



Snabbmetoder för bestämning av torrsubstans i grönmassa och ensilage



Anna Nyberg, Jeannette Strömberg, Maria Stenberg, Bo Stenberg och
Elisabet Nadeau

SLU
Institutionen för jordbruksvetenskap Skara

Teknisk rapport 9
Skara 2002

ISSN 1650-6472

Förord

Den här redovisade studien genomfördes 2001-2002 vid Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, SLU. Projektet finansierades av Agroväst och av institutionen. Som bilaga till denna rapport finns en separat kortfattad sammanfattning och metodbeskrivning.

Innehållsförteckning

FÖRORD	2
SAMMANFATTNING	4
INLEDNING	4
MATERIAL OCH METODER	5
GRÖNMASSE- OCH ENSILAGEPROVER	5
PROVHANTERING	5
TORRSKÅP	6
MIKROVÅGSUGN	6
TT TS-MÄTARE	7
NÄRA INFRARÖD REFLEKTANS	7
STATISTISK BEARBETNING	8
RESULTAT	9
TORRSKÅP	9
MIKROVÅGSUGN OCH TT TS-MÄTARE	9
NIR-INSTRUMENT	10
DISKUSSION	12
TORRSKÅP	12
MIKROVÅGSUGN OCH TT TS-MÄTARE	12
NIR-INSTRUMENT	12
JÄMFÖRELSE	12
SLUTSATSER	13
LITTERATUR	13
PERSONLIGT MEDDELANDE	13

Sammanfattning

I den här redovisade studien jämfördes olika metoder för att snabbt kunna bestämma torrsubstans(ts-)halten i grönmassa och ensilage på gårdsnivå. Snabbmetoderna som testades var TT ts-mätaren, mikrovågsugn samt mätning med NIR-instrument. Dessa jämfördes med torkning i torkskåp enligt gängse laboratoriepraxis som utgjorde referensmetod. Totalt ingick 69 prover varav 35 var ensilageprover och resterande del var grönmassa från stående gröda eller taget i strängen. I torkskåpet torkades grönmassan under 24 timmar vid temperaturen 100°C. Ensila- get torkades under samma tid men vid 60°C. TT ts-mätaren föreskriver en torktid på 90 minu- ter för grönmassa och 60 minuter för ensilage. Torktiden i mikrovågsugnen testades fram och den blev 12 minuter för grönmassa (10 minuter, blanda om provet + 2 minuter till) och ca. 10 minuter (6 minuter, blanda om provet + 3 ½ minuter till) för ensilage. NIR-mätningarna ut- fördes med ett bärbart skannande instrument för fältbruk. Mätningarna utfördes dels med en fjärrprob för beröringsfri mätning och dels med en kontaktprob.

Resultaten visar att de snabbmetoder där proverna torkas, dvs. TT ts-mätaren och mikrovågs- ugn, gav tillfredställande resultat med avseende på ts-halten i jämförelse med torkskåpet. Mikrovågsugnen var snabbare att använda men kräver passning under hela torktiden. TT ts- mätaren tog längre tid men bedömdes säkrare ur brandsynpunkt då den är konstruerad för användning i oömma miljöer. Resultaten visade även på mycket goda möjligheter att med nära infraröd reflektans (NIR)-teknik bestämma vattenhalten i grönmassa och ensilage. Goda resultat, även med ett fåtal utvalda våglängder, visar på en potential att förenkla och därmed förbilliga metoden, vilket är nödvändigt för tillämpningen av den. För detta krävs dock ytter- ligare utvecklingsarbete.

Inledning

Tidigare forskningsprojekt och fältförsök på gårdsnivå där institutionen för jordbruksveten- skap Skara har tagit regelbundna torrsubstans(ts-)prov på ensilaget har visat att det är stor variation i ts-halt mellan olika partier av ensilage. Variationer fanns både mellan fält och mel- lan skördar (Arnesson, 2000) samt inom fält (Nyberg och Lindén, 2002). Även väder, skörde- och inläggningsteknik kan ge stora ts-variationer (Nadeau, pers.medd). Variationerna i ts-halt under skörd kvarstår under lagringen av ensilage. Den dagliga variationen i ts-halt kan antas vara större vid rundbalsutfodring än vid utfodring från silo eller limpa. Av silotyperna är vari- ationen störst i torsilon. Genom att följa variationen i ts-halt under skörd kan skördesystemet på gården effektiviseras. Lantbrukaren får också ett bättre beslutsunderlag vid val av lagrings- strategi och tillsatsmedel vid ensilering.

Dessa variationer under utfodringsperioden skapar problem i balansen mellan grovfoder och kraftfoder, särskilt i en fullfoderstat. Om kraftfoderandelen i blandningen blir för hög sänks pH i vommen, vilket stör vomfloran så att kons utnyttjande av grovfoder minskar, med en minskad ts-konsumtion och mjölkavkastning som följd. Det är därför viktigt att korrigera full- foderblandningen för ts-halten i ensilaget. Speciellt allvarlig blir denna variation i en ekolo- gisk mjölkfoderstat där kraftfoderandelen är begränsad och måste utnyttjas optimalt (KRAV, 2001).

Idag är torkning av prover i torkskåp den metod som används på laboratorier. En ugn i ”mini- atyr” säljs under namnet TT ts-mätare och används till viss del men inte i önskad utsträck- ning. Mikrovågsugn är en snabb metod som testats tidigare (Seibt, stencil och Lantmannen, 1993) men har inte fått riktigt gehör i Sverige. Den är däremot vanlig i USA (Linn och Mar- tin, 1991; Undersander et al., 1991).

Med nära infraröd reflektans (NIR)-spektroskopi finns en potential för mycket snabb och tillförlitlig bestämning av ts-halten i grönmassa och ensilage. Metoden skulle kunna användas direkt av lantbrukaren på gården utan att egentlig provtagning behövs. NIR-tekniken utnyttjar reflekterat ljus i det lägre infraröda våglängdsområdet. Ofta mäts även synligt ljus, sk. VIS/NIR. Tekniken används rutinmässigt på lantbrukskemiska laboratorier för kvalitetsanalys av grovfoder. Dock kan resultaten inte avläsas direkt från reflektansen utan måste beräknas via en kalibrering som gjorts tidigare på kända referensprov. Med en sådan kalibrering går analysen sekundsnabbt.

I jämförelse med ts-bestämning av prov enligt torkskåpsmetoden, som kräver 24 timmars torkning, är ovan nämnda snabbmetoder tidsmässigt fördelaktiga. Syftet med studien var att studera tillförlitligheten av dessa snabbmetoder (TT ts-mätare, mikrovågsugn samt NIR) jämfört med ts-bestämning av grönmassa och ensilage i torkskåp. Metoden ska kunna användas direkt av lantbrukaren på gården. Kravet är att den ska vara praktisk och ekonomisk för den enskilda lantbrukaren.

Material och metoder

Grönmasse- och ensilageprover

Proverna togs från vallar och silos under juni 2001 till och med april 2002 på gårdar i Väst-sverige. Alla vallar var blandvallar med gräs och baljväxter (röd- och/eller vitklöver) dock med varierande baljväxtinnehåll. Vid förstaskörden togs prover om ca 1 kg i stående gröda och i sträng. I anslutning till andra skörden togs prover enbart från strängen.

Ensilageproverna togs från plansilos, tornsilos och i rundbalar under hela stallperioden (september 2001 till maj 2002). Ensilaget var vid inläggningen antingen obehandlat eller hade tillsatser av syra eller mjölksyrabakterier. Totalt analyserades 69 prover varav 35 var ensilageprover.

Provhantering

Alla prover hackades till 2-3 cm långa bitar innan de frystes. Proverna förvarades sedan frysta fram till att de användes i studien. Efter upptining i rumstemperatur blandades hela provmängden för respektive prov noggrant i en stor balja. Invägning av delprov till de olika ts-analyserna skedde vid samma tillfälle. För metoderna torkskåp, TT ts-mätare och mikrovågsugn kördes två delprover parallellt. NIR-mätningarna utfördes på det ena av de delprov som sedan kördes i mikrovågsugn. I tabell 1 redovisas vilka typer av prov som analyserades.

Tabell 1. Antal av olika provtyper som har ingått i projektet

Provtyp	Antal prov
Totalt antal prov	69
Ensilage	35
Grönmassa	34
1:a skörd stående gröda	12
1:a skörd i sträng	15
2:a skörd i sträng	7

Torkskåp

Ventilerade torkskåp (Termaks, Norge) användes för referensmätningar i studien. I enlighet med standardmetoder på lantbrukskemiska laboratorier torkades grönmassan i 24 timmar vid temperaturen 100°C. Ensilaget torkades under samma tid men vid 60°C. Prover om 200 g vägdes in på plåtar under dagen och torkskåpet startades under eftermiddagen. Dagen efter vägdes proverna ut efter att de nått rumstemperatur.

Mikrovågsugn

Två vanliga mikrovågsugnar för hushållsbruk av märket Whirlpool MD 122 Easy Pizza användes i studien för ts-analys. Ugnarna hade en roterande tallrik och deras inre mått var: höjd 18, bredd 34 och djup 29 cm. Effekten var på 900 Watt och 2450 MHz. I Whirlpools mikrovågsugnar kommer mikrovågorna från två olika ställen på sidorna. När mikrovågorna reflekteras från väggen mitt emot uppstår ytterligare en strålkälla. Som provbehållare användes två pajformar av keramik med diametern 28 cm. I dessa vägdes 100 g prov in.

För att komma fram till lämpligt tidsintervall för torkning av grönmassa respektive ensilage torkades proverna tills de uppnått en stabil vikt (tabell 2). Även vilken effekt som skulle användas utprovades. I tabell 3 visas de torkningsintervall och effekt som sedan användes i projektet. Mellan det långa och korta tidsintervallet i tabell 2 och 3 blandades proverna om. Detta var nödvändigt för en jämn torkning.

Tabell 2 Utprovning av tidsintervall för torkning av grönmassa och ensilage i mikrovågsugn med effekt 750 W

Provtyp	Intervall	Invikt (g)	Tid (min)	Totaltid (min)	Utvikt (g)
Grönmassa 1	1	100	5	5	59,9
Grönmassa 1	2		+ 3	8	35,3
Grönmassa 1	3		+ 2	10	31,5
Grönmassa 1	4		+ 2	12	29,2 ^a
Grönmassa 1	5		+ 1	13	28,6
Grönmassa 1	6		+ 1	14	28,2
Grönmassa 1	7		+ 1	15	28,2
Grönmassa 2	1	100	10	10	33,4
Grönmassa 2	2		+ 2	12	30,6 ^a
Grönmassa 2	3		+ 1	13	29,9
Grönmassa 2	4		+ 1	14	29,5
Ensilage 1	1	100	6	6	vikt saknas
Ensilage 1	2		+ 3 ½	9 ½	33,9 ^a
Ensilage 1	3		+ ½	10	33,9
Ensilage 1	4		+ ½	10 ½	33,8
Ensilage 1	5		+ ½	11	33,7
Ensilage 2	1	100	6	6	vikt saknas
Ensilage 2	2		+ 3 ½	9 ½	33,5 ^a
Ensilage 2	3		+ ½	10	33,4
Ensilage 2	4		+ ½	10 ½	33,4
Ensilage 2	5		+ ½	11	33,3

^a stabilt lämplig nivå, liten förändring vid fortsatt körning

Tabell 3. Den tid som använts för att torka grönmassa- och ensilageprov i mikrovågsugnen i projektet

Prov	Effekt	Tid
Grönmassa	750 W	10 minuter, ta ut och blanda + 2 minuter
Ensilage	750 W	6 minuter, ta ut och blanda + 3 minuter och 30 sekunder

TT ts-mätare

TT ts-mätaren (Stallmästaren AB, Lidköping) är en färdigproducerad ts-mätare tillverkad för gårdsbruk (figur 1). Torktiderna var enligt specifikationen 90 minuter för grönmassa och 60 minuter för ensilage. Rekommenderad provmängd 100 g vägdes in till vardera av de två TT ts-mätarna. För tidsinställningen användes en timer. Invägning skedde i en nätkorg som tillhör mätaren. Direkt efter provtidens slut vägdes proverna ut.



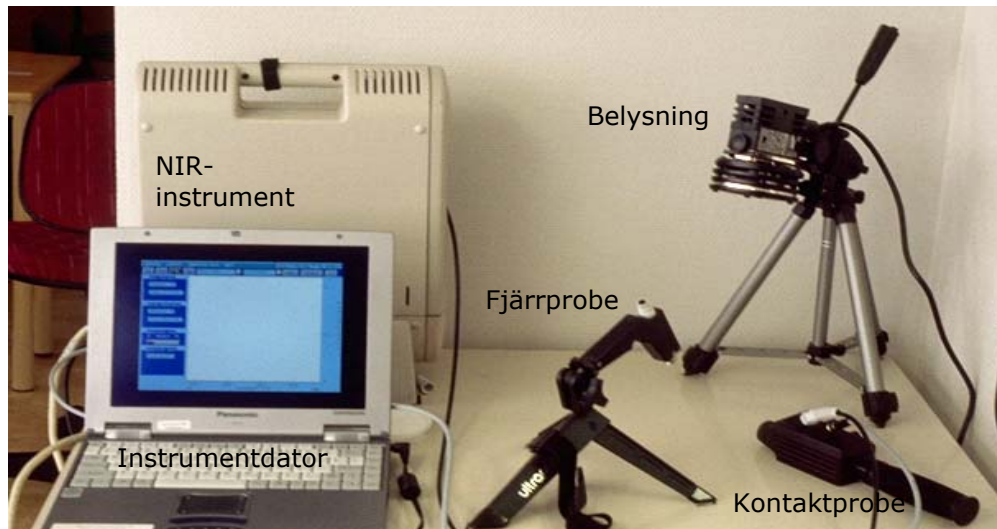
Figur 1. TT ts-mätare

Nära infraröd reflektans

Med nära infraröd reflektans (NIR)-spektroskopi mäts reflekterat ljus i det lägre infraröda våglängdsområdet. Ofta mäts även synligt ljus, sk. VIS/NIR. Vid NIR-mätningarna användes ett bärbart NIR-instrument FieldSpec Pro FR (ASDI, Boulder CO, USA; figur 2). De spektrum som mättes var inom våglängdsområdet 350 till 2500 nm med ett intervall på 1 nm. Mätningar genomfördes via fiberoptik på två sätt, dels med en fjärrprobe (direkt med fiberkabelns ände vilket ger 25° mätvinkel), dels med en kontaktprobe (High Intensity Contact Probe). Vid fjärrmätning användes ett stativ och ett pistolgrepp för fiberkabeln samt en belysningskälla (Lovel Pro) på stativ.

Formen med provet i vreds runt så att tio delspektrum från varje prov erhöles. Markeringar gjordes på bordet för att stativen alltid skulle ha samma position. Avståndet mellan provet och NIR-proben var 2 dm vilket ger en mätt area på ca. 75 cm². Avståndet mellan belysning och prov var 4 dm och vinkeln mellan lampa och probe 45°. Vid kontaktmätning har en kontaktprobe hållits mot provet på tio slumpmässigt utvalda punkter (figur 3). I kontaktproben fixeras

fiberkabeln tillsammans med intern belysning. Provet täcktes med en plastpåse mellan mätningarna med de två olika proberna för att undvika uttorkning på ytan.



Figur 2. NIR-instrumentet som har använts vid mätningarna. Formen med provet placerades på bordet mellan belysning och fjärrprobe



Figur 3. Mätning med kontaktprobe i ensilage.

Statistisk bearbetning

Resultaten från studien bearbetades statistiskt med multivariata metoder i UNSCRAMBLER 7.8 (CAMO PROCESS AS, Norway) samt genom variansanalys (GLM, SAS).

För användandet av TT ts-mätare och mikrovågsugn testades två strategier för att fastställa torrsubstansen. Den ena var att direkt använda utvägt värde i förhållande till invägt. Den andra var att använda regressionslinjen mellan ts mätt enligt referensmetod respektive snabbmetod som en modell från vilken torrsubstansen beräknades. Modellen får formen:

$$\text{Uppskattad ts} = A + B \times (\text{utvägd vikt} / \text{invägd vikt}) \quad \text{Ekvation 1}$$

Där A och B är modellens konstanter. Med denna strategi korrigeras för eventuella systematiska linjära skillnader mellan snabbmetod och referensmetod. En liknande strategi måste användas till NIR-mätningarna eftersom ts-halten inte kan avläsas direkt. För NIR-

kalibreringarna användes *partial least square (PLS) regression* som kan användas till det stora antal våglängder som användes här. Denna modell får formen:

$$\text{Uppskattad ts} = \beta_0 + \beta_1 \lambda_1 + \beta_2 \lambda_2 \dots \beta_{1,2,\dots,n} \lambda_{1,2,\dots,n} \quad \text{Ekvation 2}$$

Där β_0 är interceptet, $\beta_{1,2,\dots,n}$ är konstanter och $\lambda_{1,2,\dots,n}$ är reflektansen vid respektive våglängd 1-n. För att reducera antalet våglängder testades förutom modeller bestående av samtliga 2150 våglängder även modeller med 25 respektive sju våglängder fördelade på områden med högst β -värden.

Modellerna enligt ekvation 1 och 2 validerades genom korsvalidering. Det vill säga att en femtedel av proverna undanhölls vid kalibreringen och utnyttjades för validering. Detta upprepades fem gånger så att alla prov både användes för kalibrering och validering, men inte samtidigt.

De olika strategierna utvärderades genom sambandet (r^2) mellan uppskattat ts-värde och ts-värde mätt i torkskåp och genom att beräkna medelavvikelsen (residual mean square error; RMSE) av uppskattat ts från ts mätt i torkskåp. Vad gäller modellerad ts gjordes detta enbart på valideringsdata. För att få en bättre uppfattning av medelfelet betydelse beräknades range error ratio RER-värdet, ingående referensdatasets spännvidd dividerat med medelfelet för respektive modell. Om RER = 20 innebär det följaktligen att medelfelet utgör 5% av spridningen, vilket kan anses som mycket bra.

Resultat

Torkskåp

Variationerna i ts-halt i de undersökta grönmasse- och ensilageproverna redovisas i tabell 4. Resultaten uppmätta i torkskåpet som var undersökningens referensmetod.

Tabell 4. Medeltal, minimum, maximum och standardavvikelse (SD) av ts-halter (%) uppmätta i torkskåpet som var referensmetoden.

Provtyp	Antal prov	Medeltal	Minimum	Maximum	SD
Grönmassa + Ensilage	69	31	13	70	10,0
Ensilage	35	35	22	70	9,2
Grönmassa	34	27	13	50	9,0

Mikrovågsugn och TT ts-mätare

I tabell 5 redovisas r^2 -värden, RMSE och RER för mikrovågsugn och TT ts-mätare i jämförelse med torkskåp. RER-värden på över 20 är mycket bra men även värdet på 15 är bra. Variationerna i RER var dock mindre i TT ts-mätaren än i mikrovågsugn.

Tabell 5. Jämförelse mellan torkning i torkskåp och TT ts-mätare respektive mikrovågsugn uttryckt som r^2 -värde, RMSE och RER, uppdelat på grönmassa- och ensilageprover. Medelvärdet av de två delproven som gjordes med TT ts-mätare och mikrovågsugn har använts

Provtyp	TT ts-mätare			Mikrovågsugn		
	r^2	RMSE	RER	r^2	RMSE	RER
Grönmassa + Ensilage	0,97	1,8	32	0,98	2,2	26
Ensilage	0,95	2,2	22	0,98	1,8	27
Grönmassa	0,99	1,3	28	0,99	2,5	15

RMSE= medelavvikelsen (residual mean square error)

RER= referensdatasetets spännvidd dividerat med medelfelet (range error ratio)

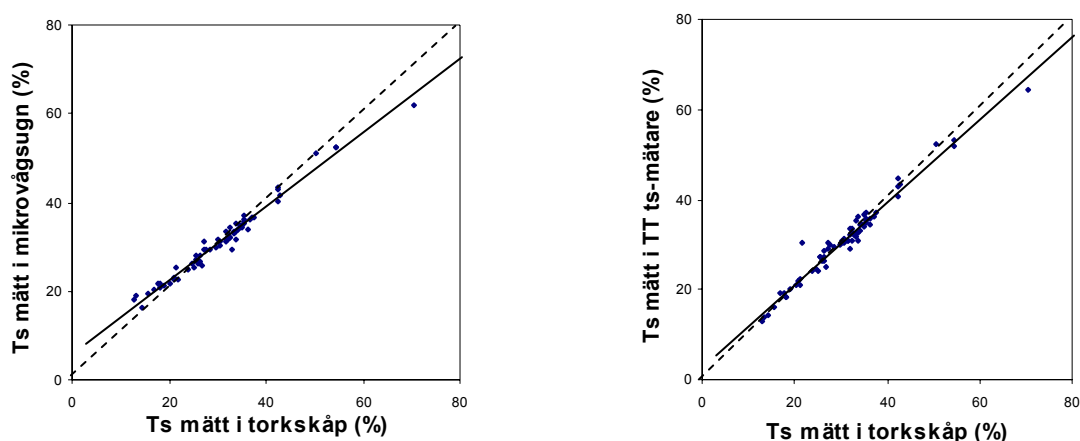
Variansanalys gjordes på hela materialet för att jämföra metoderna torkskåp, TT ts-mätare och mikrovågsugn. Resultatet (tabell 6) visade på starkast signifikans i grönmassan och att mikrovågsgn skiljer sig mer från torkskåpet än vad TT ts-mätaren gör.

Tabell 6. Medelvärden och signifikansnivåer för de olika provtyperna (grönmassa och ensilage) i metoderna torkskåp, TT ts-mätare och mikrovågsugn

	Torkskåp	TT ts-mätare	Mikrovågsugn	Statistisk signifikans
Grönmassa + Ensilage	30,8 ^a	31,0 ^{ab}	31,4 ^b	**
Ensilage	35,0 ^a	34,4 ^{ab}	34,1 ^b	**
Grönmassa	26,7 ^a	27,8 ^b	28,8 ^c	***

abc: olika bokstäver = signifikant skillnad mellan metoder, samma bokstav ingen skillnad

I figur 4 är ts-halterna för mikrovågsugn respektive TT ts-mätare plottade mot resultatet från torkskåpet. Genom regressionslinjen kan modeller för prediktion av ts-halten tas fram. Jämförelser mellan de olika modellerna för prediktion visas i tabell 7 där även NIR-modellerna finns med. Man kan konstatera att det inte var så stor skillnad mellan metoderna (figur 4). Både mikrovågsgn och TT ts-mätaren tenderade att överprediktera ts-halten vid låga ts-halter och att underprediktera vid höga ts-värden.



Figur 4. Modeller för bestämning av ts-halt med mikrovågsugn ($y=0,83x+5,73$) och TT ts-mätare ($y=0,92x+2,76$), 69 prov. Streckad linje är 1:1 linjen.

NIR-instrument

Vid NIR-mätningarna fås ett stort antal våglängder. Eftersom det för praktisk drift är önskvärt med förenklade och därmed billigare instrument undersökte vi möjligheten att reducera anta-

let våglängder kraftigt. I tabell 7 visas förmågan att prediktera ts-halten med NIR mätt med fjärrproben för alla, 25 och 7 våglängder. Även prediktion av ts med modellerna från mikrovågsugnen och TT ts-mätaren är medtagna som jämförelse. Resultaten som visas är efter korsvalidering.

Modellerna för ts-bestämning med mikrovågsugn och TT ts-mätaren verkar vara något bättre än med NIR-instrumentet. Mätningarna i ensilage verkar ha fungerat bättre än de i grönmassa.

Tabell 7. Resultatet av korsvaliderade PLS- och regressionsmodeller för prediktion av ts-halten i grönmassa och ensilage. NIR-mätningar utförda med fjärrproben

Provtyp	Antal prov	Metod	r^2	RMSE	RER (spännvidd/RMSE)
Grönmassa och ensilage	69	NIR alla λ	0,94	2,4	23
		NIR 25 λ	0,95	2,2	26
		NIR 7 λ	0,95	2,3	25
		TT ts-mätare	0,97	1,8	32
		Mikrovågsugn	0,97	1,6	36
Endast ensilage	35	NIR alla λ	0,93	2,4	20
		NIR 25 λ	0,97	1,6	30
		NIR 7 λ	0,96	1,9	25
		TT ts-mätare	0,95	2,1	32
		Mikrovågsugn	0,98	1,4	34
Endast grönmassa	34	NIR alla λ	0,93	2,4	16
		NIR 25 λ	0,92	2,5	15
		NIR 7 λ	0,91	2,4	16
		TT ts-mätare	0,99	0,85	45
		Mikrovågsugn	0,99	1,1	35

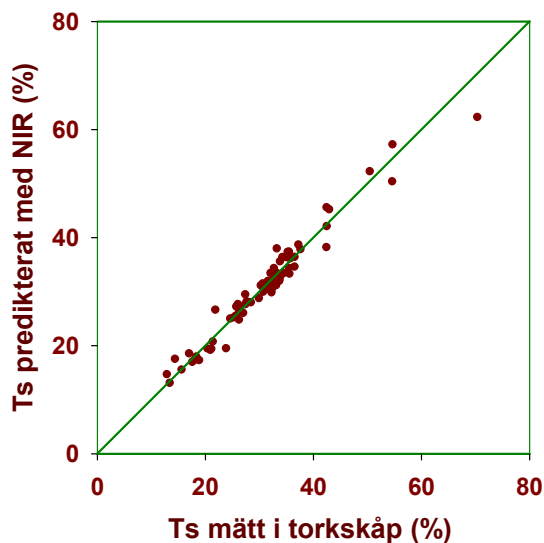
PLS= partial least square regression

RMSE= medelavvikelsen (residual mean square error)

RER= referensdatasets spännvidd dividerat med medelfelet (range error ratio)

Det var små skillnader i resultat mellan fjärrproben och kontaktproben. Torrsubstanshalten predikterad med kontaktprob var 0,2 – 0,3 % lägre än ts-halten predikterad med fjärrprobe.

Den bästa prediktionen med NIR var vid användning av 25 våglängder i modellen. Dessa predikterade värden är plottade mot ts mätt i torkskåpet (figur 5).



Figur 5. Prediktering av ts-halt med NIR, 25 våglängder med korsvalidering i jämförelse med referensmetoden, torkskåp. Linjen är inte regressionslinjen utan 1:1 linjen.

Diskussion

Torkskåp

Metoden ger inte tillräckligt snabbt svar om kravet är att den skall användas för att styra ensilering eller utfodring då torkningen av provet tar 24 timmar. Har lantbrukaren inte ett torkskåp tillkommer dessutom tiden för frakt och sändande av provsvar.

Mikrovågsugn och TT ts-mätare

Både TT ts-mätaren och mikrovågsugnen gav mycket tillfredställande resultat vid bestämning utifrån regressionsmodell av ts-halt i grönmassa och ensilage, både sammanslaget och separat.

Det gick bra att torka grönmassa i mikrovågsugnen och tillförlitligheten var god. Däremot var det svårare att torka ensilage. Det visade sig att brandrisken inte var försumbar. Mikrovågsugnen ska därför aldrig lämnas utan tillsyn vid torkning av grönmassa eller ensilage. I bruksanvisningen står det dessutom att mikrovågsugnen inte ska användas för torkning av brännbara material på grund av brandrisken. Mikrovågen fungerade bäst för ts-prover mellan 20 och 40 % ts. Detta är i och för sig inte konstigt då den största mängden prover i undersökningen fanns i intervallet 20-40 % ts.

TT ts-mätaren var enkel att hantera och fungerade lika bra för grönmassa som för ensilage. Den bedömdes säker ur brandsynpunkt och tog inte alltför lång tid samt gav ett tillräckligt bra resultat. Konstruktionen är stabil och den passar att ha i stallet.

NIR-instrument

Även med NIR blev resultaten goda för grönmassa och ensilage sammanslaget samt för enbart ensilage. Enbart grönmassan blev däremot något sämre.

Även om ts-bestämningarna blev något bättre med mikrovågsugn och TT ts-mätaren är potentialen för ett NIR-instrument stort främst beroende på dess snabbhet och att man inte behöver väga in och ut prover, eller för den delen hacka provet.

Jämförelse

För att kunna utvärdera vilken metod som kan vara bra för den enskilde lantbrukaren har i tabell 8 en sammanställning av arbetsinsatser och tidsåtgång för de olika metoderna gjorts. Även en kostnad för inköp av de olika apparaterna kan vara intressant. I TT ts-mätaren ingår en våg som måste kompletteras mikrovågsugnen och torkskåpet om sådan ej finns. NIR-instrumentet kan mäta på prov som ej är hackade, man behöver inte väga provet och det tar knappt någon tid att mäta med men det finns inga billiga instrument ute på marknaden idag.

Tabell 8. Jämförelse av arbetsinsats och tidsåtgång i de olika metoderna, gemensamt för alla är att man utgår från ett hackat gräsprov

Metod	Provhantering	Tid	Pris*	
Torkskåp	Väga in och ut prov	24 timmar	≈ 9000 + moms	24 l (Termaks)
TT ts-mätare	Väga in och ut prov	60 eller 90 minuter	≈ 2400 + moms	
Mikrovågsugn	Väga in och ut prov	10-12 minuter	≈ 1600 + moms	brandrisk
NIR	Ingen	1 minut	-	

* ca. priser 2002. Mikrovågsugnar kan t.ex. variera i pris beroende på kampanjer o.dyl.

Slutsatser

Både TT ts-mätare och mikrovågsugn gav tillfredställande exakthet i ts-bestämning jämfört med torkskåpsmetoden. Mikrovågsugnen var snabbare att använda men krävde passning under hela torktiden. Använd inte mikron till torra prover, definitivt ej till hö pga. brandrisk. TT ts-mätaren tog något längre tid men bedömdes säkrare ur brandsynpunkt.

Resultaten visade på mycket goda möjligheter att med NIR-teknik bestämma vattenhalten i grönmassa och ensilage. De goda resultaten vid användning av ett reducerat antal våglängder (25 och 7) samt NIR-teknikens snabbhet är mycket viktigt för att kunna göra denna ekonomiskt intressant. För detta krävs dock ytterligare utvecklingsarbete.

Litteratur

Arnesson, A. 2000. Dokumentation av produktionsresultat i ekologisk mjölkproduktion på sju gårdar i västra Sverige från 1996 till 1999. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, SLU. Rapport 1. Serie A Husdjursproduktion.

KRAV regler 2002. 2001. KRAVs informationsavdelning. Graphium, Västra Aros Tryckeri AB. <http://www.krav.se>

Lantmannen. 1993. Ta ts-prov i mikrovågsugnen. Nr 4.

Linn, J.G. och Martin, N.P. 1991. Determination of dry matter in forages. National forage testing association. Forage analysis workshop, May 7-8, 1991, Milwaukee, WI, USA.

Nyberg, A. och Lindén, B. 2002. Inomfältvariationer i avkastning och grovfoderkvalitet på ett vallskifte, 1999-2001. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, SLU. Rapport 9. Serie B Mark-växter.

Seibt, J. Användning av mikrovågsugn för torrsubstansbestämning av vallfoder. Avd. för foderkonservering och -teknologi, idisslarsektionen vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård. SLU. Stencil. 10s.

Undersander, D., Howard, T., Shaver, R., Martin, N., Linn, J., Mertens, D. och Hintz, R. 1991. Recommended forage and feedstuff analysis procedures. National forage testing association. Forage analysis workshop, May 7-8, 1991, Milwaukee, WI, USA.

Personligt meddelande

Nadeau, Elisabet. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara. Sveriges lantbruksuniversitet.

Snabbmetoder för bestämning av torrsubstans i grönmassa och ensilage på gårdsnivå

Anna Nyberg, Jeannette Strömberg, Maria Stenberg, Bo Stenberg och Elisabet Nadeau

Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, SLU, Box 234, 532 23 Skara, 0511-670 00,
N.N@jvsk.slu.se.



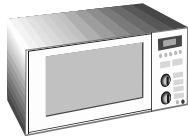
Varför bestämma ts-halt?

Det finns stora torrsubstans (ts) variationer både mellan fält och skördar samt inom fält. Genom att följa variationen i ts-halt under skörd kan skördesystemet på gården effektiviseras

Variationerna i ts-halt påverkar utfodringen och vid obalanser i foderstaten kan mjölkproduktionen minska. Den dagliga variationen i ts-halt kan antas vara större vid rundbalsutfodring än vid utfodring från silo eller limpa. Att anpassa utfodringen efter ensilagens ts-halt är därför viktigt.

Vilken metod ska jag använda?

Den största skillnaden ligger i hur mycket tid och pengar som man vill satsa på sina ts-bestämningar. Nedan finns en jämförelse mellan torkskåp, TT ts-mätare och mikrovågsugn.

	Torkskåp	TT ts-mätare	Mikrovågsugn
Märke	24 l Termaks	Stallmästaren AB	Whirlpool MD 122
Pris*	≈ 9000 + moms	≈ 2400 + moms	≈ 1600 + moms
Provberedning:	Ta ut ett representativt prov och hacka det i 2-3 cm långa bitar, väg sedan in rätt provmängd		
Provmängd:	200 g	100 g	100 g
Temperatur:			
Grönmassa	100°C	standard	750 W
Ensilage	60°C	standard	750 W
Torktider:			
Grönmassa	24 timmar	90 minuter	10 min blanda om kör 2 min till, totalt 12 min
Ensilage	24 timmar	60 minuter	6 min blanda om kör 3½ min till, totalt 9½ min
Erfarenheter	Enkel Tidskrävande	Enkel att hantera. Brandsäker Anpassad till användning i oömma miljöer.	Fungerar bra om man har uppsikt över torkningen. Lämna ej ugnen medan provet körs! Varning för brand och för illaluktande ångor! Torka ej prover med hög ts-halt, definitivt ej hö.
Slutsats:	Tar tid	Oöm	Snabb
			

- ca. priser 2002. Mikrovågsugnar kan t.ex. variera i pris beroende på kampanjer o.dyl.

Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, som är en temainstitution med mark/växt- och husdjurskompetens, bedriver tillämpad, tvärvetenskaplig forskning. Detta sker bl.a. på försöksstationerna Lanna och Götala samt på gårdar i olika slag av fältförsök. Huvudsyftet med denna forskning är att förbättra avkastning och kvalitet hos våra jordbruksprodukter och samtidigt utnyttja våra naturliga tillgångar på ett miljövänligt och resursbevarande sätt. Forskning, utbildning och information präglas av helhetssyn och sker i nära samarbete med näringsliv, myndigheter och rådgivning.

Serien *Tekniska rapporter* tar sikte på att fortlöpande informera om aktuella resultat från pågående undersökningar.

Distribution:

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för jordbruksvetenskap Skara

Box 234

532 23 Skara

Tel. 0511-670 00, fax 0511-67134, e-post: Lena.Ljunggren@jvsk.slu.se

Internet: <http://www.jvsk.slu.se>