



Validering af analyser på frisk græs med Perten DA-7300 NIR-instrumenter monteret på finsnittere og baseret på distribuerede kalibreringsmodeller

Undersøgelsen viste, at de samme kalibreringsmodeller for frisk græs kan bruges på flere DA-7300 NIR-instrumenter og anvendes som grundlag for et udbytteregistreringssystem.

KvægInfo 2602

Af: Niels Bastian Kristensen, HusdyrInnovation, SEGES

Baggrund

Anvendelse af in-line NIR på finsnittere forventes at kunne give et væsentligt bidrag til forbedret udbytteregistrering til brug for optimering af grovfoderproduktionen i dansk kvægbrug.

Et udbytteregistreringssystem, der kan distribueres til flere hundrede finsnittere uden tab af præcision, vil kunne yde et væsentligt bidrag til beskrivelse af den høstede grovfoder grønmasse. Med montering af analyseinstrumenter på finsnittere opnås både, at data genereres i realtid, og at analyserne kan anvendes til positionsbestemt opgørelse og analyse.

Det er tidligere vist, at enkeltinstallationer med in-line NIR-instrumenter fra Dinamica Generale og Perten monteret på finsnittere kan anvendes til prædiktion af tørstofsammensætning i frisk græs med en bias, der ikke er forskellig fra 0, og en prædiktionsfejl omkring 2 % (KvægInfo 2549 og 2600). Perten DA-7300 NIR-instrumentet valideret i KvægInfo 2600 prædikterede udover tørstof også aske, råprotein, sukker, NDF og fordøjelighed af organisk stof med prædiktionsfejl, der for alle variable udtagen sukker var under 2 % enheder.

Hvis det skal være muligt at vedligeholde hundredvis af in-line NIR-instrumenter på finsnittere i et system, der ikke bliver uforholdsmæssigt bekosteligt, skal det være muligt enten at foretage laboratoriekalibreringer af NIR-instrumenterne eller at distribuere kalibreringer mellem instrumenter uden, at der skal opbygges en særskilt kalibrering for hvert enkelt instrument. Nærværende undersøgelse er rettet mod problemstillingen omkring udbytteregistrering baseret på enkeltinstrumenter versus et udbytteregistreringssystem i stor skala baseret på en større flåde af NIR-instrumenter.

Formålet med nærværende undersøgelse var at validere prædiktionerne med tre instrumenter af typen Perten DA-7300 NIR monteret på finsnittere. Alle instrumenter blev testet med kalibreringsmodeller optimeret på basis af kalibreringsprøver fra de to øvrige

instrumenter. Krydsvalidering på det samlede datasæt blev anvendt som reference for bedømmelse af de enkelte testsæt valideringer.



Foto 1. Samtidig opsamling af NIR-spektre og grønmasse. Referenceprøven til de opsamlede NIR-spektre forblendes i Nolan blanderen inden videre prøveneddeling.

Materiale og metode

Der indgik tre Perten DA-7300 NIR-instrumenter (Perten Instruments AB, Hägersten, Sverige) og fire finsnitte i undersøgelsen (tabel 1). Der blev indsamlet kalibreringsprøver fra det ene instrument i både 2019 og 2020, mens der for de øvrige instrumenter alene blev indsamlet referenceprøver i 2020. NIR-instrumenterne blev boltet på tuden af finsnitte efter, at der var svejst en 230 x 300 mm plade af syrefast rustfrit stål i dækpladen på tuden. NIR-instrumenterne var beskyttet af en linseskive, der var forsænket i stålpladen. Linseskiven var monteret med et safirglas til at beskytte linsen på NIR-instrumentet mod sten-slag mv. I 2019 blev anvendt et 2 mm safirglas (Perten P25362, Sikre Prøver Aps), og i 2020 var alle installationer installeret med et 4 mm safirglas (SITUS Technicals GmbH). På Claas finsnitte var monteringspladen monteret i toppen af første dækplade, på Krone snitte var instrumentet placeret ca. 104 cm fra nedre kant af første dækplade.

Tabel 1. Perten DA-7300 NIR-instrumenter og finsnitte der indgik i undersøgelsen.

Instrument	Serienummer	År	Finsnitte
#134	1841134	2019	Krone BigX 630 (NRV)
		2020	Claas Jaguar 950 (VBM1)
#212	1941912	2020	Krone BigX 630 (KLØV)
#221	1432321	2020	Claas Jaguar 950 (VBM2)

Prøver af frisk græs blev opsamlet i sekvenser af 10 sek. Før prøveudtagningen blev startet, afventede snitterpiloten, at Nolan-blanderen var kørt frem langs siden af frakørselsvognen, ved hitch system, eller kørt ind mellem finsitter og frakørselsvognen (Foto 1). Prøveudtagningssekvensen blev initieret ved, at snitterpiloten aktiverede prøveudtagning i Cow-Connect udbytteregistrerings-applikationen, hvorefter en nedtælling på 5 sek. startede. Efter 5 sek. nedtælling opsamlede NIR-instrumentet referencespektre i 10 sek., og det var snitterpilots opgave at justere tuden, så græsset i de 10 sek. blev opsamlet i Nolan-blanderen. Straks efter afslutning af prøveopsamling i Nolan-blanderen noterede chaufføren, på traktoren foran blanderen, prøveudtagningstidspunkt og tildelte den opsamlede prøve et prøve-ID fra et medbragt prøvekit.

Græsset i Nolan-blanderen blev blandet i Nolan-blanderen og aflæsset via et bånd (bånd først monteret forud for sæson 2020), og der blev udtaget en 60-L prøve i murerbalje. Prøven i murerbaljen blev straks neddelt på underlag af polyethylen til en prøvestørrelse på ca. 1 kg og overført til pose med prøve-ID. Prøverne blev opbevaret i køletasker med frosne køleelementer.

Alle indsamlede referenceprøver blev fragtet til laboratoriet i Skejby og neddelt ved kegle-neddeling. Prøverne blev tørret ved 60 °C i mindst 32 timer, formalet på 1-mm sold og scannet på Bruker MPA. Alle data, undtagen tørstof og NEL20, i nærværende rapport er baseret på kalibreringsmodeller optimeret forud for græssæsonen 2020. NEL20 værdier er beregnet ved overførsel til NorFor uden NIR-analyse af iNDF.

Kalibreringsmodeller til Perten instrumenterne for tørstof, aske, råprotein, sukker, NDF, organisk stof fordøjelighed og NEL20 blev parameteriseret ved anvendelse af Unscrambler version 11.0 (Camo Analytics). Spektre opsamlet ved scanning af valideringsprøverne blev prædikeret ved anvendelse af Unscrambler. For alle kalibreringsmodeller til Perten blev anvendt samme forbehandling af spektre, 1. afledte med $\text{gap}=3$ og SNV (Standard Normal Variate).

Der var enkelte prøver af grønkorn, som tæller med i antallet af indsamlede prøver, men som ikke indgår i valideringerne. Der var også enkelte meget afvigende prøver fx eng-græs, som lå så langt fra de øvrige prøver, at de ikke indgår i valideringerne.

Bias er beregnet som den gennemsnitlige difference mellem prædikerede værdier og laboratorieværdier. Prædiktionsfejl er beregnet som standardafvigelsen på differencer mellem prædikerede værdier og laboratorieværdier.

Resultater og diskussion

Tabel 2 viser en oversigt over de indsamlede prøver med angivelser af antal pr. slæt og NIR-instrument. Af det samlede prøveantal på 394 prøver er 60 % indsamlet ved scanning med #134, og det fremgår også, at der er en skæv fordeling af prøver fra de forskellige slæt mellem NIR instrumenter. Der er en overrepræsentation af prøver fra 1. og 2 slæt for #134, mens 3. og 4. slæt er overrepræsenteret for #212 og #221. Skævheden i 2020 er dels betinget af den geografiske afstand mellem instrumenterne og dels af et tab af et større antal prøver på et instrument forårsaget af en programmeringsfejl på instrumentet, som har gjort et større antal prøver ubrugelige. Fejlen har ikke haft betydning for

prædiktioner fra instrumentet i forbindelse med daglig drift, men alene haft en betydning koblingen mellem referenceprøver og referencespektre.

Tabel 2. Prøvegrundlaget for kalibreringer og valideringer af Perten DA-7300 NIR-instrumenter monteret på finsnittere. Tabellen viser antallet af indsamlede prøver for hvert af de tre instrumenter, der indgår i undersøgelsen. Alle prøver er opsamlet ved samtidig opsamling af referencespektre på Perten instrumentet og opsamling af græsset i Nolan foderblender.

År	Slæt	#134	#212	#221
2019	1. slæt	42		
	2. slæt			
	3. slæt	42		
	4. slæt	29		
2020	1. slæt	69		1
	2. slæt	31		32
	3. slæt	24	49	31
	4. slæt		34	10
Total pr instrument		237	83	74

Tabel 3 viser antallet af prøver pr. slæt over begge udtagningsår og den gennemsnitlige sammensætning af græsset for hvert slæt. Sammensætningen i 1. slæt var noget forskellig mellem 2019 og 2020. I 2019 repræsenterer prøvesættet sent 1. slæt med lavere tørstof og lavere fordøjelighed sammenlignet med materialet for 2020 (forskelle mellem 2019 og 2020 er ikke vist). Der er meget lille forskel i den gennemsnitlige tørstofkoncentration mellem slæt. Tørstof er højest i 1. slæt, hvilket er drevet af en meget tør periode omkring ensilering af 1. slæt 2020. Datamaterialet viser, som forventet, at aske- og proteinindholdet er stigende med slætnummer. Fordøjeligheden har et lavpunkt og NDF-indholdet en top i 2. slæt, og de senere slæt ligger mellem 1. og 2. slæt i fordøjelighed og NDF-indhold. Sukkerindholdet falder markant efter 1. slæt. NEL20 værdien er højest i 1. og 3. slæt.

Tabel 3. Antal prøver og gennemsnitlig sammensætning af referenceprøver af frisk græs høstet i 1., 2., 3. og 4. slæt i 2019 og 2020 såvel som værdier for alle prøver. Analyser er foretaget ved tørring ved 60 °C, NIR-analyser ved SEGES og NEL20 beregning i NorFor.

Variabel	1. slæt	2. slæt	3. slæt	4. slæt	Alle prøver
Antal	112	63	146	73	394
Tørstof, % af grønmasse	38,8 ± 6,6	36,6 ± 9,4	36,1 ± 10,1	36,8 ± 8,1	37,1 ± 8,8
Aske, % af tørstof	6,8 ± 0,8	8,1 ± 1,0	8,5 ± 1,1	9,5 ± 0,7	8,2 ± 1,3
Fordøjelighed, %	77,3 ± 4,0	74,6 ± 3,9	76,7 ± 2,7	75,7 ± 2,4	76,4 ± 3,4
Råprotein, % af tørstof	12,1 ± 1,7	15,1 ± 2,7	15,9 ± 3,1	17,5 ± 2,5	15,0 ± 3,2
NDF, % af tørstof	42,7 ± 6,3	44,2 ± 5,0	43,6 ± 4,9	44,7 ± 4,5	43,6 ± 5,3

Sukker, % af tørstof	21,8 ± 5,9	13,1 ± 4,0	13,6 ± 4,3	8,6 ± 2,8	14,9 ± 6,5
NEL20, MJ/kg TS	6,2 ± 0,3	6,0 ± 0,4	6,2 ± 0,3	6,0 ± 0,2	6,1 ± 0,3

Tabel 4 viser fire forskellige valideringer af NIR-prædiktioner med Perten instrumenterne. Krydsvalideringen, benævnt global, er krydsvalideringer på kalibreringsmodeller optimeret ved anvendelse af det samlede datasæt. I testsætvalidering for instrument #134 er alle prøver indsamlet med referencespektre for pågældende instrument, prædikeret med kalibreringsmodeller, der alene er optimeret med anvendelse af referencespektre og referen- ceprøver fra instrumenterne #212 og #221. For alle tre testsætvalideringer gælder, at de modeller, der bruges til at prædiktere værdierne, er helt uafhængige af de instrumenter, der valideres. Bias er 0 for alle krydsvaliderede modeller og ikke forskellig fra 0 for test- sætvalideringerne for tørstof og aske. For NEL20 er bias også lav for alle testsætvaliderin- ger. Bias varierer betydeligt mellem testsætvalideringer for de tre instrumenter, men er ge- nerelt lavest for #134, hvor det alene er sukker, der har en bias over 2 % enheder (2,2 %).

Prædiktionsfejlen for alle variable, undtagen sukker, var meget ens på tværs af alle valide- ringer. For sukker var prædiktionsfejlen en del større for testvalideringerne for #134 og #212. Prædiktionsfejlen var omkring 2 % for tørstof, fordøjelighed og råprotein. For NDF og sukker var prædiktionsfejlene generelt højere, omkring 4 %.

Tabel 4. Bias, prædiktionsfejl og korrelationskoefficient for sammenhængen mellem prædikterede og analy- serede værdier af tørstof, aske, fordøjelighed af organisk stof, råprotein, NDF, sukker og NEL20 i frisk græs scannet med Perten DA-7300 NIR-instrumenter monteret på finsnittere og referenceprøver indsamlet med Nolan blander og analyseret i Skejby.

Variabel	Krydsvalidering global model	Testsætvali- dering #134	Testsætvalide- ring #212	Testsætvalide- ring #221
Antal prøver i valide- ringssæt	386	237	81	66
BIAS				
Tørstof, % af grøn- masse	0	0,7	-1,1	-0,4
Aske, % af tørstof	0	0,1	-0,2	< 0,1
Fordøjelighed, %	0	-1,2	3,9	1,9
Råprotein, % af tør- stof	0	0,6	-2,8	-2,6
NDF, % af tørstof	0	< 0,1	7,5	4,4
Sukker, % af tørstof	0	-2,2	7,7	3,6
NEL20, MJ/kg TS	0	-0,3	0,4	0,2
Prædiktionsfejl				
Tørstof, % af grøn- masse	1,7	1,8	2,1	1,8
Aske, % af tørstof	0,8	0,9	0,9	0,8
Fordøjelighed, %	1,9	2,1	2,4	1,8

Råprotein, % af tørstof	1,6	2,1	1,9	1,8
NDF, % af tørstof	3,6	4,4	4,4	4,2
Sukker, % af tørstof	2,8	3,7	4,1	2,4
NEL20, MJ/kg TS	0,2	0,2	0,2	0,2
Korrelationskoefficient				
Tørstof, %	96,4	95,4	95,0	96,6
Aske, % af tørstof	64,8	49,9	44,1	40,3
Fordøjelighed, %	65,9	50,6	42,6	48,1
Råprotein, % af tørstof	77,2	62,9	51,9	59,0
NDF, % af tørstof	54,0	53,7	15,4	8,7
Sukker, % af tørstof	83,1	71,2	56,6	57,3
NEL20, MJ/kg TS	53,2	35,2	30,3	43,4

Korrelationskoefficienten udtrykker hvor stor en del af den analyserede variationen, der beskrives ved NIR prædiktionerne. Tabel 4 viser, at den højeste forklaringsgrad generelt blev fundet med den globale krydsvalidering, testsætvalideringen af #134 viser, at modellen baseret på referenceprøver fra #212 og #221 er lidt svagere, og for de fleste variable er der yderligere fald i forklaret variation ved testsætvalideringerne for #212 og #221. Særligt for prædiktioner af fordøjelighed, råprotein, NDF og sukker er der stor forskel mellem valideringerne.

Den globale krydsvalidering er stærkest, og det skyldes, at alle data bliver prædikeret med modeller, der indeholder langt de fleste referencedata med udtagelse af den mindre stikprøve, der valideres. Processen gentages mange gange, så alle prøver valideres med modeller, hvor de ikke selv indgår. Hvis der var tale om meget store og homogene datasæt, ville det forventes, at testsætvalideringerne og den globale krydsvalidering var næsten identiske. Det er ikke tilfældet i denne undersøgelse og indikerer, som det også fremgår af tabel 2, at referencematerialet i de forskellige valideringsdatasæt er ret forskelligt. I valideringssættet for #134 er der en overvægt af tidlige græsslæt, hvorimod valideringsdatasættene for #212 og #221 har overvægt af sene græsslæt. Særligt valideringssættet for #212, der alene består af 3. og 4. slæt græs, har for fordøjelighed, NDF og sukker meget højere bias end fundet for de øvrige valideringer. Da ikke kun græsset, men også NIR-instrumenterne og finsitterne er inkluderet i de forskelle, der observeres mellem instrumenter, kan der i undersøgelsen vanskeligt skelnes mellem effekter af græsset, instrumenterne og finsitterne. NIR-instrumentet #134 har dog været monteret på to forskellige fabrikater af finsnittere og endog med to forskellige design af linseskiven over de to sæsoner, og dette har ikke givet anledning til væsentlige aftryk i valideringsdata. Det vurderes derfor, at den største forskel mellem udfaldene af testsætvalideringerne i denne undersøgelse skyldes forskellene mellem referenceprøverne. Undersøgelsen indikerer, at det er vanskeligt at prædiktere sammensætningen af sene græsslæt med en model, der overvejende er bygget på referenceprøver af tidlige græsslæt.

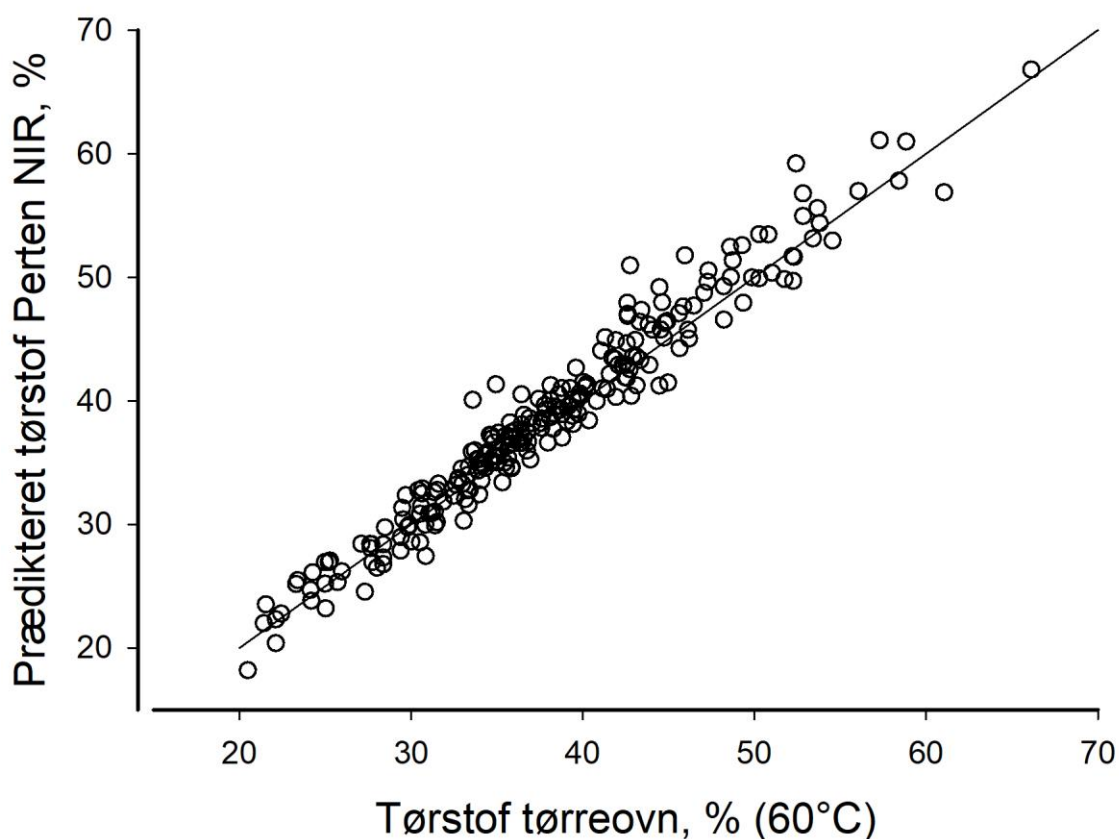
Herunder præsenteres valideringer, for udvalgte variable, med udgangspunkt i testsætvalideringen for #134 nærmere.

Tørstof

Figur 1 viser prædikterede værdier for tørstof baseret på scanning med #134 mod laboratorieværdier for tørstof bestemt ved tørring af prøver fra Nolan-blanderen. Tørstofkoncentrationen varierer fra 20 til 66 % med en meget homogen variation omkring $y=x$ linjen. Der er relativt få prøver i datasættet med tørstof over 45 %, og det kunne se ud til, at der er lidt større variation ved høj tørstof koncentration. Men regnes alene på de 39 prøver med tørstofkoncentration større end 45 %, så er bias 1 % og prædiktionsfejlen 2,3 %, så selvom disse værdier er en anelse højere, end gældende for det samlede datasæt, så performer kalibreringen overbevisende, også ved højt tørstof.

RPD-værdien (standardafvigelsen/prædiktionsfejlen) baseret på standardafvigelsen for det samlede datasæt (tabel 3) er 4,9, hvilket viser en relativ stærk kalibrering i overensstemmelse med, at mere end 96 % af variationen i referenceværdierne er beskrevet ved de prædikterede værdier.

For tørstof blev der fundet meget lille forskel mellem bias og prædiktionsfejl på tværs af alle fire valideringer. Derfor er konklusionen på tørstofbestemmelse i frisk græs med in-line NIR på finsnitte, at tørstof kan prædikteres med stor sikkerhed ved anvendelse af en installation med et Perten DA-7300 NIR-instrument og et monteringskit, som anvendt i nærværende undersøgelse. Kalibreringsmodellerne udviser stor robusthed for variation i både afgrødens sammensætning, slætnummer og på tværs af forskellige finsnitte.

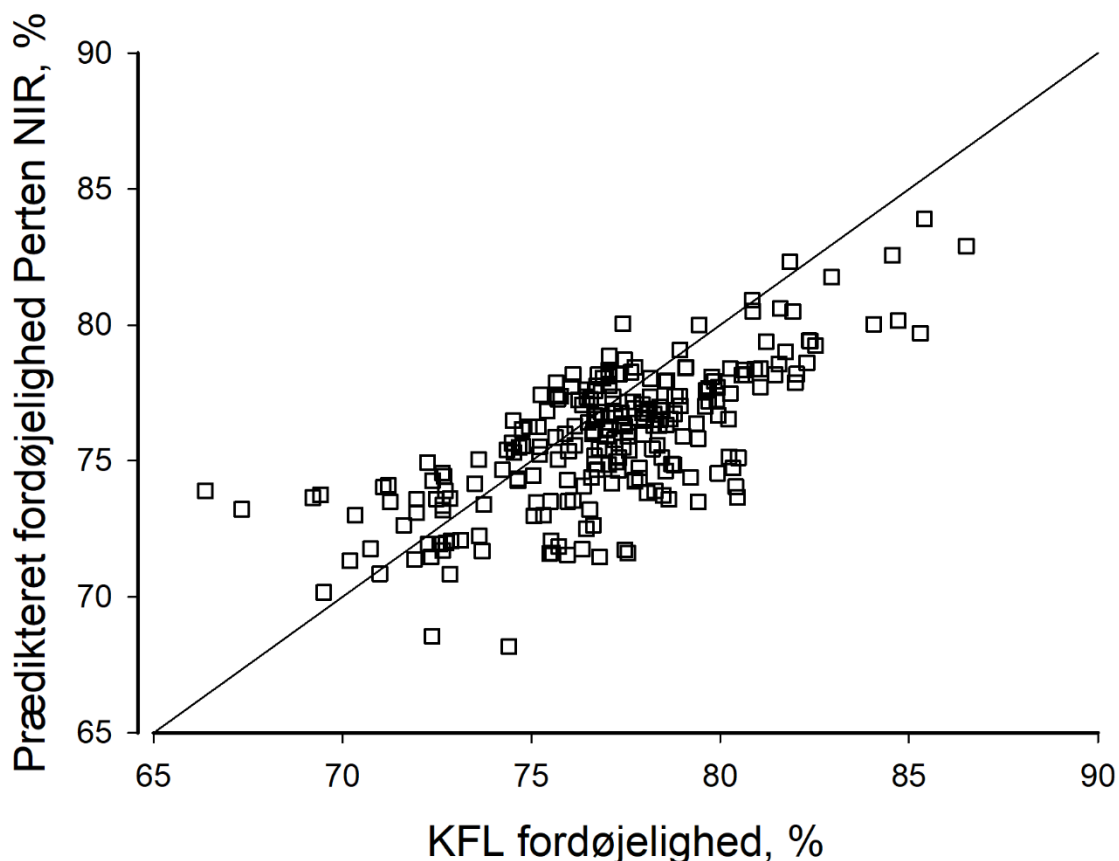


Figur 1. Testsætvalidering i frisk græs for tørstof prædikteret på spektre fra et Perten DA-7300 NIR-instrument. Testmaterialet bestod af prøver af 1. og 3. slæt 2019 med instrumentet monteret på en Krone BigX 630 finsnitte samt prøver af 1., 2. og 3. slæt 2020 med instrumentet monteret på en Claas Jaguar 950

finsnitter. Kalibreringsmodellen er optimeret under anvendelse af referencedata opsamlet med to Perten DA-7300 NIR instrumenter monteret på henholdsvis en Claas Jaguar 950 og Krone BigX 630 finsnitter. Det er ikke de samme finsnittere eller NIR instrumenter, der er anvendt til kalibrerings- og valideringsskanninger. 45° linjen angiver $y = x$. $n = 237$. Valideringsdata er præsenteret i tabel 4.

Fordøjelighed

Figur 2 viser testsætvalideringen for fordøjelighed baseret på scanning med #134 mod laborativ værdier for fordøjelighed bestemt ved NIR på laboratoriet i Skejby. Det er tydeligt ved sammenligning af figur 1 og 2, at sikkerheden på bestemmelse af tørstof er væsentligt større end sikkerheden på bestemmelse af fordøjelighed. Den lavere sikkerhed på prædiktation af fordøjelighed skyldes formentlig ikke alene, at vand dominerer spektre fra in-line instrumenter, men formentlig også svagheden i den bagvedliggende metode til bestemmelse af fordøjelighed med NIR på laboratoriet. RPD-værdien for fordøjelighed prædikeret med in-line NIR er kun 1,6. Prædiktation af fordøjelighed med in-line NIR er kun en retningsgiver for, om der er tale om græs med standard fordøjelighed eller græs med udpræget lav eller meget høj fordøjelighed. Det formodes ikke, at bestemmelse af fordøjelighed med in-line NIR bliver væsentligt forbedret alene ved inddragelse af flere referenceprøver til modeloptimering, men at hele kæden inklusiv den bagvedliggende NIR-metode skal forbedres, før der opnås væsentligt større sikkerhed.

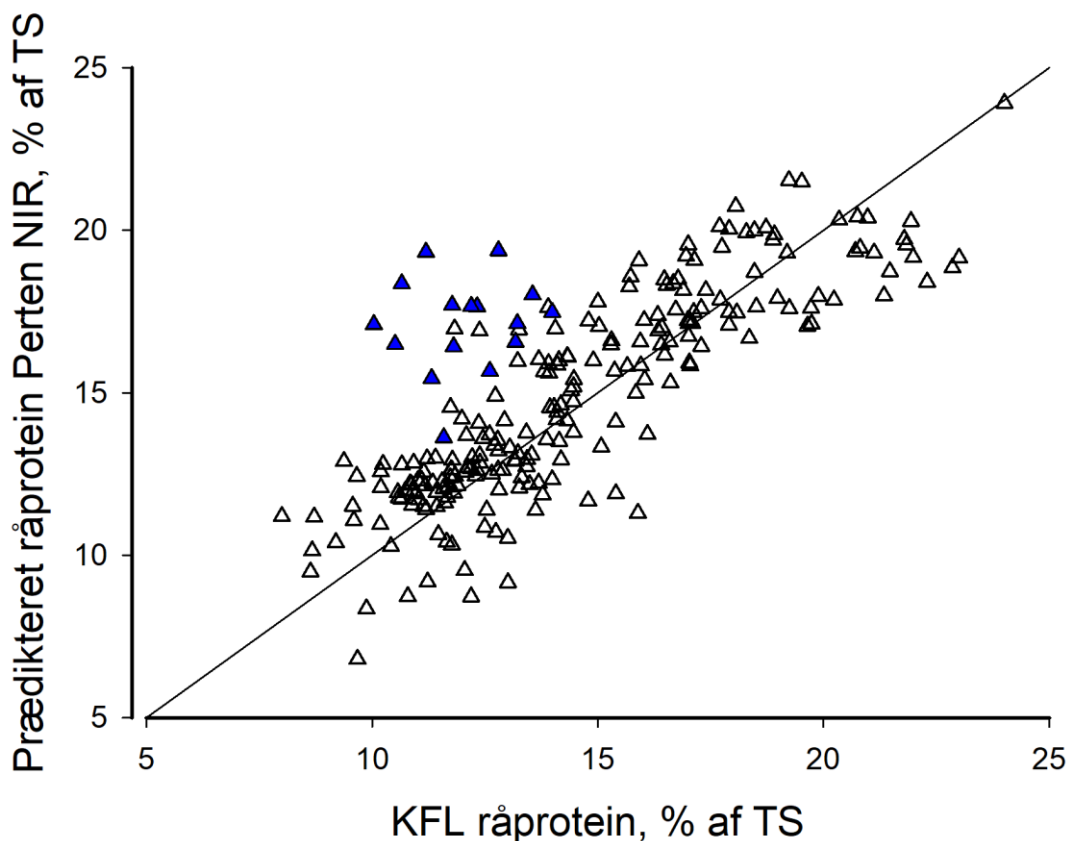


Figur 2. Testsætvalidering i frisk græs for fordøjelighed prædikeret på spektre fra et Perten DA-7300 NIR-instrument. Testmaterialet bestod af prøver af 1. og 3. slæt 2019 med instrumentet monteret på en Krone BigX 630 finsnitter samt prøver af 1., 2. og 3. slæt 2020 med instrumentet monteret på en Claas Jaguar 950 finsnitter. Kalibreringsmodellen er optimeret under anvendelse af referencedata opsamlet med to Perten DA-7300 NIR-instrumenter monteret på henholdsvis en Claas Jaguar 950 og Krone BigX 630 finsnitter. Det er

ikke de samme finsnittere eller NIR-instrumenter, der er anvendt til kalibrerings- og valideringsskanninger. 45° linjen angiver $y = x$. $n = 237$. Valideringsdata er præsenteret i tabel 4.

Råprotein

Figur 3 viser testsætvalideringen for råprotein baseret på scanning med instrument #134. Prædiktionen af råprotein er, ligesom for fordøjelighed, væsentligt svagere end prædiktionen af tørstof, $RPD = 1,5$ for råprotein. Valideringen for råprotein illustrerer også et andet problem med data fra in-line NIR på finsittere. Det ses tydeligt, at prøver markeret med blå fyldning i figur 3 træder frem som særligt afvigende. Disse 16 prøver er alle opsamlet 24. juli 2019 fra marker tilhørende samme mælkeproducent. Spektrene for de 16 afvigende prøver er ikke specielt afvigende og adskiller sig ikke ved større spektrale residualer end generelt for spektrene. De 16 prøver illustrerer, at mange prøver udtaget samme dag hos samme mælkeproducent, har en række egenskaber, der er korrelerede og derfor er datasættets størrelse overvurderet baseret på det simple antal prøver. Dette problem forventes at have mindre betydning for bestemmelse af tørstof, fordi tørstofvariationen generelt er stor inden for høstdag, men for en række af de ernæringsrelaterede variable er sortsblending, slætnummer, slætinterval og vejret op til høstdagen formentligt af langt større betydning for egenskaberne, og dermed giver det anledning til stærke korrelationer mellem prøver udtaget samme dag på samme bedrift.

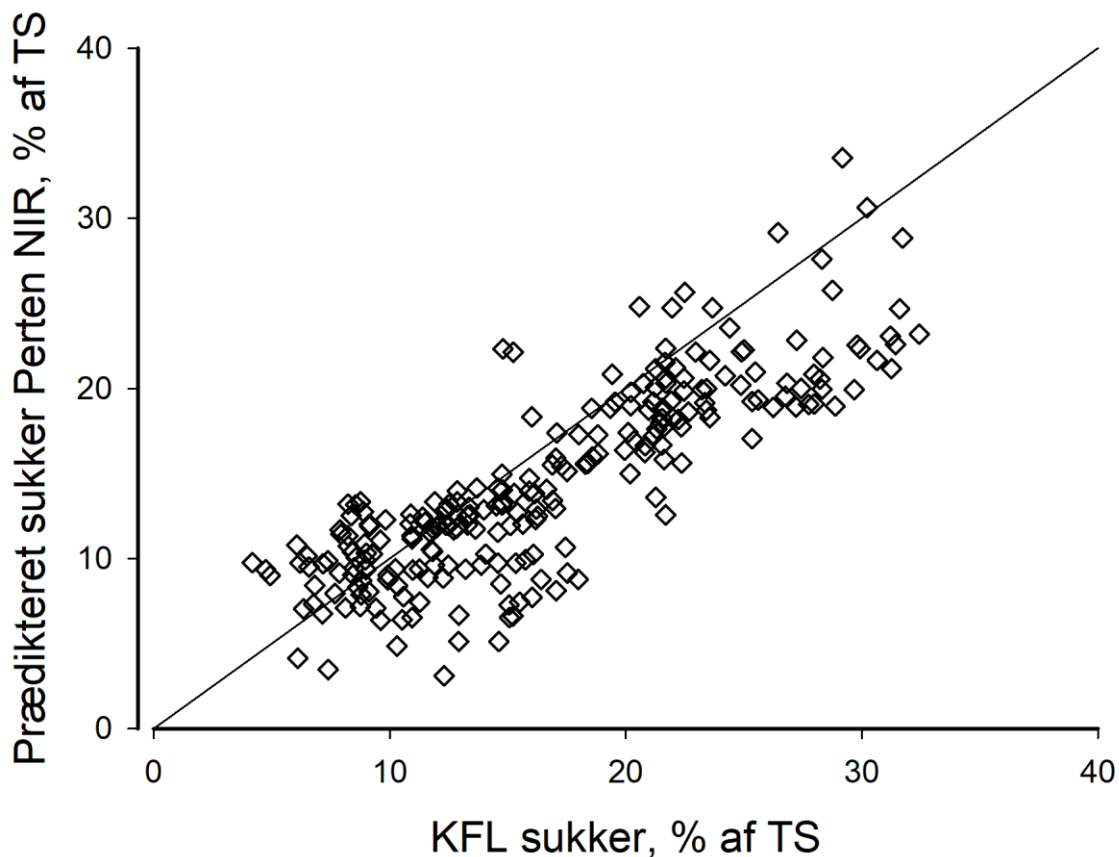


Figur 3. Testsætvalidering i frisk græs for råprotein prædikeret på spektre fra et Perten DA-7300 NIR-instrument. Testmaterialet bestod af prøver af 1. og 3. slæt 2019 med instrumentet monteret på en Krone BigX 630 finsnitter samt prøver af 1., 2. og 3. slæt 2020 med instrumentet monteret på en Claas Jaguar 950 finsnitter. De 16 trekantede med blå fyldning er prøver udtaget hos en mælkeproducent 24. juli 2019. Kalibreringsmodellen er optimeret under anvendelse af referencedata opsamlet med to Perten DA-7300 NIR-

instrumenter monteret på henholdsvis en Claas Jaguar 950 og Krone BigX 630 finsnitter. Det er ikke de samme finsnittere eller NIR-instrumenter, der er anvendt til kalibrerings- og valideringsscaninger. 45° linjen angiver $y = x$. $n = 237$. Valideringsdata er præsenteret i tabel 4.

Sukker

Figur 4 viser testsætvalideringen for sukker i frisk græs for instrument #134. Som for alle de ernæringsrelaterede variable viser valideringen lavere præcision for sukker sammenlignet med tørstof, RPD for sukker = 1,8. NIR-prædiktionerne kan afgøre, om sukkerindholdet i græsset er lavt eller højt, men der skal forsat forventes en betydelig usikkerhed på resultaterne for den enkelte prøve eller mark.



Figur 4. Testsætvalidering i frisk græs for sukker prædikeret på spektre fra et Perten DA-7300 NIR-instrument. Testmaterialet bestod af prøver af 1. og 3. slæt 2019 med instrumentet monteret på en Krone BigX 630 finsnitter samt prøver af 1., 2. og 3. slæt 2020 med instrumentet monteret på en Claas Jaguar 950 finsnitter. Kalibreringsmodellen er optimeret under anvendelse af referencedata opsamlet med to Perten DA-7300 NIR-instrumenter monteret på henholdsvis en Claas Jaguar 950 og Krone BigX 630 finsnitter. Det er ikke de samme finsnittere eller NIR instrumenter, der er anvendt til kalibrerings- og valideringsscaninger. 45° linjen angiver $y = x$. $n = 237$. Valideringsdata er præsenteret i tabel 4.

Konklusion

Med et udbytteregistreringssystem baseret på Perten DA-7300 in-line NIR er det muligt at bestemme tørstof i frisk græs i realtid, mens græsset finsnittedes. Kalibreringsmodeller for frisk græs kan flyttes mellem NIR-instrumenter og mellem finsnittere under opretholdelse

af en høj analytisk præcision. Bias og prædiktionsfejl bestemt ved testsætvalidering blev bestemt til henholdsvis ca. 1 og 2 % enheder under anvendelse af et uafhængigt datasæt indeholdende 237 prøver af frisk græs. Med systemet er det muligt at prædikere aske, fordøjelighed, råprotein, NDF, sukker og NEL20 i frisk græs, men den relative sikkerhed på bestemmelse af de ernæringsrelaterede variable er endnu væsentligt lavere end sikkerheden på bestemmelse af tørstof.

Anerkendelser

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

Referencer

Kristensen, N.B. 2018. Udvikling af prøveopsamlingsmetode og test af in-line NIR på finsnitte. KvægInfo 2549. <https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/basis/5/d/7/1814-udvikling-af-prveopsamlingsmetode-og-test-af-inline-nir-p-finsnitte.pdf>

Kristensen, N.B. 2020. Validering af græsanalyser med Perten DA-7300 NIR- instrument monteret på Claas Jaguar 950 finsnitte. KvægInfo 2600.