



Precisionsodling av vall - Samband mellan ljus reflekterat av växande vall och ts-avkastning, foderkvaliteter samt botanisk sammansättning



Anna Nyberg

FÖRORD.....	2
SAMMANFATTNING	3
SUMMARY.....	3
INLEDNING.....	3
MATERIAL OCH METODER	4
RESULTAT	5
DISKUSSION	7
LITTERATUR	7

Förord

Denna studie är ett pilotprojekt i syfte att utreda möjligheterna att använda Hydro N-sensorn i vallodling. Undersökningen har utförts av Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, SLU i samarbete med Precisionsodling Sverige. Finansiella medel har erhållits från VL-stiftelsen samt Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF). För mätningar i växande vallgröda tillhandahöll Hydro Agri den handburna sensorn. Stort tack till Bernt Rang, Östergården Lekåsa för tillgången till vallskiftet.

Anna Nyberg
SLU
Institutionen för jordbruksvetenskap Skara
Avdelningen för mark-växter
Box 234
532 23 Skara
e-post: anna.nyberg@jvsk.slu.se

Sammanfattning

Fjärranalys (en handburen sensor som mäter reflektion) användes i ett vallfält för att prediktera ts-skörd, botanisk sammansättning samt kvalitetsegenskaper som råprotein, NDF (Neutral Detergent Fibre) och energi. Reflektansen uppmättes på 32 ytor fördelade över skiftet. Mätningarna utfördes 5 dagar före 2:a skörd 2000 och vid tre tillfällen (27, 9 och 2 dagar före 1:a skörd) 2001. Kvalitetsanalyser, ts-skördar samt botaniska analyser var tillgängliga för alla rutor både 2000 och 2001. De bästa sambanden erhöles för ts-skörd och hundäxingandel vid reflektansmätningar 27 respektive 2 dagar före skörd. Timotejinnehållet förutsades lika bra vid alla tre mättillfällen 2001. Andelen hundäxing och råprotein uppskattades bättre ju närmare skördetillfället reflektansen mättes. Prediktionen av råprotein var något bättre än NDF och framför allt energi men ändå mycket lägre än för ts-skörd, hundäxing- eller timotejandel.

Summary

Remote sensing (a handheld reflection sensor) was used in a ley field to predict the dry matter (DM) yield and quality measures such as crude protein content (CP), metabolizable energy (ME) and neutral detergent fibre (NDF). Remote sensing was carried out at 32 sampling points in a field at a commercial farm. Reflection measurements were made 5 days before 2nd cut in 2000 and 27, 9 and 2 days before 1st cut 2001. Quality analyses and DM yield were available for all plots in 2000 and 2001. The best correlations were achieved for DM yield and *Dactylis glomerata*-content at reflectance measurements 27 and 2 days before harvest, respectively. *Phleum pratense*-content were predicted equally in the three measurements 2001. Calculation of *Dactylis glomerata*-content and CP became better the closer to harvest measurements were made. Prediction of CP were somewhat better than NDF and ME but yet much lower than for DM, *Dactylis glomerata*- and *Phleum pratense*-content.

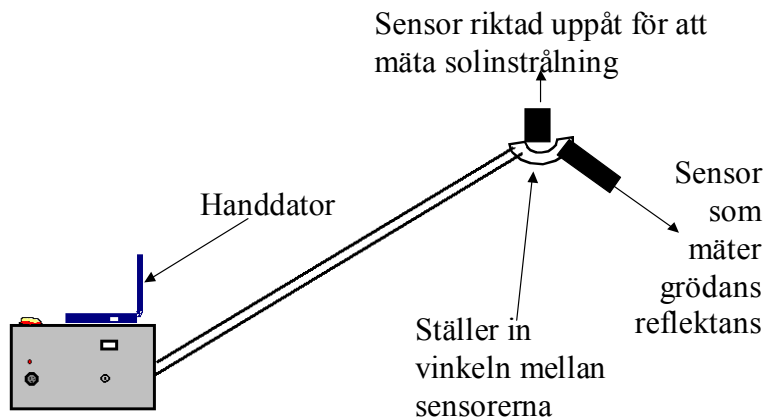
Inledning

Inom vallodlingen använder man ofta vallprognoser för att kunna prediktera när man ska skörda för att få önskvärd kvalitet hos ensilaget. Att kunna mäta avkastning och kvalitetsegenskaper i vall med en enkel, snabb metod som kan utföras i växande gröda är nödvändigt. Tidigare undersökningar på samma fält (Nyberg & Lindén, 2002) visade, att både avkastning och kvalitet kan variera på ett oregelbundet sätt inom skiftet både mellan år och skördetillfällen. En sensor för reflektansmätning som utnyttjas kommersiellt idag är Hydro N-sensor. Denna är traktorburen och används främst i spannmål där grödans reflektion nyttjas som underlag för platsspecifik spridning av handelsgödselkväve. Hydro N-sensorn har utvecklats av Hydro Agri i Tyskland i ett doktorsarbete av Reusch (1997). Eftersom Hydro N-sensorn ger värden både för grödans biomassa och kvävestatus bör det vara möjligt att förutsäga kvalitet vid skörd, ts-avkastning samt att följa kvalitetsutvecklingen i vall. Skillnaden mellan stråsäd och vall är främst vallens heterogena sammansättning av olika gräsarter och klöver. Dessutom påverkar markparametrarna både den botaniska sammansättningen och foderkvalitet inom fältet.

Målet med denna undersökning var att utvärdera ifall man kan använda Hydro N-sensor för mätning av skörd och foderkvalitéer i vall. I ett fält där inomfältvariationer i vall studerades (Nyberg & Lindén, 2002) gjordes därför mätningar med en handburen sensor.

Material och metoder

Projektet genomfördes på ett fem hektar stort skifte i Lekåsa, Essunga kommun, Västra Götalands län. Vallen såddes in i havre 1998 och var därmed en andraårsvall 2000. På fältet togs tre vallskördar varje år. Fältet gödslades enhetligt under hela försöksperioden. Mätningar med den handburna sensorn (figur 1) som tillhandahölls av Hydro Agri gjordes fem dagar innan 2:a skörd 2000 och vid tre tillfällen (27, 9 och 2 dagar innan 1:a skörd) 2001. Vid mätningarna med den handburna sensorn registrerades grödans ljusreflektion i varje ruta från fyra olika håll vinkelrätt mot varandra.



Figur 1. Principiell funktion hos Hydro Agris handburna sensor.

Inomfältvariationen av avkastning och kvalitet mättes vid 32 provplatser utspridda över fältet. På dessa platser skördades rutor om ca 15 m² så nära in på lantbrukarens ensilageskörd som möjligt. Datum för skördarna var 25 juli 2000 samt 10 juni 2001. Skörden från varje provplats vägdes och torrsustanshalten (ts) och den botaniska sammansättningen bestämdes. Samtliga 32 skördeprover sorterades i fraktionerna klöver, hundäxing, timotej samt ängs-svingel/engelskt rajgräs. Foderanalyser gjordes på det efter botanisk analys torkade provet. De parametrar som undersöktes var energi, neutral detergent fiber (NDF), samt råprotein.

Från den handburna sensor erhålls följande 8 våglängder: 460, 510, 550, 620, 680, 710, 760 och 810 nm samt de 4 kvoterna IR(=infraröd)/R(=röd), IR/G(=grön), Si1 och Si2. De två sista kvoterna används av Hydro Agri för att beräkna kvävegivans storlek. Si1 bedömer klorofyllhalten och Si2 ger biomassan (Reusch, pers.medd). IR/R är ett vegetationsindex som är starkt korrelerat med bladyteindex (leaf area index = LAI) eller biomassa per ytenhet. Det reflekterade ljuset påverkas av LAI som är relaterat till vegetationstäckets vilket i sin tur har samband med ts-skörden. Vid låga LAI-värden (<3) är det i princip ett linjärt samband mellan LAI och IR/R (Kanemasu, 1990). När beståndet har slutit sig och LAI är lika med eller överstiger 3 gäller sambandet inte längre. Detsamma gäller för Si2 vilket Lokhurst et al. (2001) visat vid mätningar med N-sensorn i vall. Där ökade Si2 under tiden som vallen tillväxte men värdet planade ut när beståndet hade slutit sig innan skörden. Klorofyll absorberar ljus vid röda och blå våglängder. Därför har blad en maximal reflektans vid 550 nm i den gul-gröna regionen (Guyot, 1990).

Det reflekterade ljuset jämfördes med ts-skörd och fodervärden (råprotein, NDF och energi). De åtta våglängderna och de olika kvoterna användes som indata vid utvärderingen med Partial Least Squares Regression (PLS) i Unscrambler 7.6 SR-1. Prediktioner av ts-skörd, råprotein, NDF och energi gjordes med full korsvalidering.

Resultat

Mätningarna på Lekåsa-fältet innefattade endast 32 mätpunkter och det fanns inga extrema inomfältvariationer med avseende på de parametrar som undersöktes (tabell 1). Med ett sådant litet dataset kan korrelationerna inte förväntas bli så rättvisande. Att jämföra de 8 våglängderna tillsammans (tabell 2) gav ett bättre resultat än att beakta de enskilda kvoterna IR/R, IR/G, Si1 och Si2 (tabell 3). Spridningen i råproteinvärden var något större 2000 än 2001. Detta visar sig i r^2 -värdet för råprotein som är högre för 2000 (tabell 2). För ts-skörd, NDF och energi var spridningen större 2001 och därför blir korrelationerna något bättre detta år. Det allra bästa sambandet erhöles för ts-skörd när reflektansen mättes 27 dagar före skörd.

Tabell 1. Variationen i ts-avkastning, råprotein, energi, NDF, timotej- och hundäxing andel i de 32 rutor där reflektansmätningar genomfördes 2000 och 2001

Analys	2000			2001		
	Medeltal	Min	Max	Medeltal	Min	Max
Ts-skörd (kgts ha ⁻¹)	5030	3930	5860	5300	3550	6340
Råprotein (g kgts ⁻¹)	167	124	188	118	78	138
Energi (MJ kgts ⁻¹)	11,0	10,0	11,7	10,7	9,0	11,8
NDF (g kgts ⁻¹)	581	539	605	614	512	659
Timotej (%)	20	6	42	22	2	79
Hundäxing (%)	50	16	78	61	6	94

Tabell 2. Samband mellan kvalitetsanalyser och de 8 våglängderna vid de olika mättillfällena uttryckt som r^2 -värden samt antal komponenter som använts vid analysen och RPD (Relative Percent Deviation)

Dagar innan skörd	År	Analys	Antal komponenter	r^2	RPD
5	2000	Råprotein	3	0,50	1,42
27	2001	Råprotein	7	0,16	1,06
9	2001	Råprotein	2	0,20	1,13
2	2001	Råprotein	2	0,48	1,41
5	2000	TS-skörd	5	0,40	1,29
27	2001	TS-skörd	3	0,72	1,84
9	2001	TS-skörd	7	0,70	1,82
2	2001	TS-skörd	4	0,54	1,48
5	2000	Energi	1	0,20	1,13
27	2001	Energi	1	0,10	1,00
9	2001	Energi	1	0,33	1,23
2	2001	Energi	3	0,08	1,03
5	2000	NDF	1	0,20	0,94
27	2001	NDF	1	0,15	1,10
9	2001	NDF	2	0,45	1,37
2	2001	NDF	3	0,45	1,37

Råproteinhalten blev däremot bättre predikerad ju närmare skörd reflektansen mättes. Prediktionen av NDF och framför allt energi var inte bra. Jämför man RPD-värden (Relative Percent Deviation) med varandra krävs helst värden över 2 för att resultatet ska vara någorlunda tillfredställande. De bästa resultaten i denna undersökningen var 1,8. Dessa gäller båda ts-bestämningar 2001. Vid mätningen 27 dagar före skörd användes bara 3 PLS-komponenter jämfört med mätningen 9 dagar före skörd då 7 PLS-komponenter användes.

Tabell 3. Samband mellan ts-skörd alternativt råproteininnehåll och kvoterna Si1, Si2, IR/R samt IR/G. redovisade som r^2 -värde och RPD

Dagar innan skörd	År	Kvot	Analys	r^2	RPD
5	2000	Si2	TS-skörd	0,05	1,03
27	2001	Si2	TS-skörd	0,50	1,23
9	2001	Si2	TS-skörd	0,43	1,34
2	2001	Si2	TS-skörd	0,00	0,98
5	2000	IR/R	TS-skörd	0,37	1,28
27	2001	IR/R	TS-skörd	0,54	1,43
9	2001	IR/R	TS-skörd	0,04	1,01
2	2001	IR/R	TS-skörd	0,20	1,13
5	2000	Si1	Råprotein	0,13	1,08
27	2001	Si1	Råprotein	0,04	0,98
9	2001	Si1	Råprotein	0,21	1,14
2	2001	Si1	Råprotein	0,40	1,31
5	2000	IR/G	Råprotein	0,12	1,07
27	2001	IR/G	Råprotein	0,03	0,98
9	2001	IR/G	Råprotein	0,11	1,07
2	2001	IR/G	Råprotein	0,47	1,40

Tabell 4. Samband mellan artsammansättning (procent timotej, hundäxing samt ängssvingel/rajgräs) och IR/G alternativt de 8 våglängderna redovisade i form av r^2 -värden samt antal komponenter som använts vid analysen och RPD

Dagar innan skörd	År	Analys	Antal komponenter	r^2	RPD
5	2000	IR/G-Timotej	1	0,05	0,96
27	2001	IR/G-Timotej	1	0,58	1,58
9	2001	IR/G-Timotej	1	0,57	1,55
2	2001	IR/G-Timotej	1	0,31	1,21
27	2001	IR/G-Hundäxing	1	0,46	1,30
9	2001	IR/G-Hundäxing	1	0,63	1,67
2	2001	IR/G-Hundäxing	1	0,37	1,27
27	2001	timotej	7	0,58	1,57
9	2001	timotej	3	0,61	1,61
2	2001	timotej	4	0,58	1,56
27	2001	hundäxing	7	0,57	1,51
9	2001	hundäxing	2	0,67	1,76
2	2001	hundäxing	4	0,78	2,13
27	2001	ängssvingel/rajgräs	1	0,00	0,94
9	2001	ängssvingel/rajgräs	2	0,14	1,02
2	2001	ängssvingel/rajgräs	3	0,32	1,17

Den botaniska sammansättningen verkar kunna predikteras med godtagbart resultat (tabell 4). Användning av de 8 våglängderna gav bättre resultat än enskilda kvoter. Timotej- och hundäxingandelen var de faktorer som det gick bäst att prediktera. Att förekomsten av hundäxing blev så bra predikerad i mätningen två dagar före skörd berodde antagligen på att den hade

gått i ax och axen dominerade reflektionen då de stack upp ovanför resten av beståndet. Timotejen blev i lika grad predikterad alla tre gångerna trots att antalet komponenter som användes varierade. Vallen innehöll i medeltal endast 3% klöver och dessa små mängder kunde inte predikteras.

Diskussion

Resultaten från detta lilla datasetet visar att det är svårare att förutsäga ts-avkastningen desto närmare skörden mätningen sker. Det verkar finnas en möjlighet att prediktera råproteinhalten medan det ser svårare ut för NDF och energi. Förutsättningen att prediktera kvalitetsparametrarna blir bättre ju närmare skörd mätningen sker. Andelen timotej och hundäxing i beståndet är de faktorer som går bäst att förutsäga, framför allt hundäxing. Det behövs emellertid ett mycket större och mer varierat dataset än detta för att kunna förutsäga både ts-skörd och foderkvaliteter. För att kunna bestämma bästa tidpunkter för mätningarna bör fler studier göras för att studera vid vilka utvecklingsstadier man får bäst förutsägelser.

Litteratur

Guyot, G. (1990). Optical properties of vegetation canopies. In Steven, M. and Clark, J., Editors. Applications of Remote Sensing in Agriculture, p. 19-43, London. Butterworths. Proceedings of the 48th Easter School in Agricultural Sciences, University of Nottingham

Kanemasu, E. T., Demetriades-Shah, T. H., Su, H. and Lang, A. R. G. (1990). Estimating Grassland Biomass Using Remotely Sensed Data. In Steven, M. and Clark, J., Editors. Applications of Remote Sensing in Agriculture, p. 185-199, London. Butterworths. Proceedings of the 48th Easter School in Agricultural Sciences, University of Nottingham.

Lokhorst, C. och Kasper, G.J. (2001) Precisielandbouw komt met N-sensor dichterbij, Ur Veehouderij Techniek juni 2001, s.26-27

Nyberg, A. och Lindén, B. (2002). Inomfältvariationer av ts-avkastning och kvalitetsegenskaper på ett vallskifte, 1999-2001. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, SLU. Rapport 9. Serie B Mark-växter.

Reusch, S. (1997) Entwicklung eines reflexionsoptischen Sensor zur Erfassung der Stickstoffversorgung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Dissertation der Christian-Albrechts-Universität, Kiel

Institutionen för jordbruksvetenskap Skara bildades den 1 januari 1997 genom sammanslagning av Västra husdjursförsöksdistriktet och Västra jordbruksförsöksdistriktet, SLU. I institutionen ingår **Avdelningen för husdjursproduktion** och **Avdelningen för mark-växter**. Verksamheten har som mål att åt jordbruket utveckla metoder, system och hjälpmedel, som förbättrar möjligheterna att med god lönsamhet producera grödor och animalier under miljö- och djurvänliga produktionsformer. 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>