



BEREGNING AF FORDØJELIGHED I FRISK MAJS

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Undersøgelsen præsenterer en ny metode til bestemmelse af fordøjeligheden af frisk majshelsæd

EFOS-metoden anbefales til analyse af frisk majs (in vitro enzymfordøjelighed af organisk stof), fordi metoden har vist sig mere robust end IVOS (in vitro metode med vomvæske) til fordøjelse af stivelse i frisk majshelsæd. Flere forskellige formler har været anvendt til beregning af fordøjelighed (OMD) ud fra EFOS i frisk majs. Den officielle metode anvendt siden 2007 er beskrevet ved formlen: $20,4 + 0,727 \times \text{EFOS}$ (Weisbjerg et al., 2007). Formlen fra Weisbjerg et al., 2007 blev fundet at give meget lave prædiktioner af fordøjeligheder sammenlignet med IVOS baseret fordøjelighed i majsensilage (Kristensen og Thøgersen, 2016), og en alternativ formel blev udledt af sammenhængen mellem EFOS og IVOS opløselighed af koblemajs og majshelsædsensilage. Formlen fra Kristensen og Thøgersen, 2016 udjævner den store systematiske forskel mellem fordøjelighed bestemt ved analyse af frisk majs sammenlignet med majsensilage, men sammenhængen blev udledt fra et datasæt uden frisk majs, og det er derfor usikkert, med hvilken præcision fordøjeligheden reelt beskrives i frisk majs. Formålet med nærværende undersøgelse var at sammenligne prædiktion af iNDF ved beregning baseret på forskellige formler til omregning mellem EFOS og OMD og reparameterisere beregningen af OMD i frisk majshelsæd baseret på NIR prædiktioner og den globale sammenhæng mellem iNDF og OMD anvendt i NorFor for fodermidler med bælglplanteandel under 50 %. Et yderligere formål var at evaluere en direkte kalibrering for OMD i frisk majshelsæd med anvendelse af iNDF som referencegrundlag.

MATERIALE OG METODE

Der blev indsamlet 130 prøver af frisk majs, repræsenterende 50 plantep prøver fra Landsforsøgene 2017, 40 kolbeprøver og 40 stængelprøver fra Landsforsøgene 2018.

Planteprovverne var tørret ved Landsforsøgene, neddelte ved Kvægbrugets ForsøgsLaboratorium (KFL), og en delprøve blev udtaget til bestemmelse af iNDF. Delprøve til NIR-scanning blev gentørret natten over ved 60 °C og formalet på 1 mm sold (Cyclotec 1093, FOSS A/S).

Majsplanter fra Landsforsøgene blev modtaget ved KFL som hele planter, hvorefter de blev separeret i kolbe- og stængelfraktioner, hakket, neddelte, tørret ved 60 °C, formalet på 1 mm sold og scannet med dobbelt-pakning af cuvetter på FT-NIR (Bruker MPA, Bruker Optik GmbH).

Kemisk bestemmelse af NDF samt iNDF bestemmelse ved nylonposemetoden (in sacco) blev udført af Aarhus Universitet, Foulum.

iNDF fra nylonposemetoden blev sammenlignet med iNDF beregnet ud fra organisk stof fordøjelighed (OMD) bestemt ved formler fra Weisbjerg et al., 2007 og [Kristensen og Thøgersen, 2016](#).

For parameterisering af ny formel til beregning af OMD og NIR kalibrering for OMD i frisk majs blev OMD beregnet ud fra nylonpose iNDF, som beskrevet af [Martinussen og Nielsen \(2015\)](#) for fodermidler med bælgplanteandel under 50 %.

Regressionsanalyse til parameterisering af sammenhængen mellem NIR prædiktioner på frisk majs og OMD blev foretaget ved trinvis reduktion af model indeholdende NIR prædiktioner for EFOS, stivelse, NDF, råprotein, sukker og aske samt vekselvirkninger testet enkeltvist under anvendelse af Proc Mixed i SAS. NIR prædiktioner var baseret på SEGES NIR kalibreringer for frisk majs.

Kalibreringsmodel for OMD baseret på iNDF-referenceberegning blev optimeret og krydsvalideret ved anvendelse af OPUS Quant (version 7.5 Bruker).

RESULTATER OG DISKUSSION

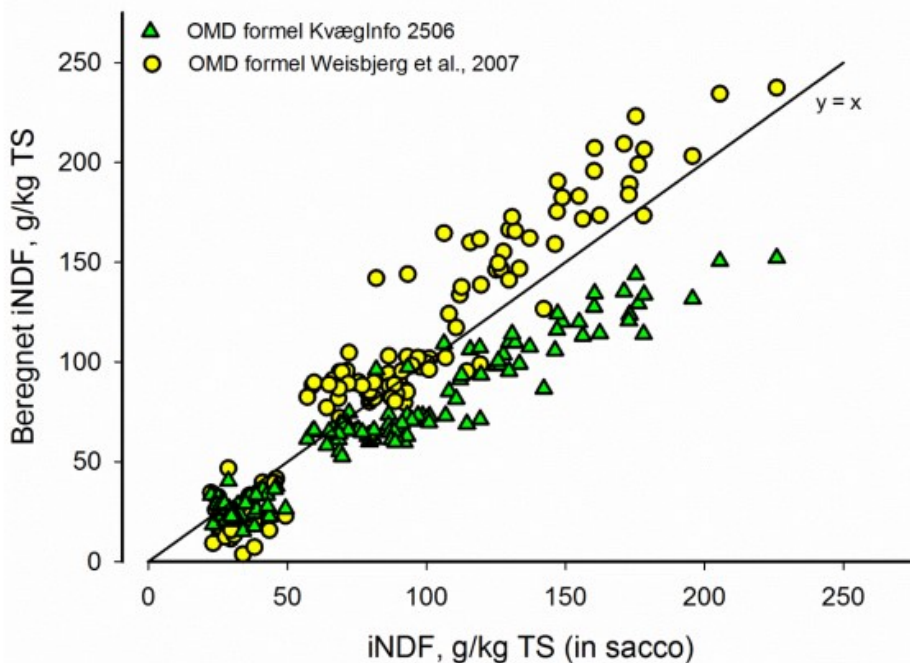
Som forventet var koncentrationen af NDF, iNDF og iNDF/NDF højere i hele planter sammenlignet med kolber og højere i stængler sammenlignet med hele planter (tabel 1).

Tabel 1. NDF, iNDF og iNDF/NDF i frisk majs analyseret som kolbefraktion (n = 40), hele planter (n = 50) eller stængelfraktion (n = 40).

Variabel	NDF, g/kg TS	iNDF, g/kg TS	iNDF/NDF
Prøve			
Kolber	265 ± 8	33 ± 1	0,12 ± 0,004
Hele planter	463 ± 4	83 ± 2	0,18 ± 0,004
Stængler	621 ± 10	144 ± 5	0,23 ± 0,005

Figur 1 viser beregnet iNDF koncentration plottet mod iNDF bestemt med nylonposemetoden. iNDF baseret på omregningen af OMD til iNDF i henhold til Martinussen og Nielsen (2015) er vist som gule cirkler for OMD bestemt med ligningen fra Weisbjerg et al., 2007. Beregningen

baseret på Weisbjerg et al., 2007 underestimerer iNDF i kolber og overestimerer iNDF i hele planter og stængler. Bias var 8 g/kg TS og prædiktionsfejlen var 19 g/kg TS.



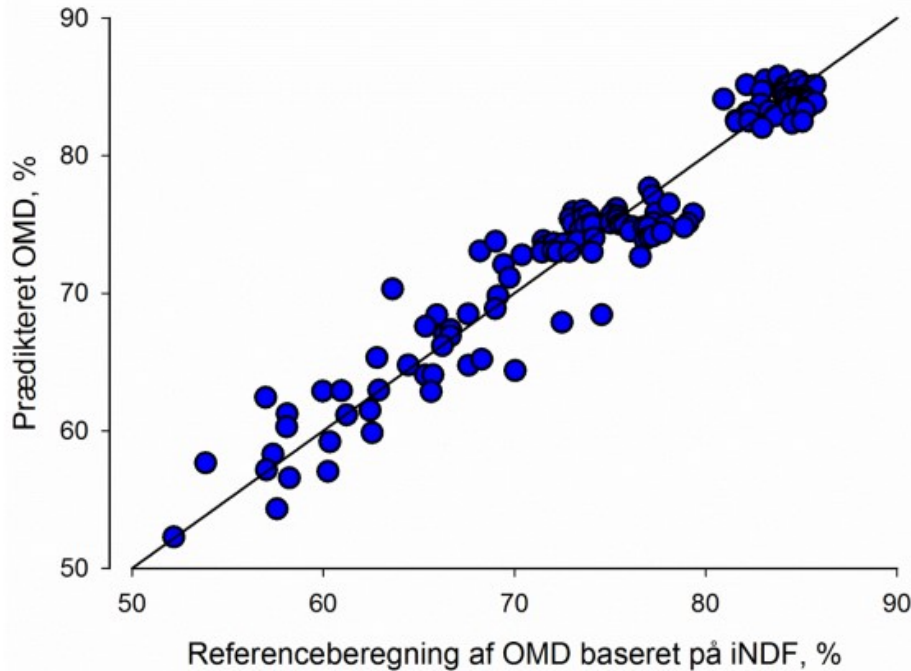
Figur 1. Sammenhæng mellem iNDF bestemt ved nylonposemetoden (in sacco) og iNDF koncentration beregnet ud fra fordøjelighed (OMD) bestemt enten ved formlen fra Weisbjerg et al., 2007 (gule cirkler) eller Kristensen og Thøgersen, 2016 (grønne trekanter). Begge beregningsmetoder viser en hældningsbias.

Beregningen af iNDF baseret på OMD, ifølge Kristensen og Thøgersen, 2016, er vist med grønne trekanter i figur 1 og viser en bias på -18 g/kg TS og prædiktionsfejl på 17 g/kg TS. iNDF beregnet på basis af OMD i henhold til Weisbjerg et al., 2007 overprædikter iNDF ved høje værdier. Modsat underprædikteres iNDF ved høje værdier, når OMD beregnes i henhold til Kristensen og Thøgersen, 2016. Der er en hældningsbias for begge beregninger, men med modsat fortegn.

I NorFor anvendes en beregning af iNDF baseret på OMD, fordi der ikke har været et tilstrækkeligt kalibreringsgrundlag for NIR kalibreringer til prædiktation af iNDF (Martinussen og Nielsen 2015). I nærværende undersøgelse blev iNDF bestemt med referencemetoden som nylonposetab af NDF ved inkubation i vommen, og sammenhængen mellem iNDF og OMD er anvendt til beregning af en iNDF-baseret OMD i frisk majs. I efterfølgende regressionsanalyse blev NIR prædiktioner i frisk majs anvendt til beskrivelse af iNDF-baseret OMD for at opnå en robust omregning mellem NIR prædiktioner i frisk majs og OMD. Ved parameterisering af den nye beregningsformel er parametre med signifikante effekter holdt i modellen ($P < 0,05$).

Den nye formel for beregning af OMD i frisk majs:

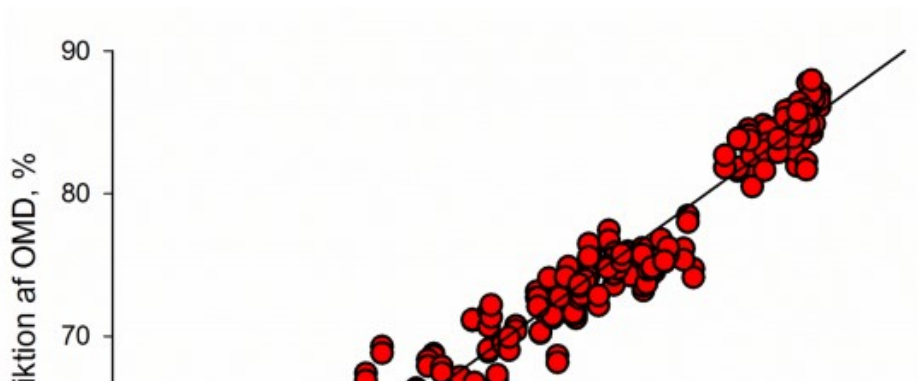
$$\text{OMD (\%)} = 25,3 + 0,5955 \times \text{EFOS (\%)} + 0,000191 \times \text{EFOS (\%)} \times \text{NDF (g/kg TS)} + 0,006037 \times \text{sukker (g/kg TS)}$$

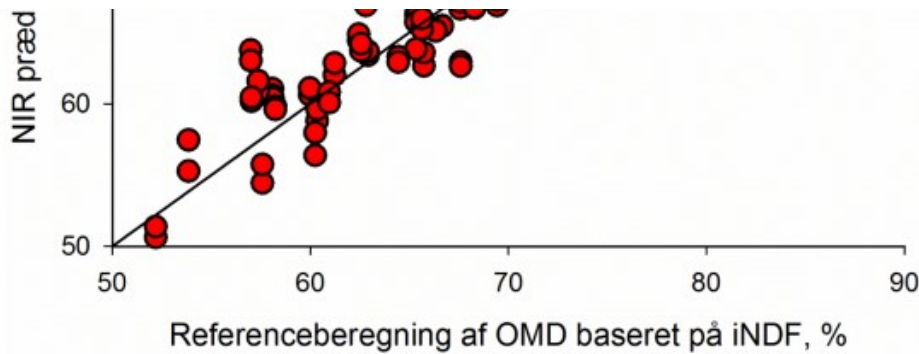


Figur 2. Fordøjelighed (OMD) i frisk majs prædikeret ved formlen $OMD (\%) = 25,3 + 0,5955 \times EFOS (\%) + 0,000191 \times EFOS (\%) \times NDF (g/kg \text{ TS}) + 0,006037 \times \text{sukker} (g/kg \text{ TS})$ plottet mod beregnet OMD baseret på relationen mellem OMD og iNDF (Martinussen og Nielsen 2015). iNDF værdier blev bestemt ved nylonposemetoden. Tilnærmet prædiktionsfejl er 2,2 %.

Figur 2 viser prædikeret OMD ved den nye formel plottet mod referenceberegningen af OMD baseret på iNDF. Korrelationen mellem prædikeret og referenceberegnet OMD er 0,97 og viser, at modellen forklarer en meget stor del af variationen i datamaterialet sammenlignet med præcisionen af fordøjelighedsmetoder. Dog skal det bemærkes, at plottet i figur 2 ikke er en reel krydsvalidering.

Figur 3 viser krydsvalidering for direkte NIR kalibrering på referenceberegnet OMD. Den direkte NIR kalibrering for OMD er umiddelbart kun svagt stærkere end den beregnede OMD baseret på ny formel ovenstående. NIR-kalibreringen har en prædiktionsfejl på 2,0 %-enheder baseret på krydsvalidering.





Figur 3. Krydsvalidering for NIR-kalibrering, der prædikerer fordøjelighed (OMD) i frisk majs. Referencen er referenceberegning af OMD baseret på nylonposebestemmelse af iNDF og relationen mellem OMD og iNDF (Martinussen og Nielsen 2015). Alle prøver er scannet dobbelt, og der er 2 punkter for hver prøve. Prædiktionsfejlen er 2,0 %.

Nærværende undersøgelse peger på en ny løsning på problemerne med at sikre stærke sammenhænge mellem analyser på frisk og ensileret majsensilage. Ved at anvende iNDF og relationen mellem OMD og iNDF kan iNDF anvendes som referencemetode for fordøjelighed, og problemerne med at sammenligne en relativ usikker IVOS metode i majsensilage med EFOS-metoden i frisk majs kan løses med iNDF som reference. Begrænsningen i nærværende undersøgelse er det begrænsede prøveantal og en stor vægt af prøver indsamlet i 2018 med deraf følgende usikkerhed omkring, hvordan disse prøver repræsenterer majs fra en mere gennemsnitlig vækstsæson. Der arbejdes p.t. på opbygning af datasæt til validering af den nye beregningsformel såvel som den direkte NIR-kalibrering for OMD mod analyser af majsensilage.

KONKLUSION

Ved anvendelse af NorFor relationen mellem iNDF og fordøjelighed (OMD) blev det vist, at ingen af de hidtidige formler for beregning af fordøjelighed i frisk majs var præcise ved lave fordøjeligheder. En ny formel for beregning af OMD i frisk majs blev parameteriseret på baggrund af OMD bestemt ved tilbagegning fra iNDF.

Litteratur

Kristensen, N.B. og Thøgersen, R. 2016. Beregning af fordøjeligheden i majsensilage og kolbemaes ud fra enzym-metoden (EFOS). KvægInfo 2506.

Martinussen, H. og Nielsen, N.I. 2015. Opdatering af NorFor den 26.1.-27-01. 2015. Landbrugsinfo.dk

Weisbjerg, M.R., Søgaard, K., Thøgersen, R., Mikkelsen, M. og G. Brunsgaard. 2007. Bestemmelse af fordøjelighed af organisk stof i grovfoder ved brug af in vitro-metoder baseret på vomvæske eller enzymer. DJ F Husdyrbrug nr. 76, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet, Tjele.

© 2021 - SEGES Projektsitet