



Kvalitetsförändringar hos rajsvingelsorterna Hykor, Perun och Paulita under första skörd

Karl-Fredrik Olsson

Handledare: Prof Bodil Frankow Lindberg

EXAMENSARBETE, 30 hp, D-nivå

Institutionen för växtproduktionsekologi
Sveriges lantbruksuniversitet

Uppsala 2007

Innehållsförteckning

Förord	2
Sammanfattning	3
Abstract	4
Inledning	5
Artbeskrivning	6
Litteraturgenomgång	6
<i>Temperaturens och ljusets inverkan på näringsinnehållet.</i>	6
<i>Kvävegödslingens inverkan på näringsinnehållet</i>	7
<i>Förändring av fodervärde i blad och strå över tiden.</i>	8
<i>Förändring av fodervärde i förhållande till utvecklingsstadium.</i>	10
<i>Resultat från försök där Paulita, Hykor och Perun ingått</i>	12
Material och metoder	13
<i>Försöksplats</i>	13
<i>Väderdata</i>	13
<i>Växtmaterial</i>	13
<i>Provtagning</i>	13
<i>Analys</i>	14
-Kemisk analys	14
-Statistisk analys	15
Resultat	16
<i>Utvecklingsstadium</i>	16
<i>Avkastning av blad och strå per ytenhet</i>	16
<i>Beräknade analysvärden för hela grönmassan</i>	17
-Omsättbar energi	17
-Råprotein	17
-NDF	18
-iNDF	18
-Aska	19
<i>Analysvärden hos blad och strå</i>	19
-Förändring i omsättbar energi hos blad och strå	19
-Förändring i proteinhalt i blad och strå	20
-Förändring i innehållet av NDF hos blad och strå	21
-Förändring i innehållet av iNDF i blad och strå	21
-Förändring i askhalten i blad och strå	22
Diskussion	22
<i>Metoder</i>	22
<i>Blad- och stråavkastning per ytenhet</i>	25
<i>Fodervärdeskvaliteter i blad och strå</i>	25
<i>Bladandelens betydelse för energihalten</i>	26
<i>Uppskattning av utvecklingsstadium i fält</i>	26
<i>Slutsatser</i>	27
Litteraturförteckning	27
Personliga meddelanden	30
Internet	30
Bilaga 1	31

Förord

Syftet med mitt examensarbete var att bestämma vid vilket fenologiskt utvecklingsstadium som rajsvingelsorterna Hykor, Perun och Paulita ska skördas för att man ska få det högsta fodervärdet samt också att undersöka om beståndets bladandel går att använda för beräkning av energiinnehållet i gräsen. Försöket var förlagt till Rådde försöksstation utanför Borås. Initiativtagare till projektet var Johan Klingspor på Scandinavian Seed som även finansierade projektet.

Jag vill rikta ett stort tack till Johan Klingspor som gjort detta projekt möjligt. Jag vill även tacka all personal som jobbar med försöken på Rådde gård, för handledning i fält och för alla resurser som ställts till mitt förfogande.

Ett särskilt stort tack till min handledare Bodil Frankow Lindberg vid Institutionen för växtproduktionsekologi på SLU för all handledning under arbetets gång.

Jag vill även tacka Roland Svanberg på Analycen i Lidköping för all information och snabb analys av prover.

Jag vill även tacka min flickvän Anna Olsson som varit behjälplig med tips och råd under skrivarbetet och som också hjälpte till med skörden av försöket.

Sammanfattning

Bra grovfoderkvalitet är en förutsättning för att dagens mjölk- eller köttproduktion ska bli lönsam. Detta leder i sin tur till att arterna som odlas i vallen måste ge en hög skörd med ett högt näringsvärde. Det är därför intressant att undersöka kvaliteten hos de nya högavkastande rajsvinglarna (*Festulolium braunii* ((K.Rich.)A.Camus)) som börjat användas i svensk vallodling.

Syftet med projektet var dels att bestämma vid vilket fenologiskt utvecklingsstadium som de tre rajsvingelsorterna Paulita, Perun och Hykor ska sköras för att få det högsta fodervärdet. I studien ingick också att undersöka om beståndets bladandel gick att använda för skattning av energiinnehållet.

Provtagningen gjordes i parceller som ingick i ett sortförsök med engelskt rajgräs och olika rajsvinglar. Det fanns tre upprepningar av varje sort och från varje upprepning klipptes 4*3 dm² stora delprov. Provtagningen ägde rum den 25 maj, 2 juni och 7 juni 2007.

Utvecklingsstadiet bestämdes på två sätt. Först uppskattades utvecklingsstadiet i fält enligt en skala gjord av Tuvevsson 1985. En noggrannare bestämning av utvecklingsstadiet gjordes genom att 100 skott plockades ut ur den skördade biomassen och utvecklingsstadiet bestämdes sedan på dessa skott enligt en något modifierad skala. Från den skördade grönmassan plockades det även ut skott där blad och strå skiljdes åt. Bladen och stråna torkades och vägdes var för sig, för att blad/strå kvoten skulle kunna beräknas. Bladen och stråna analyserades med avseende på omsättbar energi, råprotein, NDF, iNDF och aska.

Resultaten visar att för Hykor, som är ett gräs där få skott utvecklas reproduktivt, stämde uppskattat utvecklingsstadium i fält dåligt överens med beståndets verkliga utvecklingsstadium. Detta gällde främst i senare utvecklingsstadier. De kemiska analyserna visade att energi- och proteinhalterna sjönk i takt med den fenologiska utvecklingen hos gräsen samt att NDF- och iNDF-halterna ökade i takt med den fenologiska utvecklingen. Av undersökningen framgår att Perun och Paulita senast bör sköras i utvecklingsstadiet begynnande axgång för att ha ett högt fodervärde. Hykor bör sköras tidigare än begynnande axgång för att ge ett bra fodervärde.

Undersökningen visade också att sortens genetiska bakgrund påverkade fodervärdet mer än bladandelen.

Abstract

Today, high-yielding leys of good quality are a must for Swedish dairy and beef enterprises if they are to become profitable. Thus, it is of interest to evaluate the quality of the recently released high-yielding *Festulolium* hybrids ((*Festulolium braunii* (K.Rich.) A.Camus). The aim of this project was to determine at what phenological stage three different *Festulolium* hybrids should be cut in order to get the highest nutritional value. The hybrids studied were Hykor, Perun and Paulita. In the study I also investigated if leaf proportion of the crop could be useful for predictions of the crop content of metabolizable energy.

The cultivars were grown in plots within a variety trial with ryegrasses. The trial was located at Rådde in the south-west of Sweden. Each cultivar was replicated three times. The studied cultivars were harvested at the 25th of May, 2nd and 7th of June. Four samples, each with an area of 0.03 m², were cut at ground level within each of the plots.

The phenological stage of the grasses was visually scored in the field. A detailed analysis of the phenological stage was also done in the lab on the basis of 100 randomly collected tillers. The same sample was thereafter separated into leaves and straw (including leaf sheaths), dried, weighed and analysed for metabolisable energy, protein, NDF, iNDF and ash contents.

The result showed that for Hykor the visually scored phenological stage agreed poorly with the results from the detailed analysis performed in the lab, especially at late reproductive stages. Perun and Paulita had a good agreement between the visually scored phenological stage and the detailed analysis.

The chemical analyses showed that energy and protein contents decreased and NDF and iNDF contents increased with the phenological development of the crop.

It was concluded that the two hybrids Perun and Paulita must be harvested at the beginning of heading in order to get a high nutritional value of the crop. The hybrid Hykor must be harvested before the phenological stage, beginning of heading, to get a high nutritional value. The study also shows that the genetical background of the hybrid affects the nutritional value more than leaf proportion does.

Inledning

Bra grovfoderkvalitet är en förutsättning för att dagens mjölk- eller köttproduktion ska bli lönsam. Definitionen av vad som är bra kvalitet beror dock på vilket djurslag som ska utfodras. En häst har inte samma höga krav på grovfodret som en högavkastande mjölkko. Den bästa vallen, ur en lantbrukares synpunkt, är en vall som ger hög avkastning med ett högt näringsinnehåll, och som samtidigt har en god uthållighet. För alla djurslag gäller att grovfodret ska ha en god hygienisk kvalitet och en bra smaklighet (Jafner 1991). För att en mjölkko skall klara av att hålla en hög avkastning krävs det att hon får i sig tillräckligt med näringsämnen. Det som avgör hur mycket näringsämnen djuret får i sig är dess konsumtionsförmåga och fodrets innehåll av näringsämnen (Martinsson 2003).

På senare år har nya högavkastande gräs kommit ut på marknaden bl a. hybrider mellan rajgräs och svinglar, sk. rajsvinglar (*Festulolium braunii* ((K. Rich.) A. Camus)). I rajsvinglarna har förädlarna velat kombinera svingelarternas hårdighet med rajgräsets snabba etableringsförmåga, goda återväxtförmåga samt höga smältbarhet (Halling 2005). De sorter som ingick i detta projekt var Paulita, Perun och Hykor.

Målet med mitt examensarbete var att (i) bestämma vid vilket morfologiskt utvecklingsstadium som varje sort ska sköras för att få det bästa fodervärdet samt (ii) undersöka om beståndets blad/stråkvot går att använda för beräkning av energiinnehållet. Hypotes (ii) grundas på att en hög bladandel förväntas medföra att vallfodret får en högre smältbarhet och därmed kan djuret tillgodogöra sig mer näringsämnen. Grässorterna studerades i renbestånd och avkastningen undersöktes inte eftersom fokus låg på kvaliteten hos sorterna. Den studerade tidsperioden sträckte sig över den tid som är normal skördetid för första skörd.

De variabler som analyserades i projektet är de som har störst betydelse vid bedömningen av ett grovfoders kvalitet. Variablerna, samt definitioner av dem, var följande:

Torrsubstanshalt: Torrsubstansen (ts) är det som blir kvar efter att allt vatten torkats bort från grönmassan.

Aska: Askhalten representerar den oorganiska delen av provet, det vill säga mineraler (Svanberg 2007).

Energi: Den del av energin som kan användas kallas omsättbar energi. För bestämning av den omsättbara energin i vallfodret utgår man ifrån fodrets smältbarhet (Martinsson, 2003). Ett bra energivärde på grovfodret till mjölkkor är $10,9 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ enligt (Spörndly 2007) och $>11 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ enligt (Martinsson, 2003).

Protein: Proteininnehållet i grovfodret är viktigt för djuren eftersom proteiner är uppbyggda av aminosyror och dessa är essentiella för djur. Aminosyror används för att underhålla befintlig vävnad och för att bygga upp ny vävnad (Lindberg, 1986). Rekommenderade halter av råprotein i grovfodret är $120\text{-}150 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ enligt (Spörndly 2007), och $130\text{-}160 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ enligt (Martinsson, 2003).

Fiber: Det mått som vanligtvis används på fiberinnehåll är NDF (neutral detergent fiber) I det nya fodervärderingssystemet NorFor är fiberinnehållet indelat i två fraktioner: totalt osmältbart NDF (iNDF), och potentiellt nedbrytbart NDF (NDF). Kunskap om fodrets innehåll av iNDF är viktigt för att kunna beräkna fodrets näringsvärde men har även betydelse för fodrets strukturvärde. Desto större del av fibern som består av iNDF desto svårare är det för kon att bryta ner fibern (Mehlqvist m.fl., 2005). Ett önskvärt fiberinnehåll i grovfoder är $480\text{-}550 \text{ g NDF kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ enligt (Spörndly, 2007) och $475\text{-}525 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ enligt (Martinsson, 2003).

Artbeskrivning



Figur 1. Rajsvingel *Festulolium braunii* ((K. Rich.)A. Camus)
Källa: Halling 2005

Det finns tre olika korsningar (hybrider) av rajsvingel: korsningar mellan italienskt rajgräs (*Lolium multiflorum* L.) och ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds.), korsningar mellan italienskt rajgräs och rörsvingel (*Festuca arundinacea* Schreb.) samt korsningar mellan ängssvingel och engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.). Rajsvingelsorternas egenskaper varierar med korsningsföräldrarna men generellt gäller att de är tidiga i utvecklingen och har mycket snabb återväxt, vilket gör att de passar bra i tresköresystem. Rajsvingeln är dessutom mycket konkurrenskraftig i beståndet (Larsson, m.fl. 2002). Med hybriderna vill förädlarna kombinera svingelarternas goda uthållighet, torktålighet och vinterhärdighet med rajgräsets goda kvalitetsegenskaper och höga avkastning (Deleuran 2005). Rajsvingel går bra att odla tillsammans med timotej, ängssvingel, rödklöver, vitklöver och ängsgröe (Halling 2005). I jämförelse med ängssvingel ger rajsvingeln en högre avkastning, men den har sämre uthållighet i vallen och rajsvingeln är mer köldkänslig, och kan därför bara odlas i södra Sverige (Halling 2005).

Litteraturgenomgång

Näringsinnehållet i gräs beror i hög grad på gräsets utvecklingsstadium och bladandel men även temperatur, tillgången på ljus och kvävegödning har stor betydelse (Johansson 1997).

Vallens botaniska sammansättning, skördemetod och lagring påverkar också grovfodrets näringsinnehåll men kommer inte att behandlas.

Temperatures och ljusets inverkan på näringsinnehållet

Dagslängd och temperatur är viktiga faktorer som styr den fenologiska utvecklingen hos växter. I växten finns hormoner som styr vilka processer som sker. Dessa hormoner styrs i sin tur till största delen av aktuell dagslängd; på så vis 'vet' växten vilken årstid det är och när det t ex är dags att börja växa på våren, inleda blomningsfasen etc. (Thorvaldsson 1987). Nyare studier har visat att växten mäter mörkerperiodens längd och inte dagslängden (Taiz et al 2002). Temperaturen kan även till viss del påverka växthormonerna och på så vis få växten att öka hastigheten alternativt dra ned på sin utvecklingsrytm (Taiz et al 2002). Torka kan också leda till att växtens utvecklingsrytm påskyndas (Taiz et al 2002).

Temperaturen påverkar hur snabbt gräsen går igenom de olika utvecklingsstadierna. Det har visat sig att optimal temperatur för vegetativ tillväxt vanligtvis är lägre än optimal temperatur för blomning (Smith et al 1985). Rüeegg & Nösberger (1977) utförde ett försök med ängssvingel där de höjde dagstemperaturen från 16 till 26° C när ängssvingeln befann sig i 3-bladsstadiet. Deras slutsats var att temperaturhöjningen halverade tiden från trebladsstadiet till blomningsstadiet. Rüeegg och Nösbergers (1977) undersökning visade också att ängssvingeln var som mest känslig för temperaturförändringar i stråskjutningsstadiet och i intervallet mellan tidig axgång och tidig blomning. Det finns även andra studier av Smith (1977), Thorvaldsson et al (1988) och Deinum et al (1988) som visar hur en ökning av temperaturen påskyndar gräsens mognadsförlopp samt minskar kolhydratinlagringen och smältbarheten. Enligt Smith (1977) är torrsubstans- och kolhydratsupplagringen för tempererade gräs som störst i intervallet 10 - 20°C. Orsaken till att kolhydratinlagringen minskar vid höga temperaturer beror på att respirationen ökar mer än fotosynteshastigheten. Detta innebär att över en viss temperatur räcker inte kolet som fixeras via fotosyntesen till för att ersätta det kol som förbrukas via respirationen. När detta inträffar används växtens kolhydratsreserver som kolkälla och växten förlorar energi (Taiz et al 2002). Anledningen till att biomassans smältbarhet sjunker vid höga temperaturer beror på att höga temperaturer påskyndar gräsen mognadsförlopp och ökar inlagringen av lignin i cellväggarna (Smith et al 1985).

Kvävegödslings inverkan på näringsinnehållet

Kväve ingår i råprotein och kvävegödslingen har därför stor betydelse för proteininnehållet i rena gräsvallar. Vallgräsen tar under tillväxtens början upp kväve från marken och hur mycket kväve som tas upp beror förutom på kvävegödslingen även på vattentillgång och jordart. För att gräset ska kunna ta upp kväve krävs det att det finns tillräckligt med vatten i marken. Hur mycket kväve som finns tillgängligt utöver gödslingen beror på jordartens kvävelevererande förmåga. I rena gräsvallar är kvävegödsling nödvändig för att få en hög avkastning (Kornher 1982). Proteinhalten ökar med stigande kvävegödsling men en sänkning av proteinhalten kan förekomma när avkastningsökningen är som störst (Kornher 1982). Det beror på att proteinet blir utspätt i den växande grönmassan. Råproteinhalten i en gräsplanta beror alltså på mängden upptaget kväve och dess produktion av biomassa (Jönsson 1987, Tuveesson 1993). Torka kan också leda till ett högre proteininnehåll eftersom torka leder till en lägre biomassa, och proteinet späds ut i en mindre biomassa (Thorvaldsson 1987).

Energiinnehållet i en gräsvall påverkas till ringa del av kvävetillgången (Tuveesson 1993). I en försöksserie som var förlagd till norra Sverige studerades hur avkastning och kvalitet hos en blandvall respektive en ren gräsvall kunde påverkades av olika kvävegivor (Gustavsson 1988). De olika kvävenivåerna var 0, 50, 150 och 300 kg N ha⁻¹ totalt på två skördar varav 0, 33, 100 och 200 kg N ha⁻¹ spreds till första skörden.

Tabell 1. Råproteininnehåll i första skörden av en gräsvall

Kvävegiva(kg ha ⁻¹)	0	33	100	200
Råprotein(g kg ⁻¹ ts ⁻¹)	61	59	84	120

Källa: Gustavsson 1988

I fröblandningen ingick timotej och ängssvingel. Av tabell 1 framgår att innehållet av smältbart råprotein är högre vid 0 kg N ha⁻¹ än vid 33 kg N ha⁻¹. Det beror troligtvis på att tillväxtökningen vid 33 kg N ha⁻¹ är så pass stor att proteininnehållet blivit utspätt. Det man också kan utläsa ur tabellen är att man måste upp i en kvävegiva på 200 kg N ha⁻¹ för att uppnå ett acceptabelt innehåll av råprotein i fodret om vallen endast består av gräs (Gustavsson 1988).

Förändring av fodervärde i blad och strå över tiden

Näringsvärdet i vallfodret beror även på andelen blad respektive strå som ingår i grönmassan, och näringsvärdet hos desamma (Bélanger & McQueen 1996). I tidiga utvecklingsstadierna har alla delar av gräsplantan en hög smältbarhet, men efter att plantan passerat stråskjutningsfasen sjunker näringsvärdet i blad och strå olika snabbt (Green et al 1971, Buxton & Marten 1989). Det finns många studier av olika gräsarter som visar att smältbarheten i strået sjunker fortare än i bladen (t ex Pritchard et al 1963; Terry & Tilley 1964; Mowat et al 1965; Hacker & Minson 1981; Wilmans & Altimimi 1982; Hides et al 1983; Buxton & Marten 1989; Sandersson & Wedin 1989; Johansson 1995; Hockensmith et al 1997). Den snabbare försämringen av stråets smältbarhet är en följd av att när växten närmar sig mognad ökar lignininlagringen i växten och mest lignin lagras in i strået (Odelien 1951). Hacker & Minson (1981) förklarar varför smältbarheten hos plantans olika delar skiljer sig åt med att varje del av växten har en viss uppgift, vilket medför att den innehåller speciella vävnader för respektive ändamål. Skillnaden i vävnadstyper gör att plantans olika delar skiljer sig kemiskt och fysikaliskt åt, vilket leder till att de får olika smältbarhet. Ligninet skyddar en del av cellulosan och hemicellulosan i cellväggen mot nedbrytning i djurmagen.

Med tiden förändras även växten morfologiskt; detta gäller särskilt förhållandet mellan blad och stam vilket i sin tur påverkar gräsets näringsvärde (Hedlund & Höglund 1983). I Odeliens (1951) undersökning av timotej visade han att vid en sen skördetidpunkt var bladandelen låg. Han kom även fram till att nedgången i bladandelen beror av att lignininlagringen i cellerna tilltar när växten utvecklas och att den mesta lignininlagringen sker i strået. Han visade också att fodervärdet i timotej är väl korrelerat till bladandelen i grödan. Olofsson (1962) visar i en undersökning av timotej, ängssvingel och engelskt rajgräs att bladandelen hos gräsen ökade fram till mitten på maj och hade då sitt maximala värde på 70-80% av biomassan. Därefter minskade bladandelen. Minskningen var störst hos ängssvingeln där bladandelen var knappt 30% i mitten av juni. Av Olofssons (1962) undersökning framgår också att fram till stråskjutningsfasen ökar bladandelen hos gräsen för att efter stråskjutningsfasen inträde minska med den fortsatta utvecklingen av skotten. Enligt en undersökning utförd av Gustavsson (2006) är bladtillväxten som störst i början av gräSENS utveckling. I slutet av stråskjutningsfasen, när gräsplantan har anlagt flaggblad, nybildas det inga blad, däremot fortsätter stjälken att växa. Nedgången i bladandel är därmed ett resultat av att allteftersom växten utvecklas kommer strået att utgöra en större andel. Pritchard et al (1963) fann i en undersökning av sex gräsarter att den snabbaste minskningen i smältbarheten började vid begynnande axgång. I diskussionen tar författarna upp stråets betydelse för hela plantans smältbarhet, och menar att detta har det största inflytandet på hela plantans smältbarhet. Det finns även andra undersökningar som visar att en hög bladandel hos gräsen vid tidpunkten för skörd leder till en hög smältbarhet hos fodret (Reid et al 1959; Åman & Lindgren 1983; Hockensmith et al 1997). Hockensmith et al (1997) visar att bladandelen sjunker hos gräs med ökande mognad men att det finns skillnader mellan olika gräsarter i hur fort bladandelen sjunker. Författarna beskriver också att minskningen i smältbarhet när gräsplantan närmar sig blomning är en följd av att innehållet av vattenlösliga kolhydrater och proteininnehållet minskar samt att fiberns smältbarhet minskar. Jönsson (1981) har också funnit att en hög bladandel i den skördade grönmassan är nära kopplat till hög proteinhalt. I kontrast till nu refererade undersökningar fann Mowat et al (1965) inget samband mellan bladandel och ökad smältbarhet hos timotej, hundäxing eller foderlosta. De fann också att råproteininnehållet i både blad och stjälek sjönk med ökande mognad hos gräsen. Minskningen var störst under tidiga stadier. Av denna undersökning framgår också att bladen hos gräs innehöll ungefär dubbelt så mycket protein som stjälken.

Av studier utförda av Hockensmith et al (1997) och Sanderson & Wedin (1989) framgår att innehållet av NDF i bladen är lägre än i strået samt att innehållet av NDF i strået ökar mest när gräsen närmar sig mognad. Johansson (1995) fann också i sin studie att NDF-halten tenderade stiga med tiden hos de undersökta gräsen men den kunde dock sjunka eller förbli konstant även i sena utvecklingsstadier.

I en studie av Johansson (1995) där åtta olika gräsarter och 13 sorter undersöktes ingick rajsvingelsorten Paulita. Hon fann att Paulita hade ett bra fodervärde även i sena utvecklingsstadier. Enligt hennes resultat bör Paulita skördas i begynnande axgång för att ge ett bra fodervärde.

Tabell 2. Kvalitet hos Paulita i några olika utvecklingsstadier

Datum	Utvecklingsstadium	Bladandel (%)*	Omsättbar energi (MJ kg ⁻¹ ts ⁻¹)			Smältbart råprotein (g kg ⁻¹ ts ⁻¹)			NDF (g kg ⁻¹ ts ⁻¹)		
			Blad	Strå	Tot.	Blad	Strå	Tot.	Blad	Strå	Tot.
05-24	51-55 (begynnande axgång)	36,4	11,2	11,1	11,1	93	27	51	421	502	473
06-08	59 (ax ur holk)	24,2	10,8	10,4	10,5	92	62	69	465	583	555
06-23	69 (blomning avslutad)	43,8	11,6	9,7	10,5	89	23	51	387	563	488

Källa: Johansson 1995 (NDF halterna i Johanssons undersökning är multiplicerade med 10 för att kunna uttryckas i enheten (g kg⁻¹ ts⁻¹) som är det vanligaste numera.)

*Kvoten biomassa blad av den totala biomassan

Av tabell 2 framgår att bladen innehöll mer omsättbar energi och smältbart råprotein samt en lägre halt NDF än strået under hela den studerade perioden. Vid utvecklingsstadierna 51-55 skilde det inte mycket i omsättbar energi mellan blad och strå men allt eftersom växten utvecklades blev skillnaden i omsättbar energi mellan dessa komponenter större. Den totala halten av omsättbar energi sjönk mest mellan stadierna 51-55 och stadium 59.

När det gäller halten smältbart råprotein sjönk halten något i bladfraktionen under den studerade perioden. Även i stråfraktionen var tendensen sjunkande sett över hela den studerade perioden, men dock med en ökad halt vid provtagningen den 8 juni. Bladen innehöll mer än dubbelt så mycket smältbart råprotein som stråna med undantag för provtagningen den 8 juni. Den totala råproteinhalten var dock relativt konstant under den studerade perioden.

När det gäller halten NDF var den generella trenden att den totala halten steg med senare skördetidpunkt. I bladfraktionen var den generella trenden att NDF-halten sjönk, medan halten NDF i stråfraktionen stiger med tiden.

Bladandelen i studien minskar från första provtagningen till den andra provtagningen men vid den tredje provtagningen hade bladandelen stigit till 43 %, vilket är i kontrast till annan forskning. Johanssons (1995) slutsats var att bladandel inte är ett bättre mått på fodervärde än tid. I nu refererade undersökning ingick dock inte några upprepningar.

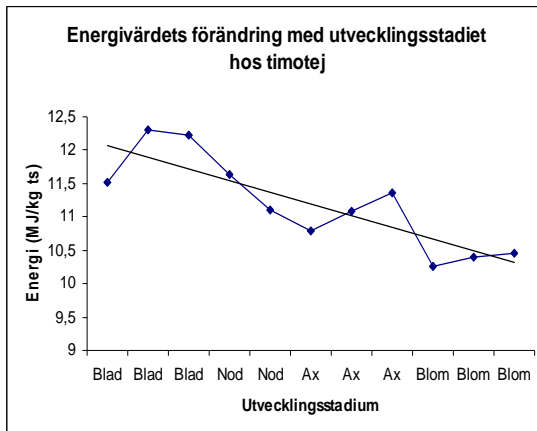
Förändring av fodervärde i förhållande till utvecklingsstadium

När man relaterar utvecklingsstadium till foderkvalitet utgår man från växtens morfologi. Växten förändras morfologiskt när den växer och utvecklas (fenologi), vilket medför att ett utvecklingsstadium kan beskrivas utifrån växtens morfologi (Hedlund & Höglund 1983). Gräsplantans näringsvärde och smältbarhet förändras också med den fenologiska utvecklingen. Varje del av växten är utformad för att utföra en speciell uppgift, vilket lett till att växtens olika organ består av olika vävnadstyper. Smältbarheten förändras genom att nya organ bildas och äldre organ förändras kemiskt (Hacker & Minson 1981).

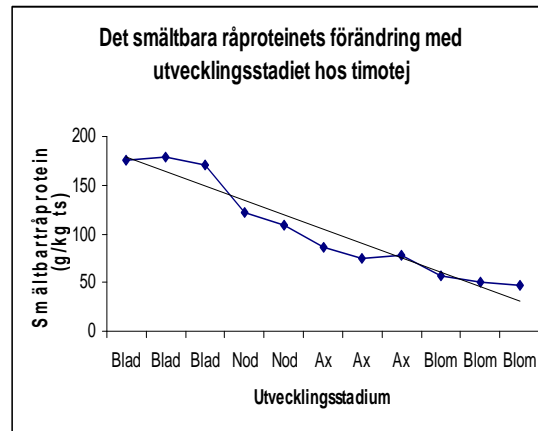
Fiberns smältbarhet är en av de viktigaste faktorerna som bestämmer näringsvärdet hos vallväxter (Gustavsson & Martinsson 2004). Fibrer måste bearbetas i djurets matsmältningsskanal, och de utgör också en energikälla för vommikroberna hos idisslare. Fiberinnehållet är därför även viktigt för att upprätthålla en god vomfunktion. Har växten kommit mycket långt i sin fenologiska utveckling är fibern till stor del lignifierad och därmed inte nedbrytbar för vommikroberna (Van Soest 1997). Skördetidpunkten av en vallgröda är därför viktig eftersom ju högre smältbarhet fodret har desto större del av idisslarens energibehov kan ett vallfoder tillgodose. Vallfoder är också en billig proteinkälla vilket gör att även sambandet mellan skördetidpunkt och innehållet av smältbart råprotein är intressant (Green et al 1971). Enligt Kushenov (2000) karakteriseras varje utvecklingsstadium av en viss metabolism vilket i sin tur påverkar växtens kemiska sammansättning och därmed också dess näringsinnehåll.

Genom att känna till näringsvärdet hos olika arter och sorter vid olika utvecklingsstadier blir det lättare att komponera fröblandningar där arter med likartad utvecklingsrytm ingår. Det blir också lättare att förutsäga den bästa skördetidpunkten för beståndet (Debska Kalinowska 1988). Winch et al (1970) anger att timotej och foderlosta bör skördas vid begynnande axgång eftersom detta ger den bästa kompromissen mellan en hög avkastning, hög smältbarhet och ett högt proteininnehåll. Halling (1995) undersökte fiberhalt och näringsinnehåll i ängssvingel, hundäxing och engelskt rajgräs. Han kom fram till att den bästa foderkvaliteten (hög energiinnehåll och lågt fiberinnehåll) infaller från stråskjutning fram till axgång för de undersökta gräsen. Försämringen av kvalitet med framskridande utvecklingsstadier är även artberoende. Halling (1995) visar i sin studie att engelskt rajgräs har en snabbare kvalitetsförsämring i jämförelse med hundäxing och ängssvingel, medan hundäxing uppvisade den långsammaste kvalitetsförsämringen med framskridande utvecklingsstadium. Det finns många undersökningar som visar att smältbarheten och näringsvärdet hos grönmassan sjunker när växten blir äldre och närmar sig mognad (t ex Phillips et al 1954; Pritchard et al 1963; Åman & Lindgren 1983; Hedlund & Höglund 1983; Fagerberg 1988; Sandersson & Wedin 1989; Buxton & Marten 1989; Johansson 1995; Rinne et al 1998; Vadi et al 2003; Arzani et al 2004). Pritchard et al (1963) kom fram till att smältbarheten hos sex vanliga gräsarter sjönk med i genomsnitt 0,5 % per dag från mitten av maj.

Hedlund & Höglund (1983) och Fagerberg (1988) anger att det finns ett starkt samband mellan beståndets viktade medelstadium och grönmassans kvalitet. Enligt Fagerberg (1988) sjönk råproteinhalten i juni månad med 0,19% per dag. Nedgången av råproteinhalt i enskilda utvecklingsstadier kunde dock avvika från den genomsnittliga beroende på när den snabbaste tillväxten inträffade. Fagerberg (1988) anger också att energihalten i timotej sjönk med i genomsnitt $0,05 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ per dag från början av maj till slutet av juni, dock med stora skillnader mellan åren.



Figur 2. Energihaltens förändring hos timotej
Källa: Hedlund & Höglund (1983)



Figur 3. Proteinhalten förändring hos timotej.
Källa: Hedlund & Höglund (1983)

Av figur 2 framgår att den generella trenden när det gäller förändringar i halten omsättbar energi hos timotej är att den minskar med framskridande fenologisk utveckling. De avvikelser som kan iaktas förklarar författarna med fluktuationer i temperaturen. Under kalla perioder i maj och juni ökade energiinnehållet och under varmare perioder sjönk det. Ökningen i energiinnehåll mellan den första och andra mätpunkten sker dock naturligt i växten. Av figur 3 framgår att samma generella trend även kan observeras när det gäller smältbart råprotein, men att denna är mindre känslig för fluktuationer i temperaturen. I en undersökning utförd av Thorvaldsson (1988) visar han att sambandet mellan den fenologiska utvecklingen hos timotej och näringsvärdet var starkare än sambandet mellan bladandel och näringsvärde. Han fann också att antalet dagar från tillväxtens start till skörd korrelerade väl med näringsvärdet. Buxton och Marten (1989) kom även de fram till att minskningen av grönmassans näringsvärde under våren är okänslig för fluktuationer i temperaturen och hastigheten av den morfologiska utvecklingen, utan är mer relaterad till grönmassans ålder. Deras undersökning visar också, precis som Debska- Kalinowska (1988), att antalet reproduktiva skott i beståndet har betydelse för smältbarheten på fodret, eftersom reproduktiva skott försämrats snabbare med avseende på smältbarhet jämfört med vegetativa skott. Likaså visar Rinne et al (1998) i en studie med ängssvingel och timotej att utvecklingsstadium vid skörd tydligt påverkar smältbarheten och den kemiska sammansättningen på fodret. I deras undersökning minskade smältbarheten på grönmassan med $4,5 \text{ g kg}^{-1} \text{ dag}^{-1}$, råproteinhalten med $2,7 \text{ g kg}^{-1} \text{ dag}^{-1}$ medan NDF- innehållet ökade med $8,3 \text{ g kg}^{-1} \text{ dag}^{-1}$. Grönmassan utfodrades i form av ensilage till mjölkkor vilka tydligt svarade på de olika fodrens smältbarhet. Mjölmängden ökade med 0,35 kg mjölk per dag när smältbarheten på fodret ökade med 10 g kg^{-1} organisk substans. I en studie av Vadi et al (2003) undersöktes ensilage som var skördat vid olika utvecklingsstadiet. I försöket ingick blandningar av enbart gräs, gräs + 50% klöver och gräs + 75% klöver. Bestånden skördades vid axgång, tidig blomning och full blomning. Resultatet visar att skördetidpunkten gav signifikanta effekter på grödans kemiska sammansättning. Från axgång till tidig blomning sjönk råproteinhalten med 2,9 % och smältbarheten med 12,9 % medan NDF- innehållet ökade med 9,3 %. I blandningar där klöver ingick minskade näringsvärdet långsammare. Arzani et al (2004) undersökte fem olika gräsarter och kom fram till att det fenologiska utvecklingsstadiet hade ett signifikant inflytande på foderkvaliteten. Deras undersökning visar också att foderkvaliteten även varierade inom olika utvecklingsstadiet eftersom smältbarheten förändras olika snabbt i olika delar av plantan. Av en undersökning utförd av Green et al (1971) framgår det också att det finns stora skillnader mellan år i smältbarhet vid begynnande axgång hos flera gräsarter. Enligt Gustavsson och Martinsson (2004) beror variationen i energivärde mellan år på att olika miljöfaktorer påverkar

smältbarhet och askhalt olika. Nedgången i smältbarhet (ökning av osmältbara fibrer) påverkas av temperaturen, dagslängden och strålning, medan askhalten påverkas av tillgången på växttillgängligt kväve och andra mineraler i marken samt markfuktighet och marktemperatur. Även Fagerberg (1988), Hedlund & Höglund (1983) och Simon & Park (1983) visar att enskilda utvecklingsstadier hos timotej inte kan kopplas till specifika kvalitetsegenskaper.

Resultat från försök där Paulita, Hykor och Perun ingått

Enligt Johansson (1995) bör rajsvingeln Paulita skördas vid begynnande axgång för att grönmassan ska ha ett bra fodervärde. Enligt samma undersökning kan endast engelskt rajgräs och hybridrajgräs skördas senare i axgångsstadiet med ett bibehållet bra fodervärde.

Tabell 3. Näringsvärde hos rajsvingelsorten Paulita skördad vid olika utvecklingsstadium året 1993 på Gälbo utanför Uppsala

Utvecklingsstadium		Omsättbar energi (MJ kg ⁻¹ ts ⁻¹)	Smältbart råprotein (g kg ⁻¹ ts ⁻¹)	NDF (g kg ⁻¹ ts ⁻¹)
51-55	Beg. axgång	11,1	51	473
59	Axet ur holk	10,5	69	555
69	Blomning avslutad	10,5	51	488

Källa: Johansson 1995

Av tabell 3 framgår att den högsta energihalten hos Paulita uppnåddes vid begynnande axgång men vid de två senare skördetillfällena låg energivärdet på samma, men en anmärkningsvärt hög nivå. När det gäller smältbart råprotein så är halten relativt konstant över den undersökta perioden. Halten smältbart råprotein är dock mycket låg i jämförelse med andra liknande försök och kan troligtvis förklaras med en låg kvävegiva. Vad gäller NDF- innehållet så är den generella trenden att halten ökar med ökat utvecklingsstadium. Även denna parameter visar ett högt värde vid utvecklingsstadium 59 som är svårt att förklara.

Tabell 4. Näringsvärde hos rajsvingelsorterna Hykor och Perun vid förstaskörd 2002 (Rådde)

Datum: 6 juni				
Sort	Bot.utv st.	Råprot. (g kg ⁻¹ ts ⁻¹)	Oms. energi (MJ kg ⁻¹ ts ⁻¹)	NDF (g kg ⁻¹ ts ⁻¹)
Hykor	5*	113	9,8	627
Perun	5	98	9,8	652

Källa: Opublicerade resultat ifrån Scandinavian Seeds

* En del av det axbärande strået är synligt mellan flaggblad och ax på minst halva antalet skott

I en studie utförd på Rådde hade Hykor högre råproteinhalt och lägre NDF-halt än Perun. Båda sorterna innehöll lika mycket energi. Skörden togs i ett ganska sent utvecklingsstadium vilket förklarar de höga NDF-halterna och de relativt låga energi- resp. proteininnehållen.

Material och metoder

Försöksplats

I undersökningen användes parceller som låg i ett sortförsök (R6-204 med ADB-nr 062859) med olika sorters rajgräs. Försöket var beläget på Rådde gård i Långhem några mil sydöst om Borås (57°36'00"N, 013°15'00"E). De sorter som undersöktes låg placerade i 13,5 m² stora parceller i ett blockförsök med tre upprepningar. Parcellerna var slumpmässigt fördelade inom blocken. Hushållningssällskapet i Sjuhärad var försöksvärd.

Försöket såddes den 26 maj 2005. Jordarten på platsen var en måttligt mullhaltig svagt lerig sandig morän. Förfrukt var vårraps. År 2007, som var det andra skördeåret, gödslades försöket den 17 april med 28 kg P ha⁻¹, 100 kg K ha⁻¹, 100kg N ha⁻¹ och 15 kg S ha⁻¹. Inga växtskyddsmedel applicerades.

Väderdata

Dygnsmedeltemperatur, nederbörd och solinstrålning från 20 maj till 10 juni 2007 presenteras i figurerna B och C i bilaga 1.

Under den studerade perioden föll det 18 mm regn. Dygnsmedeltemperaturen varierade mellan 12 och 15°C under perioden 20 maj till 3 juni. Därefter steg dygnsmedeltemperaturen gradvis upp till 22°C den 10 juni. Den generella trenden för solinstrålningen var att den ökade under den studerade perioden. Den 20 maj var dygnsmedelvärdet för solinstrålningen 120 W/m² och den 10 juni var den 200 W/m². En del dagar var dock solinstrålningen låg på grund av mulet väder.

Växtmaterial

De sorter som undersöktes är alla hybrider mellan italienskt rajgräs och ängssvingel eller rörsvingel. Sorterna presenteras i tabell 5. Sorterna valdes därför att de är relativt nya sorter som har tagits in till Sverige från Europa, och de har hittills visat sig vara konkurrens kraftiga i Sverige.

Tabell 5. De studerade sorternas korsningsföräldrar och ursprungsland.

Sort	Art	Korsningsföräldrar	Ursprungsland
Paulita	Rajsvingel	It rajgräs & ängssv	Tjeckien
Perun	Rajsvingel	It rajgräs & ängssv	Tjeckien
Hykor	Rajsvingel	It rajgräs & rörsv	Tjeckien *

Källa: Halling 2005

* Hykor är en dansk sort med tjeckiskt ursprung

Provtagning

Provtagning gjordes mellan kl. 8 till 12 den 25 maj, 2 juni och 7 juni 2007. För att proverna skulle representera hela rutan på ett rättvist sätt klipptes 3*4dm² stora delprov från varje parcell. Växtmaterialet klipptes så nära markytan som möjligt för att utvecklingsstadiet hos varje enskilt skott lättare skulle kunna bestämmas. Den klippta grönmassan vägdes parcellvis direkt efter att den klippts. Därefter togs ca 500g grönmassa ut för bestämning av torrsbstanshalten (ts). Proverna torkades i torkskåp i 55°C i 30 timmar innan de vägdes.

Därefter lades de in i torkskåpet igen och fick ligga där i ytterligare ca 5 timmar innan de vägdes ytterligare en gång.

Analys

Resten av grönmassan användes för bestämning av fenologiskt utvecklingsstadium. Detta gjordes på två sätt. Det dominerande utvecklingsstadiet bestämdes dels i fält enligt en graderingsskala framtagen av Tuvešson 1985 (fig.A, bilaga1). En noggrannare bestämning av aktuellt utvecklingsstadium utfördes också i laboratoriet med utgångspunkt från samma skala men något modifierad. Då bestämdes det högst uppnådda utvecklingsstadiet på varje skott. Anledningen till att en mer detaljerad skala inte användes vid laboratoriebestämningen berodde på att arbetsbelastningen under bearbetningen av materialet inte skulle bli för stor. Den klippta grönmassan blandades om och 100 skott plockades ut ur högen för bestämning av enskilda skotts utvecklingsstadium. För att undvika selektiv utplockning av skott plockades alla skotten från ena kanten av högen. I bestånden fanns flera utvecklingsstadier representerade vid varje provtagningstillfälle. Detta hanterades genom att skotten i varje utvecklingsstadium räknades och det dominerande utvecklingsstadiet bestämdes utifrån det stadium som hade flest antal skott. De 100 utplockade skotten samt en del av den resterande grönmassan delades därefter upp i två fraktioner: blad och strå. Bladen och stråna från varje sort torkades i torkskåp i 55°C i 30 timmar. Efter torkningen vägdes de olika fraktionerna för sig. Bladen och stråna maldes därefter var för sig på 1mm såll och skickades till kemisk analys. Blad/ strå kvoten bestämdes som kvoten mellan bladvikten respektive stråvikten och den totala vikten av blad + strå.

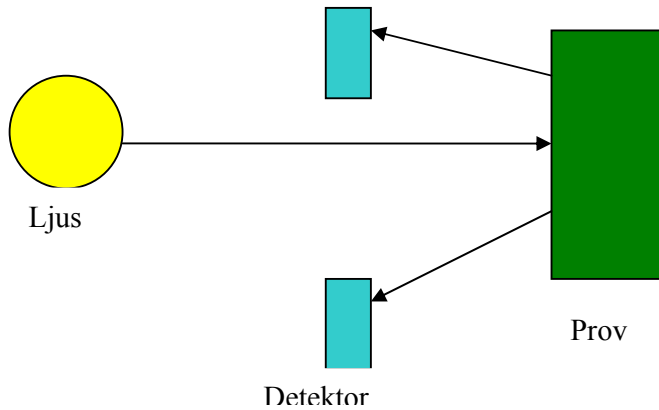
Kemisk analys

Alla prover skickades till Analycen i Lidköping för kemisk analys; totalt analyserade 63 prover. Alla prover analyserades med avseende på aska, energi (VOS), NDF, råprotein (NIR) och iNDF (NIR).

För bestämning av den omsättbara energin i vallfodret utgår man från fodrets smältbarhet. Med den så kallade VOS- metoden (vomvätskelöslig organisk substans), bestäms andelen av den organiska substansen som går i lösning. En smältbarhetskoefficient räknas fram vilken sätts in i en ekvation som ger den omsättbara energin (Spörndly 1999).

Vid bestämning av NDF-innehållet i ett prov används ungsmetoden. Det är en gravimetrisk metod som innebär att provet står med NDS-lösning (Neutral Detergent Solution) i 85°C över natten. Den olösliga resten (cellulosa, hemicellulosa och lignin) filtreras fram, torkas och vägs före och efter inaskning (Analycen 2007).

Råproteinhalten och iNDF- innehållet analyserades med NIR (Near Infrared Reflectance). NIR-spektrofotometern fungerar på så vis att ett prov beskjuts med ljus av olika våglängder (750-3 000 nm). En detektor registrerar sedan vilka våglängder som reflekteras (Hetta m.fl. 2007; se figur 4).



Figur 4. Schematisk bild över hur NIR- analysen fungerar
Källa: Hetta m.fl. 2007.

Provet som ska analyseras består vanligtvis av olika sorters molekyler som t.ex vatten och proteinmolekyler. Molekylernas speciella uppbyggnad av olika atomer gör att de får olika egenskaper och kan på så vis skiljas åt med NIR- analys. Under analysen mäter instrumentet antalet fotoner som absorberas vid en viss våglängd. Principen för NIR- analys bygger på att antalet absorberade fotoner är proportionellt mot mängden av molekylen i provet (Analytical Spectral Devices Inc 2005). En foton är en ljuspartikel som bildas på grund av att en atom träffas av energi och en elektron knuffas längre ut ifrån kärnan. När elektronen sedan faller tillbaka skickas en foton ut (Sjöberg & Ekstig 2001). För att få ett bra resultat ifrån NIR- analysen krävs det att NIR-spektrofotometern är rätt kalibrerad för produkten. Kalibreringen bygger på att tillräckligt många referensanalyser har utförts på liknande material (Analytical Spectral Devices Inc 2005).

För att mina resultat (där blad och strå analyserats var för sig) ska kunna jämföras med litteraturuppgifter om hela grödans kvalitet (dvs då blad och strå har analyserats tillsammans), beräknades även kvaliteten på hela grönmassan. För att kontrollera om beräkningarna gav realistiska resultat analyserades även några referensprover där både blad och strå ingick. Referensproverna togs från den grönmassa som använts för bestämning av torrsubstansen. Dessa prover togs enbart från block två.

Statistisk analys

Materialet bearbetades med statistikprogrammet minitab med följande modell:

$$(y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + (\beta\gamma)_{jk} + \varepsilon_{ijk})$$

α_i = Skördetillfälle

β_j = Sort

γ_k = Block

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Skördetillfälle*Sort

$(\beta\gamma)_{jk}$ = Sort*Block

ε_{ijk} = Error

Samspelet mellan Skördetillfälle* Block testades också men togs bort ur modellen eftersom det inte var signifikant.

Resultat

Utvecklingsstadium

I Bilaga 1 finns en fullständig redovisning (Figurerna D–L) över hur utvecklingsstadiet hos de 100 utplockade skotten från varje sort och skördetillfälle fördelade sig över utvecklingsskalan.

Av materialet framgår att antalet skott som blir reproduktiva under perioden för en normal första skörd kan variera mycket mellan sorterna. Hos Hykor gick enbart ca 30 % av skotten i ax, medan det för Perun var ca 70%, och hos Paulita ca 80% av skotten som gick i ax. De skott som inte kommit längre än utvecklingsstadium 2 den 7 juni definierades som vegetativa.

Av diagrammen framgår också att de flesta skott som blev reproduktiva uppvisade ett högre utvecklingsstadium vid senare skördetillfällen. Detta är särskilt tydligt hos Hykor.

Det är viktigt att notera att det hos alla sorter fanns flera utvecklingsstadier representerade samtidigt vid varje enskilt skördetillfälle under försöksperioden.

Tabell 6. Dominerande utvecklingsstadium bestämt utifrån 100 avklippta skott (a), andelen (%) skott som uppnått detta stadium (b), samt det uppskattade utvecklingsstadiet i fält (c)

	Hykor			Perun			Paulita		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Skörd 1	1	90	3	2	50	2-3*	1	50	3
Skörd 2	1	90	4	2	40	3-4**	2	30	3-4**
Skörd 3	1	70	5	4	40	4***	4	55	4***

Det dominerade utvecklingsstadiet och dess procentandel är avlästa i figurerna D-L i bilaga 1.

Det dominerande utvecklingsstadiet bestämdes av det utvecklingsstadium som hade högst procentandel.

* Betyder att sorten i fråga bedömdes som 2 i något block och som 3 i något annat block.

** Betyder att sorten i fråga bedömdes som 3 i något block och som 4 i något annat block.

*** Betyder att gräsen var långt gångna i den fenologiska utvecklingen

Avkastning av blad och strå per ytenhet

I figurerna M och N i bilaga 1 visas hur bladvikten och stråvikten förändras för de tre studerade sorterna över den undersökta perioden. Det som generellt kan utläsas ur figurerna är att bladvikten minskade ($P < 0,001$) och stråvikten ökade ($P < 0,001$) ju senare skörden utförts. Det är intressant att notera att mönstret för Hykor avviker från de andra två sorterna, vilka i sin tur uppvisar mycket likartade mönster. Bladvikten hos Hykor sjönk från 5 500 kg ha⁻¹ vid första skördetillfället till 4 000 kg ha⁻¹ vid tredje och sista skördetillfället vilket innebär att en del blad hade dött, medan stråvikten ökade från 2 000 kg ha⁻¹ vid första skördetillfället till 10 000 kg ha⁻¹ vid sista skördetillfället. Perun och Paulita låg mycket nära varandra i både blad och stråvikt. Hos dessa sorter sjönk bladvikten från 2 700 kg ha⁻¹ till ca 1 000 kg ha⁻¹ vid sista provtagningen. Stråvikten hos Perun låg lite lägre än hos Paulita under hela den undersökta perioden. Denna ökade från 4 000/4 500 kg ha⁻¹ vid första skördetillfället till 13 000/16 000 kg ha⁻¹ vid sista provtagningen.

Det fanns en signifikant skillnad i bladvikt mellan sorterna, och det var Hykor som avvek från Perun och Paulita ($P < 0,001$), vilka sinsemellan inte var statistiskt särskilda ($P = 0,618$).

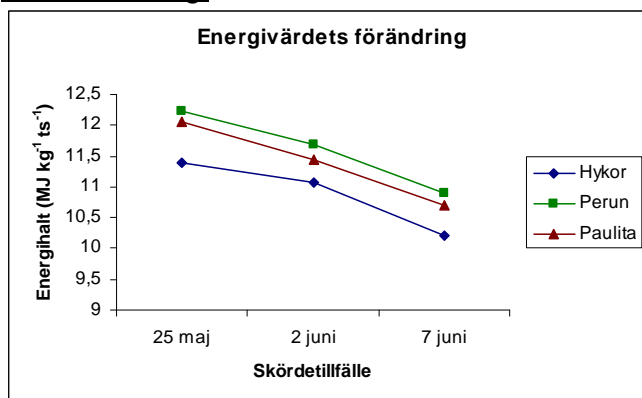
När det gäller stråvikten fanns det ett signifikant samspel mellan skördetillfälle och sort ($P = 0,006$). Medan stråvikten hos både Perun och Paulita ökade med tiden, så var den oförändrad hos Hykor från det första till det andra skördetillfället. Analysen visar också att det

fanns signifikant skillnad i stråvikt mellan alla tre sorterna vid alla tre skördetillfällena ($P < 0,001$).

Beräknade analysvärden för hela grönmassan

Värdena för de olika parametrarna nedan är framräknade utifrån de analyserade värdena på blad och strå.

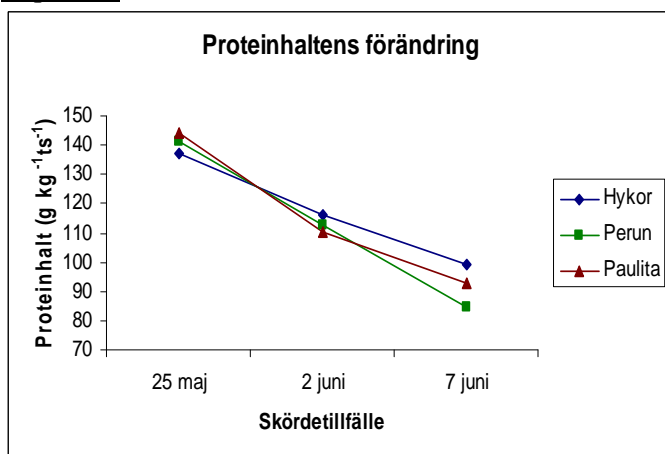
Omsättbar energi



Figur 5. Förändring i omsättbar energi över tiden

Energihalten minskade hos alla sorter i takt med att den fenologiska utvecklingen framskred ($P < 0,001$, Fig. 5), och det fanns inget samspel mellan sort och skördetidpunkt. Det är intressant att notera att Hykor låg signifikant lägre ($P < 0,003$) än både Perun och Paulita vilka i sin tur inte var signifikant skilda från varandra. Under provtagningsperioden på två veckor minskade energihalten hos alla tre sorterna med 1,2 – 1,3 MJ kg⁻¹ ts⁻¹.

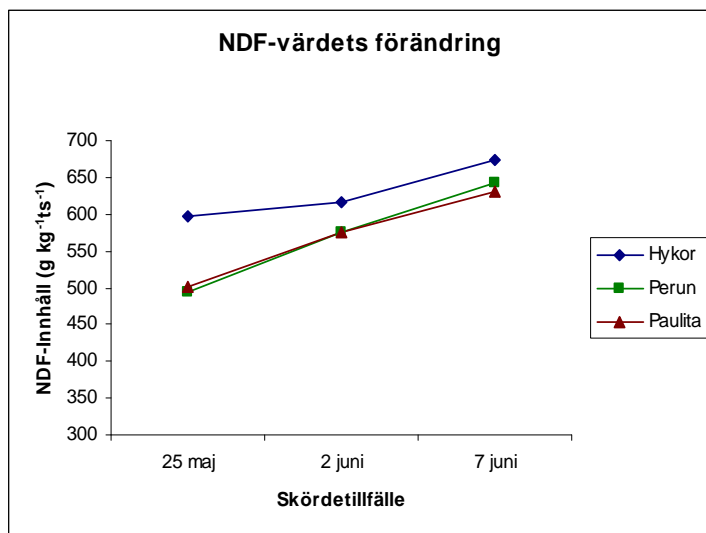
Råprotein



Figur 6. Förändring i halten råprotein över tiden

Halten av råprotein minskade hos alla sorter i takt med att den fenologiska utvecklingen framskred ($P < 0,001$, Fig. 6). Hos alla tre sorterna minskade råproteinhalten med ca. 40g råprotein kg⁻¹ ts⁻¹ under den studerade tvåveckorsperioden.

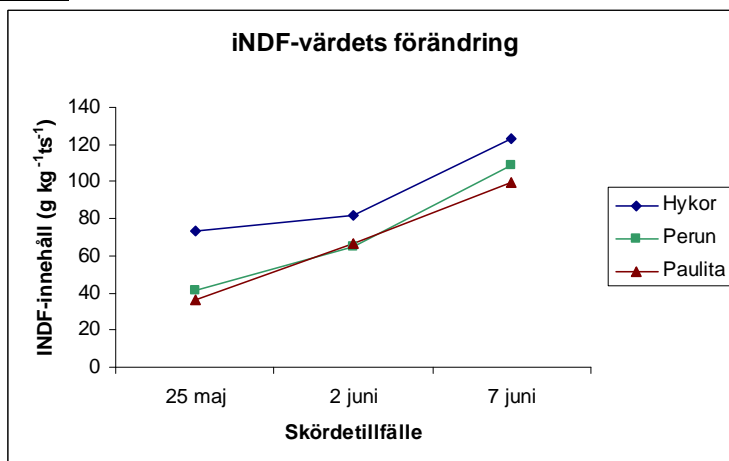
NDF



Figur 7. NDF-haltens förändring över tiden

NDF- innehållet ökade hos alla sorter i takt med att den fenologiska utvecklingen framskred ($P < 0,001$, Fig. 7), och det fanns inget samspel mellan sort och skördetidpunkt. Det är intressant att lägga märke till att Hykor låg signifikant högre ($P < 0,001$) än Perun och Paulita vilka i sin tur inte var signifikant skilda från varandra. Under provtagningsperioden ökade NDF-innehållet med ca $100\text{--}130\text{ g NDF kg}^{-1}\text{ ts}^{-1}$ hos alla tre sorterna varav Perun och Paulita ökade mest i NDF-halt.

iNDF



Figur 8. iNDF-haltens förändring över tiden

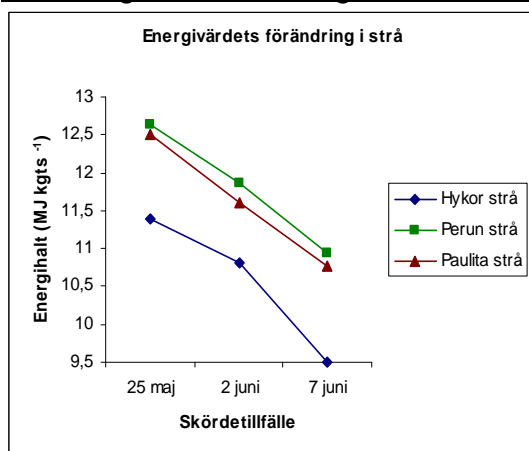
iNDF-innehållet ökade hos alla tre sorterna i takt med att den fenologiska utvecklingen framskred ($P < 0,001$, Fig 8) och det fanns signifikant samspel mellan skördetillfälle och sort. Det är intressant att lägga märke till att Hykor låg signifikant högre ($P < 0,001$) än Perun och Paulita vilka i sin tur inte var signifikant skilda från varandra. Under provtagningsperioden på två veckor ökade iNDF-halten hos alla tre sorterna med $50\text{--}80\text{ g kg}^{-1}\text{ ts}^{-1}$. Perun och Paulita ökade mest i iNDF-halt under den undersökta perioden.

Aska

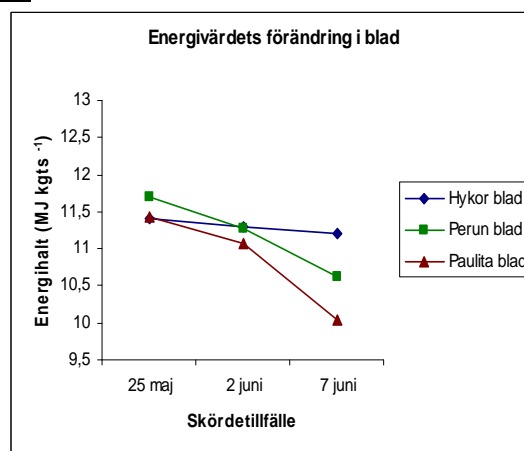
Askhalten sjönk hos alla tre sorterna i takt med att den fenologiska utvecklingen framskred ($P < 0,001$, Fig.Q, bilaga 1) och det fanns inget signifikant samspel mellan skördetidpunkt och sort. Ingen skillnad i askhalt kunde påvisas mellan sorterna. Vid den första provtagningen den 25 maj innehöll samtliga sorter ca $90 \text{ g aska kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ för att vid den tredje provtagningen den 7 juni innehålla ca $70 \text{ g aska kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$.

Analysvärden hos blad och strå

Förändring i omsättbar energi hos blad och strå



Figur 9a. Energivärdets förändring i strået



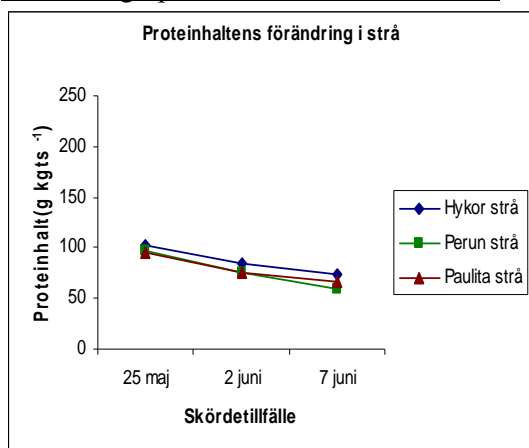
Figur 9b. Energivärdets förändring i bladen

Energihalten i strået minskade hos alla sorter i takt med att den fenologiska utvecklingen framskred ($P < 0,001$, Fig 9a.) och det fanns inget samspel mellan skördetidpunkt och sort. Det är intressant att notera att Hykor låg signifikant lägre ($P < 0,001$) än Perun och Paulita vilka inte var signifikant skilda ifrån varandra. Under provtagningsperioden på två veckor minskade energihalten i strået hos alla tre sorterna med mellan $1,5\text{-}2 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$.

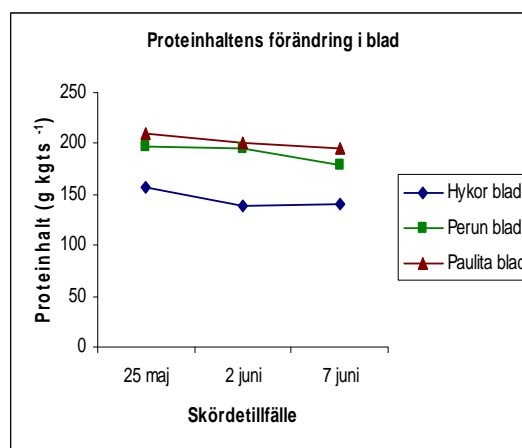
Energihalten i bladet minskade signifikant hos alla sorter mellan andra och tredje provtagningstillfället ($P < 0,01$; Fig 9b). Energihalten i bladen minskade med mellan $0,2\text{-}1,4 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ under den studerade tvåveckorsperioden. Energihalten i Hykors blad sjönk minst och Paulitas blad sjönk mest ($P = 0,09$).

Av figur 9 framgår att stråna hade ett högre eller lika högt energiinnehåll som bladen vid det första skördetillfället. För sorterna Paulita och Perun låg stråna högre än bladen i energihalt under hela den undersökta perioden. Hykor däremot hade lägre energihalt i strået än i bladet efter det andra provtagningstillfället.

Förändring i proteinhalt hos blad och strå



Figur 10a. Proteinhaltens förändring i strået



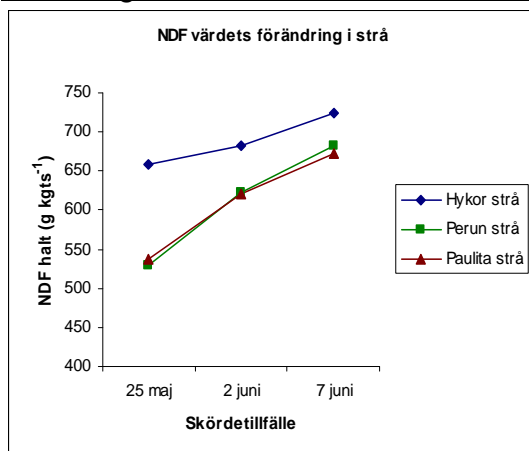
Figur 10 b. Proteinhaltens förändring i bladen

Halten av råprotein i strået minskade hos alla sorter i takt med att den fenologiska utvecklingen framskred ($P < 0,001$, Fig 10a). Det är intressant att notera att Hykor låg signifikant högre i råproteinhalt i strået ($P < 0,001$) än Perun och Paulita vilka i sin tur inte var signifikant skilda ifrån varandra. Under provtagningsperioden minskade råproteinhalten hos alla tre sorterna med ca $30 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$.

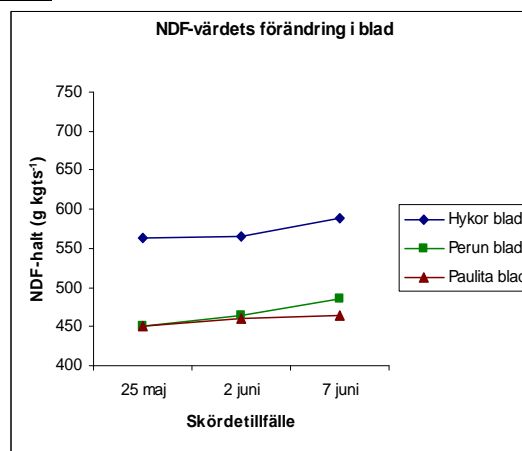
Råproteinhalten i bladfraktionen minskade också hos alla sorter i takt med att den fenologiska utvecklingen framskred ($P < 0,001$ Fig 10b). Hykor hade en signifikant lägre råproteinhalt än Paulita och Perun, vilka i sin tur inte var signifikant skilda från varandra. Under provtagningsperioden minskade råproteinhalten hos alla tre sorterna med ca $20 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$.

Av figur 10 framgår att proteinhalten i bladfraktionen var högre än i stråfraktionen och att proteinhalten i stråfraktionen sjönk snabbare än i bladfraktionen.

Förändring i innehållet av NDF hos blad och strå.



Figur 11a NDF-haltens förändring i strået



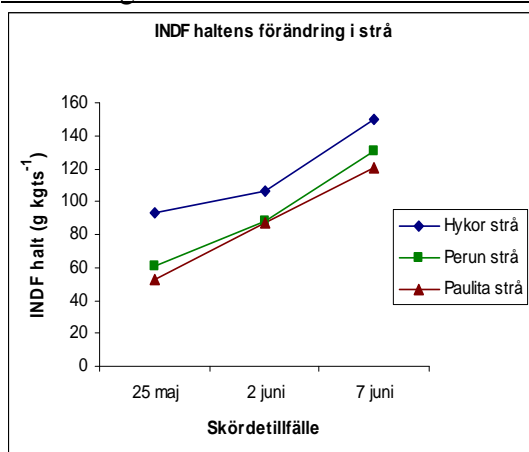
Figur 11b NDF-haltens förändring i bladen

Innehållet av NDF i strået ökade hos alla sorter i takt med att den fenologiska utvecklingen framskred ($P < 0,001$, Fig 11a) och det fanns ett signifikant samspel mellan skördetidpunkt och sort. Det som är intressant att notera är att Hykor låg signifikant högre ($P < 0,001$) än Perun och Paulita vilka i sin tur inte var signifikant skilda ifrån varandra. Under provtagningsperioden ökade NDF-halten i strået mellan $70 - 120 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$, Perun och Paulita ökade mest.

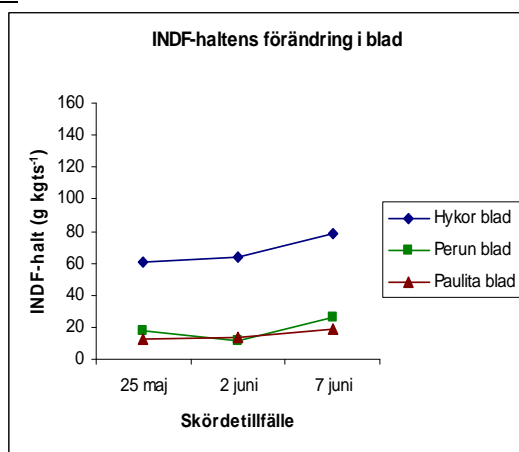
NDF innehållet i bladfraktionen ökade hos alla sorter i takt med att den fenologiska utvecklingen framskred ($P < 0,05$, Fig 11b). Det som är intressant att lägga märke till är att Hykor låg signifikant högre ($P < 0,001$) än både Perun och Paulita vilka i sin tur inte var signifikant skilda ifrån varandra. Under provtagningsperioden ökade NDF-halten i bladfraktionen mellan $15-30 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$.

Av figur 11 framgår det att NDF-halten generellt låg högre i stråna än i bladen och att strået ökade mer än bladen i NDF-halt.

Förändring i innehållet av iNDF i blad och strå



Figur 12a. iNDF-haltens förändring i strået



Figur 12b. iNDF-haltens förändring i bladen

iNDF-innehållet i strået ökade hos alla sorter i takt med att den fenologiska utvecklingen framskred ($P < 0,001$, Fig 12a). Det som är intressant är att alla sorterna skiljer sig signifikant ifrån varandra. Under provtagningsperioden ökade iNDF-halten i strået mellan $60 - 70 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$, och Perun och Paulita ökade mest.

iNDF innehållet i bladfraktionen ökade hos alla sorter mellan den andra och tredje provtagningsstidpunkten ($P < 0,001$, Fig 12b) och det fanns inget signifikant samspel mellan sort och skördetidpunkt. Det som är intressant att lägga märke till är att Hykor låg signifikant högre ($P < 0,001$) än både Perun och Paulita vilka i sin tur inte var signifikant skilda från varandra. Under provtagningsperioden ökade iNDF-halten i bladfraktionen mellan $6-17 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$, varav Hykor ökade mest.

Av figur 12 framgår att iNDF-halten i stråna var högre än i respektive sorts blad och att iNDF halten i stråna steg mer än i bladen under perioden.

Förändring i askhalten i blad och strå

Askhalten i strået sjönk hos de undersökta sorterna i takt med att den fenologiska utvecklingen framskred ($P < 0,001$, fig. P, bilaga 1) och det fanns inga signifikanta skillnader mellan sorterna.

Askhalten i strået sjönk under den undersökta perioden med nästan $25 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ för alla sorterna.

Askhalten i bladfraktionen steg hos Perun och Paulita och sjönk hos Hykor ($P < 0,05$, fig. O bilaga 1), under den studerade perioden. Askhalten i Perun och Paulitas blad ökade med ca $15 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ under den undersökta perioden medan askhalten i Hykors blad sjönk med ca $5 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ under samma period.

Av figurerna O och P i bilaga 1 kan man också utläsa att askhalten i bladen var högre än askhalten i strået.

Diskussion

Det har varit mycket intressant att kvalitetsmässigt jämföra de nya rajsvinglarna Hykor och Perun med den äldre rajsvingeln Paulita. En intressant fråga för framtida forskning är att jämföra hybriderna med korsningsföräldrarna för att se om hybriderna har en bättre eller sämre kvalitet vid jämförbara utvecklingsstadier. Framför allt vore det intressant att jämföra Hykor, som är en korsning mellan ängssvingel och rörsvingel, med rörsvingel. Enligt Halling (2005) försämras rörsvingelns näringsvärde snabbt i samband med axgång och den har ofta ett lägre protein- och energiinnehåll än ängssvingeln.

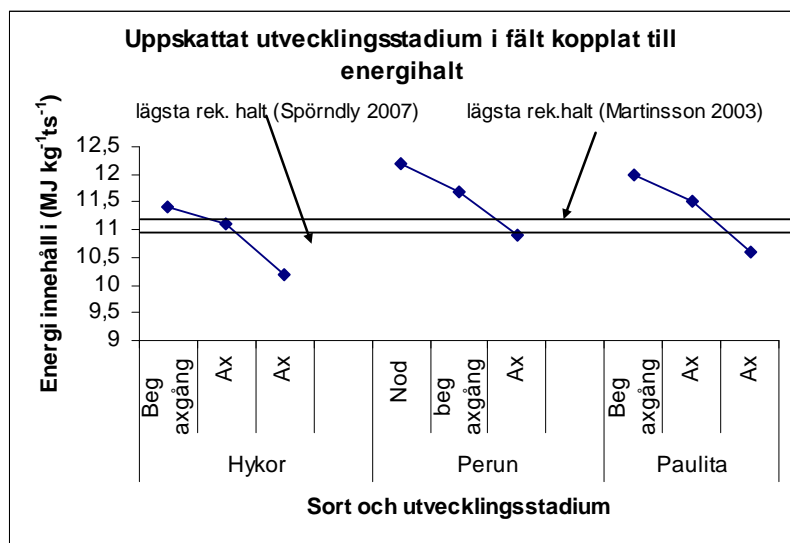
Metoder

Protein- och iNDF-analyserna utfördes med NIR teknik. Detta innebär att en viss osäkerhet kan förekomma i dessa värden, eftersom NIR-spektrofotometern måste vara rätt kalibrerad för att ge tillförlitliga värden. Eftersom det inte har gjorts så många iNDF-analyser med NIR ännu är osäkerheten i dessa värden störst.

De redovisade värdena för energi, protein, NDF och iNDF hos hela grödan har beräknats utifrån de analyserade värdena på blad resp. strå vilka kan tänkas skilja sig ifrån värden där blad och strå hade analyserats tillsammans. Ytterliggare en aspekt att ta hänsyn till i detta avseende är stubbhöjden. Växtematerialet i försöket klipptes så nära markytan som möjligt vilket kan ha medfört att provets sammansättning skiljer sig från gräs som är slaget med slåttermaskin. Strået under slåttermaskinens stubbhöjd är äldre och mer lignifierat än övrig biomassa och har därmed lägre smältbarhet. Detta skulle kunna innebära att värdena från denna undersökning är högre med avseende på NDF och iNDF samt lägre med avseende på omsättbar energi än värden från undersökningar där grönmassan har skördats med en viss stubbhöjd.

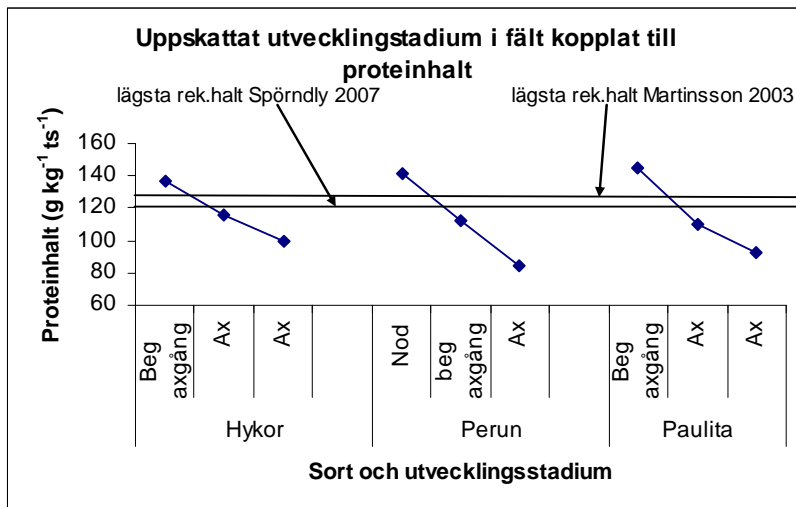
När utvecklingsstadiet på gräs bestäms i fält finns det flera utvecklingsstadier representerade samtidigt i beståndet. Enligt Tuveßsons skala får ett utvecklingsstadium representera hela beståndet och för exempelvis stadium 3 beskrivs bara beståndets frontlinje. Detta sätt att gradera säger inte mycket om beståndet i övrigt. Dessa resultat kan jämföras med den objektiva metoden som också används i detta arbete. Det framgår då att för Hykor stämde uppskattningen av utvecklingsstadiet i fält och den noggrannare bestämningen via analys av enskilda skott dåligt överens. Detta gäller särskilt för senare stadier där mycket av grönmassan hos Hykor fortfarande dominerades av blad. För sorterna Perun och Paulita var överensstämmelsen bra. Min slutsats är att vid bedömning av utvecklingsstadium i fält

överskattas ofta utvecklingsstadiet på gräs där få skott utvecklas reproduktivt eftersom de vegetativa skotten är mindre synliga. Johansson (1995) kommer också fram till att bedömning av utvecklingsstadiet i fält enligt Tu vessons skala kan ge osäkra resultat om utvecklingsstadierna är svåra att upptäcka, som t.ex i stråskjutningsfasen. Fagerberg (1988) skriver att problemet vid praktiskt bruk av utvecklingsstadiet är att de mest utvecklade plantorna blir överrepresenterade och att ingen hänsyn tas till fördelningen av plantor och skott i olika stadium. Trots nu nämnda reservationer med avseende på bedömning av energi- och proteinhaltens samband med det observerade utvecklingsstadiet valde jag ändå att presentera sådana samband eftersom det är vad som är enklast att använda i praktiskt bruk.



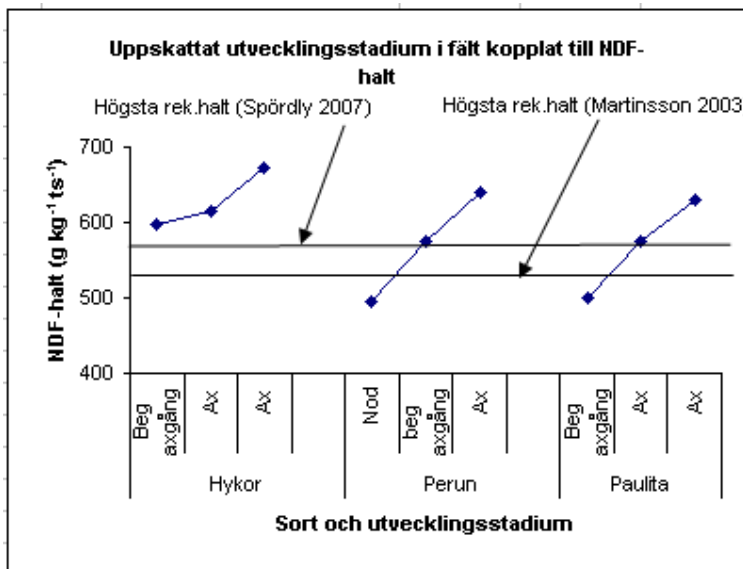
Figur 13. Utvecklingsstadium kopplat till energihalt

Martinsson (2003) rekommenderar att grovfodret bör innehålla $>11 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ om det ska utfodras till högproducerande mjölkkor. Av figur 13 framgår att Hykor och Perun senast bör skördas i begynnande axgång för att ligga $>11 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$. Paulita däremot, kan skördas även tidigt i axgångstadiet, när hela axet kommit fram, och fortfarande ligga över detta värde. Om man går efter Spörndly's (2007) rekommendation, att ett bra grovfoder till högproducerande mjölkkor bör vara $>10,9 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$, kan samtliga sorter skördas senast tidigt i axgångstadiet dvs. när hela axet kommit fram. Spörndly (2007) anser att högproducerande mjölkkor inte bör utfodras med ett grovfoder som $<10 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$. I denna undersökning var det endast Hykor som hamnade under detta värde vid sena utvecklingsstadiet.



Figur 14. Utvecklingsstadium kopplat till proteinhalt

Martinsson (2003) rekommenderar att grovfodret bör innehålla en proteinhalt på $>130 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$. Av figur 14 framgår det att Hykor och Paulita senast bör skördas vid begynnande axgång, medan Perun bör skördas senast i nodstadiet för att klara ligga $>130 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ i proteinhalt. Spörndly (2007) rekommenderar att grovfodret bör innehålla en proteinhalt på $>120 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$. För att klara det kravet kan Hykor senast skördas tidigt i axgångsstadiet dvs. när hela axet är framme, medan Perun och Paulita senast kan skördas i begynnande axgång. Utöver detta resonemang ska man även beakta att en högre kvävegiva ökar proteinhalten i gräsen.



Figur 15. Utvecklingsstadium kopplat till NDF-halt

Martinsson (2003) rekommenderar att grovfodret bör innehålla en NDF halt på högst $525 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$. Av figur 15 framgår det att med ett krav på ett maximalt innehåll av $525 \text{ g NDF kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ bör Hykor skördas innan stadiet begynnande axgång, Perun måste skördas i nodstadiet och Paulita kan skördas i stadiet begynnande axgång. Spörndly (2007) rekommenderar att grovfodret bör innehålla en NDF-halt på maximalt $550 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$. För att klara det kravet måste Hykor skördas innan stadiet begynnande axgång medan

Perun senast bör skördas i stadiet begynnande axgång. Paulita bör senast skördas tidigt i axgångsstadiet. Utöver detta resonemang ska man även beakta att en låg stubbhöjd hölls vid skörden som gör att NDF-halten kan vara något högre än från en grönmassa som är slagen med slättermaskin.

Blad- och stråavkastning per ytenhet

I denna undersökning ökade stråvikten medan bladvikten minskade med tiden, vilket i sin tur ledde till en ökande stråandel och en minskande bladandel ju senare skörden togs. Dessa resultat är i överrensstämelse med andra undersökningar (t ex Odelien 1951; Olofsson 1962; Johansson 1995; Hockensmith et al 1997). De generellt höga stråvikterna vid det sista provtagningsstillfället kan, åtminstone delvis, bero på den låga stubbhöjden i samband med skörd. Typiskt för Hykor där få skott utvecklades reproduktivt var att Hykor visade en högre bladvikt under hela den undersökta perioden i jämförelse med Perun och Paulita där betydligt fler skott blev reproduktiva.

Fodervärdeskvalitéer i blad och strå

Det finns många studier som visar att smältbarheten sjunker fortare i strået än i bladen när gräset närmar sig mognad (t ex Pritchard et al 1963; Terry & Tilley 1964; Mowat et al 1965; Hacker & Minson 1981; Wilmans & Altimimi 1982; Hides et al 1983; Buxton & Marten 1989; Sandersson & Wedin 1989; Johansson 1995; Hockensmith et al 1997). Om man låter energihalten spegla smältbarheten visar även denna undersökning liknande resultat. Att smältbarheten i strået sjunker fortare än i bladen när gräset närmar sig mognad behöver dock inte innebära att strået har en lägre energihalt än vad bladen har. I denna undersökning hade stråna hos både Perun och Paulita en högre energihalt än bladen under hela den undersökta perioden. Johanssons (1995) undersökning visar också att hos Paulita var det en liten skillnad i energihalt mellan blad och strå i stadiet begynnande axgång men att skillnaden ökade med gräsets ökande mognad.

När det gäller proteinhalten så sjönk halten i både blad och strå i takt med att den fenologiska utvecklingen framskred, och bladen innehöll generellt mer protein än vad strået gjorde. Dessa resultat är i överrensstämelse med Mowat et al (1965) vars undersökning även visade att blad innehåller ungefär dubbelt så mycket protein som strået. Jönsson (1981) kommer också fram till att mycket blad i grönmassan leder till en hög proteinhalt hos densamma. Enligt dessa resonemang borde Hykor, som hade den största bladandelen av de undersökta sorterna, även ha den högsta proteinhalten. Den statistiska analysen visar dock att det inte fanns någon signifikant skillnad i proteinhalt mellan sorterna. I detta resonemang bör det även tilläggas att om en sort har en högre biomassa än någon av de andra sorterna påverkar detta proteinhalten, eftersom proteinet då blir mer utspätt i en större biomassa och därmed sjunker proteinhalten. Tyvärr kan ingen slutsats dras om detta eftersom avkastningen inte studerades.

Hockensmith et al (1997) och Sanderson och Wedin (1989) kom fram till att halten NDF generellt är högre i strået än i bladen, samt att NDF-halten ökar mest när gräsen närmar sig mognad. Dessa resultat bekräftas av nu redovisad undersökning (se Fig. 12a och b). Detta borde innebära att en sort som karaktäriseras av en hög andel blad, som Hykor, även skulle ha ett lågt NDF-innehåll. Trots detta hade Hykor den signifikant högsta NDF-halten under hela den undersökta perioden.

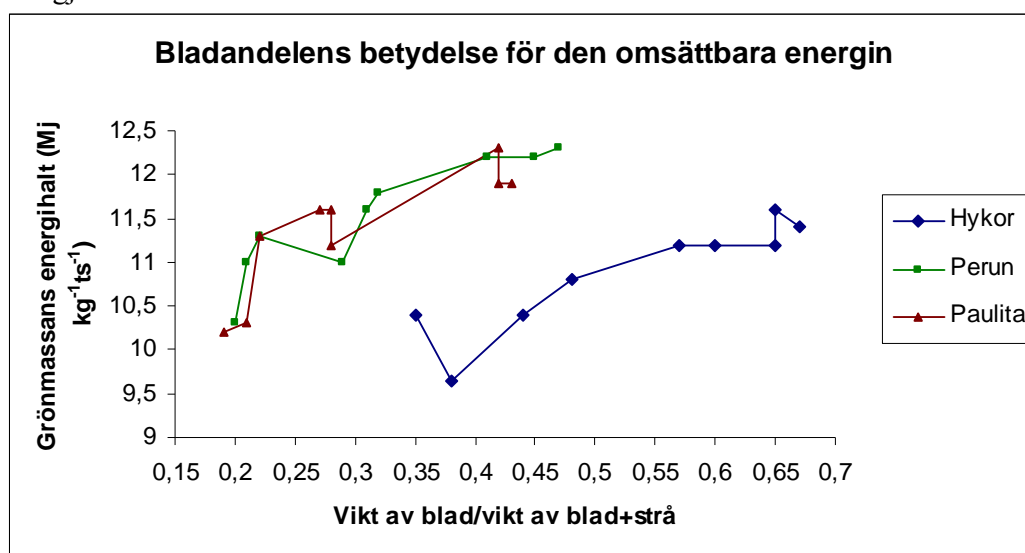
iNDF-innehållet i grönmassan är en relativt ny parameter som nu börjat analyseras eftersom den används i det nya fodervädersystemet NorFor. Av detta skäl har jag inte kunnat hitta några referenser där iNDF har analyserats. Jag fann att bladen, oberoende av sort, innehöll en

lägre halt iNDF än strået. Men även när det gäller denna parameter avvek Hykor från de två andra sorterna, vilket tyder på att halten iNDF beror mer på sortens genetiska arv än på blad/strå kvoten.

Bladandelens betydelse för energihalten

I figur 16 har bladandelen och energihalten för de respektive sorternas tre skördetillfällen och tre upprepningar lagts in i ett diagram. Av figur 16 framgår att energihalten generellt steg med ökande bladandel. Det framgår också att Perun och Paulita låg högre i energihalt än Hykor vid samma bladandel. Det avvikande värdet för Hykor vid låga bladandelar kan bero på mätfel, för litet prov, eller också på naturlig variation.

Enligt äldre undersökningar (t ex Odelien 1951, Ried et al 1959, Åman och Lindgren 1983, Hockensmith et al 1997) medför en hög bladandel i gräsens biomassa en hög smältbarhet hos densamma. Att döma av nu redovisade resultat (Fig. 16) kan en sådan trend skönjas för respektive sort, men detta är inte statistiskt säkerställt då någon statistisk analys av dessa data inte gjordes.



Figur 16. Effekten av andelen blad på innehållet av omsättbar energi

Uppskattning av utvecklingsstadium i fält

Det är svårt att jämföra olika författares resultat med avseende på fältbestämning av utvecklingsstadium, eftersom dessa är subjektiva, och olika personer kan göra olika bedömningar. Ovan i diskussionen görs dock några reflektioner över vid vilka utvecklingsstadier som de här studerade sorterna bör skördas för att de ska kunna användas som foder för högproducerande mjölkkor. Tidigare studier av Hykor (Scandinavian Seed, opublicerat) och Paulita (Johansson, 1995) har dock registrerat betydligt lägre värden för både energi- och proteinhalter vid utvecklingsstadier som motsvarat de som jag har studerat. Dessa skillnader kan bero på att bedömningen av utvecklingsstadium gjorts av olika personer, eller på aktuell väderlek och andra miljöfaktorer.

Slutsatser

* Vid sena utvecklingsstadier stämde uppskattat utvecklingsstadium i fält dåligt överens med beståndets verkliga utvecklingsstadium hos Hykor.

*I jämförelse med Perun och Paulita hade Hykor signifikant lägre energihalt och signifikant högre NDF och iNDF-halt.

*Med avseende på proteinhalt förekom det inga signifikanta skillnader mellan sorterna.

*Perun och Paulita bör senast skördas i utvecklingsstadiet begynnande axgång för att klara kravet på en energihalt på minst $11,0 \text{ Mj kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ och en råproteinhalt på minst $120 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$ samt ett NDF innehåll på max $550 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$.

*Hykor bör skördas tidigare än begynnande axgång för att klara kravet på ett maximalt NDF –innehåll på $550 \text{ g kg}^{-1} \text{ ts}^{-1}$.

*Hykor hade signifikant högre bladvikt per ytenhet i jämförelse Perun och Paulita.

*Vid jämförelser av kvaliteten hos olika hybridrajgräs påverkar sortens genetiska bakgrund fodervärdet mer än vad bladandelen gör.

Litteraturförteckning

Analycen. 2007. NDF i värmeskåp Neutral Detergent Fibre. Internt arbetsmaterial.

Arzani, H., Zohdi, M., Fish, E., Zahedi Amiri, G.H., Nikkhah, A., & Wester, D. 2004. Phenological effects on forage quality of five grass species. *Rangeland Ecol. & Manag.* 57: 624-629.

Bélangier, G. & McQueen, R.E 1997. Leaf and stem nutritive value of timothy cultivars differing in maturity. *Can. J. Plant Sci.* 77: 237-245.

Buxton, D.R. & Marten, G.C. 1989. Forage quality of plant parts of perennial grasses and relationship to phenology. *Crop Sci.* 29: 429-435.

Debska-Kalinowska, Z. 1988. Influence of developmental phase of grass varieties on their food value. I: Proceedings of the 12th General Meeting of the European Grassland Federation, s. 328-332.

Deinum, B. van Es, A.J.H. & van Soest, J. 1968. Climate, nitrogen and grass. II. The influence of light intensity, temperature and nitrogen on vivo digestibility of grass and the prediction of these effects from some chemical procedures. *Neth. J. Agric. Sci.* 16:217-223.

Deleuran, L.C. 2005. *Festulolium*. *Froavleren.* 88:134-135.

Fagerberg, B. 1988. Förändring i fodervärde med fenologisk utveckling hos timotej, rödklöver och lusern. *Stencil.*

- Green, J.O., Corall, A.J. & Terry, R.A. 1971. Grass species and varieties. Relationships between stage of growth, yield and forage quality. Technical Report 8. Grassland Research Institute, Hurley.
- Gustavsson, A-M. 1988. Kvävegödslingens och klöverhaltens betydelse i vallen. Rörbäcksdalen meddelar, Nr 6.
- Gustavsson, A-M. 2006. Morphological aspects of digestibility of timothy. NJF 384 Proceedings, 10-12 Augusti, Akureyri, Island.
- Gustavsson A.-M. & Martinsson K. 2004. Seasonal variation in biochemical composition of cell walls, digestibility, morphology, growth and phenology in timothy. Eur. J. Agron. 20:293-312.
- Hacker, J. B. & Minson, D. J. 1981. The digestibility of plant parts. Herbage Abstracts 51, no.9.
- Halling, M. 2005. Vallväxter till slätter och bete samt grönfoderväxter. Sortval för södra och mellersta Sverige. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi och växtproduktionslära.
- Halling, M. 1995. Fiber och näringsinnehåll i ängssvingel, hundäxing och engelskt rajgräs. Sveriges Lantbruksuniversitet, Meddelande från södra jordbruksdistriktet, Nr 46 s 29:1-29:5.
- Hedlund, E.-K. & Höglund, S. 1983. Fenologisk utveckling och förändring i fodervärde hos timotej, rödklöver och blåusern. Sveriges Lantbruks universitet, Institutionen för växtodlingslära, Seminarier och examensarbete 717.
- Hetta, M., Stenberg, B. & Sundberg, M. 2007. Sensorer för bestämning av ensilagekvalitet i samband med utfodring, Lantbruk & Industri, JTI Rapport Nr 355.
- Hides, D.H., Lovatt, J.A. & Hayward, M.W. 1983. Influence of stage of maturity on the nutritive value of Italian ryegrass. Grass Forage Sci.38: 33-38.
- Hockensmith, R.L., Sheaffer, C.C., Marten, G.C. & Halgerson, J.L. 1997. Maturation effects on forage quality of Kentucky bluegrass. Can. J. Plant.Sci. 77: 75 -80.
- Jafner, N. 1991. Lönsammare vallodling. Borås : LTs förlag.
- Johansson, L. 1995. Utveckling, tillväxt och fodervärde i gräsvall från vegetativtstadium till blomning. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodlingslära, seminarier och examensarbeten 914.
- Johansson, L. 1997. Högt näringsvärde i vallgräsen - vad kan påverka ? Svenska Vallbrev nr 3.
- Jönsson, N. 1987. Försök i slätterravall- Litteraturöversikt och sammanfattning av 25 års försöksverksamhet i södra och mellersta Sverige. Grovfoder, Nr 2, s. 3-31.
- Kornher, A. 1982. Vallskördens storlek och kvalitet. Grovfoder, Nr 1, s. 5-32.

- Kushenov, B.M. 2000. Nutritive value of perennial grasses during growth. *Kormoproizvodstvo* no 5, s. 27-28.
- Larsson, S., Stenberg, M. & Nilsson-Linde, N. 2002. Vallfröblandningar för ekologisk produktion, Hushållningssällskapet Skaraborg & SLU Fältforskningsenheten.
- Lindberg, J.-E. 1986. Ett nytt proteinvärderingssystem för idisslare – AAT/PBV- systemet, Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningen. *Fakta - Husdjur* Nr 8.
- Martinsson, K. 2003. Rätt grovfoderkvalitet är nyckeln till framgång. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, I: *Ekologiskt lantbruk: Vägar, val, visioner*. Ultuna 18-19 november 2003, SLU, Centrum för uthålligt lantbruk.
- Martinsson, K. 1996. Vad styr kornas konsumtion av vallfoder? Sveriges Lantbruksuniversitet, Informationsavdelningen. *Fakta - Husdjur* Nr 7.
- Martinsson, K. 2000. Utfodring av vallfoder, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Rönnebydalens Meddelar, I: 10:e regionala lantbrukskonferensen för norra Sverige den 14 -15 mars 2000, Umeå.
- Mehlqvist, M., Volden, H. & Larsen, M. 2005. Bättre koll på strukturen. *Husdjur* nr 10, s. 21-23.
- Mowat, D.N., Fulkerson, R.S., Tossell, W.E. & Winch, J.E. 1965. The invitro dry matter digestibility of several species and varieties and their plant parts with advancing stages of maturity. *Proceedings of the IXth international Grassland Congress, Sao Paolo*, 1: 801-806.
- Odelien, M. 1951. Bladprocenten hos timotei og dens betydning for hoyets forverdi. *Forskn. Forsok landbr.* 2:52-62.
- Olofsson, S. 1962. Tillväxt och kemisk sammansättning hos några vallgräs under våren och försommaren. *Statens Jordbruksförsök Medd.* nr 135.
- Phillips, T.G., Sullivan, J.T., Loughlin, M.E. & Sprague, V.G. 1954. Chemical composition of some forage grasses. I. Changes with plant maturity. *Agron. J.* 46: 361-369.
- Prichard, G.I., Folkins L.P. & Pigden, W.J. 1963. The in vitro digestibility of whole grasses and their parts at progressive stages of maturity. *Can. J. Plant. Sci* 43: 79-87.
- Reid, J.T., Kennedy, W.K., Turk, K.L., Slack, S.T., Trimberger, G.W. & Murphy, R.P. 1959. Our industry today. Effect of growth stage, chemical composition and physical properties upon the nutritive value of forages. *J. Dairy Sci.* 42: 567-571.
- Rinne, M., Jaakkola, S. & Huhtanen, P. 1998. The effects of grass growth stage at harvest on the energy and protein values of silage for dairy cows. *Proceedings of the animal nutrition conference in Tartu, Estonia* 28-29 maj, s. 18-22.

- Rüegg, J. & Nösberger, J. 1977. Influence of temperature on the phenological development, dry matter distribution, total nonstructural carbohydrates and crude protein on *Festuca pratensis* Huds. *Angew Botanik* 51:177-197.
- Sanderson, M.A. & Wedin, W.F. 1989. Phenological stage and herbage quality relationships in temperate grasses and legumes. *Agron. J.* 81: 864-869.
- Sjöberg, S & Ekstig, B. 2001. *Grundbok i Fysik*. Stockholm: Natur och Kultur, 2:a upplagan.
- Simon, U. & Park, B.H. 1983. A descriptive scheme for stages of development in perennial forage grasses. *Proc. XIV Internat. Grassl. Congr.* s. 416-418.
- Smith, D. & Nelson, C.J. 1985. Physiological considerations in forage management. *Forages* s. 326-329.
- Smith, A.E. 1977. Influence of temperature on tall fescue forage quality and culm base carbohydrates. *Agron. J.* 69: 745-747.
- Spörndly, R.(red) 1999. *Fodertabeller för idisslare*, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Rapport 247. Uppsala
- Taiz, L. & Zeiger, E. 2002. *Plant Physiology*. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., 3:e upplagan.
- Terry, R.A. & Tilley, J.M.A. 1964. The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tallfescue, lucerne and sainfoin as measured by an in vitro procedure. *J. Br. Grassld. Soc.* 19: 363-372.
- Thorvaldsson, G. 1988. The morphological and phenological development of timothy as affected by weather and its relation to nutritional value. *Acta Agric. Scand.* 38: 33-48.
- Thorvaldsson, G. 1987. The effects of weather on nutritional value of timothy in northern Sweden. *Acta Agric. Scand.* 37: 305-319.
- Turesson, M. 1993. Näringsvärde- skördetidpunkt, kvävegödsling, botanisksammansättning i vall. *Grovfoder*, Nr 1 s. 67-72.
- Vadi, M., Kaldmae, H. & Kirsell, R. 2003. The effect of growth stage on the nutritive value of silage. *Agraarteadus* 14: 54-59.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. New York: Cornell University press, 2:a upplagan.
- Wilman, D. & Altimimi, M.A.K. 1982. The digestibility and chemical composition of plant parts in Italian and perennial ryegrass during primary growth. *Sci. Food Agric.* 33: 595-602.
- Winch, J.E., Sheard, R.W. & Mowat, D.N. 1970. Determining cutting schedules for maximum yield and quality of brome grass, timothy, lucerne and lucerne/grass mixtures. *Brit. Grassld. Soc. J.* 25: 44-52.

Åman, P. & Lingren, E. 1983. Chemical composition and in vitro degradability of individual chemical constituents of six Swedish grasses harvested at different stages of maturity. Swedish J. Agric. Res.13:221-227.

Personliga meddelanden

Spörndly, R. Forskningsledare. Inst. för Husdjurens utfordring och vård, SLU.
Rolf.Sporndly@huv.slu.se 2007-03-05.

Svanberg, R. Kontaktperson lantbruk,grovfoder. Lantmännen Analycen, Lidköping
Roland.svanberg@lantmannen.com 2007-02-19.

Internet

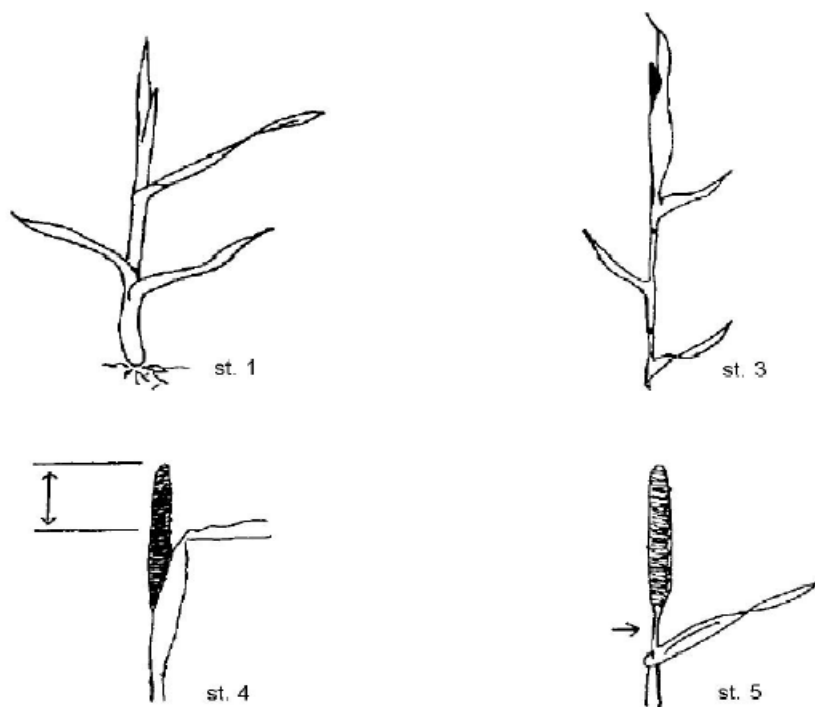
Analytical Spectral Devices Inc 2005. Introduction to NIR Technology, Asdis hemsida 2007-07-01. http://www.asdi.com/asd-600510_nir-introduction_rev.c.pdf

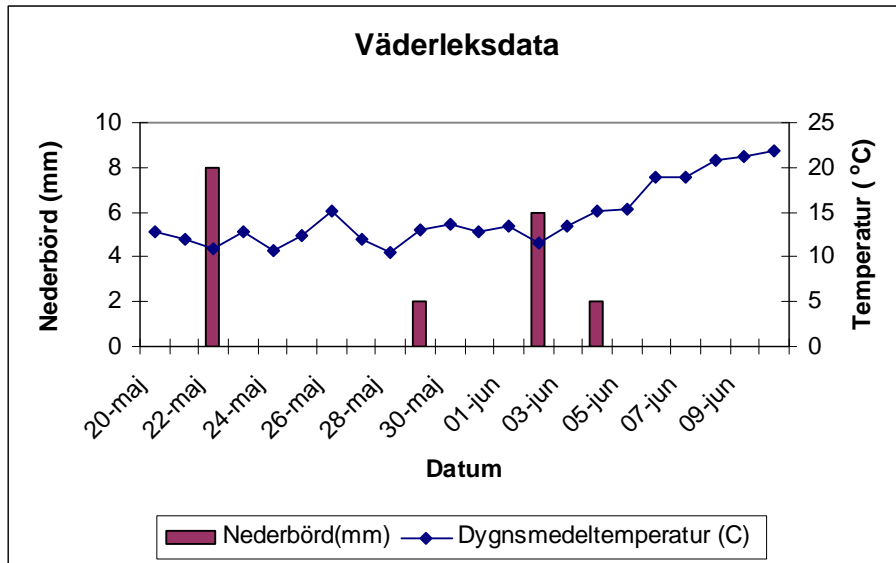
Bilaga 1.

Figur A. Utvecklingsskala för gräs enligt Tuveesson 1985. (Modifierad: orden inom parentesen utgår)

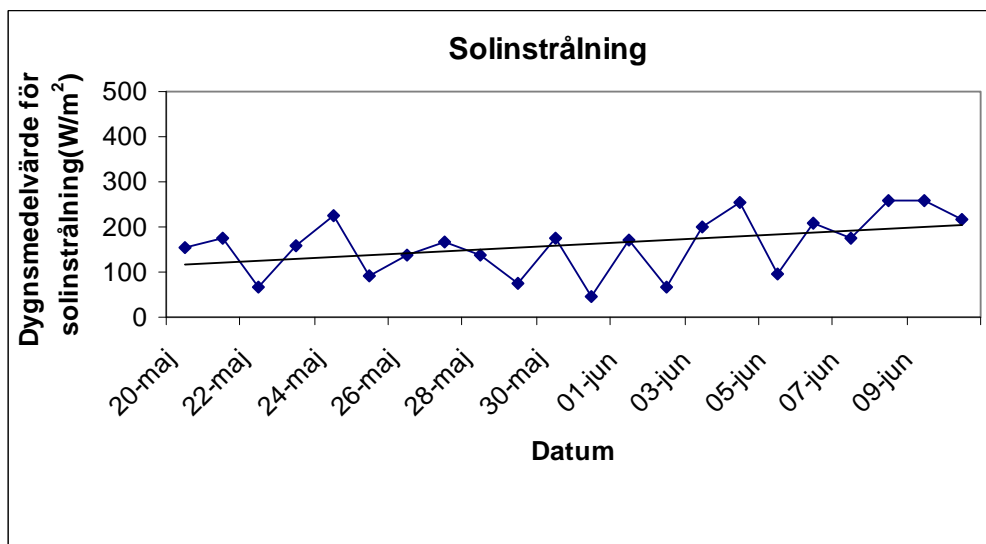
Kod	Stadium	Beskrivning
1	Blad	Enbart blad och förlängda bladslidor
2	Stråskjutning	Minst en nod synlig (på minst halva antalet plantor)
3	Begynnande-ax/vippgång	Halva axet/vippan är synligt ovan flaggbladet (på några skott)
4	Ax/vippgång	Del av axbärande strået är synligt ovan flaggbladet (på minst halva antalet skott).
5	I ax/vippa	Del av axbärande strået är synligt mellan flaggblad och ax/vippa (på minst halva antalet skott).
6	Blomning	Fr.o.m. att ståndarknapparna är synliga
7	Överblommat	Fr.o.m. att pollineringen är avslutad

Kompletterande teckningar av Fredrik Stendahl och Göran Grant



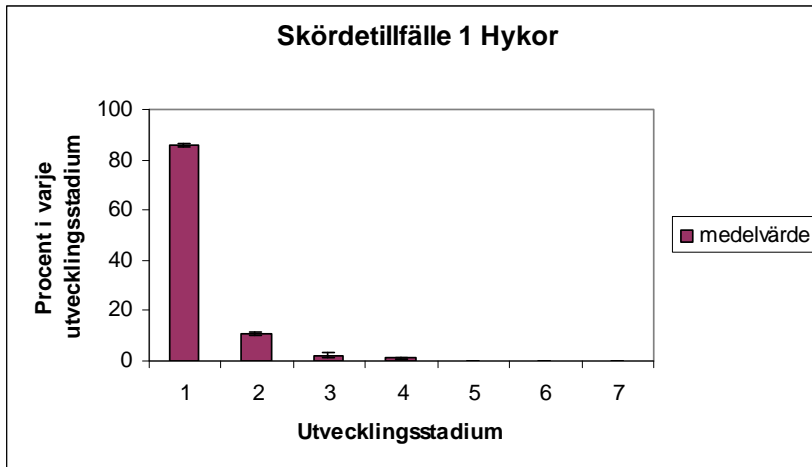


Figur B. Nederbörd och temperatur 20 maj till 10 juni 2007 (Källa:Fägerhult Länghem meteorologiska station)

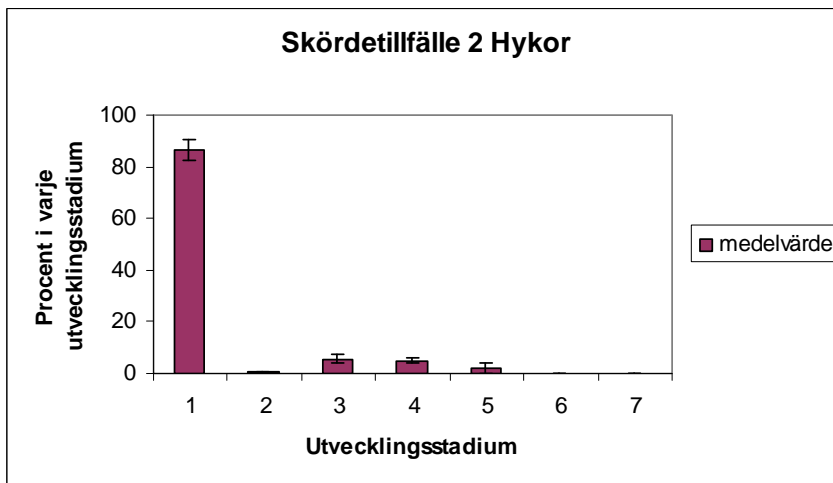


Figur C. Dygnsmedelvärde för solinstråling 20 maj till 10 juni 2007 (Källa: Fägerhult Länghem meteorologiska station)

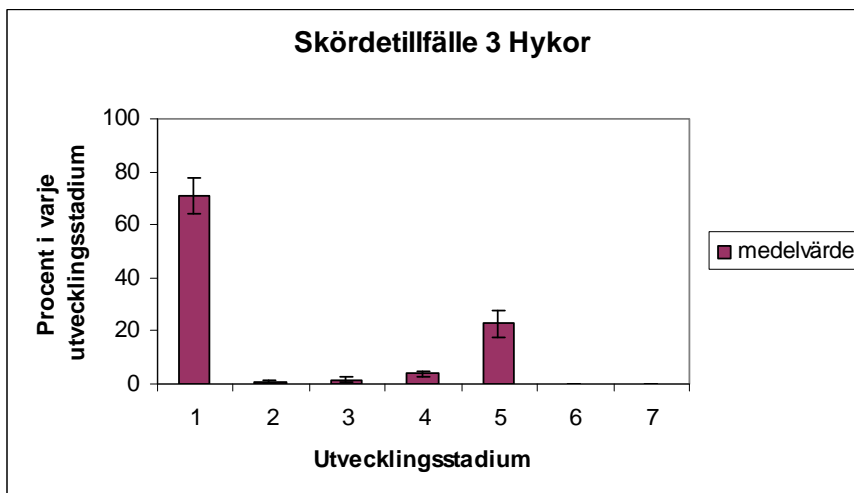
Staplarna anger medelvärdet.



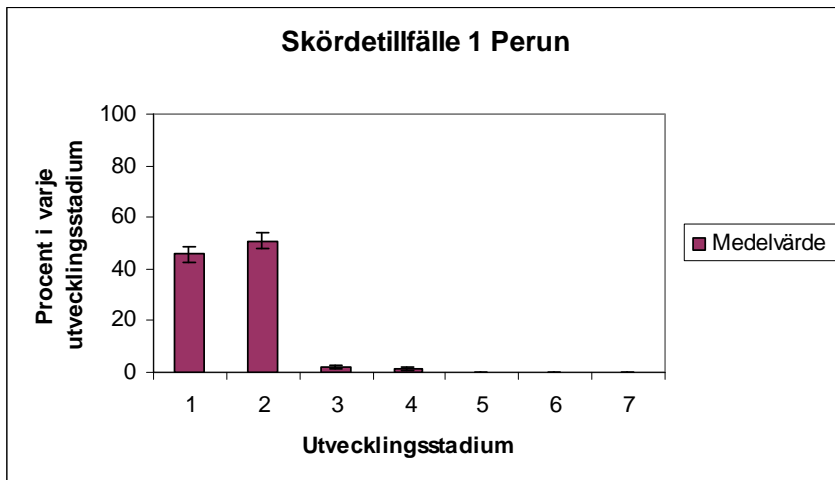
Figur D. Fördelning av utvecklingsstadiet på 100 utplockade skott för sorten Hykor vid skördetillfälle 1.



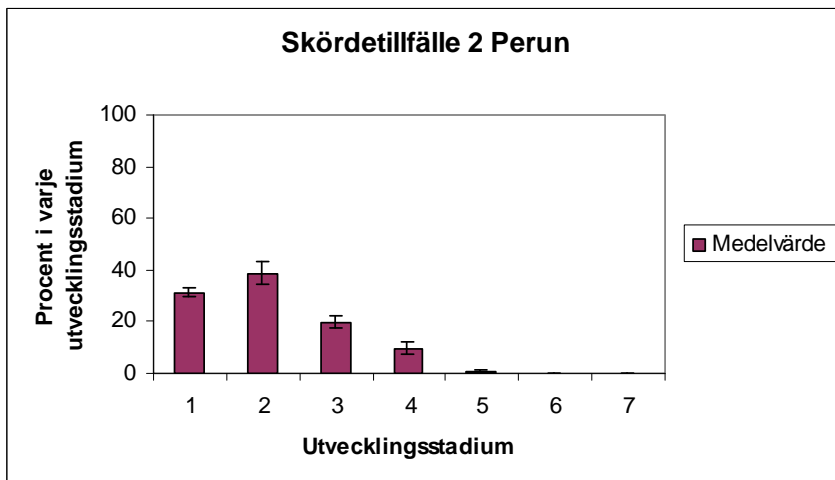
Figur E. Fördelning av utvecklingsstadiet på 100 utplockade skott för sorten Hykor vid skördetillfälle 2.



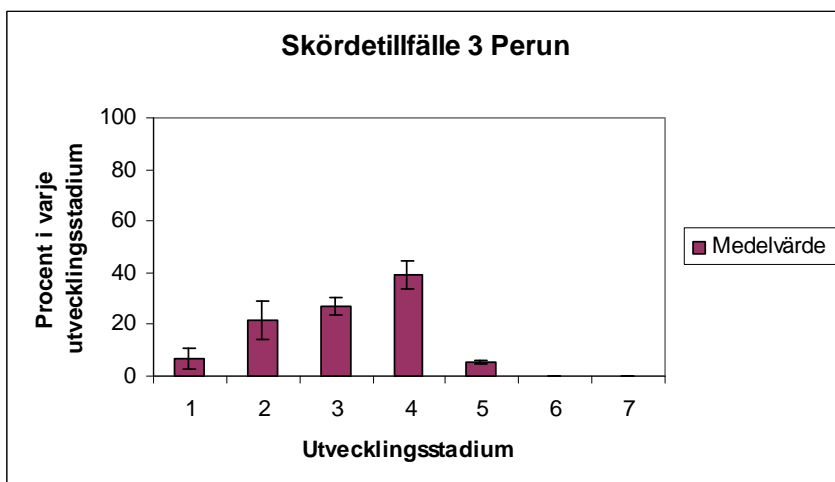
Figur F. Fördelningen av utvecklingsstadiet på 100 utplockade skott för sorten Hykor vid skördetillfälle 3.



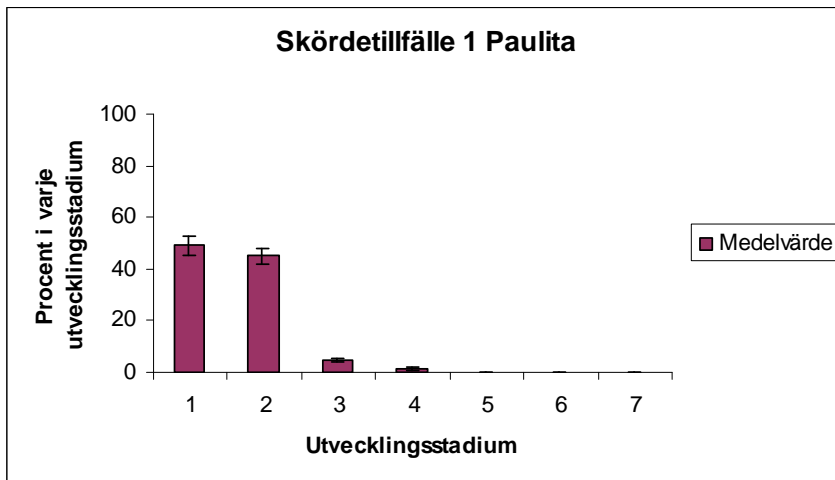
Figur G. Fördelning av utvecklingsstadiet på 100 utplockade för sorten Perun vid skördetillfälle 1.



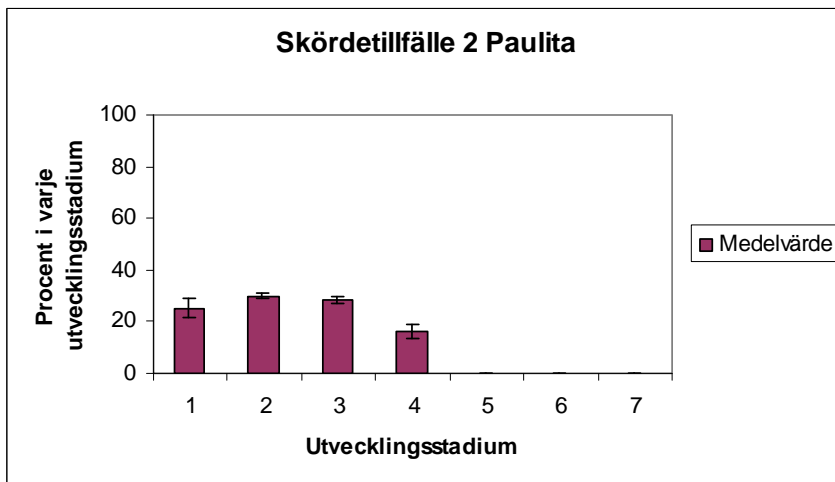
Figur H. Fördelning av utvecklingsstadiet på 100 utplockade skott för sorten Perun vid skördetillfälle 2.



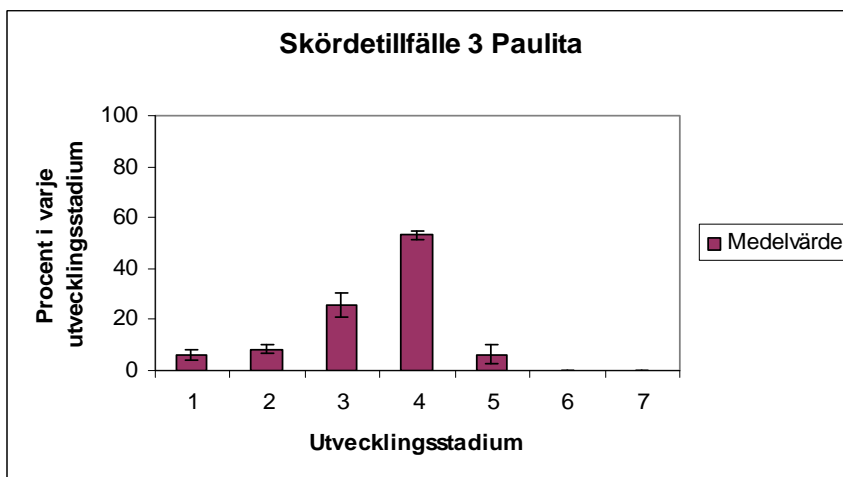
Figur I. Fördelning av utvecklingsstadiet på 100 utplockade skott för sorten Perun vid skördetillfälle 3.



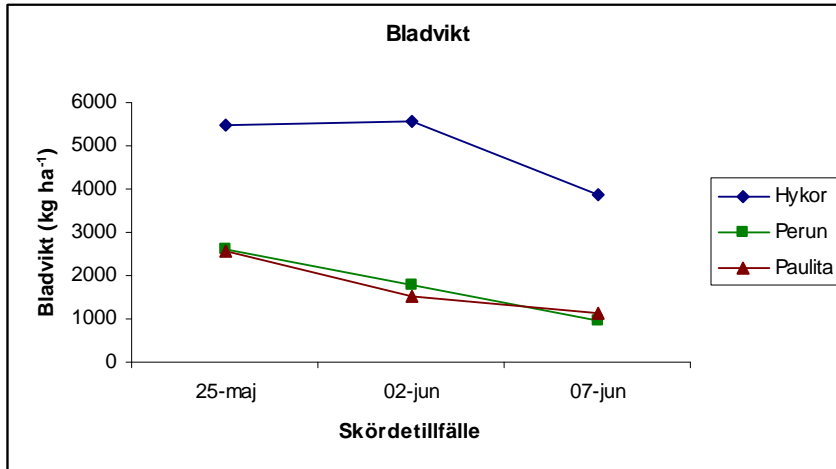
Figur J. Fördelning av utvecklingsstadiet på 100 utplockade skott för sorten Paulita vid skördetillfälle 1.



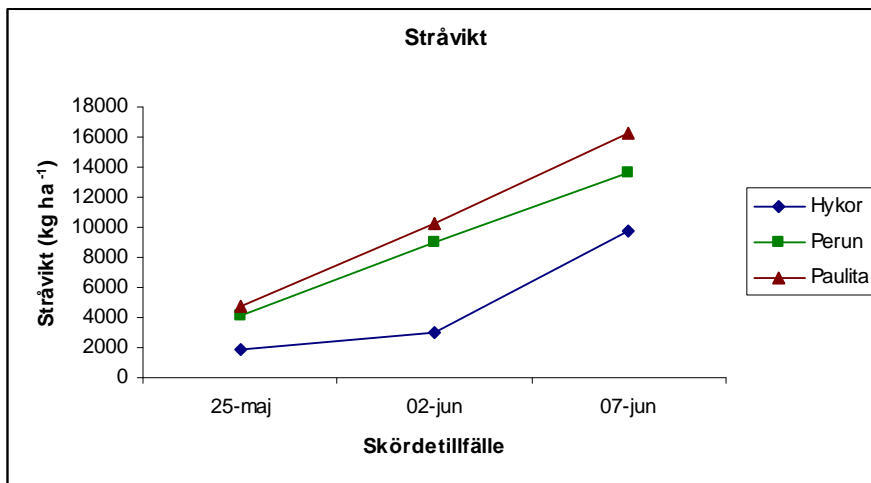
Figur K. Fördelning av utvecklingsstadiet på 100 utplockade skott för sorten Paulita vid skördetillfälle 2.



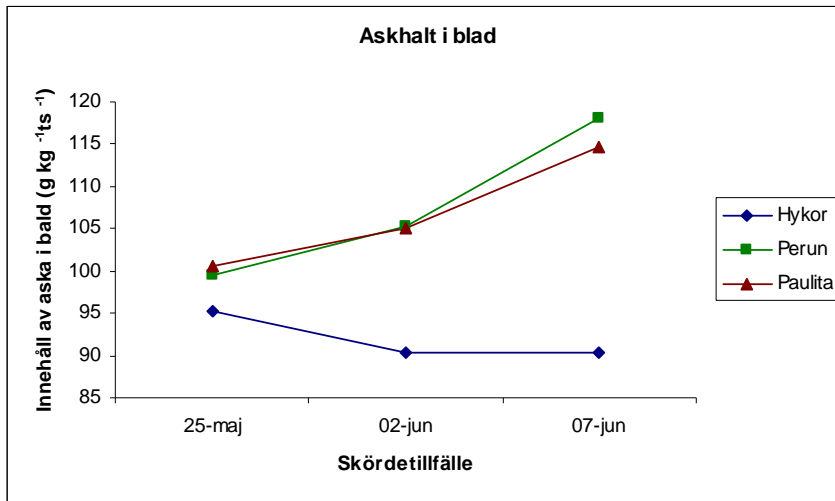
Figur L. Fördelning av utvecklingsstadiet på 100 utplockade skott för sorten Paulita vid skördetillfälle 3.



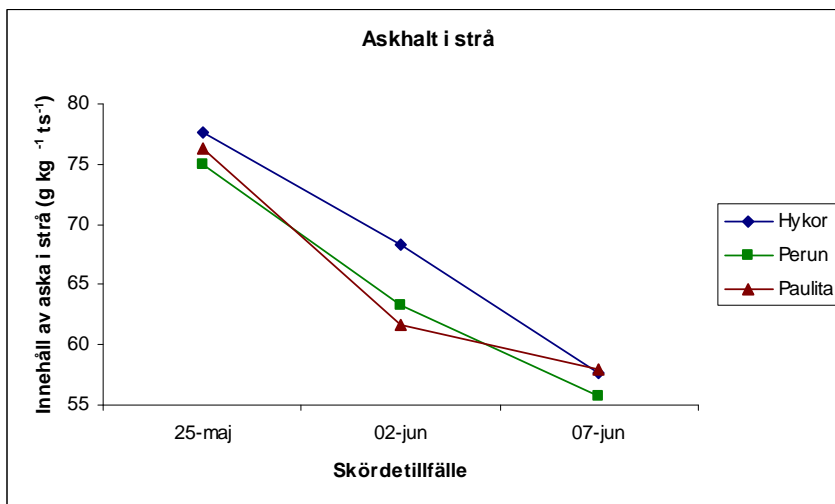
Figur M. Bladvikt



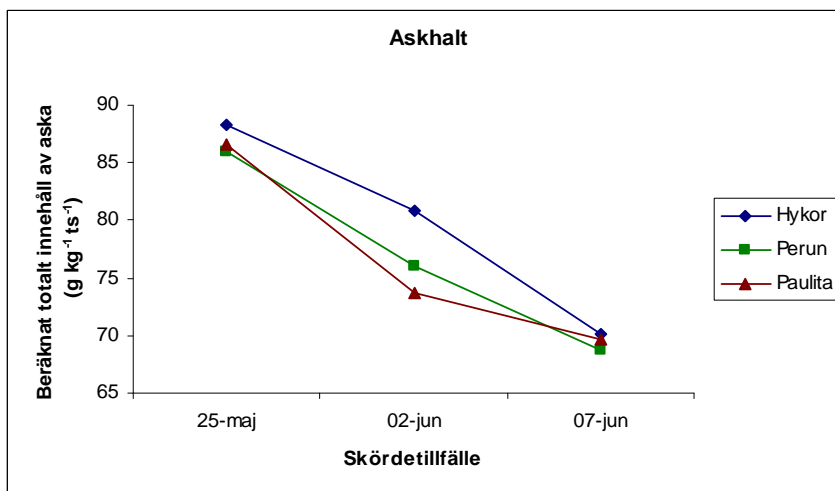
Figur N. Stråvikt



Figur O. Askhalten i blad



Figur P. Askhalten i strå



Figur Q. Askhalt i hela grönmassan