komen, met gezonde en vlot groeiende kiemplanten, wordt ook wel de vigour van een zaadpartij genoemd. Onder suboptimale condities valt bijvoorbeeld stress van een iets lagere temperatuur, droogte, natte grond of pathogenen. Maar ook het vermogen om de kiemkracht te behouden tijdens bewaring kan onder vigour geschaard worden. Voor een optimale stress tolerantie van de zaden is de opgebouwde bescherming van belang. Gedurende de zaadontwikkeling ontstaat eerst tolerantie tegen de stress van het uitdrogen, een belangrijke eigenschap van veel zaden. Aan het eind van de zaadontwikkeling, na het moment dat het zaad het maximum drooggewicht heeft bereikt, vermindert de metabole activiteit en worden de laatste beschermingsmechanismen aangelegd. Als het zaad te vroeg geoogst wordt, voor dat die bescherming volledig is aangelegd, is het al wel mogelijk om een kiemplant te laten groeien vanuit het nog onrijpe zaad, maar de stress tolerantie van die onrijpe zaden is minder in vergelijking met die van rijpe zaden.

In een metafoor kan de vergelijking gemaakt worden met de productie van een wasmachine. Tijdens dat proces is de machine op een bepaald moment zover af dat alle onderdelen zijn bevestigd. Als de wasmachine op dat moment uit de fabriek wordt gehaald en aangesloten op de waterkraan, elektriciteit en afvalwaterafvoer, zal de machine perfect functioneren. De fabrikant laat echter de wasmachine de fabriek niet in die conditie verlaten. Eerst wordt de centrifuge vast geschroefd om beweging tijdens het transport te voorkomen. Vervolgens wordt de machine ingepakt met styrofoam (piepschuim), karton of een plastic verpakking. Pas daarna is de machine voldoende beschermd om onbeschadigd opslag en transport te doorstaan.

Op eenzelfde wijze willen we voor een hoge zaaizaadkwaliteit alleen de rijpe zaden hebben, welke een optimale bescherming hebben opgebouwd. Veel van onze gewassen hebben echter geen uniforme bloei en zaadrijping. De consequentie is dat bij machinaal oogsten de zaadpartij ook onrijpe zaden zal bevatten. De erg onrijpe zaden zijn vaak kleiner en kunnen er met sorteren op grootte of soortelijk gewicht wel uitgehaald worden. Met de bijna rijpe zaden welke al hun maximaal drooggewicht hebben lukt dat niet. Toch kan het zinvol zijn om ook die nog net niet rijpe zaden uit de partij te verwijderen om zo tot een maximale kwaliteit te komen.

Een interessante eigenschap van zaden is dat die vaak chlorofyl (bladgroen) bevatten tijdens de zaadontwikkeling. Dat chlorofyl helpt waarschijnlijk mee met de productie van suikers. Aan het einde van de zaadontwikkeling neemt het vochtgehalte af en kan ook het chlorofyl steeds minder goed functioneren, integendeel, er bestaat zelfs het gevaar van productie van zuurstofradicalen die niet meer enzymatisch weggevangen kunnen worden. De meeste zaden breken het chlorofyl dan ook af tijdens het afrijpen van het zaad. Daardoor is de resterende hoeveelheid chlorofyl in het zaad een maat voor de mate van afrijping. Bij Wageningen UR is eind jaren 90 een techniek ontwikkeld om de hoeveelheid chlorofyl in zaden heel nauwkeurig te meten, zonder daarvoor de zaden fijn te hoeven maken. Die techniek is gebaseerd op de eigenschap van chlorofyl dat het fluoresceert indien het aangestraald wordt met rood licht. Door de zaden met rood laser licht aan te stralen en de fluorescentie bij 739 nm te meten, kan van individuele zaden bepaald worden hoeveel chlorofyl ze bevatten. Met deze methode is het mogelijk om van een partij zaden de verdeling te bepalen van de rijpheidsstadia. Anderzijds is het mogelijk om deze informatie te gebruiken voor het sorteren van zaden op relatieve rijpheid. Dat laatste is bijvoorbeeld gedaan met zaden van kool. De oorspronkelijke partij kiemde maar voor 80%. Sorteren op grootte of soortelijk gewicht was niet voldoende geweest en de partij was daarmee commercieel gezien te slecht voor de verkoop. Sortering van de partij in zes klassen op basis van chlorofyl fluorescentie, gevolgd door een kiemtoets, liet zien dat de fractie van zaden met de minste hoeveelheid chlorofyl voor 100% kiemde, en de fractie net daarboven voor 95%. De zaadfracties met gemiddeld meer chlorofyl kiemden slechter dan 80% tot bijna in het geheel niet voor de fractie met het meeste chlorofyl in de zaden. Door de zaden met een chlorofyl fluorescentie signaal boven een bepaalde waarde te verwijderen kan de partij weer verkoopbaar gemaakt worden. Op basis van deze techniek zijn er apparaten ontwikkeld die het chlorofyl fluorescentie signaal van individuele zaden kunnen meten en zo een zaadpartij op rijpheid kunnen beoordelen. Dit apparaat kan bijvoorbeeld ingezet worden om het optimale oogstmoment te bepalen. Daarnaast zijn op dit principe van chlorofyl fluorescentie apparaten ontwikkeld die zaden met grote snelheid kunnen sorteren.

Behalve dat de chlorofyl fluorescentie analyse en sorteringstechniek voor veel gewassen uitermate bruikbaar is om minder rijpe zaden te detecteren of uit een partij te verwijderen, helpt de techniek ook om te onderzoeken wat nu de belangrijke beschermingsmechanismen zijn, waarmee zaden zich gedurende de rijpingsfase wapenen. Deze beschermingsmechanismen betreft o.a. de productie van speciale eiwitten die de celmembranen, het DNA of andere eiwitten (zoals enzymen of structurele eiwitten) beschermen tijdens de droge fase. In die droge fase kunnen enzymen immers niet actief zijn om eventuele schade door oxidatie te repareren. Het DNA wordt tijdens de zaadrijping meer compact ingepakt. Daarnaast worden er meer antioxidanten en bepaalde suikers aangemaakt. De laatsten zijn belangrijk om tijdens uitdrogen in het cytoplasma een zogenaamd 'glas' te vormen.

Sorteren van zaden

Al zolang de mensheid landbouw bedrijft, worden zaden gesorteerd. Traditioneel visueel, met behulp van de wind of met zeven. In de loop van vorige eeuw zijn methoden ontwikkeld om zaden op basis van vorm of grootte te sorteren, voorbeelden daarvan zijn de trieur, de soortelijk gewicht tafels en vloeistofscheiding. Met de opkomst van de ICT en en daaraan gerelateerde beeldanalyse technieken zijn er nieuwe mogelijkheden ontstaan om zaadpartijen te analyseren en om minder goede zaden uit een partij te verwijderen. Een voorbeeld daarvan is de hiervoor besproken techniek van het analyseren en sorteren op basis van chlorofyl fluorescentie.

Met behulp van 'zichtbaar' licht, of RGB camera's, is het mogelijk om te sorteren op vorm van de zaden. Dit wordt o.a. toegepast om beschadigde zaden of zaden met een afwijkende vorm te scheiden van gave komkommerzaden. RGB camera's worden ook gebruikt om zaden in bulk op kleur te sorteren in zogenaamde color sorters. Meer geavanceerde technieken voor het spectraal sorteren van zaden maken gebruik camera's met gevoeligheid in het nabij infrarood ('near infra-red' of NIR) of het Röntgen (X-ray) spectrum. Het laatste is commercieel in gebruik voor het sorteren van tomaten zaden op basis van de morfologie van het embryo. Om het embryo goed te kunnen onderscheiden krijgen de tomatenzaden eerst een primingsbehandeling.

Andere spectrale technieken die voor het analyseren van zaden gebruikt (kunnen) worden zijn Magnetic Resonance Imaging (MRI), Terahertz imaging en Raman spectroscopie. MRI is bekend van scanners in ziekenhuizen voor hersenen of het gehele lichaam. Terahertz imaging is een techniek die momenteel veelvuldig gebruikt wordt bij personenscans op vliegvelden. Raman spectroscopie wordt gebruikt voor het sorteren bij de recycling van glas of plastics. Voor zover ik weet worden deze drie technieken nog niet commercieel toegepast voor sortering van zaden, maar ontwikkelingen in de betreffende apparatuur en ICT maken het wellicht op termijn al wel mogelijk.

Een iets afwijkende techniek voor het analyseren van zaaizaadkwaliteit is de multispectraal analyse zoals o.a. toegepast in de VideometerLab. De multispectraal analyse vindt in dat apparaat plaats door achtereenvolgende verlichting van de zaden met 19 verschillende kleuren LED's. De reflectie patronen kunnen statistisch gekoppeld worden aan bepaalde karakteristieken van de zaden of onderdelen daarvan, bijvoorbeeld aan- en afwezigheid van een fusarium schimmel op zaden van gerst. De kracht van dit systeem is vooral de statistische software waarmee de herkenning getraind kan worden.

Analyse van de energiehuishouding tijdens kieming

Kieming van zaden vergt veel energie en normaliter worden de mitochondriën snel actief om de cellen van voldoende energie te voorzien. De mitochondriën zijn echter nogal gevoelig voor schade die kan ontstaan, bijvoorbeeld tijdens de bewaring of door een warmwaterbehandeling. Als de mitochondriën beschadigd zijn zal de aerobe ademhaling trager op gang komen. Dit heeft o.a. tot gevolg dat de zuurstof consumptie in het begin ook minder zal zijn. Die zuurstofconsumptie kan gemeten worden met behulp van de Q2 machine. Het principe daarvan is dat een individueel zaad kiemt in een afgesloten ruimte, bijvoorbeeld een buisje of microtiterplaat. Aan de binnenzijde van het deksel is een kleurstof aangebracht waarvan de fluorescentie-eigenschappen afhankelijk zijn de zuurstof concentratie. Die eigenschap kan gemeten worden door het deksel heen. Door gedurende een of twee dagen op deze manier regelmatig het zuurstof niveau in het buisje te meten wordt van elk individueel zaad in de proef een beeld gekregen van de snelheid van de ademhaling.

Een ander gevolg van beschadiging aan de mitochondriën is dat cellen bij de start van de kieming onvoldoende energie kunnen produceren via de normale aerobe ademhaling. Om toch aan voldoende energie te komen, al is het alleen al voor reparatie van schade aan de mitochondriën, wordt de anaerobe ademhaling gestart. Bij die anaerobe ademhaling gaan de zaden ethanol produceren. Dit kan gemeten worden door een klein monster te nemen van de lucht boven de kiemende zaden. De ethanol concentratie kan nauwkeurig gemeten worden met behulp van een gaschromatograaf. Een Canadese onderzoeker (Wayne Buckley) heeft echter bedacht dat het simpeler kan door gebruik te maken van een ademanalysator zoals die door de politie gebruikt wordt tijdens verkeerscontroles. Wageningen UR heeft die laatste methode verder ontwikkeld en nog gevoelig gemaakt.

26 november 2015