

SLUTRAPPORT H0841020

Norforanalyser till projekt ”Vallfröblandningar för breddat skördetidsfönster”

Rolf Spörndly, Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU
Nilla Nilsson-Linde, Inst. för växtproduktionsekologi, SLU
Jan Jansson, Hushållningssällskapet Sjuhärad

Bakgrund

Krave på näringskvaliteten i vallfodret är stort. Målet för många vallodlare är att producera ett vallfoder med ca 11 MJ/kg ts med lämplig fiberhalt. Storleksrationaliseringen går snabbt fram över landet. Detta ställer stora krav på en snabb och väl fungerande vallfoderkedja. Ofta sker vallskörden genom samarbete grannar emellan eller via inköpta tjänster från maskinstation eller maskining. Det gäller att skörda i rätt tid för att uppnå de höga kvalitetskraven. I Väst-sverige finns det väderstatistiskt sett 3–4 dagar tillgängliga för skörd av förstaskörden för att uppnå det planerade energivärdet vid användande av samma vallfröblandning.

Olika vallväxter har olika tidpunkt för axgång och därmed i regel olika tidpunkter för lämpligt skördetillfälle. Tidigast av de vanligast använda gräsarterna är hundäxing följt av ängssvingel/rörsvingel/rörsvingelkorsningar, tidigt rajgräs, medelsent rajgräs/rajsvingel/hybridrajgräs, timotej och sent engelskt rajgräs.

Inom en del vallgräsarter finns stora skillnader i tidighet mellan olika sorter. Denna skillnad är minst inom arterna hundäxing och ängssvingel. Inom timotej finns i dag på marknaden sena sorter avseende axgång, t.ex. Tundra och Motim (marknadsförs av Olssons Frö). Sorten Ragnar (marknadsförs av SW) är senare än Alexander och Grindstad.

Olika arter/sorter har olika förmåga att behålla energivärdet kring axgång. Engelskt rajgräs och hybridrajgräs framstår som bäst i detta avseende. Speciellt hybridrajgräs, italienskt rajgräs och vissa rajsvinglar verkar behålla bra energivärde med relativt låga fiberhalter vid och strax efter axgång (Johansson, 1995; Johansson & Nilsson-Linde, 1995; Halling, 2005).

National Institute of Agricultural Botany (NIAB, 2002) i Storbritannien anger ett möjligt ”skördefönster” på tre veckor i England genom att välja olika sorter av engelskt rajgräs.

Ett sätt att förlänga ”skördefönstret” kan vara att välja arter och sorter i en blandning som har förmåga att långsamt försämra energivärdet över tiden. Exempel på sådana blandningar finns till viss del på marknaden idag genom Olssons frö (Danielsson, 2005).

Ovanstående är bakgrunden till projektet ”Vallfröblandningar för breddat skördetidsfönster” (SLF-projekt H0541248). Projektet omfattar tre vallår där fem vallfröblandningar skördas vid två tillfällen vid var och en av tre skördar varje år. Syftet med försöket är att hitta vallfröblandningar som kan ge en längre skördeperiod, särskilt i första skörd, med bibehållen önskvärd kvalitet. I nämnda försök analyseras torrsubstans, aska, energivärde, fiber (NDF) och råprotein samt botanisk sammansättning. Vidare har prover sparats för eventuellt framtida behov.

Under tiden 2005–2008 har ett nytt fodervärderingssystem för mjölkkor kallat NorFor utvecklats gemensamt i Sverige, Norge, Danmark och Island (Gustafsson *et al.*, 2005). I systemet tillämpas flera av de traditionella analysparametrarna som också utförs i nämnda SLF-projekt. Därutöver ingår ett antal nya analysparametrar såsom lösligt råprotein, ammoniak-N, flyktiga fettsyror och iNDF (Gustafsson *et al.*, 2005). Flera av dessa utgör en beskrivning av ensileringsprocessen men en av dem, *indigestible* NDF (iNDF), utgör en beskrivning av osmältbar fiber i grödan. Neutral Detergent Fiber (NDF) är den vanligaste metoden för att bestämma fodrets fiberhalt för idisslare (VanSoest *et al.*, 1991) och iNDF utgör alltså en kvalitetsgradering av NDF där man bestämmer hur stor del av NDF som är osmältbar. Resten av NDF är således potentiellt smältbart. Just måttet iNDF är synnerligen väsentligt i NorFor-systemet och har en avgörande betydelse för hur mycket energi och protein idisslaren kan utnyttja i fodret samt hur stort foderintaget kan bli.

Alla insända foderprover från lantbrukare, ca 5 000 per år, måste analyseras för iNDF för att kunna användas vid foderstatsberäkningar i NorFor-systemet. Två laboratorier i Sverige, EuroFins och AgriLab, har åtagit sig att utföra analyserna enligt NIR (Jansson & Gruvaeus, 2008). NIR-metoden är en snabb och billig analys men den är indirekt och kräver en kalibrering mot en referensanalys. Den referensanalys som finns tillgänglig är en *in-sacco*-metod där man inkuberar foderprover i vommen på fistulerade kor (Lund *et al.*, 2007). I fallet iNDF finns ännu ingen annan laboratoriemetod som kan användas för kalibreringen. En iNDF-bestämning på fistulerade kor är kostsam och tidsödande. Den kan bara göras på en forskningsstation. Av den anledningen är dagens kalibrering av NIR-instrumenten till dags dato baserad på ett ytterst begränsat antal prover och ger därför sannolikt föga korrekta svar.

I det pågående SLF-projekt H0541248 har man sparat prover från alla led som spänner över tre skördar i tre vallår och med olika skördetidpunkter. Det utgör ett lämpligt underlag för att genomföra bestämningar av iNDF på fistulerade kor och jämföra dem med iNDF bestämt med NIR för att förbättra referensunderlaget för analysen.

Syftet med föreliggande projekt var därför att bestämma iNDF med *in-sacco*-teknik i vallfoder med känd botanisk sammansättning vid olika mognadsstadier i olika skördar. En väl så viktig avsikt med projektet var att utöka den databank med referensanalyser som används till iNDF mätt med NIR-teknik samt att öka underlaget för svenska vallfoder i NorFor:s fodermedelstabell.

Material och metoder

Basen för materialet utgjordes helt och hållet av prover från SLF-projekt H0541248, ”Vallfröblandningar för breddat skördefönster”. I nämnda försök togs prover från två skördetillfällen (tidig, sen förstaskörd, intervallet mellan de olika skördarna är lika i det tidiga och sena ledet) vid var och en av tre skördar för fem fröblandningar under tre på varandra följande vallår (2007, 2008 och 2009) från tre platser (Rådde, Jönköping och Kalmar) (figur 1).

I. Skördetidpunkt under vallåren

1. Skörd vid ca 11 MJ för den tidiga blandningen (D)
2. Skörd vid ca 11 MJ för den sena blandningen (E) alt. 10–12 dagar efter I:1

II. Fröblandningar

- A. Standardblandning SW 944 (sorter enligt 2004)
- B. Tidig blandning med baljväxter
- C. Sen blandning med baljväxter
- D. Tidig blandning utan baljväxter
- E. Sen blandning utan baljväxter

Fröblandningarnas innehåll (kg/ha)		A	B tidig	C sen	D tidig	E sen
Art/sort	Karaktär					
Timotej						
Ragnar		4		4		5
Grindstad	tidigare än Ragnar	2	6		7,5	
Tundra	sen, svag återväxt			4		5
Ängssvingel						
Sigmund		3	6		7,5	
Tyko		3				
Eng. rajgräs						
Helmer	medelsen 4 n	4				
Baristra	tidig 4 n		4		5	
Tivoli	sen 4n			2,5		3
Herbie	sen 2n			1,5		2
Condesa	sen 4n			2,5		3
Cancan	sen 2n			1,5		2
Rödklöver						
Sara		2		2		
Titus			2			
Vitklöver						
Ramona		2	2	2		

Figur 1. Försöksplanen för SLF-projekt H0541248. Tre skördar per år genomfördes åren 2007, 2008 och 2009 i Kalmar, Jönköping och Rådde.

Tillsammans utgör materialet ett möjligt underlag av 90 prover per år under tre år, totalt 270 sparade prover. På grund av bortfall av olika anledningar har 199 prover från denna provserie kunnat levereras till detta projekt. Orsaken till bortfallet har varit att ett fryslager blev förstört samt att prover inte blivit sparade p.g.a. misstag vid försöksplatserna. Således har materialet som ställts till detta projekts förfogande blivit något begränsat när det gäller att fullt ut kunna tillämpas i projekt H0541248. När det gäller syftet att skapa ett lämpligt underlag för kalibrering av iNDF-analysen har emellertid bortfallet mindre betydelse. De förlorade proverna har i denna studie ersatts av ett material bestående av 49 prover av rena arter från separeringen vid den botaniska analysen av proverna från Jönköping. Dessa prover kommer att ha ett värde för syftet att berika fodertabeller. I och med detta tillskott har innevarande projekt haft totalt 248 prover att tillgå enligt sammanställningen i tabell 1.

Tabell 1. Material för analys av iNDF. Rena arter är samtliga från Jönköping

Plats	År	Skörd	Tidpunkt för slåtter	Vallfröblandning	Antal prover
Jönköping	2007	1, 2 och 3	1 och 2	A-E	30
	2008	1, 2 och 3	1 och 2	A-E	30
	2009	1, 2 och 3	1 och 2	A-D, A-E	29
Rådde	2007	1 och 2	1	A-E	10
		3	2	A-E	5
	2008	1 och 3	1 och 2	A-E	20
	2008	2	1	A-E	5
	2009	1, 2 och 3	1 och 2	A-E	30
Kalmar	2007	1, 2 och 3	1 och 2	A-E	30
	2008	1	1 och 2	A-E	10
Summa					199
Engelskt rajgräs	07-09	1	1 och 2		12
Timotej	07-09	1	1 och 2		14
Ängssvingel	07-09	1	1 och 2		7
Rödklöver	07-09	1	1 och 2		14
Vitklöver	09	1	1 och 2		2
Summa					49
Totalt antal prover					248

Proverna torkades först vid 60°C i 16 timmar i en ventilerad ugn för att därefter malas dels med 1,5 mm såll för analys av iNDF *in-sacco* enligt Lund *et al.* (2007) på det sätt som anges för NorFor (NorFor, 2010a), dels med 1,0 mm såll för analys av NDF. NDF-analys utfördes med *in-vitro*-metoden enligt ISO 16472:2006 IDT såsom rekommenderat av NorFor (NorFor, 2010b). Det innebär att amylas används och att NDF-värdet uttrycks som askfri NDF i % av torrsubstansen. Torrsubstansen bestämdes genom att det förtorkade provet enligt ovan torkades vid 103°C i ytterligare fem timmar. Provets aska bestämdes vid 550°C i tre timmar.

Samma prov som analyserats med ovan beskrivna referensmetoder fast malt på 1,0 mm såll sändes även till ett av de två svenska kommersiella foderlaboratorierna som bestämmer iNDF med NIR (AgroLab AB, Ulls väg 33, 756 51 Uppsala) för en NIR-bestämning av iNDF och NDF.

För att studera om referensmetoderna respektive NIR-metoden kunde ge upphov till systematiska skillnader beräknades betydelsen av ort, år, skörd, tidpunkt för slåtter och vallfröblandning för provernas innehåll av g NDF per kg ts och g iNDF per kg NDF bestämt med båda metoderna. Proceduren GLM (SAS, 2010) tillämpades där förutom ort, år, skörd, slåttertid och fröblandning även samspelet ort*år, ort*skörd, ort*slåttertid, ort*fröblandning, år*skörd, år*slåttertid, år*fröblandning, skörd*slåttertid, skörd*fröblandning samt slåttertid*fröblandning ingått som oberoende variabler.

För att göra en mindre beräkning av fröblandningarnas effekt på grönmassans innehåll av NDF och iNDF vid de två olika skördetiderna, tillämpades en GLM-modell där ort, år, skörd samt samspelet mellan fröblandning och ort, samt mellan år och skörd ingick i den mån de var signifikanta vid analysen av respektive tid och beroende parameter.

Resultat

Det huvudsakliga resultatet av innevarande projekt utgörs av att jämföra NDF och iNDF-analyser utförda med NIR med respektive referensmetod.

En mindre bearbetning har utförts utifrån frågeställningen om de fem fröblandningarna har effekt på NDF och iNDF i den skördade grönmassan. Här har referensmetoderna till NDF och iNDF använts. I tabell 2 illustreras hur fröblandning C och D avviker från de övriga i fråga om NDF i torrsubstansen. Vid båda slåttertiderna är halten NDF lägre i fröblandning C och högre i fröblandning D jämfört med fröblandningarna A, B och E. Andelen osmältbar fiber, iNDF, är signifikant lägre i fröblandning D och E vid tidig slåtter. Blandning E förblir lägre även vid sen slåtter, medan iNDF ökar kraftigt i blandning D så den inte skiljer sig från de övriga vid sen slåtter. I tabell 2 presenteras även förändringen av NDF och iNDF mellan de två skördetidpunkterna.

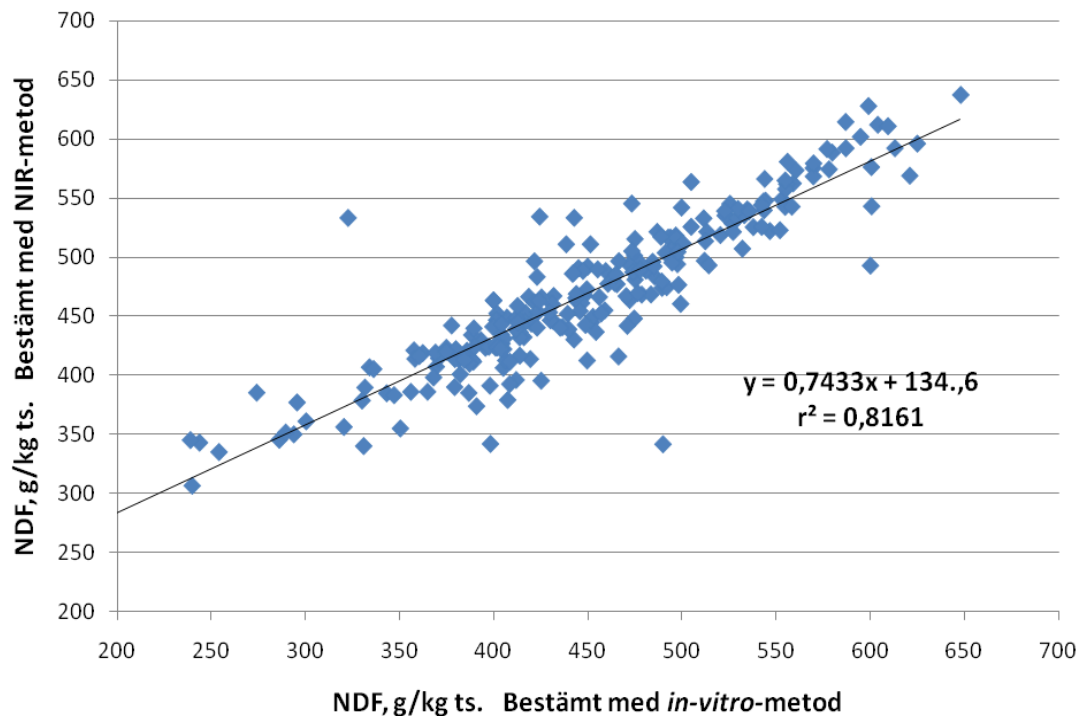
Tabell 2. Bestämningar av NDF och iNDF *in-sacco* i grönmassa av fem olika fröblandningar skördade på tre orter under tre vallår vid tre skördar. Slåtter vid första skörd gjordes tidigt respektive sent, därefter var det samma intervall mellan skördesystemen

Vallfröblandning	NDF, g/kg ts			iNDF, g/kg NDF		
	Tidig slåtter	Sen slåtter	Förändring	Tidig slåtter	Sen slåtter	Förändring
A – standard	414 ^{ab}	459 ^a	+ 45	158 ^a	181 ^a	+ 23
B – tidig m. baljv.	436 ^{ac}	459 ^a	+ 23	160 ^a	188 ^a	+ 28
C – sen m. baljv.	389 ^b	411	+ 22	165 ^a	183 ^a	+ 18
D – tidig u. baljv.	495	515	+ 20	126 ^b	160 ^{ab}	+ 34
E – sen u. baljv.	447 ^c	462 ^a	+ 15	124 ^b	144 ^b	+ 20

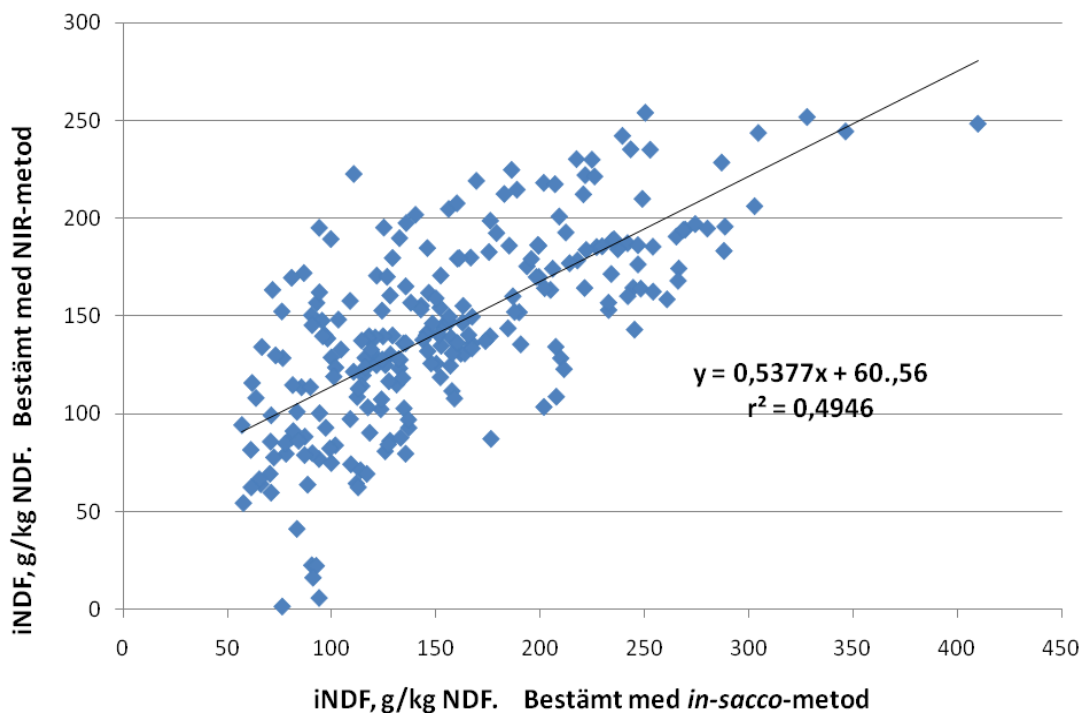
Medeltal i samma kolumn som har samma bokstav skiljer sig inte åt statistiskt ($p > 0,05$).

För att jämföra NDF-värden analyserade med referensmetoden respektive med NIR-metoden, användes två olika analyser; dels en enkel regression där analysen av varje prov jämfördes parvis (figur 2 och 3), dels en analys där effekten av de oberoende variablerna i försöket på respektive parameter (NDF i g/kg ts och iNDF i g/kg NDF) studerades i varje analysmetod för sig (tabell 3). Detta utfördes som ett försök att se om de olika metoderna ger upphov till skilda systematiska effekter med avseende på de oberoende variabler som ingick i försöket som proverna hämtades från.

I figur 2 och 3 åskådliggörs regressionerna för NDF respektive iNDF parvis jämförda efter analys med referensmetoden och NIR-metoden. I figurerna är samtliga värden medtagna för vilka analyser enligt båda metoderna finns ($n = 240$). Medelvärde och standardavvikelse blev 451 och 82 för NDF med *in-vitro*-metoden och 470 och 65 för NDF med NIR-metoden. För iNDF *in-sacco* blev medeltal och standardavvikelse 153 och 64 och för iNDF med NIR-metoden 142 och 49. I genomsnitt gav alltså NIR ett högre NDF-värde än referensmetoden och r^2 -värdet för regressionen var 0,8161.



Figur 2. NDF bestämt med *in-vitro*-metoden respektive NIR-metoden, n = 240.



Figur 3. iNDF bestämt med *in-sacco*-metoden respektive NIR-metoden, n = 240.

För iNDF gav NIR i genomsnitt ett lägre värde än referensmetoden. Dessutom visar r^2 -värdet för iNDF (0,4946) att kalibreringen av NIR-instrumentet är mycket dålig. För både NDF och iNDF är regressionslinjens lutning sådan att höga NDF- eller iNDF-värden i referensmetoden blir underskattade med NIR och låga värden blir överskattade.

I tabell 3 illustreras påverkan av faktorerna ort (Jönköping, Rådde, Kalmar), år (2007, 2008, 2009), skörd (1, 2, 3) och tidpunkt för slåtter (tidig, sen första skörd) på NDF-värdet och iNDF-värdet, bestämt både med referensmetoden respektive NIR-metoden. Tabellen ska tolkas så att referensmetoden och NIR-metoden för NDF respektive iNDF bör uppvisa samma mönster för påverkan av de olika variablerna. Har samma variabel en signifikant påverkan med NIR-metoden men inte med referensmetoden, kan man anta att metoderna ger systematiskt olika resultat och inte bara slumpmässiga. Man kan t.ex. konstatera att variabeln ort har en signifikant effekt med NIR-metoden för iNDF men inte i referensmetoden. Generellt kan sägas att variablerna uppvisar samma mönster för referensmetoden som för NIR-metoden när det gäller NDF. För iNDF är mönstret avvikande på ett flertal punkter, vilket antyder att den sämre kalibreringen för iNDF med NIR kan ha en systematisk påverkan på resultatet när iNDF analyseras med NIR.

Tabell 3. Signifikansnivåer för ingående variabler i variansanalysen av 199 kända prover för NDF- och iNDF-analyser enligt referensmetoden respektive NIR-metoden. Proverna utgjordes av grönmassa från fem kända fröblandningar från orterna Jönköping, Rådde och Kalmar under åren 2007, 2008 och 2009 med tre skördar vid två slåttertider per år

	Referensmetod		NIR-metod	
	NDF, g/kg ts sign. nivå	iNDF, g /kg NDF sign. nivå	NDF, g/kg ts sign. nivå	iNDF, g /kg NDF sign. nivå
Ort	***	n.s.	***	***
År	***	***	***	*
Skörd	***	**	***	***
Slåttertid	***	***	***	***
Fröblandning	***	***	***	***
Ort * År	*	***	*	***
Ort * Skörd	***	***	***	***
Ort * Sl.tid	**	*	***	*
Ort * Fröbl.	n.s.	n.s.	n.s.	***
År * Skörd	***	***	***	n.s.
År * Sl.tid	*	***	***	***
År * Fröbl.	***	***	*	***
Skörd * Sl.tid	***	***	***	***
Skörd * Fröbl.	***	**	***	*
Sl.tid * Fröbl.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Diskussion

Projektets avsikt har varit att ta fram tilläggsinformation i form av analyser av NDF och iNDF med referensmetoder till SLF-projekt H0541248, ”Vallfröblandningar för breddat skördeöfönster”, samt att leverera *in-sacco*-analyser av framförallt iNDF till laboratorier som tillämpar NIR som rutinanalys för vallfoder till NorFor-systemet. Leverans sker också till NorFor:s och SLU:s fodermedelstabeller framförallt avseende information om NDF och iNDF i renbestånd av arterna ängssvingel, engelskt rajgräs, timotej, rödklöver och vitklöver.

Det går inte att göra sammanfattande analyser av effekten av de olika fröblandningarna på skördeöfönstret då detta projekt inte omfattar de väsentliga uppgifterna om avkastning och övrig sammansättning. Från nivåerna och förändringen av den osmältbara fibern som åskådliggörs i tabell 2 kan man emellertid konstatera att standardblandningen har den snabbaste

ökningen av NDF mellan slåttertillfällena och att ökningen av den osmältbara delen är medelhög. Den högsta NDF-halten vid båda slåttertillfällena har dock den tidiga blandningen utan baljväxter (D). Den blandningen har också den snabbaste ökningen av osmältbar fiber (iNDF). Det beror på att den utgår från ett lågt värde och kommer upp till en iNDF-halt som flertalet andra fröblandningar har vid den senare slåttern. Den blandning som emellertid även vid det senare skördetillfället håller den lägsta andelen osmältbar fiber är den sena blandningen utan baljväxter (E). Den synes därmed ha det bredaste skördeönstret med avseende på fibersammansättningen och sannolikt därmed också energivärdet per kg ts även om det inte analyserats i detta projekt. Slutsatsen kan komma att justeras när hela huvudprojektet redovisas där skördemängd och annan näringsanalys ingår.

När det gäller användningen av NIR-analysen visar denna jämförelse att kalibreringen för NDF har möjligheter att förbättras. Det relativt höga r^2 -värdet innebär att en justering sannolikt kommer att slå väl ut. Både linjens nivå och lutning ger dock stora avvikelser i resultat med inbyggd kalibrering. Ett lågt NDF-värde på 300 g/kg ts mätt med referensmetoden ger i NIR en övervärdering, regressionskvationen ger 357 g/kg ts. Ett högt NDF-värde på 600 g/kg ts ger en underskattning i NIR, 580 g/kg ts.

Att kalibreringen av NIR-instrumenten är sämre för iNDF än för NDF var väntat; det var en av bevekelsegrunderna för att genomföra detta projekt. Det framgår av figur 3 att man kan få väldigt avvikande värden med ett så lågt r^2 -värde som 0,4946. I materialet finns några uppenbara "out-layers" men även om man tar bort de iNDF-värden som ligger under 50 i NIR-metoden (6 st) förbättras inte r^2 -värdet mer än till 0,4991. Det kan konstateras att iNDF mätt med NIR i dagens kalibrering egentligen inte är tillrädligt att använda för optimering av foderstater i NorFor. Trots detta används det till samtliga analyser som enligt uppgift omfattar ca 5 000 år 2010.

Proverna har vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård också använts till inkubering med vomvätska för att skatta den organiska substansens smältbarhet i vomvätska under lång tid (*in vitro* organic matter digestibility, IVOMD). Avsikten är att finna en laboriemetod som bland annat kan utgöra ett alternativ som referensmetod till den kostsamma *in-sacco*-metoden. Resultatet av dessa analyser ingår i ett annat SLF-projekt (V1030063) och kommer att presenteras senare.

Sammanfattning

I projektet har 248 prover från SLF-projekt H0541248 analyserats med avseende på NDF och iNDF med både NIR-metoden och dess referensmetod. Korrelationen mellan NIR-analysen och respektive referensanalys var på en acceptabel och förväntad nivå för NDF ($r^2 = 0,8161$) medan den var mycket låg för iNDF ($r^2 = 0,4946$). Det innebär att iNDF-analys med NIR inte bör utföras med befintlig kalibrering. Materialet som är framtaget i detta projekt ställs till analysföretagens förfogande för att förbättra kalibreringen.

NDF- och iNDF-värden från referensmetoderna har också utvärderats avseende de vallfröblandningar som härrör från projektet "Vallfröblandningar för breddat skördeönstret". Det bredaste skördeönstret med avseende på fibersammansättning synes vara blandningen med sena gräs utan klöver. Kompletta slutsatser beträffande vallfröblandningarna kan dock inte dras här utan kommer att ges i slutrapporten för det projektet.

Publicering

Resultatet bestående av analysvärden av NDF och iNDF bestämt med respektive referensmetod såväl som med NIR-metoden levereras till projektledaren för SLF-projekt H0541248 för att arbetas in i rapporteringen för det projektet.

Resultaten levereras också till de två laboratorier som analyserar iNDF och NDF med NIR (Eurofins AB och AgriLab AB) där resultaten bidrar till en förbättrad kalibrering av NIR-metoden.

Rådata levereras vidare till NorFor:s ledningsgrupp där de kan ingå i den generella fodermedelstabellen samt till SLU för att ingå i SLU:s fodertabell.

Resultatet kommer att publiceras i vetenskaplig tidskrift på engelska samt i Svenska Vallbrev tillsammans med uppgifter från SLF-projekt H0541248 vid det projektets slut.

Övrig resultatförmedling till näringen

Resultaten kommer att förmedlas genom föredrag och presentationer vid möten med lantbrukare. Information om resultaten erbjuds också Svensk Mjölks Lantbrukarsajt och Rådgivarsajt. Dessutom sker publicering på Fälthforsks hemsida (www.faltforsk.se).

Litteraturreferenser

- Danielsson, G. 2005. Vallfrö 2005. Olssons Frö AB. 10–11, 14.
- Gustafsson, A.H., Volden, H., Mehlqvist, M., Larsen, M., Gudmundsson, G. & Aaes, O. 2005. NorFor – the new Nordic Feed Evaluation system for cattle. The 56 annual meeting of the European association for animal production. Uppsala, Sweden June 2005.
- Gustafsson, A.H. 2007. NorFor – från idé till verklighet. Särtryck av artiklar från tidningen Husdjur. Svensk Mjölks 2007.
- Halling, M.A. 2005. Vallväxter till slätter och bete samt grönfoderväxter – Sortval för södra och mellersta Sverige 2005/2006. 50. <http://www.ffe.slu.se>
- ISO 16472:2006 IDT. Animal feeding stuffs – Determination of amylase-treated neutral detergent fibre content (aNDF).
- Jansson, J. & Gruvaeus, I. 2008. Utveckling av NIR-analysteknik för kvalitetsanalyser av grovfoderprov från fältförsök. Rapport 06962. VL-stiftelsen, Lidköping.
- Johansson, L. 1995. Utveckling, tillväxt och fodervärde i gräsvall från vegetativt stadium till blomning. SLU. Inst.för växtodlingslära. Seminarier och examensarbeten 914. Uppsala.
- Johansson, L. & Nilsson-Linde, N. 1995. Näringsvärde hos vallgräs vid olika utvecklingsstadier. NJF:s XX:e kongress i Reykjavik 26–29 juni 1995 "Nordiskt lantbruk i det nya Europa". NJF 77:3, 92.
- Lund, P., Weisbjerg, M, Hvelplund T & Knudsen, K.E. 2007. Determination of digestibility of different forages in dairy cows using indigestible NDF as marker Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Sciences, Volume 57, Issue 1, 16–29.
- NIAB. 2002. Planning a cutting programme. Varieties of grasses & herbage legumes. Merchants Guidebok 2002/2003, 54–55.
- NorFor. 2010a. NorFor *in sacco* standard. Internet 2010-09-25. http://www.norfor.info/Files/pdf-dokumenter/pdf_lab/Analyses/NorFor_in_sacco_standard_070910.pdf

- NorFor. 2010b. NorFor recommended laboratory methods for feed analyses. Internet 2010-09-25. http://www.norfor.info/Files/pdf-dokumenter/pdf_lab/Analyses/NorFor_Recom_Methods_070925.pdf
- SAS. 2010. SAS 9.1.3. SAS Institute Inc. Cary. NC, USA.
- VanSoest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, B.A. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sci.* 74; 3583–3597.