

KWALITEITSONDERZOEK

Onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van geavanceerde analyseapparatuur bij de kwaliteitsbepaling van suikerbieten

Projectleider: A.W.M. Huijbregts

1. Inleiding

Om te komen tot een optimale suikerbietenteelt is een juiste kwaliteitsbeoordeling van de geteelde bieten noodzakelijk. Het gaat hierbij om het vaststellen van de interne kwaliteit, die samenhangt met de bietsamenstelling, en de externe kwaliteit, die voornamelijk bepaald wordt door de hoeveelheid meegeleverde grond, kop en bladresten. De huidige kwaliteitsbepaling is gebaseerd op het nemen van monsters uit een partij. Deze monsters worden vervolgens gewassen en gekopt ter bepaling van het tarrapercentage. Hierna wordt van de gewassen nettobieten in een zaagmachine brij verkregen voor bepaling van de interne kwaliteit. Dit is een bewerkelijke procedure, waarmee slechts een beperkt aantal kwaliteitsbepalende parameters kan worden vastgesteld. Een snelle en betrouwbare methode voor bepaling van de interne en externe kwaliteit van de bieten biedt de mogelijkheid om op grote schaal tegen geringe kosten de kwaliteit van bietenmonsters vast te stellen. Dit is van belang voor de optimalisatie van de suikerbietenteelt en -verwerking.

Nieuwe geavanceerde technieken bieden wellicht de mogelijkheid om op grote schaal tegen beperkte kosten zowel de interne als de externe kwaliteit goed te kunnen beoordelen.

2. Werkwijze

Eerder uitgevoerd onderzoek (IRS Jaarverslag 1999, project 15-02) toont aan dat nabij-infraroodapparatuur (NIR) mogelijkheden biedt voor bepaling van de interne kwaliteit. Dit onderzoek is voortgezet met aanpassing van de apparatuur. In samenwerking met het Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ) en KWS in Duitsland is onderzoek verricht naar de mogelijkheid om met NIR het gehalte aan oplosbare stikstofverbindingen (Nopl) in suikerbieten vast te stellen.

Verder is in 2000 in samenwerking met Cruse Leppelmann Kognitionstechnik GmbH (CLK) en Venema Automation onderzoek gedaan naar de toepasbaarheid van beeldverwerkingsapparatuur in het tarreerlokaal voor de bepaling van het koptarrapercentage.

2.1 NIR-onderzoek

Analyses zijn uitgevoerd bij aluminiumsulfaatextracten en bij perssap van bietenbrijmonsters, afkomstig van uiteenlopende proefvelden. De aluminiumsulfaatextracten werden bereid volgens de standaardprocedure

voor de kwaliteitsbepaling in het tarreerlokaal. Perssap is verkregen door circa 30 g brij in stroken van band-filtreerpapier (Macherie-Nagel MN 672/85) te doen en vervolgens met de hand uit te persen.

Voor de bepaling van Nopl is de referentiemeting uitgevoerd bij het IfZ door met de Dumasmethode het totale stikstofgehalte in de aluminiumextracten te meten. Zowel bij KWS als IRS is nagegaan of Nopl kan worden bepaald met NIR. Hierbij is het perssap van dezelfde brijmonsters op het IRS geanalyseerd met de LTI Quantum 1200 Analyser voorzien van de 'oude' sensor voor transmissiemeting in vloeistof. Voor meting van de aluminiumextracten is het systeem aangepast, zodat met de sensor, voorzien van optische vezels, de vloeistof via diffuse reflectie op een goudlaag kon worden gemeten (transreflectie). De extracten zijn eveneens gemeten met een InfraAlyzer 500 van Bran+Luebbe met hetzelfde meetprincipe, echter zonder optische vezels, omdat de monstercup rechtstreeks in de lichtbundel kon worden geplaatst. Bij KWS zijn de aluminiumsulfaatextracten gemeten met een ander NIR-systeem van Bran+Luebbe (InfraProver II), voorzien van een doorstroomcel.

Voor het verdere onderzoek naar de mogelijkheden van de bepaling van suiker, α -aminostikstof en WIN aan de hand van NIR-analyses van het perssap is het gebruik van diffusiereflectie getest. Dit gebeurde zowel met het systeem van LTI voorzien van de 'nieuwe' sensor als met het Foss NIRSystems 5000, waarbij hetzelfde meetprincipe is gebruikt zonder optische vezels.

2.2 Koptarrabepaling met beeldverwerking

Het beeldverwerkingssysteem is ingepast in de Venema-apparatuur. Hierbij is de groene kopband vervangen door een blauwe, omdat deze beter te onderscheiden is van bietmateriaal. Verder is een constructie gemaakt voor het ophangen van verlichting en camera's en het afschermen tegen direct zonlicht. Boven de band zijn drie digitale camera's aangebracht om opnamen te maken van de bieten op de kopband. Met behulp van neuronale netwerktechnieken zijn de digitale opnamen gerelateerd aan de hoeveelheid kop (en wortel) in de monsters. Hierbij is de huidige methode, met afsnijden en wegen als referentiemethode, gebruikt. Zowel bij monsters hele bieten als bij rüpromonsters zijn de analyseresultaten van de koptarrabepaling tussen beide methoden vergeleken.

3. Resultaten

3.1 NIR-onderzoek

Om een indruk te krijgen van de mogelijkheden om Nopl te bepalen met de verschillende NIR-systemen, zijn de calibratiegegevens vergeleken. In alle gevallen is voor de regressieberekeningen gebruik gemaakt van PLS (partial least squares regression). De resultaten zijn samengevat in tabel 50. Bij LTI-transmissie is uitgegaan van perssap en bij de overige systemen van aluminiumsulfaatextract (Al-extract).

Met alle instrumenten zijn dezelfde 91 monsters geanalyseerd. Het aantal monsters per instrument verschilt, omdat bij de Infraprover niet alle monsters in de calibratie zijn meegenomen. De resterende twaalf monsters zijn hierbij gebruikt voor de validatie. Het aantal monsters is dan echter te beperkt om de validatie goed te kunnen beoordelen. Bij de overige instrumenten is er dan ook voor gekozen om alle monsters te gebruiken voor calibratie. Hierbij zijn bij de perssapanalyses met het LTI-instrument vier monsters als uitbijter beschouwd en bij de InfraAlyzer 500 twee.

Perssap heeft het voordeel dat de concentratie van Nopl hoger is dan in de Al-extracten. Het nadeel is echter dat het sap niet helder is en snel verkleurt. Het gebruik van optische vezels heeft het voordeel dat het systeem gemakkelijker inpasbaar is in een bemonsteringssysteem in vergelijking met een meetopstelling waarbij de monstercup in of op de NIR-apparatuur

moet worden gebracht. Een nadeel is echter dat door de glasvezels een deel van het spectrum boven de 2000 nm wordt geabsorbeerd. Voor automatische systemen lijkt het gebruik van een doorstroomcel het meest praktisch. Verder onderzoek zal moeten uitwijzen of een NIR-systeem inderdaad kan worden ingezet voor de routinematige bepaling van Nopl in suikerbieten, te meer daar goede validatiegegevens nog ontbreken.

De NIR-resultaten voor de bepaling van suiker, α -aminostikstof en WIN met transflectiemeting zijn samengevat in tabel 51. In alle gevallen is voor de regressieberekeningen gebruik gemaakt van PLS. Voor beide systemen is een validatie uitgevoerd.

Op basis van de gegevens met het LTI-instrument mag voor de suikerbepaling dezelfde betrouwbaarheid worden verwacht als eerder is gevonden voor de directe meting in de bietenbrij (IRS Jaarverslag 1997). Voor α -aminostikstof en WIN zijn de resultaten aanzienlijk beter. De resultaten met de Foss-apparatuur zijn voor de suikerbepaling vergelijkbaar met die van LTI en voor de α -aminostikstofbepaling en WIN beter. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de optische vezel bij de LTI-apparatuur een deel van het spectrum boven de 2000 nm absorbeert, dat voor de bepaling van α -aminostikstof en WIN van belang is.

Voor een definitieve beoordeling van de toepasbaarheid van perssapanalyses met NIR voor de bepaling van de interne kwaliteit van suikerbieten zijn meer onderzoeksresultaten nodig.

Tabel 50. Calibratiegegevens voor oplosbare stikstof met vier systemen (2000).

	LTI-transmissie	LTI-transflectie	InfraAlyzer 500	Infraprover II
materiaal	perssap	Al-extract	Al-extract	Al-extract
meetprincipe	transmissie	transflectie	transflectie	transmissie
lichtweg/monster	optische vezels	optische vezels	direct in cup	doorstroomcel
aantal monsters	87	91	89	79
bereik (mmol/kg biet)	20-144	20-144	20-113	20-144
aantal factoren	10	10	10	6
s.d.* (mmol/kg biet)	4	8	8	n.b.***
R ² **	0,97	0,90	0,88	0,97

* s.d. = standaardafwijking van het verschil tussen NIR- en referentiewaarde.

** R² = meervoudige determinatiecoëfficiënt.

*** n.b. = niet bepaald.

Tabel 51. Calibratie- en validatiegegevens voor suiker, α -aminostikstof en WIN bij NIR-analyse van perssap (2000).

	LTI Quantum 1200		Foss NIRSystems 5000	
	calibratie	validatie	calibratie	validatie
suiker				
aantal monsters	84	87	198	75
gemiddeld (%)	16,24	16,54	16,75	16,68
bereik (%)	11,03 - 18,29	11,63 - 18,23	13,43 - 18,35	13,23 - 18,17
aantal factoren	7		5	
s.d.* (%)	0,15	0,26	0,17	0,23
R ² **	0,99	0,97	0,97	0,95
α-aminostikstof				
aantal monsters	84	86	199	74
gemiddeld (mmol/kg biet)	12,7	12,7	13,3	12,9
bereik (mmol/kg biet)	3,7 - 24,3	5,2 - 21,8	3,7 - 24,2	3,7 - 24,3
aantal factoren	7		10	
s.d.* (mmol/kg biet)	2,7	2,7	1,1	1,7
R ² **	0,71	0,71	0,92	0,81
WIN				
aantal monsters	84	87	186	73
gemiddeld	90,6	90,9	90,9	90,9
bereik	76,9 - 92,5	79,7 - 92,5	86,2 - 92,6	86,6 - 92,7
aantal factoren	7		10	
s.d.*	0,7	1,2	0,29	0,48
R ² **	0,89	0,72	0,96	0,91

* s.d. = standaardafwijking van het verschil tussen NIR- en referentiewaarde.

** R² = meervoudige determinatiecoëfficiënt.

3.2 Koptarrabepaling met beeldverwerking

De belangrijkste resultaten uit het onderzoek waren:

- de herhaalbaarheid met beeldverwerking, gebaseerd op het meermalen bepalen van de koptarra bij eenzelfde monster, waarbij de ligging van de bieten op de band steeds werd gevarieerd, gaf een standaardafwijking van 0,5% voor monsters hele bieten en 0,7% voor rüpromonsters. Bij de rüpromonsters was dit enigszins afhankelijk van het koptarrapercentage;
- bij de rüpromonsters van de onderzochte ringtesten lagen de gemiddelde koptarrapercentages en de gevonden spreidingen met beeldverwerking op hetzelfde niveau als met de referentiemethode;
- bij de afzonderlijke monsters hele bieten en rüpromonsters waren de verschillen tussen de koptarrapercentages bepaald met beeldverwerking en met

de referentiemethode relatief groot ten opzichte van de variatie in de koptarra's van de onderzochte monsters. Uit bestudering van de opnamen blijkt dat enkele oorzaken voor koptarraverschillen tussen beide methoden zijn: aanwezigheid van bietscalpjes (die bij de referentiemethode niet bij het koggewicht zijn gevoegd, maar bij de overige tarra), zwarte/rotte bietdelen, onkruid en kopdelen die bij de referentiemethode niet zijn verwijderd voorafgaand aan de opname;

- voor monsters hele bieten gold bij alle onderzochte proefvelden dat per object het gemiddelde koptarrapercentage met de beeldverwerkingsmethode binnen nauwere betrouwbaarheidsintervallen kon worden vastgesteld dan met de referentiemethode. De verschillen in koptarrapercentages tussen objecten waren bij de beeldverwerking echter ook kleiner dan bij de referentiemethode.