



Skördesystem i vall, skördens storlek och foderkvalitet

Harvest systems in leys, quality and size of the harvest

Britta Nilsson



Foto: Britta Nilsson

Examensarbete nr 1:2009
Agronomprogrammet – inriktning husdjur

Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap
Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå 2009



Skördesystem i vall, skördens storlek och foderkvalitet

Harvest systems in leys, quality and size of the harvest

Britta Nilsson

Nyckelord: *ensileringskvalitet, fodervärde, skördetidpunkt, vallodling*

EX0673 - Självständigt arbete i husdjursvetenskap, D 30 hp

Agronomprogrammet - inriktning husdjur

Handledare: Lars Ericson, Inst. för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU/Umeå kommun

Examinator: Kjell Martinsson, Inst. för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU

Sammanfattning

Nilsson, B. 2009. Skördesystem i vall, skördens storlek och foderkvalitet. Examensarbete.

Valet av tidpunkt för skörd av vall är en av de viktigaste faktorerna som påverkar storleken och kvaliteten på skörden. En tidig skörd ger en hög smältbarhet och ett högt näringsvärde medan en senare skörd ger en större kvantitet. Dagens strävan efter höga näringsvärden ger tidiga skördedatum i både första och andra skörd i norra Sverige. Konsekvensen blir ofta en tillväxt på hösten, en ”tredje skörd”.

Syftet med detta examensarbete har varit att studera effekterna av olika skördesystem på skördens storlek, näringsvärde, övervintring och ekonomi för norrländska förhållanden. Hur olika stor mängd förna på våren påverkar ensileringskvaliteten har också undersökts.

På Röbbäcksdalens forskningsstation i Umeå anlades 2006 ett fältförsök i en befintlig förstaårsvall. Vallen bestod av rödklöver, timotej och ängssvingel och följdes under tre vallår (2006-2008). Under försökets tre år skördades vallen enligt tre system, ett system med två skördar med högt näringsvärde, ett system med tre skördar och ett system med två skördar med något senare skördetidpunkter. Ensileringskvaliteten och foderhygien studerades i en ensileringsstudie där grönmassa från de två första systemen undersöktes. Näringsinnehållet i de olika systemen belystes med hjälp av foderstater beräknade i foderstatsprogrammet NorFor. Även en ekonomisk värdering gjordes.

Högst avkastning hade treskördesystemet över tre vallår. En markant nedgång i avkastningen det tredje året tyder dock på att systemet kan ge problem med uthålligheten för vallen. Ensileringsstudien visade att den hygieniska statusen hos ensilage med en stor mängd förna inte skiljde sig markant från ensilage utan stor mängd förna. Foderstatsberäkningarna visade att ett skördesystem med tidigare skördat ensilage ger billigare foderstater med mindre andel kraftfoder. Den ekonomiska värderingen visade att systemet med tre skördar kombinerar en låg optimeringskostnad för foderstaten med en hög avkastning på marken.

Nyckelord: ensileringskvalitet, fodervärde, skördetidpunkt, vallodling

Summary

Nilsson, B. 2009. Harvest systems in leys, quality and size of the harvest. Master thesis.

The choice of harvest date for leys is one of the most important factors affecting the size and quality of the harvest. An early harvest gives a high nutritive value while a late harvest gives larger quantity. Today's aim to produce high nutritive leys gives early harvest dates both in primary growth and regrowth in northern part of Sweden. The consequence is a growth in the autumn, a "third harvest".

The aim of this master thesis was to study the effects of different harvesting systems and their effect on size, feed quality, wintering and economy for conditions in the northern part of Sweden. How different amount of litter in the spring affects the silage quality has also been studied.

On the research station Röbbäcksdalen in Umeå, a field trial was started in an existing first year ley in 2006. The ley consisted of red clover, timothy and meadow fescue and was studied under three years (2006-2008). During the three years of the trial the ley was harvested according to three systems. One system with two harvests with high nutritive quality, one with three harvests and one with two harvests where the harvesting dates was somewhat later than in the first system. The quality of the silage, microbial and hygienic, was studied in a fermentation study where green forage from the two first systems was used. The quality of the forage in the different systems was compared from feeding plans calculated in the optimisation software NorFor. Also, an economic evaluation was done.

The highest yielding system over the three years was the three-harvest system. However, a marked decline in the third year indicates that the system has a problem with persistence. The fermentation study showed that the hygienic status of silage with large amount of litter didn't differ from the silage without the large litter amount. The calculations of the feeding plans showed that the harvest system with early primary growth harvest gave less expensive feeding rations with less amount of concentrate. The economic evaluation showed that the system with three harvests combined low optimizing cost for the feeding plan with high yielding leys.

Keyword: feeding value, fermentation quality, harvest time, leys

Innehåll

Sammanfattning.....	1
Summary	2
Innehåll.....	3
Bakgrund	5
Förkortningar.....	5
Litteraturgenomgång	6
Odling av vallfoder.....	6
Klöver och gräs i vallen.....	7
Skördesystem.....	8
<i>Skördeintensitet</i>	8
<i>Råprotein</i>	9
<i>Resultat av skördetidsförsök</i>	10
Foderkonsumtion.....	10
<i>Hur fodrets kvalitet påverkar foderkonsumtionen</i>	10
<i>Effekten av grovfoder + kraftfoder</i>	12
Fodrets smältbarhet	12
Övervintring av slåttervall.....	14
Norfor	14
Material och metoder.....	15
Fältförsök	15
Ensileringskvalitet och foderhygien	16
NorFor	17
Ekonomisk värdering.....	18
Resultat och diskussion	18
Fältförsöket.....	18
<i>År 1: skördens storlek, fodervärde och botanisk sammansättning</i>	18
<i>År 2: skördens storlek, fodervärde och botanisk sammansättning</i>	21
<i>År 3: skördens storlek, fodervärde och botanisk sammansättning</i>	22
<i>Skörderesultat för alla tre försöksåren - sammanfattning</i>	24

<i>Efterverkansrutor försöksår 2: Skördens storlek, fodervärde och botaniska sammansättning</i>	25
<i>Efterverkansrutor försöksår 3: Skördens storlek, fodervärde och botaniska sammansättning</i>	26
Ensileringsstudien	28
<i>Mikrobiell kvalitet och ensileringskvalitet 2007 och 2008 - tabeller</i>	28
<i>Mikrobiell kvalitet 2007</i>	31
<i>Mikrobiell kvalitet 2008</i>	31
<i>Ensileringskvalitet 2007</i>	32
<i>Ensileringskvalitet 2008</i>	32
<i>Skillnader mellan system A och B</i>	32
<i>Skillnader mellan tillsats av ensileringsmedel eller inte</i>	33
Foderstatsberäkningar.....	33
<i>Optimerade foderstater</i>	43
<i>Autobalanserade foderstater</i>	43
Ekonomisk värdering.....	43
Slutsats	45
Tack.....	45
Referenser.....	45
Litteratur.....	45
Personliga meddelanden.....	48

Bakgrund

Valet av tidpunkt för skörd av vall är en av de viktigaste faktorerna som påverkar storleken och kvaliteten på skörden (Tuveesson, 1986). En tidig skörd ger en hög smältbarhet och ett högt näringsvärde medan en senare skörd ger en större kvantitet. Dagens strävan efter höga näringsvärden ger tidiga skördedatum i både första och andra skörd. Konsekvensen blir ofta en tillväxt på hösten, en ”tredje skörd”. Hur denna ”tredje skörd” påverkar totalskörd, foderkvalitet och ekonomi i två- och treskördssystem i norra Sverige är inte tidigare systematiskt studerat.

Målet för det här examensarbetet är att analysera och redovisa delar av projektet ”Skördesystem i vall” som genomförts vid institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap under åren 2006-2009. Studien har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning. Projektet har omfattat fältförsök i både Västerbotten (Röbäcksdalen) och på Sydsvenska höglandet (Jönköping). Fältförsöket i Röbäcksdalen har legat till grund för detta examensarbete. Projektets syfte är att utreda två- och treskördssystem med avseende på avkastning, näringsinnehåll, övervintring och ekonomi. I detta examensarbete har foderkvaliteten i de olika skördesystemen belysts genom foderstatsberäkningar i optimeringsprogrammet NorFor (IndividRAM 5.4, NorFor offline 1.16.1). Förnans inverkan på ensileringskvaliteten har studerats i en ensileringsstudie och totalekonomin har utvärderats. Vidare har de olika skördesystemens avkastning över de tre försöksåren jämförts.

Förkortningar

D-värde = koncentrationen av smältbar organisk substans i torrsubstansen

ECM = energikorrigerad mjölk

NDF = neutral detergent fibre

NDFD = nedbrytning av NDF (degradability)

iNDF = osmältbar NDF

DNDF = potentiellt smältbar NDF

Rp = råprotein

Ts = torrsubstans

WSC = vattenlösliga kolhydrater

Litteraturgenomgång

Odling av vallfoder

Vallfoderkvaliteten är av stor vikt i mjölk- och köttproduktionen. Ett vallfoder av rätt kvalitet, för produktionen, minskar behovet av inköpta, dyrare kraftfoder. Ett vallfoder med hög koncentration av energi och protein ökar dessutom kons konsumtionsförmåga, både av grovfoder och totalt (Wik, 1986).

Vallfodrets kvalitet påverkas av mark- och väderfaktorer, som varierar mellan olika platser och år beroende på årsmån. Energihalten styrs av utvecklingsstadiet som i sin tur påverkas av dagslängd, genotyp och temperatur. Proteinhalten styrs av tillgången på tillgängligt kväve i marken för växten och späds ut i plantan då tillväxt sker (Gustavsson, 1996). Även förhållandet mellan andelen gräs och baljväxter i vallen påverkar proteinhalten (Andersson, 1989). Vallens avkastning styrs av temperatur, plantornas kondition på våren, ljusinstrålningen, mängden växttillgängligt markvatten och kväve och eventuell baljväxtandel (Gustavsson, 1996).

Förutsättningarna för vallodling i norra Sverige är goda. Smältbarheten och energivärdet hos vallen är ofta högre än i södra Sverige på grund av den lägre dygnsmedeltemperaturen, större ljusmängden och den längre dagslängden (Tuveesson, 2001). Den förhållandevis låga temperaturen under försommaren minskar växternas cellandning och hämmar cellernas lignifiering. De långa ljusa dagarna medför att fotosyntesen kan fortgå under många timmar per dygn (Nemby, 2005). Tidpunkten för förstaskörd i norra Sverige är beroende av när på våren vallväxterna börjar växa. Ett fältförsök som pågick under en femårsperiod vid Röbbäcksdalen, Umeå visade att tillväxten börjar några dagar efter det att dygnsmedeltemperaturen stigit över +5°C under förutsättningen att marken var tjälfri ned till minst 20 cm djup (Landström, 1986).

Ett bra vallfoder bör ha ett energiinnehåll på mer än 11 MJ, råproteinnivån bör ligga på 13-16 % i ts och NDF-halten på 450-550 g/kg ts (Martinsson, 2003). Enligt Nissinen & Hakkola (1995) är en råproteinhalt på 15-16 % av ts önskvärt. Tidigare riktlinjer som gavs av Anderson (1989) föreslog att vallen borde innehålla minst 10,5 MJ och 110-140 g smältbart råprotein per kg ts.

Klöver och gräs i vallen

Klövern har flera fördelar och därför är ett visst inslag klöver i vallen önskvärt. Blandvallar (både klöver och gräs) ger högre vallskörd än rena gräsvallar vid samma kvävegödsling (Tuveesson, 1986). I en försöksserie i norra Sverige visades att kvävegivan kunde minskas med ca 100 kg handelsgödselkväve per ha och år i en blandvall med ca 30 procent klöver och ändå avkasta samma mängd ts som den rena gräsvallen. För vallens proteinhalt betydde inslaget av klöver ännu mer, i förstaskörd motsvarade klöverinblandningen ca 150 kg handelsgödselkväve per ha och år. I återväxtskörden gav inte ens en kvävegödsling med 300 kg N/ha till gräsvallen samma proteinhalt som i blandvallen (Gustavsson, 1989). Baljväxterna är även överlägsna gräsen i mineralinnehåll, främst kalcium, fosfor, magnesium, kobolt och koppar (McDonald *et al.*, 2002). Vallen får ett bättre förfruktsvärde och även jordstrukturen förbättras när baljväxter ingår (Nemby, 2005).

Gräsandelen i vallen minskade med tidiga eller flera skördar (Svanäng & Frankow-Lindberg, 1994). En tidig skörd gynnade vitklövern (Svanäng & Frankow-Lindberg, 1994; Nilsson-Linde, 2001), eftersom en bättre ljustillgång i beståndets botten stimulerar förgreningen (Nilsson-Linde, 2001). Sen höstavslagning kan också vara ett sätt att öka andelen klöver i beståndet (Nilsson-Linde, 2001). Generellt så ökar baljväxthalten under säsongen (Gustavsson, 1989; Svanäng & Frankow-Lindberg, 1994; Nilsson-Linde, 2001) men minskar med ökad vallålder (Svanäng & Frankow-Lindberg, 1994). Gustavsson (1989) såg i en försöksserie i norra Sverige att klöverhalten som varit lika på våren i vall differentierades med ökad vallålder beroende på kvävegivans storlek. Klöverhalten ökade med vallåldern då kvävegivorna var låga och halten minskade vid höga givor. Tuveesson (1986) fann att gräsrika bestånd hade högre energihalt än klöverrika i början av tillväxtsången, men även att energihalten avtog snabbare i dessa bestånd. Halten omsättbar energi var något högre för bestånd med låg klöverhalt, medan mängden omsättbar energi per ha blev högre då det klöverrikare beståndet hade större ts-avkastning. Klöverrika bestånd (över 40 %) avkastade i genomsnitt sex procent mer än gräsrika bestånd.

Med ökad kvävegödsling ökade avkastningen och gräsandelen i vallen (Tuveesson, 1986; Svanäng & Frankow-Lindberg, 1994; Nilsson-Linde, 2001; Stenberg *et al.*, 2001). Gräsen är bättre än klöver på att utnyttja mineralkväve och konkurrerar därmed ut klövern. En ökning av kvävegödslingen i gräsrika bestånd från 0 till 200 kg kväve per ha ökade ts-avkastningen med 30-40 procent, medan ökningen i klöverrika bestånd uppgick till mellan

15 och 20 procent (Tuveesson, 1986). I en studie i norra Sverige fann Andersson (1989) att kvävegödsling till timotej gav högre avkastning och högre proteinhalt. Kvävegödsling till en blandvall gav också större avkastning men lägre proteinhalt på grund av större andel timotej i vallen.

Eriksson (2006) fann att den hygieniska kvaliteten tenderade till att försämrans när klöverhalten i ensilaget ökade. En bidragande orsak är klöverns buffrande förmåga vilket leder till att pH-sänkningen går långsammare vid ensileringen.

Skördesystem

Skördeintensitet

Vallens skördetidpunkt är av stor betydelse för vallens kvalitativa och kvantitativa avkastning. En tidig skörd ger ett högre näringsvärde men en lägre avkastning än en senare skörd. Energiinnehållet i vallen är starkt beroende av vallens utvecklingsstadium. I en försöksserie i södra och mellersta Sverige var den genomsnittliga dagliga minskningen i energiinnehåll 0,05 MJ per kg ts (under 28 dagar). Nedgången under andra skörd skedde långsammare (Tuveesson, 1986). Resultaten stämmer väl överens med resultat från en försöksserie i norra Sverige där den genomsnittliga dagliga minskningen i omsättbar energi var 0,05 MJ per kg ts under 35 dagar. Även här var minskningstakten i återväxtskörden långsammare (Wik, 1986).

Ett ökat antal skördar medför att växterna vid varje enskilt skördetillfälle befinner sig i ett tidigare utvecklingsstadium. Ju fler skördar, desto större del av säsongen består av perioder då tillväxten är liten, i början av varje tillväxtcykel. Förutsättningarna för en stor torrsbstansskörd minskar därför med fler skördar än två. Däremot blir den skördade mängden energi och råprotein större vid tre skördar än två eftersom innehållet av energi och protein är större per kg ts vid tidig skörd (Tuveesson, 2001).

Bernes *et al.* (2008) fann vid ett försök i norra Sverige att en senarelagd förstaskörd ökade andelen NDF och minskade smältbarheten av organisk substans och NDF. Samtidigt minskade koncentrationerna av omsättbar energi, WSC och råprotein. En senare skörd minskade också konsumtionen och viktökningen samt försämrade foderomvandlingsförmågan hos lamm.

Eriksson (2006) fann att ett högt NDF-innehåll var starkt kopplat till tillväxt hos sporbildande smörsyrabakterier. Orsaken tycks vara att syre inte tillräckligt snabbt pressats ut ur grönmassan vid ensileringen. Ensilageprover från gårdar fördelade över hela Sverige, dock med övervägande del från norrlandsläna låg till grund för studien.

Tu vesson (1986) genomförde skördetidsförsök med två- och treskördesystem i södra och mellersta Sverige under åren 1978-1982. I samtliga fall gav tvåskördesystemen högre total avkastning jämfört med treskördesystemen. Totalskörden ökade ju senare första skörden togs, bortsett från sista skördetillfället då avkastningsökningen planade ut eller övergick till minskning. Vid en utvärdering av skördesystem i Mellansverige fann Stenberg *et al.* (2001) att både vitklöver- och rödklövervallar avkastar något mer i tvåskördesystem än i treskördesystem över tre vallår. I vall tre var avkastningen signifikant större med vitklöver än med rödklöver. Sämst avkastade en ögödslad rödklövervall i treskördesystemet.

Nesheim (1994) fann att en lätt betning på hösten som komplement till en eller två skördar ökade den totala ts-avkastningen jämfört med enbart två skördar. Betning både vår och höst som komplement till en skörd sänkte dock den totala avkastningen med 13 %. Studien utfördes på tre platser i Norge, Bodö, Tromsö och Tjøtta.

Råprotein

Baljväxter innehåller mer råprotein men energiinnehållet är lägre än hos gräs (Nilsson-Linde, 2001; Bertilsson & Murphy, 2003), åtminstone vid tidig skörd (Nilsson-Linde, 2001). Studier i norra Sverige visade på 13-16 procentenheter högre råproteinhalt i rödklöver än i timotej (Andersson, 1986). Råproteinhalten ökade med ökad skördeintensitet, mest tydligt var detta vid de två lägsta kvävegivorna (0 och 100 kg/ha) (Svanäng & Frankow-Lindberg, 1994). Råproteinhalten i Tu vessons försök (1986) var i förstaskörd ca tre procentenheter högre i det klöverrika beståndet jämfört med det gräsrika, för att i tredjeskörd nästan ha utjämnats. En ökad kvävegiva från 0 till 200 kg per ha gav ökad råproteinhalt främst i förstaskörden hos gräsrika bestånd.

Genomgående gav treskördesystemet större mängd smältbart råprotein än tvåskördesystemen. En senarelagd skörd i tvåskördesystemet gav lägre halt smältbart råprotein. Tillväxten i ts gick långsammare än nedgången i energihalt och halten av smältbart råprotein. Därför uppnådde treskördesystemet nästan lika hög energiavkastning och betydligt större mängd smältbart råprotein än två skördar per säsong (Tu vesson, 1986).

Resultat av skördetidsförsök

Vid studier i norra Sverige fann Wik (1986) ett starkt samband mellan timotejens utveckling och skördens energi och proteinhalt. Proteinhalten sjönk snabbast i början av tillväxtperioden medan förändringen i energihalt var mer rätlinjig. Generellt var kvalitetsförändringarna snabbare på försommaren än i återväxtskördarna. En blandvall med rödklöver och timotej hade stabilare energiinnehåll både i förstaskörd och i återväxt jämfört med den rena gräsvalen. Även ur proteinsynpunkt var blandvallen mer stabil än gräsvalen.

Kuoppala *et al.* (2008) fann en minskning i ts-konsumtionen av ensilage med 0,48 kg per dag och en minskning i ECM med 0,61 kg, per 10 g minskning i ensilagens D-värde (D-värdet är ett mått på koncentrationen av smältbar organisk substans av ts) i förstaskörden. Rinne *et al.* (2002) fann att D-värdet minskade med 4,8 g/kg ts per dag vid fördröjd skörd, koncentrationen av råprotein minskade med 2,8 g/kg ts per dag och NDF koncentrationen ökade med 7,6 g/kg ts per dag. I de båda försöken ovan var vallen en blandning mellan timotej och ängssvingel. D-värdet minskade 2,6 och 5,6 g/kg per dag hos rödklöver respektive timotej (Rinne & Nykänen, 2000). Rinne *et al.* (1997a) fann att den genomsnittliga minskningen av skenbar smältbarhet av organisk substans var 0,0027 enheter per dag under gräSENS mognadstid. Ts-avkastningen i förstaskörden ökade med 116 kg per ha och dag när skörden senarelades. Andelen rödklöver var lägre i förstaskörd (28 %) än i återväxten (71 %) (Rinne & Nykänen, 2000).

Foderkonsumtion

Hur fodrets kvalitet påverkar foderkonsumtionen

Foderkonsumtionen hos idisslare regleras i huvudsak på två sätt. Vid energifattiga foderstater, som grovfoderbaserade foderstater regleras konsumtionen främst av det fysiska utrymmet i vommen och övriga delar av fodersmältningskanalen. När mer energitäta foderstater utfodras regleras konsumtionen genom metabolisk kontroll (Waldo, 1986).

De viktigaste faktorerna som påverkar konsumtionen av grovfoder är den organiska substansens smältbarhet, ts-halten och andelen ammoniumkväve (McDonald *et al.*, 2002). Den totala konsumtionen påverkas även av den mängd kraftfoder som utfodras (Huhtanen *et al.*, 2002). En hög smältbarhet ger ett högt foderintag medan en hög andel ammoniumkväve minskar foderintaget (McDonald *et al.*, 2002). En ökad torrstanshalt

upp till 45 % ökar kons konsumtionsförmåga då den totala mängden foder i vommen minskar vid högre vattenhalter (Tuveson, 2001). Halten ammoniumkväve påverkas av de förändringar som kväve- och kolhydratfraktionen genomgår under ensileringsprocessen (Huhtanen *et al.*, 2002). Under ensileringsprocessen sker protolys (hydrolys av peptidbindningar) och halten ammoniumkväve och fritt α -aminokväve ökar jämfört med grönmassan. Förtorkning eller användandet av tillsatsmedel t.ex. myrsyra minskar protolysen och ger ett ensilage med lägre koncentrationer av ammoniumkväve och fritt α -aminokväve (McDonald *et al.*, 2002). Att användandet av tillsatsmedel påverkar konsumtionen såg Castle & Watson (1970) i sin studie där både konsumtionen av ensilage och den totala ts-konsumtionen var högre när ensilage behandlat med myrsyra utfodrades, jämfört med utfodring av ett obehandlat ensilage.

Foder som har likvärd smältbarhet men olika NDF-innehåll ger upphov till olika foderintag. Vid samma smältbarhet innehåller baljväxter mindre NDF än gräs och konsumeras därför i ungefär 20 % större omfattning (McDonald *et al.*, 2002). Ökad ts-konsumtion när baljväxtensilage utfodrades jämfört med gräsenilage såg även Dewhurst (2003) i sin studie. I en studie av Bertilsson & Murphy (2003) där kor konsumerade stora mängder (12,7-16,3 kg ts per ko och dag) ensilage av ren rödklöver, vitklöver, engelskt rajgräs och en blandning gräs/klöver uppkom inga metaboliska störningar, t ex trumsjuka. Slutsatsen var att kor kan konsumera stora mängder klöverensilage utan att riskera störningar i metabolismen. En risk med för mycket baljväxtensilage kan vara att fermentationskapaciteten i vommen inte är optimal för den låga fiberkoncentrationen som finns i baljväxter, samt den snabba fermentationen av fiberfraktionen. I studien gjordes ett smaktest, där smaken från mjölk där korna utfodrats med klöver och speciellt rödklöver avvek mer frekvent än rajgräs från det som klassades som bra mjölk kvalitet.

Huhtanen *et al.* (2002) fann ett signifikant positivt linjärt samband mellan ensilagens D-värde och konsumtionen av ensilage. Enligt Huhtanen *et al.* (2007) var NDF-konsumtionen kurvlinjärt relaterat till ensilagens D-värde, med en maximal konsumtion vid ett D-värde på 640 g/kg ts. Minskande NDF-konsumtion vid högre D-värden visar att det inte bara är fysiska faktorer som påverkar konsumtionen. Kvaliteten på NDF är viktigt för konsumtionen av ensilage, eftersom iNDF är närmare relaterad till ensilagekonsumtionen än NDF. Både ensilagens D-värde och fermentationskvaliteten påverkade ensilagekonsumtionen. Vid ett givet D-värde så sänktes konsumtionen av ensilage av en ökad andel NDF. D-värdet hade en större effekt på ensilagekonsumtionen när den totala ts-

konsumtionen var hög. Ensilagekonsumtionen var negativt korrelerat till koncentrationen av ammoniakkväve, mjölksyra, individuella och totala flyktiga fettsyror och totala fermentationssyror. Positivt korrelerad var den med koncentrationen av WSC.

Effekten av grovfoder + kraftfoder

Den totala ts-konsumtionen och mjölmängden ökade med ökad mängd utfodrat kraftfoder i en studie av Ferris *et al.* (2001). Smältbarheten hos fiberfraktionen minskade, medan kvävesmältbarheten ökade med ökad andel kraftfoder i foderstaten (Ferris *et al.*, 2001). Dewhurst *et al.* (2003) fann att kraftfodertillskott minskade ensilagekonsumtionen och medan den totala ts-konsumtionen ökade. Effekten när kraftfoder utfodras som komplement till ett grovfoder beror på grovfodrets smältbarhet. Är smältbarheten låg, kommer den totala konsumtionen att öka mer än om smältbarheten är hög. Ju snabbare nedbrytningen sker, desto snabbare töms vommen och kan lämna plats för mer foder (McDonald *et al.*, 2002).

I en studie av Huhtanen *et al.* (2008) minskade den dagliga ensilagekonsumtionen med 0,47 kg/dag per kg utfodrat kraftfoder. Huhtanen *et al.* (2002) fann att D-värdets effekt på SDMI minskade med ökad mängd kraftfoder.

Fodrets smältbarhet

Vilket värde näringen i ett ensilage får för kon bestäms främst av smältbarheten och storleken på konsumtionen (Huhtanen *et al.*, 2002). De faktorer som har störst påverkan på smältbarheten och därmed foderkonsumtionen är foderstatens innehåll av cellväggar, den potentiella smältbarheten av dessa, samt passagehastigheten ut ur vommen (Rinne *et al.*, 1997b).

Smältbarheten av ett foder beror till stor del på dess kemiska sammansättning. Cellinnehållet smälts nästan till 100 %. Smältbarheten av cellväggarna varierar mer, och beror på graden av lignifikation. Smältbarheten hos ett foder beror inte bara på dess egen sammansättning utan också på de fodermedel som det utfodras tillsammans med. Dessa associativa effekter är oftast negativa. Mest märks detta om ett stärkelserikt koncentrat ges tillsammans med ett grovfoder av låg kvalitet. Stärkelsen fermenteras snabbt och de flyktiga fettsyror (VFA) som produceras sänker pH i vommen så att de cellulosa-nedbrytande mikroorganismerna inte trivs (McDonald *et al.*, 2002).

Generellt leder en ökad foderkonsumtion till en snabbare passagehastighet. Då blir fodret utsatt för nedbrytningsenzymerna under en kortare period och smältbarheten minskar. En minskad smältbarhet på grund av för hög passagehastighet drabbar främst de svårnedbrutna delarna av fodret (d.v.s. cellväggskomponenterna). Passagehastigheten är större för små partiklar, partiklar med högre densitet, mer smältbara partiklar och mer hydrerade partiklar (McDonald *et al.*, 2002).

Den minskade smältbarheten till följd av en ökad ts-konsumtion är mindre uttalad för baljväxter än för gräs. Förklaringen är att baljväxter har en lägre koncentration av cellväggar. Smältbarheten upprätthålls indirekt genom en generellt lägre sockerkoncentration och högre buffringskapacitet hos baljväxter jämfört med gräs (Waldo, 1986). NDF-koncentrationen hos baljväxter är lägre än i gräs, men koncentrationen av lignin är högre hos baljväxter (Van Soest, 1994 refererad av Rinne & Nykänen, 2000). Ytterligare en skillnad mellan gräs och baljväxter är att ligninet i gräs är mer jämnt fördelat och har en större nedsättande effekt på smältbarheten jämfört med i baljväxter där ligninet är begränsat till kärilsträngarna (McDonald *et al.*, 2002).

I en studie av Rinne *et al.* (1997b) minskade hastigheten på NDF-nedbrytningen med ökad mognadsgrad. NDF-smältbarheten har en avgörande effekt på grovfodrets näringsvärde eftersom NDF utgör den största delen av grovfodret. Det effektivaste sättet att påverka grovfodrets NDF-smältbarhet är genom val av skördetidpunkter. I stort sett all nedbrytning av NDF sker i vommen. Tunntarmen saknar enzymer för att bryta ner cellväggskolhydrater och retentionstiden i tjocktarmen är för kort för att fermentation i någon större utsträckning ska ske (Rinne *et al.* 1997b).

Kouppala *et al.* (2008) fann att smältbarheten hos vallåterväxten var lägre än i förstaskörden, med D-värden på 640 g/kg ts respektive 674 g/kg ts. Fördröjd förstaskörd minskade D-värdet med 5,0 g/kg ts per dag, medan skillnaderna i återväxt var 3,6 g/kg ts per dag och 2,5 g/kg ts per dag beroende på om förstaskörden tagits tidigt eller sent. I förstaskörd uppnåddes samma D-värde vid en högre NDF-koncentration än i återväxten. Ökningstakten hos iNDF (osmältbar NDF) i förhållande till NDF var större i återväxten än i förstaskörden, 2,14 respektive 0,48 g/kg ts per dag.

Övervintring av slåttervall

Plantor som har ett gott näringsförråd klarar vintern och vårens påfrestningar bättre än de plantor som har ett dåligt förråd. Näringsförråden behövs eftersom ämnesomsättningen under vintern är liten med aldrig helt upphör. Det som sedan finns kvar av förrådet efter vintern används vid den första tillväxten på våren. Även den första tillväxten efter skörd sker med hjälp av näringsförråden, därför har skördetidpunkten betydelse för om växten ska hinna samla ett nytt förråd inför vintern (Andersson, 1997). Härdning och tillväxt står i motsats till varandra, därför ökar mildväder, kvävegödsling och sena skördar risken för skador (Halling, 1994). Efter en tidig återväxtskörd hinner plantan både använda förråden för tillväxt och lagra in nytt inför vintern. Svårare att klara vintern får en planta som skördas så sent att tillväxt sker men inget reservlager hinner produceras. Även en mycket sen skörd ger goda förutsättningar inför vintern eftersom det då inte sker någon tillväxt utan plantans reserver kan användas under vintern (Andersson, 1997).

Svårigheter som kan uppstå under vintern är att snö som faller på otjälad mark kan gynna utvintringssvampar och därmed skada vallväxterna, speciellt under den första vintern. Om det under töperioder bildas is på markytan kan kvävningsskador uppstå på vallen. En god etablering mildrar dessa och andra svårigheter (Andersson, 1984).

Försök genomförda under åren 1980-1989 i norra Sverige visade att tillväxten avtar och avstannar helt omkring 7 september. Därefter börjar nedbrytning av växtmaterial och skördemängderna minskar. Den skördetidpunkt som gav sämst övervintring varierade, men låg oftast mellan 1 och 20 september. Effekten på avkastningen var dock i de flesta fall måttlig. I genomsnitt gav skörd i första delen av september en skördeminskning i första skörd följande år på 200-300 kg ts jämfört med senare eller tidigare skörd (Andersson, 1997). Andersson (1997) ansåg att återväxtskörd i norra Sverige bör tas omkring den 15 augusti.

Norfor

Norfor (NorFor Projektgrupp, 2005-08) är ett nytt fodervärderingssystem för Sverige, Danmark, Norge och Island. Norfor kan användas tillsammans med IndividRAM och kallas då för Norfor Plan. IndividRAM är ett managementprogram från Svensk Mjölk. Norfor Plan ger förutom foderstatsberäkningar möjlighet till en ekonomisk optimering av foderstaten. Det som utmärker Norfor är bland annat att hänsyn tas till vilket utfodrings-

och stallssystem som används. Det kan till exempel vara om kraftfodret ges separat eller i en fullfoderblandning och om djuren är uppbundna eller går i en lösdrift. Foderstatens struktureffekt och dess fyllnadsgrad beräknas också. En annan nyhet är att nettoenergi används istället för omsättbar energi och att näringsvärdet beräknas efter hur de enskilda fodermedlen samverkar i foderstaten. Det finns alltså inga fasta näringsvärden för det enskilda fodermedlet. Grovfodret har olika energivärde beroende på hur mycket konsumerar. En hög foderkonsumtion leder till minskad tid i vommen och mindre tid för mikroberna att utvinna energi (se stycket om smältbarhet, sidan 12). Därför får ett grovfoder lägre energiinnehåll när konsumtionen ökar. Grovfodrets fiberinnehåll redovisas också mer rättvist, eftersom NDF delas upp i potentiellt smältbar NDF och iNDF. I Norfor redovisas strukturen på foderstaten som tuggningstiden, vilken baseras på NDF-innehåll och partikelstorlek (Swensson, 2006).

Material och metoder

Fältförsök

Ett fältförsök lades i en befintlig förstaårsvall år 2006 i Röbbäcksdalen, Umeå. Försöket skördades sedan under tre år enligt den plan som finns i tabell 1 nedan. Vallen bestod av rödklöver, timotej och ängssvingel och följdes under tre vallår.

Tabell 1. De led som ingick i försöket.

A	Två skördar med hög kvalitet, återväxten efter andra skörd lämnas
B	Tre skördar med hög kvalitet
C	Två skördar, med något senare skördetidpunkter

Fältplanen bestod av fyra stycken upprepningar (samrutor) för varje försöksled. Varje samruta var i sin tur uppdelat i tre stycken delrutor, vilket gav 12 stycken delrutor för varje försöksled. Samrutorna var i sin tur organiserade i block, där en samruta från varje försöksled bildade ett block.

Skördetidpunkten för A och B-ledets förstaskörd bestämdes med hjälp av prognosprover. Förstaskörden i led C togs ca 1 vecka senare. Återväxten i led B skördades fem veckor efter förstaskörd och i led A sex veckor efter förstaskörd. Återväxten i led C togs ca 10 dagar efter återväxtskörden i led A. Tredjeskörden i led B togs ca 6 veckor efter andraskörden.

Försöket gödslades på våren med P och K enligt rekommendation (Norrländsk växtodling, 2005) och med hänsyn till markkarta. Kväve gödslades till varje skörd och anpassades efter klöverhalt. De givor som användes var 60 kg N/ha på våren och 50 kg N/ha efter varje skörd.

Första året skördades alla delrutor inom samma försöksled vid samma tidpunkt. I en av delrutorna (inom samruta) tillämpades sedan respektive system under samtliga tre år, vilket gav ett mått på försöksledets ackumulerande verkan. För att mäta effekten av de olika försöksleden det enskilda året skördades en av delrutorna i samtliga försöksled vid samma tidpunkt oavsett skördesystem under år två och tre. Dessa kallades efterverkansrutor.

Två- och treskördesystemen utvärderades genom mätning av torrsubstansavkastningen på samtliga skördar samt genom att fodervärdet analyserades på grönmassan. Hur förnan på våren påverkade ensilagens kvalitet studerades i en ensileringsstudie, där efterverkansrutorna i försöksled A och B användes. Resultaten från fältförsöket användes vid foderstatsberäkningar och i en ekonomisk utvärdering. Foderstatsberäkningarna utfördes i optimeringsprogrammet NorFor (IndividRAM 5.4, NorFor offline 1.16.1).

Den statistiska bearbetningen av skördemängderna gjordes av Lars Ericson. Resultaten bearbetades med variansanalys och för att skilja de olika leden från varandra användes Fishers LSD-test. Signifikansnivån sattes till 95 %. Endast totalskörden i respektive system togs med i den statistiska analysen.

Ensileringskvalitet och foderhygien

Grönmassan skördades rutvis från efterverkansrutorna i försöksled A och B och hackades med en hackselängd på 20 mm. Från varje ruta togs två representativa prover på vardera 1 l ut (A och B). Prov A torkades i 60°C i 24 timmar och analyserades med avseende på ts, aska, VOS och Rp. Prov B frystes direkt för att sedan analyseras avseende enterobakter, bacillus sporer, smörsyraproducerande clostridier och mjölksyrabakterier.

Ensilering skedde i 1,7 l stora experimentsilos försedda med vattenlås. År 2007 ensilerades en silo från varje ruta, utan ensileringsmedel. År 2008 ensilerades två silos från varje ruta, en med ensileringsmedel (Proens, 4 l per ton grönmassa, som späddes till dubbelvikt) och en utan ensileringsmedel (endast vatten).

Efter 90 dagar i +20°C öppnades silona och två prover (C och D) togs från varje silo. Proven frystes omedelbart. Prov C analyserades senare med avseende på fettsyror, alkoholer, NH₄-N, pH, mjölksyra, för-ts och aska. Prov D analyserades senare med avseende på enterobakter, bacillussporer, smörsyraproducerande clostridier och mjölksyrabakterier.

NorFor

Med hjälp av optimeringsprogrammet NorFor (NorFor Projektgrupp, 2005-08) beräknades typfoderstater för avkastningarna 20, 30, 40 och 50 kg ECM. Fetthalten i mjölken bestämdes till 4,4 % och proteinhalten till 3,5 %. Följande förutsättningar antogs: Kor av SRB-ras med en vuxenvikt på 600 kg i en varm lösdrift. Fri tilldelning på grovfoder och del av kraftfodret blandat i grovfodret. Tillägg för dräktighet och förstakalvare ingick ej i optimeringen.

En typfoderstat för varje skördesystem beräknades. För grovfodret användes näringsvärden från NorFor-tabellen (NorFor Projektgrupp, 2005-08) förutom analysvärdena för VOS, NDF, iNDF och Rp där ett medelvärde för analysvärdena 2006, 2007 och 2008 användes. Som kraftfoder valdes korn med Norfor-tabellens näringsvärden och lantmännens Uniks Sortiment. Till mineralfoder valdes lantmännens Effekt Midi Cu och Effekt Midi Zn. Prisuppgifter för koncentrat och mineralfoder är Lantmännens baspriser utan rabatter och frakt 2009-08-10. Prisuppgiften för mineralfoder avser mineral i storsäck. Prisuppgiften för korn är Lantmännens odlarpris för spotleverans avseende foderkorn 2009-08-13 vilket var 85 kr per deciton. Prisuppgiften för gårdsproducerat grovfoder sattes till 1,50 kr/kg ts efter samråd med rådgivaren Jenny Hörnsten på Svenska Husdjur i Östersund 2009-08-12.

I foderstatskontrollen användes standardinställningarna, med ändringen att istället för att värdera Ca, P och Mg med enheten g/dag användes g/kg ts. Som maximivärde för Ca, P och Mg användes värden från Fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003).

Typfoderstaterna beräknades på två sätt, dels optimering där vinsten optimerades, dels autobalansering där ingen hänsyn togs till fodermedlens priser. I diskussionsavsnittet för NorFor har parametrarna i foderstatskontrollen diskuterats utifrån gränsvärden givna vid en föreläsning i NorFor av Hans Lindberg, Svenska Husdjur.

Ekonomisk värdering

I NorFor presenteras de beräknade typfoderstaterna med en optimeringskostnad (kr/dag) för de olika avkastningsnivåerna. I den ekonomiska värderingen visas skillnaden mellan de olika systemens optimeringskostnad vid olika avkastningsnivåer i en tabell. I tabellen visas kostnaden både för optimerade och autobalanserade foderstater. För att jämföra de olika systemens fodervärde i förhållande till systemets avkastning användes följande metod: En kos årsförbrukning av foder i respektive system räknades ut med hjälp av antagandet att kon producerar 20 kg ECM i tre månader, 30 kg ECM i tre månader, 40 kg ECM i två månader och 50 kg ECM i två månader. Inga tillägg för dräktighet eller förstakalvare gjordes. Vidare antogs att 100 ha vall brukas i varje system. Därefter beräknades hur många årskor fodret inom varje system räckte till.

Resultat och diskussion

Fältförsöket

År 1: skördens storlek, fodervärde och botanisk sammansättning

Skörderesultatet för fältförsöket det första året visas i tabell 2 nedan.

Tabell 2. Skördedatum och skördad mängd för de olika systemen under försökets första år.

	1:a skörd		2:a skörd		3:e skörd		Totalskörd
	ts Kg/ha	datum	ts Kg/ha	datum	ts Kg/ha	datum	ts Kg/ha
År1							
System A	3 168	19-jun	3 435	31-jul			6 603 ^a
System B	3 157	19-jun	3 100	26-jul	3 826	06-sep	10 083 ^c
System C	4 636	27-jun	4 064	14-aug			8 700 ^b

Olika bokstäver (a-c) anger att det är en signifikant skillnad mellan medelvärdena.

I tabell 3 visas fodervärdet från de tre skördarna det första försöksåret. Grönmassans näringsinnehåll visas med avseende på innehåll av råprotein (Rp), NDF, iNDF och energi. Energivärdet i MJ omsättbar energi per kg organisk substans beräknades med hjälp av VOS enligt Lindgren (1983). Ekvationen för vallfoder med mindre än 50 % baljväxter användes. Råprotein och NDF redovisas som % av ts, iNDF redovisas som % av NDF och den

omsättbara energin redovisas som MJ per kg ts. Resultaten är baserade på ts-bestämning vid 103°C.

Tabell 3. Energi, råprotein, NDF och iNDF från de tre olika skördarna det första försöksåret (medelvärden \pm standardavvikelse).

Skörd 1	Energi i MJ	Rp, i % av ts	NDF i % av ts	iNDF i % av NDF
System A	11,1 \pm 0,3	13,1 \pm 1,7	54,0 \pm 5,0	14,4 \pm 1,2
System B	10,9 \pm 0,2	11,8 \pm 0,7	57,4 \pm 1,0	16,6 \pm 0,7
System C	10,1 \pm 0,2	10,8 \pm 0,9	58,3 \pm 1,5	19,2 \pm 1,6

Skörd 2	Energi i MJ	Rp, i % av ts	NDF i % av ts	iNDF i % av NDF
System A	10,9 \pm 0,1	12,1 \pm 0,2	46,7 \pm 2,0	16,3 \pm 1,6
System B	10,9 \pm 0,2	13,6 \pm 0,4	45,7 \pm 1,1	17,8 \pm 3,1
System C	10,6 \pm 0,1	10,8 \pm 0,7	49,3 \pm 1,0	19,1 \pm 1,1

Skörd 3	Energi i MJ	Rp, i % av ts	NDF i % av ts	iNDF i % av NDF
System B	10,5 \pm 0,2	18,1 \pm 2,4	52,6 \pm 2,0	11,2 \pm 3,1

Den botaniska sammansättningen för vallen det första försöksåret visas i tabell 4 nedan.

Tabell 4. Botanisk sammansättning det första försöksåret (medelvärden av delrutorna).

.Skörd 1	Gräs	Klöver	Övrigt
System A	90	10	0
System B	90	10	0
System C	90	10	0

Skörd 2	Gräs	Klöver	Övrigt
System A	83	17	0
System B	83	17	0
System C	80	20	0

Skörd 3	Gräs	Klöver	Övrigt
System B	75	25	0

Skörderesultaten visar att system B hade den högsta totalskörden och system A den lägsta. Alla tre totalskördar var signifikant skilda från varandra. Fodervärdet för de tre systemen det första året stämmer väl med tidigare kända resultat (t ex. Bernes *et al*, 2008). Energi- och proteinhalten var högre i system med tidigare skördar, medan NDF-halten var högre i systemet med senare skördetidpunkter. Nedgången i energihalt var mer markant än i Wiks (1986) försök, där det anges en daglig minskning med 0,05 MJ per kg ts under 35 dagar vid senarelagd förstaskörd. I detta försök var nedgången i förstaskörd 1,02 MJ (över 8 dagar) vilket ger en daglig minskning på 0,13 MJ per kg ts. Liksom hos Wik (1986) var minskningstakten i andraskörd mindre. Bara skörd 1 i system A når över 11 MJ/kg ts medan de flesta skördarna låg kring den nedre gränsen för rekommenderat energiinnehåll på 10,5 MJ/kg ts (Anderson, 1989; Tuveßsons, 2001). Bara skörd 3 system B nådde rekommendationen på minst 150 g Rp/kg ts (Nissinen & Hakkola, 1995; Tuveßson, 2001). NDF-halterna varierade, med de generellt högsta halterna i alla systems förstaskörd och minst i alla systems andra skörd.

Halterna råprotein och NDF skiljer sig åt i förstaskörden för system A och B trots att systemen har samma skördetidpunkt, dock med ganska stora standardavvikelser. En förklaring kan vara skillnader i andelen klöver och gräs mellan systemen, men enligt den botaniska sammansättningen skiljer sig inte dessa åt. En annan möjlig förklaring kan vara att proverna inte varit helt representativa, men då värdena är sammansatta av medelvärdet från fyra delrutor per system är inte det heller någon trolig förklaring.

Andelen iNDF i förhållande till NDF är ett mått på hur stor del av fibern i grovfodret som är osmältbar. En faktor som påverkar iNDF-innehållet är vädret, där lite regn och varmt väder ger en högre andel iNDF. Andelen iNDF ökar också med vallens botaniska utvecklingsstadium. Ett högt värde på iNDF påverkar tuggningstiden som blir längre och mängden tillgänglig energi minskar. Ett normalvärde på iNDF är ca 15 % av NDF (Lindberg, Svenska Husdjur).

Den botaniska sammansättningen var helt lika vid den första skörden och utvecklingen för den botaniska sammansättningen följde liknande mönster i skörd två för de olika systemen.

År 2: skördens storlek, fodervärde och botanisk sammansättning

Skörderesultatet för fältförsöket det andra året visas i tabell 5.

Tabell 5. Skördedatum och skördad mängd för de olika systemen under försökets andra år.

År 2	1:a skörd		2:a skörd		3:e skörd		Totalskörd
	ts Kg/ha	datum	ts Kg/ha	Datum	ts Kg/ha	Datum	ts Kg/ha
System A	2 857	15-jun	4 789	30-jul			7 645 ^a
System B	3 193	15-jun	3 691	23-jul	2 810	05-sep	9 695 ^c
System C	4 119	21-jun	4 792	15-aug			8 911 ^b

I tabell 6 visas fodervärdet från de tre skördarna det andra försöksåret. Resultaten är uträknade analogt med resultaten det första försöksåret.

Tabell 6. Energi, råprotein, NDF och iNDF från de tre olika skördarna det andra försöksåret (medelvärden ± standardavvikelse).

Skörd 1	Energi i MJ	Rp, i % av ts	NDF i % av ts	iNDF i % av NDF
System A	10,4±0,4	17,4±0,9	46,4±1,1	14,3±2,1
System B	11,5±0,1	14,0±0,7	49,0±1,3	13,6±0,9
System C	11,2±0,2	12,9±1,0	48,1±1,5	15,3±0,7

Skörd 2	Energi i MJ	Rp, i % av ts	NDF i % av ts	iNDF i % av NDF
System A	9,6±0,2	13,3±1,4	49,5±1,9	23,3±2,1
System B	10,6±0,2	12,0±0,8	48,9±1,2	15,7±1,0
System C	9,9±0,3	11,4±0,8	53,0±1,6	24,3±2,0

Skörd 3	Energi i MJ	Rp, i % av ts	NDF i % av ts	iNDF i % av NDF
System B	10,6±0,2	12,9±1,0	49,1±1,8	18,0±1,7

Den botaniska sammansättningen för vallen det andra försöksåret visas i tabell 7.

Tabell 7. Botanisk sammansättning det andra försöksåret (medelvärden av delrutorna).

.Skörd 1	Gräs	Klöver	Övrigt
System A	87	13	0
System B	95	5	0
System C	92	8	0

Skörd 2	Gräs	Klöver	Övrigt
System A	82	18	0
System B	93	7	0
System C	97	3	0

Skörd 3	Gräs	Klöver	Övrigt
System B	88	12	0

Även det andra försöksåret var totalskördarna signifikant skilda från varandra och liksom första året hade system B högst totalskörd och system A lägst. För fodervärdet i förstaskörden var halterna lite omvända mot det förväntade. System A hade lägst energi och NDF-halt, samtidigt som proteinhalten var högst. Det kan förklaras av en markant skillnad i botanisk sammansättning jämfört med de övriga systemen, med högre klöverhalt i system A. Samma tendenser fanns även i andraskörden, där system A hade lägst energi och högst proteinhalt. Den relativt höga energinivån i system C jämfört med system A i förstaskörden kan bero på en relativt högre gräsandel i system C.

År 3: skördens storlek, fodervärde och botanisk sammansättning

Skörderesultatet för fältförsöket det tredje året visas i tabell 8 nedan.

Tabell 8. Skördedatum och skördad mängd för de olika systemen under försökets tredje år.

År 3	1:a skörd		2:a skörd		3:e skörd		Totalskörd
	ts Kg/ha	datum	Ts Kg/ha	datum	ts Kg/ha	datum	ts Kg/ha
System A	2 553	13-jun	4 711	28-jul			7 264
System B	2 562	13-jun	3 268	18-jul	1 721	02-sep	7 551
System C	4 146	18-jun	4 688	05-aug			8 834

I tabell 9 visas fodervärdet från de tre skördarna det tredje försöksåret. Resultaten är uträknade analogt med resultaten det första försöksåret.

Tabell 9. Energi, råprotein, NDF och iNDF från de tre olika skördarna det tredje försöksåret (medelvärden±standardavvikelse).

Skörd 1	Energi i MJ	Rp, i % av ts	NDF i % av ts	iNDF i % av NDF
System A	11,4±0,5	16,4±0,3	46,6±1,1	11,0±0,8
System B	11,2±0,7	17,0±2,8	48,0±1,9	11,0±0,7
System C	11,3±0,2	13,3±2,4	51,7±2,2	13,5±3,5

Skörd 2	Energi i MJ	Rp, i % av ts	NDF i % av ts	iNDF i % av NDF
System A	10,3±0,3	12,8±0,5	51,1±2,0	18,1±2,4
System B	10,9±0,7	12,9±4,2	48,4±4,0	15,0±2,2
System C	10,4±0,1	10,8±1,1	49,9±2,9	18,8±1,3

Skörd 3	Energi i MJ	Rp, i % av ts	NDF i % av ts	iNDF i % av NDF
System B	10,0±0,2	11,4±0,7	50,0±2,6	22,01±2,7

Den botaniska sammansättningen för vallen det tredje försöksåret visas i tabell 10 nedan.

Tabell 10. Botanisk sammansättning det tredje försöksåret (medelvärden av delrutorna).

Skörd 1	Gräs	Klöver	Övrigt
System A	86	13	0
System B	88	13	0
System C	91	9	0

Skörd 2	Gräs	Klöver	Övrigt
System A	saknas	saknas	0
System B	84	16	0
System C	89	11	0

Skörd 3	Gräs	Klöver	Övrigt
System B	91	9	0

Skörderesultat för alla tre försöksåren - sammanfattning

Skörderesultat för fältförsöket i Röbbäcksdalen visas i tabell 11 nedan.

Tabell 11. Skördedatum och skördad mängd för de olika systemen under försökets tre år.

	1:a skörd		2:a skörd		3:e skörd		Totalskörd
	ts Kg/ha	datum	ts Kg/ha	datum	ts Kg/ha	datum	ts Kg/ha
År 1							
System A	3 168	19-jun	3 435	31-jul			6 603 ^a
System B	3 157	19-jun	3 100	26-jul	3 826	06-sep	10 083 ^c
System C	4 636	27-jun	4 064	14-aug			8 700 ^b
År 2							
System A	2 857	15-jun	4 789	30-jul			7 645 ^a
System B	3 193	15-jun	3 691	23-jul	2 810	05-sep	9 695 ^c
System C	4 119	21-jun	4 792	15-aug			8 911 ^b
År 3							
System A	2 553	13-jun	4 711	28-jul			7 264
System B	2 562	13-jun	3 268	18-jul	1 721	02-sep	7 551
System C	4 146	18-jun	4 688	05-aug			8 834

Olika bokstäver (a-c) anger att det är en signifikant skillnad mellan medelvärdena inom år.

Högst totalavkastning hade treskördesystemet sett över alla tre år. De enskilda åren hade treskördesystemet högst avkastning år 1 och 2, medan tvåskördesystemet med sena skördar hade högst avkastning år 3. Resultatet går stick i stäv emot tidigare uppgifter av Tuveesson (1986) och Stenberg *et al.* (2001). I Tuveesson (1986) försök gav treskördesystemet en lägre torrsubstansskörd men en högre skörd av smältbart råprotein än tvåskördesystemet. Stenberg *et al.* (2001) såg att den totala torrsubstansavkastningen var större i tvåskördesystemet än i treskördesystemet, även med vitklöver. En förklaring till de olika resultaten är hur de olika systemen är uppbyggda i de olika försöken. Tuveesson (1986) skördar tvåskördesystemen med längre tid mellan skördarna jämfört med systemet i Röbbäcksdalen. I försöket av Stenberg *et al.* (2001) som utfördes i södra Sverige togs den sista skörden i tvåskördesystemet betydligt senare (26 augusti) än i försöket vid Röbbäcksdalen (5 augusti och tidigare). Treskördesystemet i Röbbäcksdalen utnyttjar alltså tillväxtsången bättre än de båda tvåskördesystemen.

Den sena tredjaskörden har inte påverkat förstaskörden kommande år negativt, då förstaskörden i system B är av samma storleksordning som skörden i system A skördat vid samma tidpunkt. Andersson (1997) fann en måttlig effekt i skördeminskning (200-300kg ts) i kommande års förstaskörd när den sista skörden togs i första delen av september.

Jämfört med de andra systemen som ligger på en relativt stabil avkastning under alla tre år sjunker avkastningen i system B från 10 083 till 7 551 Kg ts/ha. Det är alltså en tendens till att systemet inte långsiktigt håller sin höga avkastningsnivå. Att systemet med två skördar med senare datum gav högre skördar än system med tidiga datum stämmer däremot väl med resultat av t ex Tuveesson (1986). Det systemet visar också god uthållighet över åren.

Efterverkansrutor försöksår 2: Skördens storlek, fodervärde och botaniska sammansättning

Skörderesultatet för efterverkansrutorna vid fältförsökets andra år visas i tabell 12 och fodervärdet visas i tabell 13.

Tabell 12. Skördedatum och skördad mängd för efterverkansrutorna det andra försöksåret.

År 2	1:a skörd		2:a skörd		Totalskörd
	ts Kg/ha	datum	ts Kg/ha	datum	ts Kg/ha
System A	2 686	15-jun	4 098	23-jul	6 784a
System B	3 223	15-jun	3 980	23-jul	7 203a
System C	3 272	15-jun	4 496	23-jul	7 769a

Tabell 13. Energi, råprotein, NDF och iNDF från de två skördarna av efterverkansrutor det andra försöksåret. Värdena utgör medelvärden \pm standardavvikelsen.

Skörd 1	Energi i MJ	Rp, i % av ts	NDF i % av ts	iNDF i % av NDF
System A	10,7 \pm 0,2	17,7 \pm 0,3	45,2 \pm 1,3	12,6 \pm 0,5
System B	11,4 \pm 0,2	13,5 \pm 1,0	50,6 \pm 1,9	13,0 \pm 0,6
System C	11,2 \pm 0,3	15,5 \pm 0,8	47,2 \pm 1,1	13,3 \pm 2,1

Skörd 2	Energi i MJ	Rp, i % av ts	NDF i % av ts	iNDF i % av NDF
System A	9,4 \pm 0,3	12,6 \pm 1,4	50,0 \pm 2,7	24,2 \pm 2,6
System B	10,5 \pm 0,2	11,5 \pm 0,4	50,5 \pm 0,6	20,1 \pm 1,0
System C	10,0 \pm 0,2	12,5 \pm 0,9	50,3 \pm 2,5	24,5 \pm 2,8

Den botaniska sammansättningen för efterverkansrutorna andra försöksåret visas i tabell 14.

Tabell 14. Den botaniska sammansättningen för efterverkansrutorna det andra försöksåret.

Skörd 1	Gräs	Klöver	Övrigt
System A	85	15	0
System B	95	5	0
System C	93	8	0

Skörd 2	Gräs	Klöver	Övrigt
System A	81	19	0
System B	93	7	0
System C	91	9	0

Totalskördarna för de tre systemens efterverkansrutor var inte signifikant skilda. Resultatet visar att de olika systemens skördeupplägg det första året inte påverkade skördemängderna det andra året. Fodervärdet skiljde sig inte markant från systemrutorna, förutom råproteinhalten som var högre i efterverkansrutan i system C, första skörden och NDF halterna som var högre i system B och lägre i system C i efterverkansrutorna, andra skörden. Råproteinhalten i system C, andra skörden var högre i efterverkansrutan än i systemet. Den botaniska sammansättningen i efterverkansrutorna följde sammansättningen i systemrutorna.

Efterverkansrutor försöksår 3: Skördens storlek, fodervärde och botaniska sammansättning

Skörderesultatet för efterverkansrutorna vid fältförsökets tredje år visas i tabell 15 nedan.

Tabell 15. Skördedatum och skördad mängd för efterverkansrutorna det tredje försöksåret.

År 3	1:a skörd		2:a skörd		Totalskörd
	ts Kg/ha	datum	ts Kg/ha	Datum	ts Kg/ha
System A	3 812	18-jun	4 500	05-aug	8 312
System B	3 332	18-jun	4 593	05-aug	7 925
System C	3 568	18-jun	4 338	05-aug	7 906

Fodervärdet för efterverkansrutorna år tre visas i tabell 16.

Tabell 16. Energi, råprotein, NDF och iNDF från de två skördarna av efterverkansrutor det tredje försöksåret. Värdena utgör medelvärden \pm standardavvikelsen.

Skörd 1	Energi i MJ	Rp, i % av ts	NDF i % av ts	iNDF i % av NDF
System A	11,0 \pm 0,4	13,5 \pm 0,9	50,6 \pm 1,7	13,2 \pm 1,2
System B	11,0 \pm 0,2	14,4 \pm 1,6	46,6 \pm 2,7	12,9 \pm 1,0
System C	10,9 \pm 0,2	15,4 \pm 2,2	49,3 \pm 0,7	12,7 \pm 1,2

Skörd 2	Energi i MJ	Rp, i % av ts	NDF i % av ts	iNDF i % av NDF
System A	10,1 \pm 0,5	11,3 \pm 2,0	51,4 \pm 5,3	19,3 \pm 3,6
System B	10,4 \pm 0,5	10,9 \pm 3,1	52,0 \pm 3,8	16,2 \pm 1,8
System C	10,7 \pm 0,1	10,9 \pm 1,1	48,5 \pm 3,1	17,2 \pm 0,8

Den botaniska sammansättningen för efterverkansrutorna det tredje försöksåret visas i tabell 17 nedan.

Tabell 17. Botanisk sammansättning för efterverkansrutorna det tredje försöksåret.

Skörd 1	Gräs	Klöver	Övrigt
System A	95	5	0
System B	93	8	0
System C	91	9	0

Skörd 2	Gräs	Klöver	Övrigt
System A	80	20	0
System B	90	10	0
System C	91	9	0

Totalskördarna för efterverkansrutorna det tredje försöksåret var precis som de för efterverkansrutorna år två relativt lika, även om det inte gjordes någon statistisk bearbetning för det tredje året. Resultatet visar att de olika systemens skördeupplägg de två första försöksåren inte påverkar skördemängderna det tredje året. Fodervärdet skiljde sig inte markant från efterverkansrutorna det andra året, förutom råproteinhalten som var högre och NDF-halten som var lägre i system A förstaskörden. Detta avspeglas i den botaniska sammansättningen där klöverandelen är högre i förstaskörden system A jämfört med år två. I övrigt följde den botaniska sammansättningen år tre samma mönster som år två. Genomgående var iNDF-halterna i andra skörden lägre år tre än år två.

Ensileringsstudien

Mikrobiell kvalitet och ensileringskvalitet 2007 och 2008 - tabeller

Resultat från ensileringsstudien 2007 där ensilagens mikrobiella kvalitet undersöktes visas i tabell 18. Värdena anges som 10-logaritmen av antalet kolonibildande enheter per gram ensilage.

Tabell 18. Ensilagens mikrobiella kvalitet 2007. Värdena utgör medelvärden \pm standardavvikelsen.

Skördesystem	Enterobakter	Bacillusporer	Smörsyrasporer	Mjölksyrabakterier
	log cfu/g	log cfu/g	log cfu/g	log cfu/g
A	<2,0	<3,0	4,6 \pm 0,2	4,6 \pm 0,5
B	<2,0	<3,0	2,3 \pm 1,0	4,5 \pm 1,3

Resultat från ensileringsstudien 2008 där ensilagens mikrobiella kvalitet undersöktes visas i tabell 19. Vid ensileringen av proven från de olika skördesystemen (A och B) har tillsatsmedel i form av syra (S) eller vatten (V) använts.

Tabell 19. Ensilagens mikrobiella kvalitet 2008. Värdena utgör medelvärden \pm standardavvikelsen.

Skördesystem	Enterobakter	Bacillusporer	Smörsyrasporer	Mjölksyrabakterier
	log cfu/g	log cfu/g	log cfu/g	log cfu/g
A S	<2,0	<3,0	2,6	6,3 \pm 1,5
B S	<2,0	<3,0	3,5 \pm 3,1	1,5
A V	<2,0	1,1	4,5 \pm 0,5	1,8
B V	<2,0	1,5	4,2 \pm 0,4	3,3

Resultat från ensileringsstudien 2007 där ensilagens ensileringskvalitet undersöktes visas i tabell 20.

Tabell 20. Ensilagens ensileringskvalitet 2007. Värdena utgör medelvärden \pm standardavvikelsen.

Skördesystem	pH	NH ₄ -N/tot N	Mjölksyra	Ättiksyra	g/kg ts			% av prov	
					Propionsyra	Etanol	Myrsyra	Smörsyra	
A	4,1 \pm 0,0	5,3 \pm 0,2	15,1 \pm 9,9	9,3 \pm 4,4	1,8	16,4 \pm 1,8	<0,5	0,07 \pm 0,0	
B	4,3 \pm 0,1	8,3 \pm 1,5	1,9 \pm 1,3	18,0 \pm 5,0	4,8 \pm 1,6	24,4 \pm 5,8	<0,5	0,10 \pm 0,0	

Resultat från ensileringsstudien 2008 där ensilagens ensileringskvalitet undersöktes visas i tabell 21.

Tabell 21. Ensilagens ensileringskvalitet 2008. Värdena utgör medelvärden \pm standardavvikelsen.

Skördesystem	pH	NH ₄ -N/tot N	Mjölksyra	Ättiksyra	g/kg ts			% av prov	
					Propionsyra	Etanol	Myrsyra	Smörsyra	
A S	4,4 \pm 0,1	4,0 \pm 0,5	12,8 \pm 6,6	4,4 \pm 0,9	3,6 \pm 0,8	4,1 \pm 1,4	5,7	0,1	
B S	4,4 \pm 2,6	9,4 \pm 6,9	20,2 \pm 13,6	10,6 \pm 10,0	4,3 \pm 0,1	6,5 \pm 2,1	8,3 \pm 3,6	0,2	
A V	4,7 \pm 0,3	8,0 \pm 1,8	19,0 \pm 24,3	8,4 \pm 0,5	<0,6	18,9 \pm 3,4	<0,6	0,7 \pm 0,2	
B V	4,2 \pm 0,4	6,5 \pm 2,0	55,1 \pm 37,9	9,4 \pm 8,0	<0,6	16,2 \pm 3,8	0,6	0,4 \pm 0,5	

Ensileringskvaliteten och den mikrobiologiska kvaliteten hos vallen har värderats med hjälp av Fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003), se tabell 22 och 24 samt med hjälp av gränsvärden från NorFor, se tabell 23. I tabell 25 ses de uträknade pH-värdena som värdena från ensilaget 2007 bör hålla sig under. Värdena är uträknade enligt Fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003). I tabell 26 ses motsvarande pH-värden för 2008.

Tabell 22. De gränsvärden som ensilagens ensileringskvalitet värderats efter, hämtade från Fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003).

Analys	Gränsvärden	Hygienisk kvalitet
Ammoniumkväve	<80g av totalkväve	Bra
	80-120g av totalkväve	Mindre bra
	>120g av totalkväve	Dålig
Mjölksyra	Direktskörd med myrsyra: 60-100g/kg ts	Normalt
	Direktskörd utan myrsyra: 80-120g/kg ts	Normalt
	Förtorkat (>30 % ts): 30-70 g/kg ts	Normalt
	pH-värde <(0,0257*ts%) +3,71 (gäller vid ts 15-50 %)	Bra
Smörsyra	<0,10 % av prov	Bra
	0,10–0,30 % av prov	Mindre bra
	>0,30 % av prov	Dålig
Ättiksyra	10-30 g/kg ts	Normalt

Tabell 23. De gränsvärden som ensilagens ensileringskvalitet värderats efter. Gränsvärdena är enligt NorFor.

Analys	Gränsvärden
Etanol	<8g/kg ts
Propionsyra	<2g/kg ts (om inte ens. medel m. prop).

Tabell 24. De gränsvärden som vallens mikrobiologiska kvalitet är värderad efter, hämtade från Fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003).

Analys	Gränsvärden	Omdöme
Bacillusporer	10 ³ per g prov	Maximum

Tabell 25. De uträknade gränsvärdena som de olika ensilagens pH värde bör ligga under 2007. Värdena utgör medelvärden.

Skördesystem	ts (%)	Uträknade pH-värden som analysresultatet bör understiga
A	21,9	4,2
B	17	4,1

Tabell 26. De uträknade gränsvärdena som de olika ensilagens pH värde bör ligga under 2008. Värdena utgör medelvärden.

Skördesystem	ts (%)	Uträknade pH-värden som analysresultatet bör understiga
AS	21,5	4,3
AV	19,2	4,2
BS	20,2	4,2
BV	19,7	4,2

Mikrobiell kvalitet 2007

Både analysresultaten för enterobakter och bacillussporer låg under detekterbar nivå 2007. Halten smörsyrasporer var högre för system A (4,6 log cfu/g) jämfört med system B (2,3 log cfu/g). System A är ensilerade rutor med en stor andel förna, jämfört med system B. En möjlig orsak till de högre halterna smörsyrasporerna i system A är att den stora mängden förna försvårat packningen vid ensileringen så att syre funnits kvar i ensilaget. Förnan kan även ha buffrat pH-sänkningen, vilket är gynnsamt för smörsyrejäsaerna. För mjölksyrebakterier syntes ingen stor skillnad mellan systemen.

Mikrobiell kvalitet 2008

Analysresultatet för enterobakter låg under detekterbar nivå för alla system. För bacillussporerna låg alla prov utom det från system A utan tillsatsmedel under detekterbar nivå. För smörsyrasporer fanns den lägsta nivån i system A med tillsatsmedel och den högsta i system A utan tillsatsmedel. Smörsyrasporhalten var liknande 2007 och 2008 utan tillsats-

medel och lägre 2008 med tillsatsmedel. Halten smörsyrasporer i system B var högre 2008 än 2007 och klart högre utan tillsatsmedel. Andelen mjölksyrabakterier som var relativt lika i de olika systemen 2007 hade större spridning både inom och mellan systemen 2008.

Ensileringskvalitet 2007

Ett högt pH-värde indikerar feljäsning i ensilaget, ett tillstånd då oönskade mikroorganismer kan utvecklas. A-provets pH-värde låg under det uträknade gränsvärdet medan B-provets låg något över. För ammoniumkväve och mjölksyra låg alla prov under gränsvärdet. Även för ättiksyra låg alla prover under gränsvärdet. För propionsyra låg halterna för prov B över gränsvärdet och halterna för prov A under. Båda provens halter av etanol var över gränsvärdet. Halterna myrsyra var under detekterbar nivå för båda proven. Halten smörsyra för prov A låg under gränsvärdet medan halten för prov B tangerade gränsvärdet för bra hygienisk kvalitet.

Ensileringskvalitet 2008

Analysen av proven från 2008 visade att alla prov utom prov B utan tillsats låg över gränsvärdet för pH-värdet. För ammoniumkväve och mjölksyra låg alla proverna 2008 under gränsvärdena. Halten ättiksyra var generellt lägre 2008 än 2007 och alla prov låg under gränsvärdet. En klar skillnad syntes för halterna av propionsyra, där proverna utan ensileringsmedel låg under detekterbar nivå, men proven med ensileringsmedel låg över. Även för etanol syntes en tydlig skillnad där prov med ensileringsmedel låg under gränsvärdet och de utan låg över. Halterna smörsyra var högre 2008 än 2007. De två proven utan ensileringsmedel hade så höga halter att kvaliteten klassades som dålig enligt gränsvärdena. Proven med ensileringsmedel låg inom det intervall som enligt gränsvärdena klassas som mindre bra.

När ensileringsburkarna öppnades fanns det mögel i tre burkar, två från system A, en med och en utan tillsatsmedel och en burk från system B utan tillsatsmedel. Tillväxt av mögel tyder på att miljön inte varit helt syrefri.

Skillnader mellan system A och B

År 2007 var det inga stora skillnader mellan system A och B. A-proven låg bättre till i pH-mätningen och halten smörsyra var också lägre. Alla prov gällande ammoniumkväve,

mjölksyra och ättiksyra låg under gränsvärdet. Gränsvärdet för propionsyra överskreds för prov B men inte för prov A. Inte heller år 2008 syntes några stora skillnader mellan systemen. System B låg bättre till i pH-mätningen än system A och även detta år var halterna för mjölksyra, ättiksyra och ammoniumkväve under gränsvärdet. För propionsyra, smörsyra och etanol låg skillnaderna inte mellan system utan mellan användning av tillsatsmedel eller inte. En slutsats man kan dra är att en stor mängd förna inte tycks påverka ensileringskvaliteten negativt i någon stor utsträckning.

Skillnader mellan tillsats av ensileringsmedel eller inte

Halten propionsyra var högre i ensilage med tillsatsmedel än i de prover som ensilerades utan. Det var helt normalt eftersom ensileringsmedlet innehöll propionsyra. Även för gränsvärdet för etanol syntes en skillnad, då alla prov som låg under gränsvärdet hade ensileringsmedel som tillsats. Proverna för smörsyra var generellt högre för prov utan tillsatsmedel, vilket indikerar att tillsatsmedlet har haft en positiv effekt. För pH-testet liksom för andelen mjölksyra sågs ingen tydlig effekt av ensileringsmedlet. Skillnaderna i halten ammoniakkväve mellan behandlingarna var små, medan andelen ättiksyra var något lägre vid användning av ensileringsmedel.

Foderstatsberäkningar

Resultatet från foderstatsberäkningarna från de olika systemen visas i tabellerna nedan. Enheten för de ingående fodermedlen är kg foder. Ts-halten för grovfodret sattes till 30 % och för korn, koncentrat och mineraler valdes programmets ts-inställning på 87, 89 respektive 98 %. För grovfodret har ett medelvärde av analysvärden för fältförsökets tre år använts till parametrarna VOS, Rp, NDF och iNDF. För övriga ingående parametrar gällande grovfoder, kraftfoder och mineraler har NorFor-tabellens värden använts. I de fall mineraler saknas har programmet valt att inte ta med dem. Först visas optimerade foderstater med foderstatskontroller för respektive system, därefter visas autobalanserade foderstater med tillhörande foderstatskontroller. NEL står för nettoenergi för laktation. Vombelast g/g NDF anger kvoten mellan lättlösligt socker och svårlöslig fiber. FV är parametern som belyser fyllnadsvärdet och Stå står för andelen stärkelse i g/kg ts.

Tabell 27. Optimerade foderstater, system A.

Fodermedel	20 kg ECM	30 kg ECM	40 kg ECM	50 kg ECM
Korn, kärna		4,41	9,29	13,66
Unik 82	0,7			
Unik 05		2,67	4,41	6,26
Blandvall 1:a skörd	49,47	45,3	41,91	39,66

Tabell 28. Foderstatskontroll system A.

Foderstatskontroll	20 kg ECM	30 kg ECM	40 kg ECM	50 kg ECM
Opt. Kostnad kr/d	24,49	32,01	39,77	47,93
Ts-intag kg ts/d	15,5	19,8	24,6	29,4
Krf-intag kg ts/d	0,6	6,2	12	17,5
NEL tot MJ/d	101,9	133,2	166,4	197,9
NEL MJ/kg ts	6,59	6,73	6,77	6,74
NEL-bal %	100,2	100	101	101
AAT/NEL g/MJ	18,4	16,9	16,3	16,1
AAT-bal %	100,7	99,4	98,7	98,4
PBV g/kg ts	9	10	10	10
Fettsyr, g/kg ts	20	23	26	27
NDF g/kg ts	482	407	358	329
Vombelast g/g NDF	0,1	0,3	0,47	0,59
Stä g/kg ts	11	123	201	245
Tuggtid min/kg ts	65	50	40	35
FV tot FV	6,88	7,77	8,66	9,53
Ca g/kg ts	7,2	6,3	5,6	5,2
P g/kg ts	2,9	3,3	3,6	3,8
Mg g/kg ts	1,9	2	2,1	2,1

Tabell 29. Optimerade foderstater, system B.

Fodermedel	20 kg ECM	30 kg ECM	40 kg ECM	50 kg ECM
Korn, kärna	1,4	6,02	10,18	14,52
Unik 77	0,21			
Unik 05		1,65	3,5	5,16
Blandvall 1:a skörd	19,04	8,51	7,42	4,32
Blandvall, 3:e skörd	28,77	35,91	34,77	36,06

Tabell 30. Foderstatskontroll system B.

Foderstatskontroll	20 kg ECM	30 kg ECM	40 kg ECM	50 kg ECM
Opt. Kostnad kr/d	23,41	29,97	37,95	45,74
Ts-intag kg ts/d	15,8	20	24,6	29,3
Krf-intag kg ts/d	1,4	6,7	12	17,2
NEL tot MJ/d	102,7	133,2	164,7	195,9
NEL MJ/kg ts	6,52	6,65	6,69	6,68
NEL-bal %	101	100	100	100
AAT/NEL g/MJ	15,9	15	15	15
AAT-bal %	98	94,4	94,4	94,4
PBV g/kg ts	9	10	10	10
Fettsyr, g/kg ts	18	21	24	26
NDF g/kg ts	483	408	365	335
Vombelast g/g NDF	0,11	0,3	0,45	0,56
Stä g/kg ts	54	160	217	258
Tuggtid min/kg ts	66	52	43	37
FV tot FV	6,88	7,77	8,66	9,53
Ca g/kg ts	6,6	5,6	5,2	4,9
P g/kg ts	2,9	3,3	3,5	3,7
Mg g/kg ts	1,8	1,9	2	2

Tabell 31. Optimerade foderstater, system C.

Fodermedel	20 kg ECM	30 kg ECM	40 kg ECM	50 kg ECM
Korn, kärna		1,8	5,63	9,33
Unik 82	3,84			
Unik 05		6,78	9,18	11,74
EFFEKT MIDI ZN	0,36			
Blandvall 1:a skörd	41,71	43,7	41,02	38,76

Tabell 32. Foderstatskontroll system C.

Foderstatskontroll	20 kg ECM	30 kg ECM	40 kg ECM	50 kg ECM
Opt. Kostnad kr/d	34	41,2	50,33	60
Ts-intag kg ts/d	16,3	20,7	25,4	30,2
Krf-intag kg ts/d	3,8	7,6	13,1	18,6
NEL tot MJ/d	102,7	133,2	164,7	195,9
NEL MJ/kg ts	6,31	6,43	6,49	6,49
NEL-bal %	101	100	100	100
AAT/NEL g/MJ	19,4	18,8	18,5	18,5
AAT-bal %	101,2	100,7	100,6	100,6
PBV g/kg ts	9	10	10	10
Fettsyr, g/kg ts	31	32	33	35
NDF g/kg ts	468	430	383	351
Vombelast g/g NDF	0,12	0,19	0,32	0,42
Stä g/kg ts	14	63	130	173
Tuggtid min/kg ts	58	49	40	34
FV tot FV	6,59	7,77	8,66	9,53
Ca g/kg ts	10,1	7,7	7,1	6,7
P g/kg ts	5	3,7	3,9	4,1
Mg g/kg ts	5	2,6	2,6	2,6

Tabell 33. Autobalanserade foderstater, system A.

Fodermedel	20 kg ECM	30 kg ECM	40 kg ECM	50 kg ECM
Korn, kärna			2,38	3,62
Unik 82		0,05		
Unik 77		0,03		4,39
Unik 72		0,03	1,09	0,28
Unik 52			1,26	0,01
Unik 37			1,7	3,77
Unik 32	1,03	0,36		0,86
Unik12	0,04	0,02	3,47	1,1
Unik 07		6,85	1,7	2,16
Unik 05		0,85	1,82	2,71
EFFEKT MIDI CU		0,3		
EFFEKT MIDI ZN	0,41	0,1		
Blandvall 1:a skörd	48,34	24,39	23,28	39,44
Blandvall 2:a skörd		19,99	21,63	4,46

Tabell 34. Foderstatskontroll system A.

Foderstatskontroll	20 kg ECM	30 kg ECM	40 kg ECM	50 kg ECM
Opt. Kostnad kr/d	28,87	47,9	56,66	71,96
Ts-intag kg ts/d	15,9	21	25,4	29,9
Krf-intag kg ts/d	1,4	7,7	11,9	16,7
NEL tot MJ/d	102,7	133,8	164,7	195,9
NEL MJ/kg ts	6,48	6,37	6,49	6,55
NEL-bal %	101	100,4	100	100
AAT/NEL g/MJ	18,8	19,7	20	20,9
AAT-bal %	101,3	100,7	100,3	99,6
PBV g/kg ts	11	25	11	22
Fettsyr, g/kg ts	20	34	40	45
NDF g/kg ts	462	413	394	367
Vombelast g/g NDF	0,1	0,13	0,19	0,24
Stä g/kg ts	10	22	64	83
Tuggtid min/kg ts	62	45	39	33
FV tot FV	6,88	7,77	8,81	9,72
Ca g/kg ts	9,8	10,3	7,8	8,2
P g/kg ts	4,8	5,2	4	4,3
Mg g/kg ts	5	5	2,8	3

Tabell 35. Autobalanserade foderstater, system B.

Fodermedel	20 kg ECM	30 kg ECM	40 kg ECM	50 kg ECM
Korn, kärna		1,16		5,11
Unik 82	0,81	0,22	4,49	2,85
Unik 77	0,38	1,42		2,56
Unik 72	0,38	0,25		
Unik 52		0,53		0,01
Unik 37				1,66
Unik 32		0,85		1,03
Unik12				
Unik 07		1,36		2,45
Unik 05		2,34	10,06	4,62
EFFEKT MIDI CU	0,21	0,43		
EFFEKT MIDI ZN	0,21			
Blandvall 1:a skörd			10,5	17,25
Blandvall 2:a skörd		22,9	32,19	22,57
Blandvall 3:e skörd	48,36	21,73		0,62

Tabell 36 Foderstatskontroller system B.

Foderstatskontroll	20 kg ECM	30 kg ECM	40 kg ECM	50 kg ECM
Opt. Kostnad kr/d	30,28	46,67	63,2	70,33
Ts-intag kg ts/d	16,3	21	25,8	30,1
Krf-intag kg ts/d	1,8	7,6	12,9	18
NEL tot MJ/d	102,7	134,5	165,1	195,9
NEL MJ/kg ts	6,3	6,4	6,41	6,51
NEL-bal %	101	101	100,2	100
AAT/NEL g/MJ	15,2	18,6	21	20,5
AAT-bal %	95,8	101,2	99,7	100
PBV g/kg ts	31	25	38	22
Fettsyr, g/kg ts	23	34	45	44
NDF g/kg ts	477	408	387	356
Vombelast g/g NDF	0,01	0,13	0,14	0,29
Stä g/kg ts	12	46	25	107
Tuggtid min/kg ts	64	46	36	32
FV tot FV	6,88	7,79	8,66	9,55
Ca g/kg ts	9,8	9,9	9,1	7,9
P g/kg ts	4,9	5,2	4,2	4,3
Mg g/kg ts	5	5	3,2	3

Tabell 37. Autobalanserade foderstater, system C.

Fodermedel	20 kg ECM	30 kg ECM	40 kg ECM	50 kg ECM
Korn, kärna		1,69	0,01	2,31
Unik 82	3,84	2,94	0,5	0,17
Unik 77			1,17	0,04
Unik 72				0,04
Unik 52			0,77	0,05
Unik 37			1,09	
Unik 32			7,24	13,69
Unik12				0,06
Unik 07			2,56	1,37
Unik 05		5,36	0,25	1,03
EFFEKT MIDI CU	0,36	0,25	0,19	0,32
EFFEKT MIDI ZN		0,15	0,22	0,16
Blandvall 1:a skörd	41,71		43,3	40,14
Blandvall 2:a skörd		41,13		3,2

Tabell 38. Foderstatskontroller system C.

Foderstatskontroll	20 kg ECM	30 kg ECM	40 kg ECM	50 kg ECM
Opt. Kostnad kr/d	34,27	48,66	68,65	82,37
Ts-intag kg ts/d	16,3	21,6	25,5	30,1
Krf-intag kg ts/d	3,8	9,3	12,5	17,1
NEL tot MJ/d	102,7	134,5	164,7	195,9
NEL MJ/kg ts	6,31	6,23	6,46	6,5
NEL-bal %	101	101	100	100
AAT/NEL g/MJ	19,4	20,1	21,4	22,2
AAT-bal %	101,2	100,7	99,2	98,4
PBV g/kg ts	9	14	25	22
Fettsyr, g/kg ts	31	36	45	45
NDF g/kg ts	468	401	392	357
Vombelast g/g NDF	0,12	0,19	0,15	0,21
Stä g/kg ts	14	58	20	55
Tuggtid min/kg ts	58	44	40	35
FV tot FV	6,59	7,77	8,67	9,71
Ca g/kg ts	10,1	9,8	10,6	10,2
P g/kg ts	5	5,2	5,4	5,4
Mg g/kg ts	5	5	5	5

Skillnaden mellan systemen var tydlig i foderstatsberäkningarna. System C var dyrare än de andra och krävde mer och dyrare sorters kraftfoder än de andra två systemen med tidigare skördetidpunkter vid optimering. Att foderstaterna blev dyrare i system C visades också i de autobalanserade foderstaterna, men kraftfoderandelen var inte alltid större i system C. En klar skillnad syntes mellan de optimerade och autobalanserade foderstaterna, där de autobalanserade var klart dyrare. En illustration av priserna i de olika systemen ges i tabell 39 nedan, där foderkostnaden per dag i SEK för 50 kg ECM visas.

Tabell 39. Daglig foderkostnad för 50 kg ECM i de olika systemen.

	Optimerad	Autobalanserad
System A	47,93	71,96
System B	45,74	70,33
System C	60,00	82,37

Optimerade foderstater

Tuggningstiden påverkas av fodrets partikelstorlek och NDF-innehåll. En minimigräns i tuggningstid är 32 min/kg ts för stora mjölkkraser, vilket alla foderstater klarade. Kortast tuggningstid har foderstaterna för 50 kg ECM. Nivån 17,3 g AAT/NEL ger den teoretiskt maximala mjölkproteinproduktionen, att jämföra med miniminivån i NorFor som är satt till 15 g AAT/NEL. I de olika systemen ses att de lägsta nivåerna finns i system B och de högsta i system C, vilket ger en indikation på att det sker en överutfodring av protein i system C. Vombelastningstalet anger kvoten mellan lättlösligt socker och svårlöslig fiber. I NorFor är maxgränsen satt till 0,6 vilket alla foderstater klarade. I system C, 20 kg ECM nådde inte fyllnadsvärdet upp till miniminivån. Fyllnadsvärdet är ett mått på när kon är fylld- det vill säga mätt. Värdet påverkas av kons förmåga att äta och fodrets förmåga att fylla upp vommen. En förklaring är att grovfodret i system C är så fiberrikt att mer kraftfoder måste till för att klara energibehovet än i de andra systemen. Därför uppnås energibehovet innan kon uppnått fyllnadsvärdet.

Autobalanserade foderstater

Jämfört med de optimerade foderstaterna väljer foderstatsprogrammet att använda fler kraftfoder vid autobalansering. Det kan tyckas orealistiskt eftersom det på en gård inte är praktiskt med en mängd olika kraftfoder. Men för att jämföra foderstaterna vid optimering/autobalansering har samma förutsättningar använts. Liksom i de optimerade foderstaterna nås inte miniminivån för fyllnadsvärdet i system C, 20 kg ECM.

Ekonomisk värdering

Resultatet av den ekonomiska analysen visas nedan. Optimeringskostnaderna per ko och dag visas i tabell 40.

Tabell 40. Optimeringskostnad per ko och dag i de olika systemen.

System	20kg	30kg	40kg	50kg	Medel
System A	24,49	32,01	39,77	47,93	34,49
System B	23,41	29,97	37,95	45,74	32,75
System C	34,00	41,20	50,33	60,00	44,63

Resultatet av hur många kor som 100 ha vall i de olika systemen räcker till visas i tabell 41.

Tabell 41. Antal kor per 100 ha i de olika systemen.

<u>System</u>	<u>Antal kor per 100 ha</u>
System A	53
System B	69
System C	71

Resultatet av den ekonomiska värderingen visar att foderkostnaden per ko är avsevärt lägre i system A och B än i system C. Däremot räcker marken till flest kor i system C. Ur både ekonomisk och miljömässig synvinkel är det intressant att grovfodret i system A och B kompletteras med större andel hemmaproducerat kraftfoder i form av spannmål och mindre inköpt koncentrat jämfört med system C. Den reella kostnaden beror på hur mycket mark som finns tillgänglig samt kostnaden för att bruka den. Valet av skördesystem blir då en avvägning mellan kostnaden att bruka mark, hur tillgången och priset på mark är, samt kostnaden för kraftfoder. Även djurbesättningens storlek spelar in. Intressant är att system B kombinerar en låg optimeringskostnad per ko med ett högt antal kor per ha. System B är ett klart alternativ för brukare med begränsad marktillgång i kombination med höga kraftfoderpriser i de fall vinsten är större än kostnaden för att köra ut på marken för att bärga den tredje skörden. För att system B inte ska tappa i avkastning krävs det dock att vallarna inte ligger längre än tre år. Modellen för den ekonomiska värderingen är förenklad eftersom den beräknade marktåtgången inte tar hänsyn till de proportioner av 1:a, 2:a och 3:e skörd som går åt enligt foderstatsberäkningarna. I modellen jämförs endast totalåtgång med totalskörd. Ett annat sätt att göra den ekonomiska värderingen vore att titta på vilken skörd som är den begränsande faktorn, men i verkligheten anpassas ju också foderstaten efter hur mycket foder som finns tillgängligt av de olika skördarna. Att som här låta foderstatsprogrammet helt utan styrning fritt välja mängd från de tre skördarna är ju inte heller realistiskt.

Slutsats

- Högst avkastning hade treskördesystemet över tre vallår. En markant nedgång i avkastning under det tredje året tyder dock på att systemet kan ge problem med uthålligheten för vallen.
- Ensileringsstudien visade att den hygieniska statusen i ensilage med en stor mängd förna inte skiljde sig markant från ensilage utan stor mängd förna.
- Den botaniska sammansättningen pekar mot att system A behöll en högre klöverandel jämfört med system B och C över de tre vallåren.
- Foderstatsberäkningarna visade att ett skördesystem med tidigt skördat ensilage ger billigare foderstater med mindre andel kraftfoder.
- Den ekonomiska värderingen visade att system B kombinerar en låg optimeringskostnad för foderstaten med en hög avkastning på marken.

Tack

Till Kjell Martinsson och Lars Ericson för hjälp och lotsning genom detta distansprojekt.

Till alla på institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap för alla trevliga fikastunder.

Till Martin och Malin för mat och husrum.

Till min familj för stöd och uppmuntran genom hela projektet.

Till Anders, för all hjälp och allt tålamod.

Referenser

Litteratur

Andersson, S. 1984. Vallanläggning i norra Sverige. Grovfoder 1984:2.

Andersson, S. 1986. Hur förbättra fodrets proteinhalt? Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt 83, Uppsala 1986.

Anderson, S. 1989. Hög kvalitet på vallfoder. När måste man i så fall skörda olika typer av vallar? Rapport. Röbbäcksdalen meddelar 1989:9. Umeå.

- Andersson, S. 1997. Skördetidpunkt viktig för vallens övervintring. SLU, Fakta mark/växter nr 4. Uppsala
- Bernes, G. Hetta, M. Martinsson, K. 2008. Effects of harvest date of timothy (*Phleum pratense*) on its nutritive value, and on the voluntary silage intake and liveweight gain of lambs. Grass and forage science 63, 212-220.
- Bertilsson, J. Murphy, M. 2003. Effects of feeding clover silage on feed intake, milk production and digestion in dairy cows. Grass and forage science 58, 309-322.
- Castle, M. E. Watson, J.N. 1970. Silage and milk production, a comparison between grass silages made with and without formic acid. Journal of British grassland society 25, 65-70.
- Dewhurst, R.J. Fisher, W.J. Tweed, J.K.S. Wilkins, R.J. 2003. Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. Journal of dairy science 86, 2589-2611.
- Eriksson, H. 2006. Tillsatsmedel och skördeteknik påverkar ensilagens kvalitet. SLU, Nytt från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Husdjur nr. 2. Umeå.
- Ferris, C.P. Gordon, F.J. Patterson, D.C. Kilpatrick, D.J. Mayne, C.S. McCoy, M.A. 2001. The response of dairy cows of high genetic merit to increasing proportion of concentrate in the diet with a high and medium feed value silage. Journal of agricultural science, Cambridge 136, 319-329.
- Gustavsson, A-M. 1989. Kvävegödslingens och klöverns betydelse i vällen. Grovfoder 1989:1.
- Gustavsson, A-M. 1996. Virkning av klima og værforhold på næringsverdi i grovfôr- behov for høstetidsprognoser. FAG Info nr 2 1996. Kvithamardagene. Planteforsk.
- Halling, M. A. 1994. Övervintring av jordbruksgrödor. SLU, Fakta mark/växter nr 15. Uppsala
- Huhtanen, P. Khalili, H. Nousiainen, J.I. Rinne, M. Jakkola, S. Heikkilä, T. Nousiainen, J. 2002. Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. Livestock production science 73, 111-130.
- Huhtanen, P. Rinne, M. Nousiainen, J. 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry matter index. Animal 1, 758-770
- Huhtanen, P. Rinne, M. Nousiainen, J. 2008. Evaluation of concentrate factors affecting silage intake of dairy cows: a development of the relative total diet intake index. Animal 2:6, 942-953.
- Kuoppala, K. Rinne, M. Huhtanen, P. 2008. The effect of cutting time of grass silage in primary growth and regrowth and the interactions between silage quality and concentrate level on milk production of dairy cows. Livestock science 116,171-182.

- Landström, S. 1986. Försöken som underlag för skördetidsprognoser. Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt 83, Uppsala 1986.
- Lindgren, E. 1983. Nykalibrering av VOS-metoden för bestämning av energivärde hos vallfoder. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Stencil. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Martinsson, K. 2003. Hur utnyttjar vi grovfodret optimalt i utfodringen. Regional jordbrukskonferens i Umeå 26-27 november 2003. Röbbäcksdalen meddelar, 2:2003, s.45-48
- Mc Donald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. och Morgan, C.A. 2002. Animal Nutrition 6th edition. Pearson Education, Storbritannien.
- Nemby, P-E. 2005. Vallar. I: Ericson, L (red.). Norrländsk växtodling, 29-34. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå: Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap.
- Nesheim, L. 1994. Effects of grazing and cutting on grassland yield and sword composition. Grassland and society. Proc. of the 15th general meeting of the European Grassland Federation. P 185-189.
- Nilsdotter-Linde, N. 2001. Klöver och gräs i vallen- hur kan vi styra den botaniska sammansättningen? SLU, Fakta jordbruk nr 10. Uppsala.
- Nissinen, O. Hakkola, H. 1995. Effects of plant species and harvesting system on grassland production in northern Finland. Agricultural science in Finland Vol 4. 479-494.
- NorFor Projektgrupp, 2005-08. NorFor Plan – så här fungerar det nya fodervärderings-systemet!.
- Citerat från <http://www.norfor.info/articles.asp> 2008-05-12.
- Norrländsk växtodling, 2005. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå: Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Ericson, L (red.).
- Rinne, M. Jaakkola, S. Huhtanen, P. 1997 A. Grass maturity effects on cattle fed silage-based diets. 1. Organic matter digestion, rumen fermentation and nitrogen utilization. Animal feed science technology 60, 1-17.
- Rinne, M. Huhtanen, P. Jaakkola, S. 1997 B. Grass maturity effects on cattle fed silage-based diets. 2. Cell wall digestibility, digestion and passage kinetics. Animal feed science technology 67, 19-35.
- Rinne, M. Nykänen, A. 2000. Timing of primary growth harvest affects the yield and nutritive value of timothy-red clover mixtures. Agricultural and food science in Finland Vol 9, 121-134.
- Rinne, M. Huhtanen, P. Jaakola, S. 2002. Digestive processes of dairy cows fed silages harvested at four stages of grass maturity. Journal of animal science 80, 1986-1998.

- Spörndly, R. 2003. Fodertabeller för idisslare. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala: Institutionen för husdjurens utfodring och vård. *Rapport 257*. (red. R Spörndly).
- Stenberg, M. Nilsson-Linde, N. Tuveesson, M. 2001. Vit- och rödklöver i två- och treskördssystem. www.sveaforsoken.nu/mellansvenska/rapport2001.asp.
- Svanäng, K. Frankow-Lindberg, B. 1994. Vitklöver som slåtterväxt. SLU, Fakta mark/växter nr 6. 1994.
- Swensson, C. 2006. Ny fodervärdering för mjölkkor – Norfor – inte bara i Sverige utan även i Danmark, Norge och Island. Svensk Mjölk.
- Tuveesson, M. 1986. Skördetidsförsök med rödklöver-gräsvall. *Grovfoder*, 5 (2): 61-77.
- Tuveesson, M. 2001. Vall och bete. I: Fogelfors, H (red). Växtproduktion i jordbruket, 210-234. Borås. Natur och Kultur/LT:s förlag.
- Waldo, D.R. 1986. Symposium: forage utilization by the lactating cow. *Journal of dairy science* 69, 617-631.
- Wik, M. 1986. Art – kvävegödsling - skördetid. Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt 83, Uppsala 1986.

Personliga meddelanden

Hörnsten, J. Rådgivare på Svenska Husdjur. Östersund. 2009-08-12

Lindberg, H. Rådgivare på Svenska Husdjur. Föreläsning i NorFor. Östersund. 2009-03-30.