



Rapport

23. maj 2014
Projektnr. 2001474
CCM

Fedtkvalitet i moderne svineproduktion

NitFom til måling af fedtkvalitet i svineslagtekroppe

Chris Claudi-Magnussen, DMRI og Mette Christensen, Carometec

Indledning

Carometec er ved at udvikle udstyret NitFom til måling af fedtkvalitet (jodtal og fedtsyreprofil) i spæk på svineslagtekroppe. NitFom er baseret på nærinfrarød transmission og fungerer ved at to tynde sonder stikkes ind i slagtekroppens spæk. Den ene sonde udsender nærinfrarødt lys og den anden sonde måler det lysspektrum, som transmitteres gennem fedtet. Sonderne stikkes 4 cm ind i vævet og NIT målinger foretages løbende, når sonderne automatisk trækkes ud af vævet. En algoritme er indbygget, som muliggør differentiering af vævstyper (kød vs. fedt). Kun spektre optaget i fedtvæv indgår i prædiktion af spækkets jodtalsprofil. Hastigheden hvormed proben trækkes ud af vævet afgør hvor mange spektre der optages ved sondernes vandring ud gennem vævet.

Formål

At vurdere om NitFom kan anvendes på slagtelinjen til prædiktion af slagtekroppes fedtkvalitet.

Fremgangsmåde

Der er udført 2 forsøg. Det ene blev udført i Herning i 2012 som en del af dette projekt. Det andet forsøg er udført af Carometec på baggrund af de opnåede resultater i 2012. Begge forsøg rapporteres her.

Forsøg 1

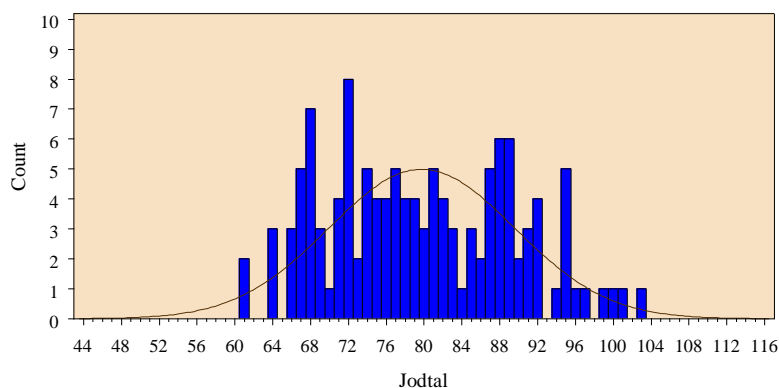
I forbindelse med DMRI's indsamling af prøver til projektets øvrige aktiviteter foretog Carometec med en prototype af NitFom måling af rygspækket på den varme slagtekrop af 117 af de i alt 123 forsøgsgrise, som indgik i forsøget. Forsøgsgrisene var via fodringen specialproduceret til at opnå stor spredning i spækkets jodtal (se tabel 1). Se (1) for yderligere information om forsøgsgrisene.

Tabel 1. Forsøgsgrise

Fodringsgruppe	1	2	3	4	5	6
Forventet jodtal	66	72	78	84	90	96
Antal galt- han- og sogrise	8+7+6=21	5+6+9=20	5+7+9=21	6+5+8=19	7+7+7=21	7+5+9=21

Målingerne blev foretaget på Danish Crowns slagteri i Herning fra uge 43 til uge 47, 2012.

DMRI analyserede efterfølgende fedtsyresammensætningen i prøver fra rygspækket. Fedtsyresammensætningen blev brugt til at beregne jodtallet i rygspækket. Som det fremgår af figur 1, lykkedes det at opnå en stor spredning i rygspækkets jodtal.



Figur 1. Fordeling af grise på jodtal i rygspæk

DMRI har sendt data med grisenes køn og jodtal i rygspæk til Carometec.

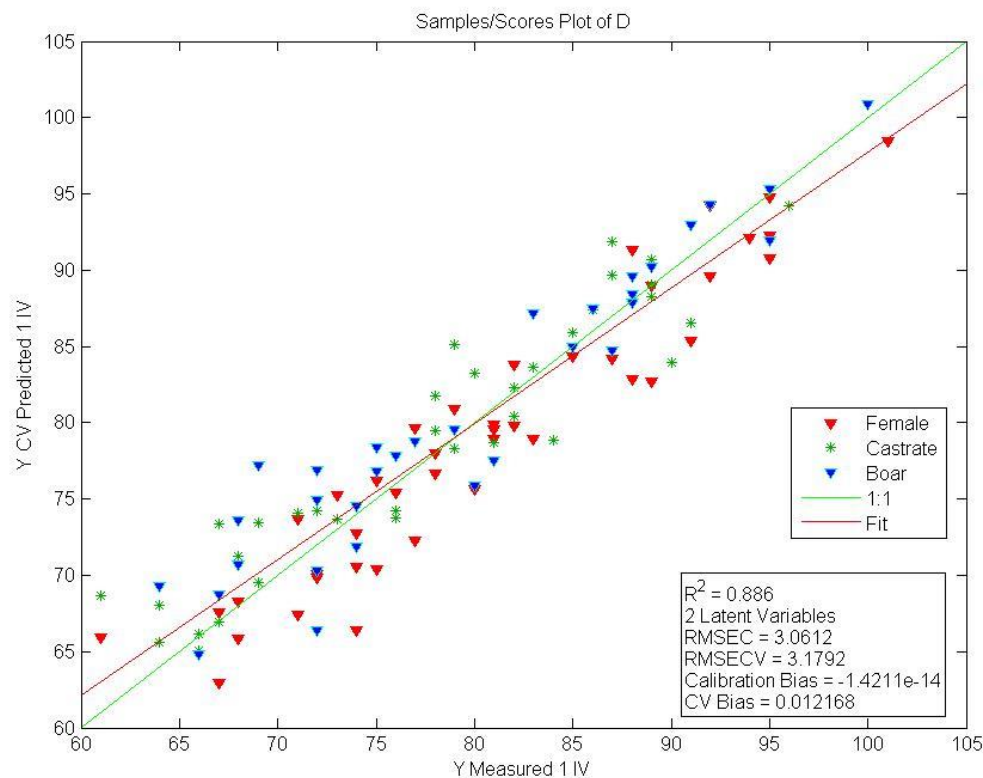
Forsøg 2

Carometec har med en videreudviklet udgave af NitFom prototypen foretaget NitFom målinger af spæk (i nakkeregionen) på *varme* slagtekroppe af i alt 100 slagtegrise. Grisene blev udvalgt med fokus på at opnå så stor variation i jodtal som muligt. Fra hver slagtekrop er der udtaget en spækprøve fra samme position, som er målt med NitFom. Prøverne blev individuelt pakket og opbevaret på køl indtil dagen efter slagtning. Alle prøver blev igen målt med NitFom (måling på *kolde* prøver) og herefter blev en prøve fra hvert dyr sendt til kemisk analyse på DMRI til bestemmelse af fedtsyreprofilen. Jodtallet blev beregnet som angivet ovenfor. Carometec har udviklet en kalibreringsmodel til både varme og kolde slagtekroppe. Seks uger efter kalibreringsforsøget blev NitFom udstyret igen transporteret til slagteriet og 50 nye slagtekroppe blev udvalgt til validering af kalibreringsmodellerne. Spækprøver blev igen sendt til DMRI for analyse af fedtsyreprofil.

Resultater

Forsøg 1

På basis af data fra 2012 er der opstillet en model baseret på prototype udstyrets spektre til beregning af jodtallet i rygspæk. Referencen er jodtallet i rygspæk bestemt med kemisk analyse på DMRI. Figur 2 viser sammenhængen mellem referencen (den vandrette akse) og NitFoms måling (den lodrette akse). Data i figuren er kalibreringsdataene. Den grønne linje angiver den perfekte sammenhæng mellem reference og måling mens den røde linje angiver dataenes linje (regressionslinjen).



Figur 2. Sammenhæng mellem NitFom (prototype) prædikeret jodtal og jodtal bestemt ved kemisk analyse på DMRI. Antallet af fedtprøver er 109 (8 outliers er fjernet).

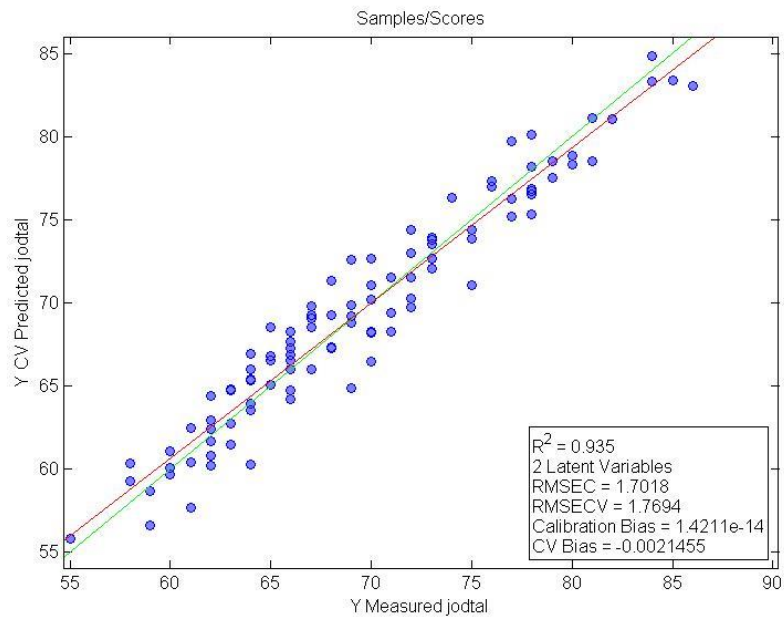
Vi ser, at regressionslinjen afviger lidt fra den perfekte linje hvilket er normalt. Det er ikke angivet hvor meget afvigelsen (forskellen i hældning og intercept med y-aksen) er og om den er statistisk signifikant.

Forklaringsgraden (R^2) er 0,886 hvilket betyder at NitFom målingen forklarer 88,6 % af variationen i referencens jodtal. Det kan måske være lidt svært at forholde sig til mens de angivne spredninger (RMSEC og RMSECV) er nemmere at sætte i forhold til en praktisk anvendelse. RMSEC er målingens usikkerhed bestemt direkte på kalibreringsdataene, men det er nok mere interessant hvad måleusikkerheden forventes at være på fremtidige data. Det kan man finde ud af ved at måle på nogle nye grise, men det er også muligt at simulere dette ved hjælp af kalibreringsdata. Man foretager en såkaldt krydsvalidering og får herved RMSECV, som normalt altid vil være større end RMSEC. Et bud på den fremtidige måleusikkerhed (RMSECV) er i prototypeversionen af udstyret angivet til 3,1792 jodtalsenheder. Det kan f.eks. oversættes til følgende: Hvis vi med udstyret måler jodtallet til at være f.eks. 70, så betyder måleusikkerheden, at vi med 95 % sikkerhed kan sige, at det sande jodtal ligger i intervallet $70 \pm 2 \times \text{RMSECV} = 70 \pm 6,3584$ eller afrundet $70 \pm 6,4$ jodtalsenheder. Denne måleusikkerhed er den gennemsnitlige måleusikkerhed for alle niveauer af jodtal.

Forsøg 2

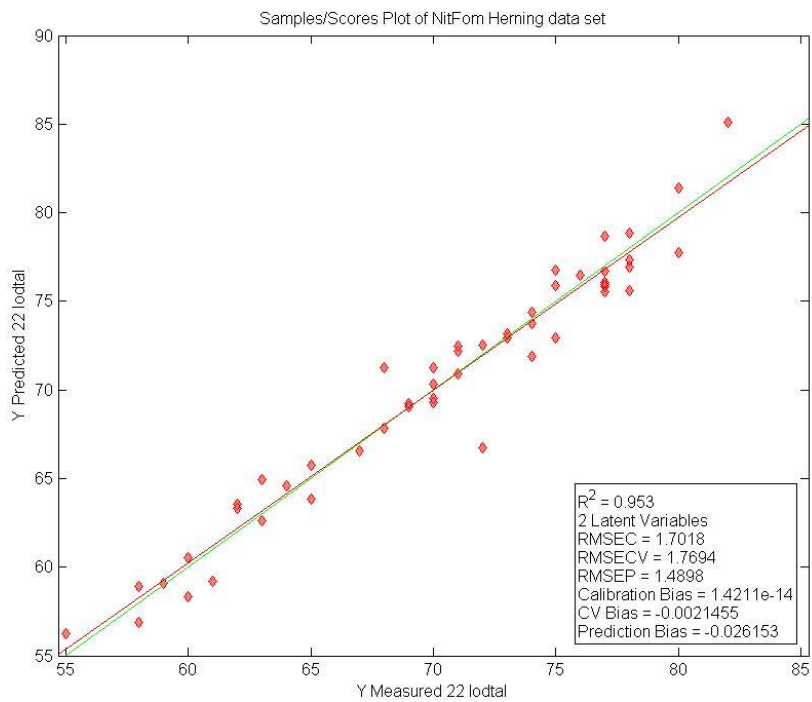
Carometec har siden ovenstående resultater fremkom optimeret og videreudviklet på prototypen og foretaget en ny kalibreringstest. Denne videreudvikling har medført langt bedre resultater end tidligere og disse præsenteres nedenfor.

Figur 3 viser sammenhængen mellem NitFoms prædikerede jodtal og reference jodtal ved NitFom måling i varme slagtekroppe.



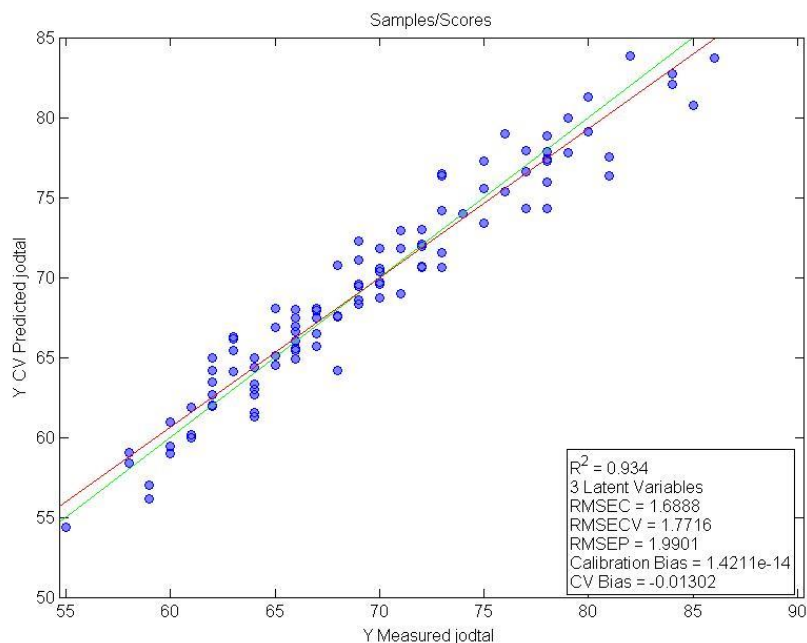
Figur 3. Sammenhæng mellem NitFom (revideret udgave) prædikeret jodtal på varm slagtekrop og jodtal bestemt ved kemisk analyse på DMRI. Antallet af fedtprøver er 100 (ingen outliers blev fundet). Kalibreringsdata.

Figur 3 viser, at forklaringsgraden (R^2) er steget til 0,935 efter videreudvikling af prototypen, hvilket betyder at NitFom målingen nu forklarer 93,5 % af variationen i referencens jodtal. RMSECV er i den reviderede version af udstyret faldet til 1,7694 jodtalsenheder. Dette betyder altså at måles med udstyret et jodtal på 70, så vil vi med 95 % sikkerhed kunne sige, at det sande jodtal ligger i intervallet $70 \pm 3,5$ jodtalsenheder. Kalibreringsmodellen blev herefter installeret i NitFom udstyret og udstyrets evne til at prædikere jodtalsværdien på 50 nye slagtekroppe (valideringsdata) blev undersøgt. Dette resulterede i en RMSEP (prædiktionsfejl) på 1,490 (se figur 4), hvilket betyder, at modellens evne til at prædikere jodtallet af ukendte prøver er ligeså god som modellens evne til at prædikere jodtallet af de prøver, som indgik i kalibreringsmodellen. RMSEP på valideringsdata er faktisk lidt mindre (bedre) end RMSECV på kalibreringsdata. Det er ikke hvad man typisk ser, men det kan skyldes, at valideringsdata mangler data i den høje ende (omkring 85) sammenlignet med kalibreringsdataene.



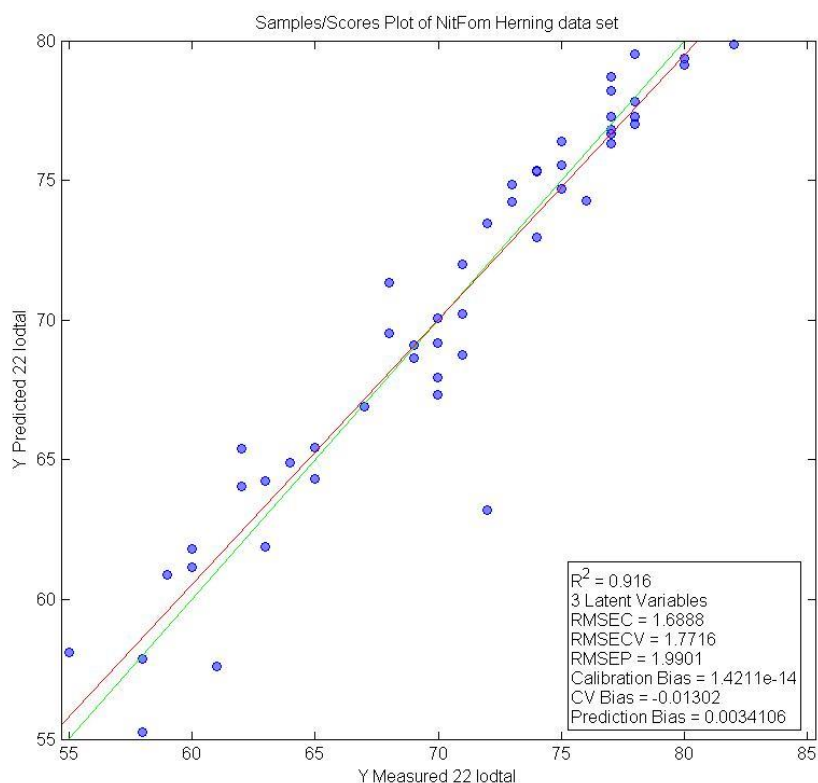
Figur 4. Sammenhæng mellem NitFom (revideret udgave) prædikeret jodtal på varm slagtekrop og jodtal bestemt ved kemisk analyse på DMRI. Antallet af fedtprøver er 50. Valideringsdata.

Figur 5 viser sammenhængen mellem NitFoms prædikerede jodtal og reference jodtal ved NitFom måling i kolde spækprøver.



Figur 5. Sammenhæng mellem NitFom (revideret udgave) prædikeret jodtal på kolde spækprøver og jodtal bestemt ved kemisk analyse på DMRI. Antallet af fedtprøver er 100 (ingen outliers blev fundet). Kalibreringsdata.

Den kolde model har en forklaringsgrad (R^2) på 0,934. RMSECV er for kolde prøver 1,7716 jodtalsenheder. Dette betyder, at vi med 95 % sikkerhed kan sige, at det sande jodtal ligger i intervallet $\pm 3,5$ jodtalsenheder. Ved måling på 50 nye spækprøver bliver RMSEP (prædiktionsfejlen) på den kolde model er 1,990 (se figur 6), hvilket betyder, at modellens evne til at prædikere jodtallet af nye ukendte prøver er lidt dårligere end modellens evne til at prædikere jodtallet af de prøver, som indgik i kalibreringsmodellen hvilket er hvad man typisk ser.



Figur 6. Sammenhæng mellem NitFom (revideret udgave) prædikeret jodtal på kolde spækprøver og jodtal bestemt ved kemisk analyse på DMRI. Antallet af fedtprøver er 50. Valideringsdata.

Konklusion

Den reviderede version af NitFom forventes at kunne måle jodtallet i spækket med en måleusikkerhed (RMSEP) på ca. 1,5 jodtalsenheder ved måling på varm slagtekrop og ca. 2,0 jodtalsenheder ved måling på kold slagtekrop. I forhold til måleusikkerheden på laboratoriebestemmelsen af jodtallet (= 1 jodtalsenhed), så er NitFoms forventede måleusikkerhed ganske god og kan ikke forventes at være meget bedre. Hvis man antager, at jodtallet i svinepopulationen er 4 – 6 jodtalsenheder, så er måleusikkerheden en hel del mindre end variationen i populationen hvilket er en forudsætning hvis man med en vis sikkerhed f.eks. vil sortere grisene til forskellig anvendelse eller vil bestemme jodtalsniveauet i forskellige flokke. I det første tilfælde (sortering af grise) kan man direkte bruge måleusikkerheden, som beskrevet under resultater. Hvis en floks niveau (= flokkens gennemsnit) bestemmes ud fra måling af alle flokkens grise, er usikkerheden på bestemmelsen af dette gennemsnit afhængig af antallet af grise i flokken (N) efter følgende simple regneregler:

$$RMSEP_{flok} = \frac{RMSEP_{gris}}{\sqrt{N}}$$

Det ses, at bestemmelsen af flokkens gennemsnit bliver mere præcis jo flere grise, der er i flokken. Hvis man kun måler på en stikprøve af flokken for at bestemme flokkens gennemsnit, så afhænger usikkerheden desuden af stikprøvens størrelse samt flokkens (forventede) spredning (std) efter følgende simple regneregler:

$$RMSEP_{flok; stikprøve} = \sqrt{\frac{std^2}{N} + \frac{RMSEP_{gris}^2}{N}}$$

Vi ser, at større stikprøve giver mere præcis bestemmelse af flokkens gennemsnit.

Det konkluderes, at videreudviklingen af NitFom prototypen har resulteret i en god korrelation mellem det prædikterede jodtal foretaget med en hurtig online metode som NitFom og den langsommere kemiske analyse foretaget på laboratoriet.

Samtidig er måleusikkerheden på udstyret nu på et niveau, som gør den yderst anvendelig som måleudstyr til hurtig bestemmelse af fedtets jodtal og derved muliggør tidlig sortering af udskæringer til videre forarbejdning. Det ser ud til, at måling på varm slagtekrop vil give en mere præcis bestemmelse end ved måling på kold slagtekrop, men forskellen er ikke stor.

I øjeblikket arbejder Carometec på også at kunne prædiktere forskellige fedtsyrer med NitFom. Resultaterne er ikke færdiganalyseret men foreløbige resultater viser, at udstyret også med fin præcision bl.a. kan prædiktere andelen af polyumættede fedtsyrer, mættede fedtsyrer og linolsyre (C18:2).

Carometec har sat den reviderede udgave af NitFom i produktion og forventer start af salg fra 1. juni 2014.

Henvisninger

1. Chris Claudi-Magnussen. Fedtkvalitet i moderne svineproduktion. Jodtal, smeltepunkt og sammenhæng mellem fedtvæv (fedtatlas) samt farve af spæk og pH i kam. Rapport af 27. september 2013. Proj.nr. 2001474. Teknologisk Institut DMRI.