

# Validering af græsanalyser med Perten DA-7300 NIR-instrument monteret på Claas Jaguar 950 finsnitter

AF: NIELS BASTIAN KRISTENSEN, HUSDYRINNOVATION, SEGES  
KVÆGINFO 2600

**Undersøgelsen viste, at et Perten DA-7300 NIR-instrument monteret på Claas Jaguar 950 finsnitter kan anvendes til prædiction af tørstof i frisk græs med høj præcision.**

## Baggrund og formål

Udbytteregistrering på markniveau kræver, at både massen og sammensætningen af den friske afgrøde kan bestemmes med høj præcision. Selv indenfor samme bedrift og samme høstdag kan der nemt forekomme et variationsspænd på 20 % tørstof i det græs, der indvejes. Sker bedømmelsen af forskellige markers udbytte alene på basis af den høstede masse, kan det give anledning til helt forkerte opgørelser og risiko for fejlbehæftede beslutninger.



For 10 år siden blev der gennemført en farmtest af AgroTech (Farmtest, Maskiner og planteavl 114), hvor det var tæt på, at det blev konkluderet, at opgaven med etablering af udbytteregistrering på finsnittere baseret på flowmålere og enten ledningsevne-målere eller NIR-instrument var løst. For 10 år siden var det alene John Deere, der kunne tilbyde NIR på finsnittere. I dag tilbydes NIR løsninger hos alle større fabrikater af finsnittere på det danske marked, men generelt er der stor usikkerhed omkring validiteten af de data, som systemerne genererer.

En af målsætningerne i Grovfoder 4.0 projektet er at teste hvilken præcision, det er muligt at opnå ved bestemmelse af tørstof og fodersammensætning med in-line NIR på finsnittere under anvendelse af det stærkest mulige tekniske udstyr. I projektet vil NIR-instrumenter fra Perten (DA-7300) løbende blive kalibreret og testet for dels at kontrollere præcisionen af et in-line NIR-system på en finsnitter og dels at teste den præcision, der opnås ved distribution af kalibreringer fra et masterinstrument til instrumenter af samme type monteret på andre finsnittere, men uden at data fra slave-instrumenterne indgår i kalibreringen.

Formålet med nærværende undersøgelse var at validere en tidlig version af en friskgræs kalibrering på masterinstrumentet.

## Materiale og metode

Friskgræsprøver med tilhørende NIR-reference spektre blev indsamlet under anvendelse af modificeret Nolan foderblander som beskrevet i ([Udvikling af prøveopsamlingsmetode og test af in-line NIR på finsnitter](#)).

I 2019 blev indsamlet 119 referenceprøver af frisk græs med prøver fra 1., 3. og 4. slæt græs. I 2019 var master NIR-instrumentet monteret på en Krone BigX 630 finsnitter. Instrumentet fra placeret 104 cm oppe på første dækplade. I 2020 blev kalibreringen udvidet med 38 prøver opsamlet i 1. slæt. I 2020 var NIR instrumentet monteret på Claas Jaguar 950 finsnitter, og instrumentet var placeret i toppen af første dækplade.

Alle prøver blev analyseret på KFL, SEGES. Prøverne blev neddelt, tørret ved 60 °C i tørreskab med luftcirkulation, formalet på 1 mm sold og scannet på NIR-instrument (Bruker MPA).

Der blev udtaget prøver til validering af kalibreringen med Perten DA-7300 instrumentet monteret på Claas Jaguar 950 finsnitter. Valideringsmaterialet blev indsamlet fra 3 malkekvægsbedrifter i 2020. Valideringsprøverne blev indsamlet over 3 høstdage hvoraf 2 høstdage i 1. slæt og 1 høstdag i 2. slæt. I valideringssættet indgår prøver fra 12 forskellige marker og mindst 5 forskellige græsblandinger. Der var i alt 30 prøver i valideringssættet.

Kalibreringsmodeller for tørstof, aske, råprotein, sukker, NDF og organisk stof fordøjelighed blev parameteriseret ved anvendelse af Unscrambler version 11.0 (Camo Analytics). Spektre opsamlet ved scanning af valideringsprøverne blev prædikeret ved anvendelse af Unscrambler.

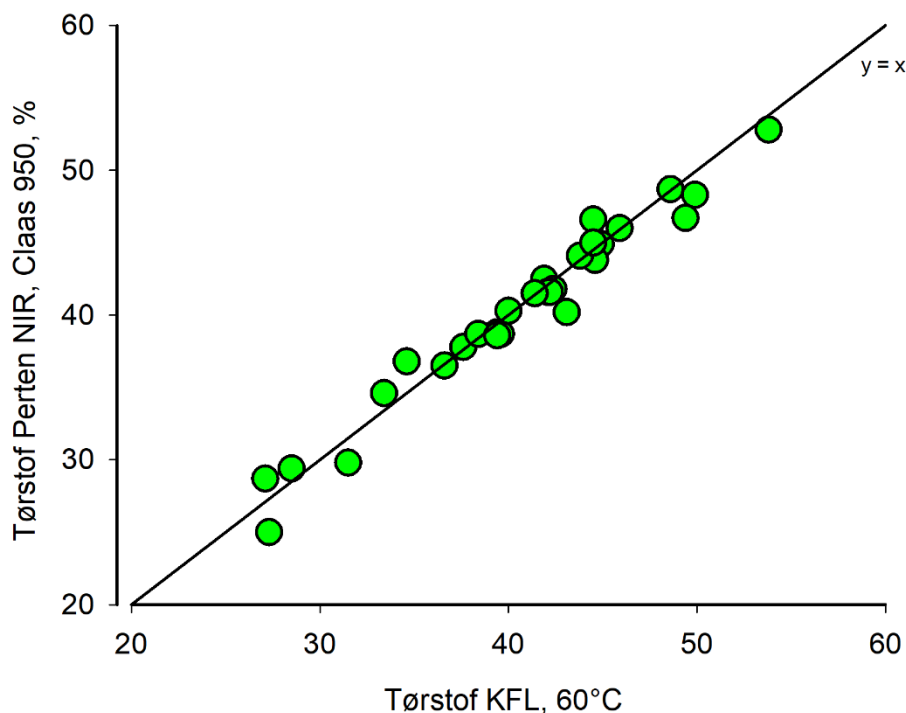
## Resultater og diskussion

Valideringsprøverne blev indsamlet 28. maj, 2. og 9. juni 2020. Tabel 1 viser den gennemsnitlige sammensætning af valideringsprøverne ± standardafvigelse, den gennemsnitlige afvigelse mellem in-line NIR-prædiktion og referenceanalyse (bias), spredningen på afvigelser mellem in-line NIR og referenceanalyser (prædiktionsfejl) samt korrelationskoefficienten for sammenhængen mellem in-line NIR-prædiktioner og referenceanalyser.

Tabel 1. Testsæt validering af Perten DA-7300 NIR-instrument monteret på Claas 950 finsnitter. Valideringssættet blev opsamlet i 1. og 2. slæt 2020 og indeholdt 30 prøver opsamlet med modificeret Nolan foderblender. Tabellen viser det gennemsnitlige indhold analyseret på KFL, SEGES ± standardafvigelsen. Bias er den gennemsnitlige afvigelse mellem in-line NIR-måling og laboratorieværdien. Prædiktionsfejlen angiver spredningen på afvigelserne. Korrelationskoefficienten ( $R^2$ ) angiver, hvor stor en andel af variationen mellem valideringsprøverne, der forklares af prædiktionen med in-line NIR.

Variabel	Laboratorieværdi	Bias	Prædiktionsfejl	$R^2$
Tørstof, %	40,7 ± 6,6	-0,2	1,3	0,96
Aske, % tørstof	6,8 ± 0,9	-0,4	0,6	0,62
Råprotein, % tørstof	14,4 ± 3,7	-1,8	1,1	0,94
Sukker, % tørstof	19,8 ± 3,3	3,1	1,9	0,81
NDF, % tørstof	41,2 ± 2,5	1,8	2,3	0,48
FK org. stof, %	77,7 ± 2,1	0,6	1,3	0,69

Den testede kalibreringsmodel for tørstof, prædikterede tørstof i valideringsprøverne med høj præcision. Bias for tørstof var blot -0,2 %-enhed med en prædiktionsfejl på 1,3 % og 96 % af variationen i valideringsprøver blev beskrevet af NIR prædiktionerne. Laboratorieværdierne for tørstofkoncentration i valideringssættet spændte fra 27 til 54 % tørstof. Som det fremgår af figur 1, var der ingen umiddelbare tegn på større variation ved prædiktion af tørstof i hverken den høje eller lave ende af tørstofspændet. Ved NIR-scanning på frisk græs forklarer variation i tørstof generelt en meget stor del af den samlede variation mellem NIR-spektre. Det er derfor ikke overraskende, at et robust NIR-instrument kan anvendes til prædiktion af græssets tørstofkoncentration, og at der kan opnås en høj præcision af tørstofprædiktionerne. Forholdet mellem standardafvigelsen for tørstof i valideringssættet og prædiktionsfejlen (RDP-værdien) er større end 5, hvilket også viser, at tørstofkalibreringen har en høj styrke i forhold til den variation, der i tørstof i frisk græs.



Figur 1. Testsæt validering af in-line NIR-prædiktion af tørstof i græs høstet med Claas Jaguar 950 finsnitter. NIR-instrumentet var et Perten DA-7300 kalibreret på basis af 157 prøver. Hvert punkt angiver en græsprøve indsamlet over 10 sekunder med samtidig opsamling af græs i modificeret Nolanblander og opsamling af referencespektre fra NIR-instrumentet monteret på tuden af finsnitteren.

Kalibreringen for aske ramte askeniveauet i græsset uden nævneværdig bias, -0,4 %, og en prædiktionsfejl på 0,6 % er også meget tilfredsstillende (tabel 1). Aske varierer dog relativt lidt i valideringssættet, fra 5,5 til 8,8 % af tørstof, og derfor forklarer NIR prædiktionerne alene 62 % af variationen i aske med en RDP-værdi på kun 1,5.

NIR-prædiktioner for råprotein havde en bias på -1,8 %, men prædiktionsfejlen var relativt lille, kun 1,1 %. Korrelationskoefficienten for råprotein var 0,94, og RDP er større end 3. Når kalibreringen for råprotein performer relativt godt, skyldes det et relativt stort spænd i indholdet i græsset. Laboratorieværdierne for råprotein i valideringssættet spændte fra 11 til 22 %. Det formodes, at den observerede bias skyldes, at den testede kalibrering baseret på kun 157 endnu er for svag, og at bias vil falde i takt med, at kalibreringen styrkes.

Der blev observeret en relativ stor bias for sukker på 3,1 % enhed med en prædiktionsfejl på 1,9 %. Sukkerindholdet varierende fra 13 til 25 % af tørstof i valideringssættet, og det formodes, at sukkerkalibreringen bliver mere robust med tiden i takt med, at der opbygges et stærkere kalibreringsgrundlag.

Betragtes kalibreringen for NDF ud fra bias på 1,8 % og prædiktionsfejl på 2,3 %, så performede denne kalibrering meget tilfredsstillende, men idet variationen i NDF kun spændte fra 38 til 49 % af tørstof, så forklarede NIR-prædiktionerne af NDF alene 48 % af variationen i datasættet med en RDP på kun 1,1.

Kalibreringen for organisk stoffordøjelighed performede overraskende godt i frisk græs. Bias var kun 0,6 %, og prædiktionsfejlen var 1,3 %. Variationen i fordøjelighed varierede fra 72 til 82 %, og NIR-prædiktionerne forklarede næsten 70 % af variationen i fordøjelighed.

### **Konklusion**

En kalibrering af Perten DA-7300 NIR-instrument monteret på Claas Jaguar 950 finsnitter blev testet med et uafhængigt valideringsdatasæt indeholdende 30 prøver af frisk græs. Tørstof i frisk græs blev prædikeret med høj præcision, og styrken af systemet vurderes at være fuldt ud tilstrækkeligt til brug for udbytteregistrering i praksis. Prædiktioner for aske, råprotein, NDF og organisk stoffordøjelighed ramte alle niveauet bestemt på laboratoriet med bias på mindre end 2%-enheder. Prædiktion af sukker i frisk græs havde den største afvigelse med en bias på mere end 3%-enheder.

### **Anerkendelser**

Stor tak til Nr. Vium Maskinstation v/Poul Erik Clausen og Vesterbølle Maskinstation P/S samt deres berørte kunder for stor hjælpsomhed og for at stille finsnittere til rådighed ved gennemførelse af undersøgelserne.



Dette projekt medfinansieres af "Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram", (GUDP) under Fødevareministeriet.