



Inventering av socker i grönmassa och ensilage i västra Sverige

*A survey of water-soluble carbohydrate (WSC) content
in herbage and silage in west Sweden*

Examensarbete av:
Linda Karlsson

Handledare:
Maria Stenberg





Inventering av sockerhalt i grönmassa och ensilage i västra Sverige

**Survey of water-soluble carbohydrate (WSC) content in
herbage and silage in west Sweden**

Examensarbete av: Linda Karlsson

Handledare: Maria Stenberg

FÖRORD

Detta examensarbete har utförts inom sockerprojektet, ett projekt som initierats och finansierats av Vallprogrammet, Agroväst. Projektets syfte var att inventera sockerhalter i grönmassa och ensilage på gårdar i västra Sverige för att ge en bild av tillståndet och identifiera behovet av kunskapsuppbyggnad och kunskapsöverföring vad gäller socker i vallfoder. Examensarbetet knöts till projektet för att tillföra en noggrannare analys av resultatet med målet att koppla sockerhalten till olika skötselåtgärder.

Examensarbetet har gjorts inom agronomprogrammet vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Uppsala. Det har utförts vid Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, SLU, men är inskrivet på Institutionen för ekologi och växtproduktionslära, SLU, Uppsala.

Först och främst vill jag tacka alla lantbrukare som deltagit i projektet, utan er hade inventeringen inte varit genomförbar och era funderingar har inspirerat mig i mitt arbete. Jag vill även tacka alla rådgivare och all personal vid Skara Semin, Södra Älvsborgs Husdjur, Hallands Husdjur, Hushållningsällskapet Skaraborg, Svenska Lantmännen, Naturbruksgymnasiet Uddetorp och Nötcenter Viken som har hjälpt till med provtagningen.

Jag vill tacka min handledare Maria Stenberg, Institutionen för jordbruksvetenskap, Skara, som har kommit med kommentarer och idéer under arbetets gång och för att du gav mig möjligheten att göra ett examensarbete med nära anknytning till verkligheten. Att få arbeta i en projektgrupp har varit mycket lärorikt och stimulerande och jag vill passa på att tacka Märet Engström, projektledare, Michael Murphy, Svenska Lantmännen och Hans-Erik Andersson, Skara Semin i projektgruppen för ett gott samarbete. Speciellt varmt tack till Roland Svanberg på Analycen i Lidköping som tog sig tid att guida runt mig på laboratoriet och svara på de frågor som uppkom kring provsvaren.

Självklart vill jag också rikta ett stort tack till Bo Stenberg, Institutionen för jordbruksvetenskap, Skara som har hjälpt mig med statistiken, utan dig hade sambanden fortfarande varit outforskade. Jag vill också tacka hans kollegor på Institutionen för jordbruksvetenskap i Skara som hjälpt mig med allt från praktiska till teoretiska problem med ett mycket vänligt bemötande. Speciellt tack till Elisabet Nadeau som har diskuterat och klargjort mina funderingar kring ensilering.

Sist men inte minst vill jag tacka familj, släkt och vänner som har stöttat mig och givit mig kraft och inspiration till att genomföra arbetet då det har känts motigt.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	2
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
SAMMANFATTNING	5
INLEDNING	6
BAKGRUND.....	6
SYFTE.....	6
LITTERATURSTUDIE	7
SOCKER I VÄXTEN	7
SOCKERINNEHÅLL I GRÄS	7
SOCKERINNEHÅLL I KLÖVER.....	8
FAKTORER SOM PÅVERKAR SOCKERINNEHÅLLET	8
<i>Art och sort</i>	8
<i>Fenologisk utveckling</i>	10
<i>Temperatur</i>	12
<i>Temperatur och ljus</i>	13
<i>Dygnsvariation</i>	14
<i>Kvävegödsling</i>	15
GRÖNMASSA MED HÖGT NÄRINGSINNEHÅLL	16
ENSILERING	17
<i>Respiration</i>	17
<i>Proteolys</i>	18
<i>Före inläggning</i>	18
<i>Aktiv fermentation</i>	19
<i>Mjölksyrabakterier</i>	20
<i>Klostridier</i>	20
<i>Stabil fas</i>	21
<i>Utfodring</i>	21
<i>Förluster</i>	21
<i>socker i fodret</i>	22
MATERIAL OCH METOD	23
FÖRARBETE	23
DATAINSAMLING	23
VÄDER.....	24
KEMISKA ANALYSER	25
DATABEARBETNING	25
<i>Variansanalys och linjära regressioner</i>	25
<i>Multipel regression</i>	26
RESULTAT	28
SOCKERHALT I GRÖNMASSA	28
SOCKERHALT I ENSILAGE	32
SKILLNAD I SOCKERHALT MELLAN ENSILAGE OCH GRÖNMASSA.....	40
DISKUSSION OCH SLUTSATSER	43
SOCKER I GRÖNMASSA	43
<i>Skötselåtgärder</i>	43
<i>Övriga analysvärden</i>	44
SOCKER I ENSILAGE.....	45
<i>Skötselåtgärder</i>	45
<i>Övriga analysvärden</i>	46
SKILLNAD I SOCKERHALT MELLAN ENSILAGE OCH GRÖNMASSA.....	47
SAMMANFATTANDE DISKUSSION	48

SLUTSATSER.....	49
ABSTRACT	50
LITTERATURFÖRTECKNING.....	51
PERSONLIGA MEDDELANDEN	54
BILAGA 1.....	55
BILAGA 2.....	56
BILAGA 3.....	58
BILAGA 4.....	62
BILAGA5.....	64

SAMMANFATTNING

Intresset för grovfoder och dess kvalitet har ökat under senare år. Sockerhalten i grönmassa och ensilage och vilken betydelse den har är en frågeställning som aktualiserats. För att få en uppfattning om vilken nivå sockerhalten ligger på i grönmassa och ensilage har en sockerinventering i vall utförts på gårdar i västra Sverige. Till sockerprojektet, som är finansierat av Agroväst, har detta examensarbete knutits för att noggrannare studera hur olika skötselåtgärder påverkar sockerhalten i grönmassa och ensilage. Skötselåtgärder som berör såväl odling som ensilering har samlats in med hjälp av en enkät ifylld av de 46 lantbrukare som deltagit i inventeringen. Prov har tagits med avseende på socker, omsättbar energi, NDF, råprotein, torrsubstanshalt och ammoniumkväve i grönmassa under försommaren i samband med inläggning/pressning. Motsvarande ensilageprover har tagits vid öppnandet av silon under hösten då ensileringsprocessen avslutats. 27 av lantbrukarnas prover (59 %) ansågs ha tillförlitliga analys svar och tillräcklig information angående skötselåtgärderna. Dessa prov har bearbetats med hjälp av variansanalys, regression och multipel regression för att urskilja eventuella samband mellan sockerhalt, skötselåtgärder och övriga analysvärden.

En hög sockerhalt i grönmassan underlättar ensileringsprocessen och ger bättre förutsättningar för att få ett ensilage med bra kvalitet och högt fodervärde. Det har visat sig att en balans mellan energi och protein i ensilage kan öka djurens proteinutnyttjande och minska kväveförlusterna till miljön. Ett vallfoder med hög sockerhalt är dessutom aptitligare för djuren jämfört med ett med låg sockerhalt.

Sockerhalten i grönmassa låg i genomsnitt på 108 g kg^{-1} ts vilket motsvarar vad som behövs för att få ett ensilage med god kvalitet. Under själva ensileringsprocessen brukar man räkna med att ungefär hälften till en tredjedel av sockret förbrukas och helst inte mer. Analysvärdena för ensilageproverna visade att inte mer än så hade förbrukats och i genomsnitt låg sockerhalten på en acceptabel nivå på 48 g kg^{-1} ts.

Vid undersökning av hur skötselåtgärderna påverkat sockerhalten visade det sig att ts-halten i grönmassa och ensilage hade samband med sockerhalten i ensilage. En hög ts-halt gav en högre sockerhalt, även en hög sockerhalt i grönmassan hade ett positivt signifikant samband med sockerhalten i ensilage. För övrigt fanns det inga tydliga samband men innehåll av NDF, råprotein och energi förklarade tillsammans mer än 50 % av variationen i grönmassans sockerhalt. Skötselåtgärderna visade sig inte alls ha några signifikanta samband med sockerhalten förutom kvävegödslingen som utmärkte sig vid några tillfällen. Tyvärr gav gödslingens inverkan på sockerhalten inte något entydigt resultat och det var svårt att dra någon slutsats utifrån denna. Skötselåtgärdernas påverkan på sockerhalten i såväl grönmassa som ensilage verkar komplicerade och påverkas av en rad faktorer som bör studeras vidare under mer kontrollerade former.

INLEDNING

Bakgrund

På senare år har intresset för bra vallfoder ökat och återigen har diskussionen kring sockrets roll i ensilage tagits upp. På flera husdjursföreningar i landet har mindre undersökningar gjorts för att få en uppfattning om hur mycket socker det egentligen finns i fodret som kan utnyttjas av djuren. I dessa studier har man fått indikationer på att sockerhalten i ensilage ligger på låga nivåer och i vissa fall finns det inget socker kvar alls.

Syftet med sockerprojektet som examensarbetet görs inom är just att inventera sockerhalter i grönmassa och ensilage för att komma lite närmare svaren på frågorna som ställts. På ett trettiofotal gårdar i västra Sverige har sockerhalten mätts både i grönmassa och motsvarande ensilage för att få en uppfattning om vilka nivåer sockerhalten vanligen ligger på.

Syfte

Syftet med examensarbetet var att sammanställa de data som kommit in och att undersöka samband mellan sockerhalt och skötselåtgärder för vallen. Frågan var om det fanns några samband mellan de olika odlingsfaktorerna och sockerhalten i grönmassan och om sockerhalten i ensilaget hade något samband med de olika förhållandena inför och under ensileringsprocessen.

I arbetet ingår även en litteraturstudie som berör hur olika faktorer kan påverka sockerhalten. Denna studie är främst inriktad på odlingens inverkan på sockerhalten och ensileringsprocessen beskrivs i korthet.

LITTERATURSTUDIE

socker i växten

Socker har många olika funktioner i växten. Det bildas vid fotosyntesen och transporteras sedan till andra delar i växten där det antingen lagras upp eller utnyttjas i olika processer. Kolhydrater används vid bildandet av proteiner, bildandet av ny vävnad och vid respirationen (Deinum, 1966). Den aktuella mängden socker i biomassan som skördas beror på koldioxidassimilationen och behovet av dessa assimilater, huvudsakligen till ovan nämnda processer (White, 1973).

Socker kallas också lågmolekylära kolhydrater eller vattenlösliga kolhydrater, WSC (Water Soluble Carbohydrates) (Søegaard *et al.*, 2003). Denna benämning har de fått eftersom att de alla är lösliga i kallt vatten (McDonald *et al.*, 1991).

socker innehåll i gräs

Socker i tempererade gräs består till största delen av glukos, fruktos, sukros och fruktaner. Glukos och fruktos är monosackarider och sukros en disackarid. I många plantor lagras energi som stärkelse men i tempererade gräs lagras energin till största delen i form av fruktan. Fruktaner är polymerer av fruktos med en kedjelängd på normalt 10-100 enheter (Søegaard *et al.*, 2003).

Halten av lösliga kolhydrater utgör en avsevärd del av torrsubstansen hos gräs och varierar från 2 till 50 % beroende på art, sort och växtbetingelser (Thomas, 1976). Koncentrationen av fruktan ligger ofta mellan 50-90 g kg⁻¹ ts (torrsubstans) i tempererade gräs men upp till 120 g kg⁻¹ ts har uppmätts i engelskt rajgräs. Disackariden sukros förekommer i lägre koncentrationer, mellan 20-80 g kg⁻¹ ts. Av monosackariderna glukos och fruktos har koncentrationer på 10-30 g kg⁻¹ ts uppmätts (McDonald *et al.*, 1991).

I en studie bestod 70 % av de lösliga kolhydraterna i tempererade gräs av fruktaner och den resterande delen i huvudsak av glukos, fruktos och sukros. Innehållet av socker var 50 % högre i stammen än i bladen och rötterna innehöll 5-10 % lösliga kolhydrater (Mc Grath, 1988). Fruktaner som alltså utgör den största delen av socker verkar vara koncentrerade till stammen (McDonald *et al.*, 1991) och bladbasen (Søegaard *et al.*, 2003). Socker kan också ansamlas i bladen (Turner *et al.*, 2001) men i en studie med engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.) var koncentrationen av fruktan aldrig högre än 40 g kg⁻¹ ts i bladen medan innehållet i stammen ofta var högre än 150 g kg⁻¹ ts (McDonald *et al.*, 1991).

Sockerinnehåll i klöver

Koncentrationen WSC sjunker ju större andel klöver det är i vallgrödan. Det antas bero på att klöver lagrar energi i huvudsak som stärkelse och inte som fruktan vilket medför att klöver vanligtvis har lägre halt socker jämfört med tempererade gräs. Stärkelse ingår inte i sockeranalysen (Søegaard *et al.*, 2003). Variationen i sockerhalt är stor men en stor del av klöverproverna ligger mellan 50-80 g kg⁻¹ ts medan gräs innehåller 70-150 g kg⁻¹ ts vilket visas i en studie av Pettersson (1988).

Faktorer som påverkar sockerinnehållet

En rad olika faktorer kan påverka vilken sockerhalt grönmassan slutligen får och i texten som följer behandlas de viktigaste.

Art och sort

Tropiska gräsarter innehåller i jämförelse med tempererade gräs mindre socker vilket bland annat kan beror på att de förra inte innehåller fruktaner. Mellan tempererade arter råder det dock också skillnader. Av de fem vanligaste tempererade vallgräsen som odlas i norra Europa har rajgräs det högsta sockerinnehållet och hundäxing (*Dactylis glomerata* L.) det lägsta. Timotej (*Phleum pratense* L.) och ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds.) som är de dominerande gräsen i svenska vallar har ett sockerinnehåll mellan dessa två. Sockerhalter för italienskt rajgräs (*Lolium multiflorum* Lam.), engelskt rajgräs, timotej, ängssvingel och hundäxing har för respektive art uppmätts till 181, 170, 110, 96 och 79 g kg⁻¹ ts (McDonald *et al.*, 1991). För att få en uppfattning om hur stor del lättlösliga kolhydrater utgör av torrs substansen hos några vanliga svenska vallväxter presenteras några medelvärden nedan (tabell 1). Även vitklöver (*Trifolium repens* L.) och rödklöver (*Trifolium pratense* L.) visas.

Tabell 1. Medelvärden på halten lättlösliga kolhydrater för sju olika vallväxter. Efter Liljenberg *et al.* (1995)

Växtslag	Halt WSC (% av ts) medelvärden
Italienskt rajgräs	16
Engelskt rajgräs	15,9
Timotej	11,6
Ängssvingel	9,8
Hundäxing	8,5
Rödklöver	8,5
Vitklöver	8,1

Rajgräs innehåller generellt mer socker än andra gräsarter vilket till största delen beror på fruktan. Generellt är det mer socker i tetraploida än i diploida sorter av till exempel engelskt rajgräs. Det beror huvudsakligen på att det upplagras mer fruktan i de tetraploida. Det varierar emellertid mycket kraftigt mellan olika sorter (Søegaard *et al.*, 2003). Koncentrationen av WSC hos sorter av engelskt rajgräs var konsekvent lägre när rajgräset växte i en blandvall med vitklöver jämfört med när det växte i monokultur (Smith *et al.*, 1999).

Växtförädlare har under senare år arbetat med hur vallgrödor kan förbättras. Vid IGER (The Institute of Grassland Research) i Wales har forskare förädlat fram sorter av engelskt rajgräs som ackumulerar höga koncentrationer av WSC i skotten. Flera av de så kallade högsockerarterna har testats i olika försök i England och även i andra länder (Larsson, 2003).

Smith *et al.* (1998) gjorde en jämförelse i Australien mellan två ”linjer” av engelskt rajgräs med förhöjda koncentrationer av WSC i skotten med standardsorter. Det visade sig att högsockerarterna oftast gav lägre skördar men hade en högre WSC-koncentration än standardsorterna i alla typerna av miljöer och under hela säsongen. Vid lika stora skördar av högsockerarterna och standardsorterna hade högsockerarterna en högre halt WSC. Högsockerarter kan i jämförelse med andra engelskt rajgrässorter även ge högre skördar (Humphreys, 1989).

Turner *et al.* (2001) har utfört en studie där det framkom att högsockergräs oftast har ett högre antal sidokott. Sidokotten kan växa ganska långsamt men om skottdensiteten i vallen är tillräckligt hög kan produktiviteten per ytenhet upprätthållas.

Fenologisk utveckling

Grässets tillväxtstadie har stor betydelse för mängden socker. I perenna gräs som växer till mognad står fruktaner för den största delen av WSC och är den beståndsdel som fluktuerar mest över säsongen. I en undersökning utförd 1951-52 visade koncentrationen av fruktaner i ängssvingel, hundäxing och timotej på två toppar och rajgräs en (Waite & Boyd, 1953). Fluktuationerna verkar ske i samband med blominitiering och -utveckling och sedan med frösättning. Fruktos- och glukoskoncentrationen var låga under hela året och sukros visade på en topp. Detta gällde för alla fyra gräsen. Även Alberda (1957) konstaterade att fruktaner är de sockerarter som fluktuerar mest under säsongen men även att det sker motsvarande förändringar i koncentrationerna av glukos, sukros och fruktos fast inte lika stora.

Under vintern är kolhydratinnehållet i gräs vanligtvis högt. Tidigt på våren är förutsättningarna för tillväxt gynnsamma, bland annat på grund av höjd temperatur, och kolhydrater finns tillgängliga vilket kan vara en förklaring till att skördarna kan bli stora under denna del av året. Vid plantans kraftiga tillväxt används den största delen av kolhydratreserverna. Denna sänkning av kolhydratinnehållet sker i samband med stamsträckning och axbildning. Efter den maximala tillväxten tidigt på säsongen sker en nedgång i tillväxten med ett minimum vid midsommar. "Midsommar-depressionen" antas höra samman med den reproduktiva fasen hos plantan som vanligtvis inträffar i början av tillväxtdepressionen. En annan teori är att nattemperaturen är hög och inte gör det möjligt för plantan att bygga upp en ny kolhydratreserv. "Midsommar-depressionen" kan inte undvikas även om gräsplantan får tillräckligt med vatten. Kolhydratinnehållet i plantan stiger gradvis under augusti och september. När temperaturen sjunker fort sker samtidigt en kraftig ökning hos kolhydratinnehållet i stubben och mer rötter bildas (Alberda, 1957).

Alberdas undersökning kring kolhydrathaltens säsongsvariation styrks av en studie av Wulfes *et al.* (1999) där WSC nådde sitt maximum precis innan axgång. Vid detta utvecklingsstadie är fotosyntesens kapacitet stor men behovet av assimilat är litet och därför kan mängden WSC öka. Efter detta stadie då WSC nått ett maximalt värde sjunker halten beroende på åldrande och uppbyggnad av strukturella kolhydrater för att öka stamstabiliteten.

McGrath (1988) säger i sin undersökning att den maximala halten av WSC, och då speciellt av fruktaner, inträffade före första skörd på våren när WSC-innehållet närmade sig eller överskred 30 % av torrsubstansen. Han påstår också att halten WSC är högre i första skörden och lägre i återväxtskörden vilket också har undersökts och styrkts av Wulfes *et al.* (1999).

I en studie där ängsgröe, ängssvingel och rajgräs jämfördes av Pollock & Jones (1978) i England visade det sig att koncentrationen av fruktaner i tempererade gräs hade en topp i december vilket skiljer sig från många andra undersökningar. Därefter skedde en kraftig minskning av halten WSC när tillväxten och skottsättningen tog fart på våren.

White (1973) sammanfattar litteraturen och skriver att variationen i kolhydratinnehåll är olika beroende av art. Hos många arter är reserverna som minst när andra eller

tredje bladet växer fram, vilket är ungefär en månad efter det att plantan börjat växa. Hos andra arter är reserven av kolhydrater lägst efter frömnaden. Även tillgången på vatten och näringsämnen har effekt på hur kolhydratreserven varierar över säsongen. Om man ser till en hel säsong beror de stora förändringarna i WSC på den fenologiska utvecklingen medan kortvariga fluktuationer som beror på väder kan ändra trenden något.

Enligt Søgaard *et al.* (2003) är den huvudsakliga anledningen till att sockerkoncentrationen är högst på försommaren och lägst på sensommaren att det är kallare tidigare på året än vad det är under de senare månaderna. En annan anledning kan vara att det senare på säsongen finns färre stänglar som det i jämförelse med andra delar på plantan finns en högre koncentration fruktaner i.

Koncentrationen av kolhydrater i gräsplantan varierar alltså över säsongen och White (1973) skriver också i sin litteraturgenomgång att temperaturen märkbart påverkar denna. Halten av fruktan i hundäxing ökade i samband med axgång när det växte i Japan medan den sjönk vid samma utvecklingsstadium när den växte i USA. Den höga junitemperaturen i USA orsakade antagligen minskningen efter axgången.

Wulfes *et al.* (1999) antog att WSC-innehållet i gräs ändras under hela tillväxtsäsongen och följer en optimal kurva. Det mönstret beror på den fenologiska utvecklingen hos vällen. Nivån och förändringarna i WSC är specifika för olika genotyper men beror också av miljöfaktorer. Klimatfaktorer kan avgöra innehållet av WSC direkt genom att inverka på plantans fotosyntes och respiration och indirekt genom att påverka den fenologiska utvecklingen.

Temperatur

Enligt Alberda (1957) har tempererade gräs ett tillväxtoptimum vid 20°C men halten av kolhydrater är inte optimal vid denna temperatur. Vid 20°C kan man få den största skörden av torrs substans och samtidigt är respirationen högre än om temperaturen hade varit lägre än 20°C. Båda dessa faktorer verkar minska kolhydratreserven jämfört med lägre temperaturer. Så trots att plantan får en större yta av gröna blad som kan bilda kolhydrater med en högre hastighet än vid högre eller lägre temperaturer kommer alltså kolhydratreserverna att minska.

Vid temperaturer under den optimala temperaturen för produktion minskar produktionen av kolhydrater mindre än vad konsumtionen av kolhydrater till tillväxt och respiration gör. Resultatet blir att reserverna ökar med en lägre temperatur. Vid en temperatur över den optimala temperaturen minskar produktionen av torrs substans men respirationen ökar. WSC kommer då att minska men effekten av temperaturen är mindre konstant över den optimala temperaturen än under. Ibland kan det lägsta innehållet av WSC vara vid den optimala temperaturen, fast oftast sjunker värdet ju högre temperaturen är. När värdet är som lägst beror på om den ökade respirationen eller minskningen i tillväxt tar överhanden (Alberda, 1965).

När temperaturen är låg är konsumtionen av WSC till respiration och bildning av ny vävnad som tidigare nämnts låg medan produktionen av WSC fortfarande är tillräcklig. Därför kommer WSC att öka. När temperaturen är hög går mycket WSC till respirationen och WSC-reserven minskar. Vid den optimala tillväxttemperaturen kan det antas att den största delen av sockret kommer att gå till uppbyggnad av ny vävnad. Vid den optimala temperaturen kommer därför halten WSC att vara låg (Deinum, 1966).

I Alberdas (1957) försök med engelskt rajgräs visades att koncentrationen av WSC var högre vid en nattemperatur på 3°C än vid 20°C. White (1973) skriver i sin sammanfattning av litteraturen att en hög nattemperatur minskar reserverna av WSC mer än vad en hög dagstemperatur gör. Detta beror på att en hög dagstemperatur ökar både respirationen och nettofotosyntesen medan en hög temperatur på natten bara ökar respirationen.

I danska försök har det visats att sockerkoncentrationen sjunker 0,75 % -enheter för var grad som temperaturen stiger. Ändringen i gräsets sockernehåll beror på förändringar hos fruktan. Dels utgör de en mindre mängd och dels blir de mer långkedjiga (Søgaard *et al.*, 2003).

Temperatur och ljus

Alberda (1965) skriver i sin studie att ljusintensitet och temperatur genom samverkan påverkar produktionen av torrs substans. Den optimala tillväxttemperaturen är beroende av ljusintensiteten och effekten av ljusintensiteten är olika vid olika temperaturer. Detta kan förklaras av att ljusintensiteten bara påverkar fotosyntesens hastighet och inte respirationen medan temperaturen påverkar både fotosyntes och respirationen på ett annat sätt. Den optimala temperaturen blir lägre vid låg ljusintensitet och beror uppenbarligen på att respirationen som ökar vid ökad temperatur blir av större vikt vid en låg ljusintensitet.

Det är väl känt att en låg temperatur och en hög global instrålning ökar WSC (Alberda, 1957; Alberda, 1965; Deinum 1966; Wulfes *et al.*, 1999). Larsson (2003) skriver att förutom det optimala utvecklingsstadiet, gynnsamma förhållanden med hög global instrålning och en relativt låg medeltemperatur som gynnade toppen av WSC kan en varm och tidig vår ha motsatt effekt på WSC-innehållet hos olika sorter av engelskt rajgräs. I den första skördeperioden fanns ett samband mellan temperatur och global instrålning. Vid den andra skörden kan de höga temperaturerna både natt och dag och en låg global instrålning tillsammans med en kraftig tillväxt ha minskat mängden WSC. Mellan den 27:e juni och 3:e juli ökade WSC och i månadsskiftet var nattemperaturerna ganska låga och vid dagen för insamling av proverna var den globala instrålningen hög. Vid den sista och tredje skördeperioden fanns ett samband mellan temperatur och sort. Högsocker sorterna ökade i WSC den första delen av perioden medan de lokala sorterna visade motsatsen. Förklaringen kan vara olika svar från genotyperna på den höga temperaturen.

Deinum (1996) påvisade en tre till fyra gånger skillnad i innehåll av WSC mellan rajgräs som växte i hög eller låg ljusintensitet. Om ljusintensiteten minskades genom skuggning av gräset i tre dagar reducerades sockerinnehållet med 50 %. Även en höjning av temperaturen minskade WSC-innehållet i skörden. Innehållet av WSC minskade 35 % när temperaturen ökade från 10-15°C till 20-25°C.

Enligt Wulfes *et al.* (1999) modell ändras trenden som WSC följer då dagslängden passerar ett visst tröskelvärde. I undersökningen kom data från Tyskland och där inträffade detta datum den 10 maj och i samband med sträckningen. Före denna tidpunkt ändrades WSC bara på grund av kortsiktiga förändringar i väder. Ökad dagslängd, brist på vatten precis före axgång och en hög temperatur efter denna är de huvudsakliga anledningarna till ett ökat antal förändringar hos trenden för WSC-innehåll. Sett till hela säsongen beror alltså de stora förändringarna i WSC-trenden på plantans utvecklingsstadium och de små förändringarna på kortsiktiga väderförändringar. Om man lägger ihop kortvariga temperatur- och ljusförändringar kan den dagliga fluktuationen i WSC öka 2-3 % - enheter.

Eftersom sockerhalten i växterna stiger vid ökad ljusintensitet kan det vara en fördel att utföra slåtter efter några dagars soligt väder (Kvalitetssäkrad mjölkproduktion, 1996). Temperaturen under perioden precis före skörden påverkar antagligen kolhydratinnehållet mer än temperaturer tidigare under säsongen (Smith, 1973).

Dygnsvariation

Koncentrationen av socker i gräs varierar över dagen och är som högst sent på eftermiddagen. Den stiger under dagen eftersom det bildas socker vid fotosyntesen. Därefter sjunker koncentrationen igen då sockret används till tillväxt och respiration, transporteras till stubb och rötter, det vill säga till de delar av plantan som inte skördas. Svängningarna i sockerkoncentrationen är störst i de yngsta bladen som är mest aktiva i fotosyntesen. Svängningarna är större dagar då solen skiner jämfört med molniga dagar (Søegaard *et al.*, 2003).

Även Smith (1973) säger att koncentrationen av WSC hos gräs och baljväxter ökar under morgonen för att nå ett maximum på eftermiddagen. Därefter minskar det till solen går upp nästa dag. Den största delen av variationen verkar bero på förändringar i koncentrationen av sukros.

Eftersom studier visar att sockerhalten stiger under dagen borde det vara bäst att slå vallen på eftermiddagen men en eftermiddagsslåtter kan innebära att fodret får ligga en natt extra. Under denna tid förbrukas socker genom växternas respiration och det är därför inte säkert att sockerhalten vid bärning är högre jämfört med gräs som slagits på förmiddagen (Kvalitetssäkrad mjölkproduktion, 1996).

I försök utförda under maj och juni 1980 visade det sig att en optimal skördetidpunkt kan vara svår att bestämma. WSC uppmättes i en blandvall med klöver vid tre olika tidpunkter på dagen: 09.00, 13.00 och 17.00. Innehållet av WSC var över den generellt accepterade nivån på 2,5-3 % som krävs för en tillfredsställande naturlig fermentation. Värdet av WSC var högre i grönmassan klockan 17.00 än tidigare på dagen men det var till stor del en avspegling av torrsubstansinnehållet. Det utfördes även mätningar på natten och enligt dem verkade det som att WSC i grönmassan är relaterat till procent torrsubstans. Resultatet antyder att det inte finns någon optimal skördetidpunkt då WSC-nivån är som högst. Halten av torrsubstans i grönmassan vid avslagningen är en viktigare faktor (Appleton, 1981).

Kvävegödsling

Wright (1973) skriver i sin litteraturgenomgång att effekterna av kvävegödsling på koncentrationen av kolhydrater är komplex och variabel. Det finns försök som tyder på att kvävegödsling inte har haft någon effekt alls på sockerkoncentrationen medan andra tyder på att den har ökat eller minskat. Generellt ökar koncentrationen av socker då låga till måttliga givor av kväve har tillförts och sjunker vid höga givor. Då det råder brist på kväve och inget annat växtnäringsämne eller miljön begränsar tillväxten kan en måttlig kvävegiva öka plantans tillväxt. Vid den ökade tillväxten ökar även bladytan och innehållet av klorofyll vilket medför att fotosyntesen ökar. En ökad fotosyntetisk aktivitet kan sedan antas öka reserverna av kolhydrater.

Søgaard *et al.* (2003) styrker teorierna kring att koncentrationen av socker sjunker med ökad kvävegödsling. Detta beror antagligen på den kraftiga tillväxten när inte kvävet är begränsande för växten. Det upplagras därför inte lika mycket fruktan. Dessutom kommer det ökade proteininnehållet att ta upp större plats på de övriga beståndsdelarnas bekostnad. Smith (1973) påstår också att tillförsel av kväve minskar koncentrationen av icke-strukturella kolhydrater hos både gräs och baljväxter. Hos gräs är det i huvudsakligen koncentrationen av fruktan som påverkas.

En ökad kvävegiva påverkar som sagt tillväxten positivt och reducerar därför koncentrationen av WSC medan råproteinhalten i gräset ökar. Motsats till detta sker vid förhållanden som begränsar tillväxten men inte fotosyntesen, då ökar koncentrationen av socker och råproteinhalten minskar (Deinum, 1966; Deinum, 1984).

Wilman & Wright (1978) skriver att kvävetillförsel ökade andelen cellinnehåll hos engelskt rajgräs. Tillförseln av kväve ökade andelen råprotein mer än den minskade andelen kolhydrater. I sin litteraturstudie skriver Wright (1973) att överskott av kväve minskar reserverna av kolhydrater när andra näringsämnen och miljön inte begränsar plantans tillväxt. I detta fall stimulerar kvävegödslingen syntesen av aminosyror och amider på bekostnad av reserverna av kolhydrater. Kolhydratreserven används som kolskelett vid proteinsyntesen.

Grönmassa med högt näringsinnehåll

Ovan har en rad olika odlingsfaktorer och dess inverkan på sockerhalten behandlats och till exempel kvävegödslingen är ju en av de faktorer som faktiskt lantbrukaren styr över själv. Råder dessutom bra väderförhållanden och vallen slås och behandlas på ett lämpligt sätt kan det förmodligen bidra till en högre sockerhalt i grönmassan. Men det är inte bara en hög sockerhalt som krävs för ett gott foder utan även råproteinhalt, NDF, energi och smältbarhet måste ligga på en bra nivå. Dessutom bör avkastningen vara tillräcklig. I tabell 2 framgår inom vilka intervall respektive analysvärde bör ligga för ett bra vallfoder, där ingår även rekommendationer för ts-halt för respektive ensileringsmetod. I färsk grönmassa varierar ts-halten från 15-30 % beroende på hur mycket klöver det är i vallen. En hög klöverandel ger en lägre ts-halt. Färskt vallfoder ligger vanligen runt en ts-halt på 20-25 % (pers. medd., Nadeau).

Tabell 2. Intervall för vad som generellt anses som ett bra vallfoder för vissa kvalitetsparametrar. Även lämplig ts-halt anges. (pers. medd., Nadeau)

Kvalitetsparameter	Intervall
Energi	11,0-11,5 MJ kg ⁻¹ ts
Råprotein	130-160 g kg ⁻¹ ts
NDF	450-550 g kg ⁻¹ ts
EFD*	50-60 %
Ts-halt plansilo	25-30 %
Ts-halt tornsilo	30-40 %
Ts-halt bal	40-50 %

*EFD = Effektive Fiber Degradation (nedbrytning) i vommen

Enligt Merry *et al.* (2001) är axgång en kritisk tidpunkt för varefter minskningen i smältbarhet och proteininnehåll hos gräs sjunker. Hastigheten som protein minskar med varierar mellan olika arter och sorter men ändå är tidpunkten då halva axet är framme ett bra riktvärde sett till varje enskild gräsart eller sort. Generellt sett kan man säga att i början av maj ligger skörden på 3 ton ts ha⁻¹, råproteinhalten på 250 g kg⁻¹ ts, sockerhalten på 100 g kg⁻¹ ts och smältbarheten av organiska substanser på 750 g kg⁻¹ ts. Efter två veckor har skörden ökat till 6 ton ts ha⁻¹, sockerhalten till 100 g kg⁻¹ ts, råproteinhalten och smältbarheten av organiska substanser sjunkit till 160 g kg⁻¹ ts, respektive 660 g kg⁻¹ ts. Efter ytterligare två veckor har skörden ökat till 8 ton ts ha⁻¹, sockerhalten till 200 g kg⁻¹ ts medan råprotein har sjunkit till bara 90 g kg⁻¹ ts och smältbarheten av organiska substanser till 600 g kg⁻¹ ts. Merry *et al.* (2001) påstår alltså att sockerhalten ökar under plantans mognad men studier har också visat att sockerhalten minskar när grödan mognar (Kvalitetssäkrad mjölkproduktion, 2003).

Tyvärr leder inte alltid en gröda som slagits vid rätt tidpunkt och under goda väderförhållanden till att ensilaget i slutändan blir ett bra foder och det beror på att mycket kan hända under ensileringsprocessen.

Ensilering

Vid en lyckad ensilering är en stor del av näringsämnen kvar i fodret efter konserveringen. Ett bra ensilage fås då grödan skördas vid rätt tidpunkt, då aktiviteten hos plantenzym och oönskade mikroorganismer är låg och då mjölksyrabakterierna stimuleras (Bolsen, 1995).

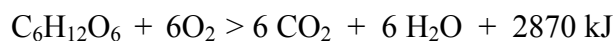
Direkt efter att grödan slagits av och i början av ensileringsfasen sker förändringar hos grönmassan på grund av aktivitet hos enzymer som finns i växtvävnaden. Respiration och proteolys är de processer som främst påverkar näringsvärdet hos det färdiga ensilaget (Mc Donald *et al.*, 2002).

I början av ensileringsfasen används det syre som fångats i grönmassan av enzymer som oxiderar de vattenlösliga kolhydraterna. Temperaturen stiger och det socker som annars skulle finnas tillgängligt för fermentationsprocessen förbrukas (Bolsen, 1995).

Det finns fyra olika faser som grödan genomgår under ensileringen: före inläggning, aktiv fermentation, stabil fas och utfodring (Nadeau, 1995). Innan genomgången av faserna förklaras de viktiga processerna respiration och proteolys mer ingående.

Respiration

Respirationen definieras som en oxidativ degradering av organiska föreningar där det frigörs användbar energi. Kolhydrater är den huvudsakliga respiratoriska källan och substratet som används är främst socker i form av hexos. Hexos oxideras och bildar slutligen koldioxid och vatten samtidigt som all energin som fanns bunden i sockret omvandlas till värme. Reaktionen har följande formel:



Hos plantan skulle värmen försvinna ut i atmosfären men i en tillsluten silo hålls värmen kvar i den skördade grönmassan och temperaturen stiger. Förlusten av vattenlösliga kolhydrater vid respirationen är en onödig process som kan vara så omfattande att den fortsatta fermentationen påverkas märkbart. Respirationen pågår så länge det finns syre tillgängligt för plantenzymerna. Det enklaste sättet för att begränsa respirationen är att så fort som möjligt få syrefria förhållanden (Mc Donald *et al.*, 2002).

Proteolys

Ungefär 75-90 % av totalkvävet i färsk grönmassa är i form av protein. Efter avslagningen startar proteolysen som bryter ner protein och efter några få dagar på slag kan proteininnehållet ha minskat med så mycket som 50 %. Proteolysen fortsätter under ensileringen men avtar då pH faller. Produkterna av proteolysen är aminosyror och peptider av varierad längd. Den fortsatta nedbrytningen av aminosyror är ett resultat av plantenzymers aktivitet men den är begränsad. Den största delen av nedbrytning av aminosyror kan skyllas på olika typer av mikrober och inte på enzymer (Mc Donald *et al.*, 2002).

Före inläggning

Under den första fasen som är före inläggningen finns tillgång till syre och därför dominerar respirationen. Eftersom socker har hög smältbarhet orsakar respirationen stora förluster av energi och torrs substans (Nadeau, 1995). Direkt efter avslagningen börjar kolhydratpolymerer som sukros och fruktaner att hydrolyseras till monomerer. Innehållet av sukros och fruktaner minskar avsevärt under de första timmarna. Glukos och fruktos förloras genom respirationen men frigörs samtidigt från polymererna genom hydrolys vilket leder till att sockerhalten oscillerar efter skörd. Det sker dock alltid en nettoförlust av kolhydrater på grund av respirationen även om de olika komponenterna kan fluktuera (Pettersson, 1988).

Socker är också huvudföda för de önskvärda mjölksyrabakterierna som fermenterar socker till mjölksyra. Denna sänker pH till 4,0-4,2, en nivå som normalt krävs för att få ett ensilage av god kvalitet. Värmen som produceras vid respirationen påskyndar alla processer, både bra (fermentation) och dåliga (respiration). Respirationens hastighet ökar med temperaturen och når ett maximum vid 83° C och en vattenhalt över 80 %. En annan oönskad reaktion som inträffar vid höga temperaturer är Maillard reaktionen som minskar ensilagens smältbarhet. För att reducera respirationsförluster bör grödans vattenhalt sänkas till 60-70 % så fort som möjligt. Torrare ensilage är svårt att packa och tillåter lufttillträde i silon vilket förlänger respirationsperioden. Det bästa sättet att begränsa respirationen är att fylla, packa väl och täcka silon så fort som möjligt. En gröda som är för kort hackad är svår att packa och därmed stannar syret kvar i silon och respirationen blir långdragen (Nadeau, 1995).

Aktiv fermentation

Aktiv fermentation är den andra fasen och råder under syrefria förhållanden och skall domineras av tillväxten av mjölksyrabakterier. Den här perioden pågår under en till fyra veckor och karaktäriseras av att pH sjunker till cirka 4,0. Under de första ensileringsdagarna kommer dock plantenzymerna och syretoleranta bakterier att tävla med mjölksyrabakterierna om sockret och proteinerna (Nadeau, 1995). Det huvudsakliga substratet under den anaeroba fasen är glukos och fruktos som tillsammans kan utgöra 8 % av torrsubstansen. Den metaboliska aktiviteten är intensiv under dessa första dagar och i en studie av Petterson (1988) visade det sig att det socker som fanns utgjorde 10 % av torrsubstansen och fermenterades till mjölksyra på fyra dagar.

Den totala mängd substrat som behövs för att få ett ensilage med god kvalitet beror på hur stora förlusterna blir före fermenteringen, grödans buffringskapacitet, ts-halten och hur utbredd och effektiv fermentationen blir. Pettersson (1988) har sammanfattat litteratur och skriver att en minimumnivå på 6 -7 % socker av ts-halten behövs för att sänka pH till 4,0. En annan uträkning hävdar att ett gott ensilage kan uppnås med gräs som har en låg ts-halt förutsatt att koncentrationen av socker är minst 80 g kg⁻¹ ts. Motsvarigheten för baljväxter är högre och där behövs minst 120 g kg⁻¹ ts då buffringskapaciteten är högre. Petterson (1988) kom fram till att i obehandlat ensilage behövdes ett substratinnehåll runt 25 g kg⁻¹ ts i grönmassan för att uppnå en acceptabel ensilagekvalitet. Tillsats av syra i grödan gjorde fermentationen mindre känslig för mängden substrat som fanns tillgängligt. Tillräcklig förtorkning minskade också behovet av substrat och ökade produktionen av mjölksyra. Dessa experiment utfördes dock i väl kontrollerade miljöer och under goda ensileringsförhållanden. Antagligen måste substrathalten vara högre under de förhållanden som råder ute på gårdar.

Plantenzymerna bryter ner proteiner till lösligt ickeprotein. Nedbrytningen av protein är störst under de närmaste dagarna efter täckningen av silon men minskar kraftigt allt efter som syret används och efter ungefär en vecka av ensileringen råder väldigt låg aktivitet. Proteinnedbrytningen har ett maximum vid ett pH mellan 5,5 och 6,0 vilket är det normala pH som en färsk, hackad gröda har vid ensilering. En snabb fermentation eller tillsättning av syra kan snabbt sänka pH till 4,0 och det minskar proteinnedbrytningen avsevärt. Efter ensileringen kan ickeproteinföreningarna variera från 20 % upp till så mycket som 80 % av det totala kvävet (Nadeau, 1995). Även i ensilage med god kvalitet kan mellan 50 – 60 % av proteinet ha brutits ned på grund av plantenzymernas aktivitet (Petterson, 1988).

Hur utbredd fermentationen kommer att bli påverkas i hög grad av ts-halten i grönmassan. Fermentationen begränsas då ts-halten ökar. Lägre halter av mjölk-, ättik- och smörsyra och ammoniumkväve blir resultatet. Socker finns ofta kvar och högre pH värden är vanligt. Högre ts-halt resulterar i en lägre bakteriell aktivitet och syror som bildas under fermentationen får en mindre betydelse för konserveringen. Den anaeroba stabiliteten inträffar vid ett högre pH. Förtorkning under goda väderförhållanden reducerar förlusterna av socker i pressvattnet och koncentrerar de tillgängliga näringsämnen i vattenfasen. En ökad ts-halt eller rättare sagt en lägre

vattenaktivitet begränsar tillväxten av mikroorganismer. Mjölksyrabakterierna kan tolerera en högre ts-halt än övriga mikroorganismer och därför begränsas inte deras tillväxt. Den mest betydelsefulla effekten av förtorkning är att motverka tillväxten av klostridier (Pettersson, 1988).

Mjölksyrabakterier

De två huvudgrupperna av mjölksyrabakterier är homofermenterare, som bara producerar mjölksyra av sockret, och heterofermenterare som producerar koldioxid, etanol, ättiksyra och mjölksyra. Homofermentarerna är de mest önskvärda bakterierna eftersom de inte orsakar stora förluster av torrs substans vilket heterofermentarerna gör. Höga halter av mindre önskvärda syror och etanol reducerar ensilaget smaklighet och därmed också djurens intag (Nadeau, 1995).

När det finns tillgång på syre producerar mjölksyrabakterierna mindre mjölksyra och mer ättiksyra och om sockret inte räcker till omvandlar de mjölksyran till ättiksyra. Detta är viktigt att veta när lantbrukaren öppnar en silo efter några veckor för att lägga in mer ensilage på den redan ensilerade grödan i silon. Vid den tidpunkten är oftast mjölksyrabakterierna de dominerande mikroorganismerna i ensilaget som håller på att fermentera. När syre blir tillgängligt sker en snabb reduktion av mjölksyra-koncentrationen och istället ökar koncentrationen av ättiksyra. Väl fermenterat ensilage har en koncentration av mjölksyra på 6-8 % av torrs substansen. Sammanfattningsvis kan det konstateras att både för en god konservering av grödan och djurens prestationsförmåga önskas huvudsakligen homofermentation (Nadeau, 1995).

Det finns naturligt ett stort antal mjölksyrabakterier på grödan och de växer bäst under varma och fuktiga förhållanden. De flesta mjölksyrabakterierna tillväxer bra över en temperatur på 28°C och växer som snabbast mellan 48-88°C. När vattenhalten är under 40 % tillväxer de dåligt och det kan dröja en månad innan fermentationen är avslutad. Vid en vattenhalt på 70 % är de flesta fermentationerna avslutade efter en till två veckor förutom då det är kallt, under 18°C (Nadeau, 1995).

Klostridier

Tillväxt av klostridiebakterier är inte önskvärd i ensilaget. Klostridier finns på den avslagna grödan, speciellt om den har kontaminerats med jord. Klostridier kan göra om ättiksyran till illaluktande smörsyra och producera ammoniak av protein. Ett ensilage med klostridier karaktäriseras av halter av smörsyra som överstiger halterna av mjölksyra och av nivåer av ammoniumkväve på över 10 % av totalkväve. Ensilaget får även en lukt av härsket smör och har ett pH över 5,0. Fermentation som orsakats av klostridier kan ibland dominera i ensilage med en vattenhalt över 70 % (Nadeau, 1995).

Stabil fas

När mjölksyrabakterierna har använt allt socker i grödan eller när pH är tillräckligt lågt under 4,0 för att stanna av deras tillväxt börjar den stabila fasen. En låg biologisk aktivitet sker under denna period. Fast det finns en viss risk att jäst, svampar och aeroba bakterier kan växa till i kanterna av silon eller mot plasten som täcker eftersom syre där sakta kan ta sig in (Nadeau, 1995).

Utfodring

Under utfodringsfasen kan de största förlusterna av torrsubstans och näringsämnen ske på grund av att aeroba mikroorganismer konsumerar socker, fermentationsprodukter som mjölksyra och ättiksyra, och andra lösta näringsämnen i ensilaget. Dessa komponenter respireras och bildar koldioxid och vatten under bildning av värme. Jäst och svampar är de mikroorganismer som orsakar störst problem i denna fas men även vissa bakterier kan skapa problem under vissa omständigheter. Förutom att det sker stora näringsförluster kan även vissa svampar producera mykotoxiner som kan påverka djurhälsan (Bolsen, 1995).

Den mikrobiologiska aktivitet som sker under utfodringen är likvärdig med den som sker då syre tränger in i silon under den stabila fasen. Den stora skillnaden är syremängden. Under utfodringen har mikroorganismerna tillgång till obegränsade mängder av syre vilket gör att de kan växa till i en enorm hastighet. När populationen av svamp eller jäst blir tillräckligt stor startar värmebildningen vilket leder till att smältbara komponenter som socker och fermentationsprodukter snabbt förloras. Hur lång tid det tar innan värmebildningen startar beror på många faktorer såsom antal aeroba mikroorganismer i ensilaget, tiden ensilaget är utsatt för syre innan utfodringen sker, fermentationens karakteristika och omgivningens temperatur (Bolsen, 1995).

Förluster

En stor del av näringsämnena vill man alltså ha kvar i ensilaget ända fram till det att djuret konsumerar fodret. För att veta hur det skall gå till är det bra att vara medveten om möjliga förlustvägar. Petterson (1988) har sammanfattat litteratur och i en sammanställning baserad på 742 experiment visade sig de genomsnittliga torrsubstansförlusterna ligga på 16,1 %. De största förlusterna återfanns i obehandlat ensilage och de minsta i förtorkat eller syrabehandlat ensilage. Torrsubstansförlusterna under ensileringen rör sig någonstans mellan 150 – 500 g kg⁻¹ ts. Eftersom förlusterna huvudsakligen påverkar den smältbara fraktionen av fodret minskar det nutritionella värdet avsevärt vid höga torrsubstansförluster. Källorna till förlusterna kan delas in i följande kategorier: fält-, respiration-, fermentation- och pressvattenförluster samt förluster på grund av syretillträde.

Fältförluster orsakas av maskinspill, respiration under förtorkningen och läckage vid regn. Förlusterna i grönmassa som förtorkats i ett dygn rör sig kring 1-3 %. Vid en förlängd förtorkning och under dåliga väderförhållanden kan förlusterna uppnå 12,8 % (Pettersson, 1988).

För att minska respirationsförlusterna skall som sagt syrefria förhållanden råda så snart som möjligt i ensilaget. Annars finns det risk för att förlusterna av socker är så stora att det inte finns tillräckligt med substrat kvar till fermentationen. I ett välpackat och tillslutet ensilage förloras inte mer socker än 10 g kg^{-1} ts (Pettersson, 1988).

Pressvattenförlusternas omfattning kan direkt relateras till ts-halten i grönmassan som läggs in. Andra faktorer som typ av silo, behandling av grönmassan och användning av tillsatsmedel eller inte spelar också roll. Denna förlust består mest av lösliga kolhydrater, organiska syror, mineraler och lösliga kväveföreningar. Den direkta förlusten av substrat till fermentationen kan vara avgörande för ensilagekvaliteten. Förlusterna uppskattas till 1,5 – 4,2 % (Pettersson, 1988).

Förluster på grund av att syre har tillträde kan delas in i förluster som sker på grund av fångat syre i silon och det syre som får tillträde efter öppnandet. Den förstnämnda är minimal så länge inte förslutningen av silon dröjer flera dagar för då kan förlusterna bli upp till 40 %. Vid syretillträde metaboliseras lösliga kolhydrater organiska syror med hög smältbarhet medan andelen fiber, råprotein och aska ökar. Det resulterar i en nettoenergiförlust som är en och en halv till två gånger högre än torrsubstansförlusten (Pettersson 1988).

Socker i fodret

I totalfoderstaten räknar man med att det behövs 5 % socker (pers. medd. Hans-Erik Andersson). För ekoodlare är vallfodret enda sockerkällan och därför blir sockerinnehållet i vallen extra viktigt för dem och då kan sockerhalten i vallfodret behöva ligga på 6-7 %. Konventionella lantbrukare har möjlighet att öka sockerinnehållet i totalfoderstaten med något annat kolhydratrikt fodermedel som till exempel melass. Rådgivarna brukar räkna med att en tredjedel till hälften av det socker som fanns i grönmassan skall finnas kvar i ensilaget efter ensilering. Socker som försvinner omvandlas bland annat till syra och syramängden påverkar djurets konsumtion vilket medför att denna måste begränsas. Socker kvar i fodret gör däremot att fodret blir mer aptitligt och djurens konsumtion ökar.

Ytterligare en positiv effekt av en hög sockerhalt i ensilaget är att balansen mellan energi och kväve kan ge ett högre fodervärde. En stor del av kväveförlusterna sker i våmmen och det har visat sig att bara 60-70 % av kvävet i konsumerat foder går vidare till tarmen (Beever *et al.*, 1986). De två egenskaper hos färskt och ensilerat vallfoder som detta beror på är dels att bladproteiner är mycket lösliga i våmvätska (Beever & Siddons, 1984) och dels att i förhållande till kolhydrater i cellväggen är innehållet av fruktaner och andra lösliga kolhydrater lågt i vallfoder (Radojevic *et al.*, 1994). I avsaknad av socker och tillräckliga mängder med energi använder våmmikroberna istället de kväverika substanserna, protein som energikälla vilket leder till ett ineffektivt utnyttjade av kväve (Brock *et al.*, 1982) och en ökad kvävebelastning på miljön.

MATERIAL OCH METOD

Förarbete

I sockerprojektets inledningsskede skrevs en artikel i Jordbruksaktuellt som lockade ett antal lantbrukare med intresse för bra vallfoder att delta i projektet. Listan bestod till slut av 46 lantbrukare från olika delar av västra Sverige. Huvuddelen av lantbrukarna är från Skaraborg men därutöver finns även lantbrukare från Södra Älvsborg, Halland, Värmland och Bohuslän. Varje lantbrukare informerades om projektet av en ansvarig rådgivare vilken dessutom skulle medverka vid provtagningen.

Därefter utarbetades ett skötselprotokoll för insamling av uppgifter om vallens skötsel och lite allmänna frågor kring skörden och ensileringen. Detta har lantbrukaren själv fyllt i och skickat in (bilaga 1). Grönmasseproverna har tagits vid första skörd under maj och juni 2003 och ensilageproven har tagits under hösten i samband med öppnandet av silon. För mer information kring provtagningen, se bilaga 2.

Datainsamling

Rådata som samlades in från analys- och skötselprotokollen finns sammanställda i bilaga 3 där alla tillgängliga uppgifter finns med även om inte alla uppgifter är fullständiga då några lantbrukare som var med från början inte fullföljde provtagningen. I tabell 3 finns förklaringar till förkortningarna som använts i sammanställningen och även under databearbetningen. Kolumnerna som gäller kvävegödslingen kräver lite extra förklaring.

Mängden kväve som tillförts vallen har angetts dels i total kvävegiva (Nlagt) och dels som effektiv kvävegiva (Neff). Detta på grund av att stora delar av kvävet i stallgödsel inte kommer grödan till godo utan förloras i stall, under lagring och vid spridning. Kväveeffekten i mineralgödsel till vall antas vara 100%.

När det gäller stallgödseln har först den totala givan räknats ut genom att ta procentsatsen för kväveinnehållet (STANK 4.22) för respektive gödselslag multiplicerat med givans storlek. För att få den effektiva givan har det gjorts en beräkning med hjälp av STANK som anger hur mycket kväve det finns i ett ton stallgödsel för de olika gödselslagen vid de olika tidpunkterna för spridning och gödselsystemen. Tidpunkterna har anpassats efter vad lantbrukaren angett och all gödsel antas ha breddspridits. Vissa antaganden angående lagring var tvungna att göras eftersom inte alla uppgifter fanns om hur stallgödseln hanterats. Syftet med att räkna ut en effektiv giva var att på ett ungefär uppskatta hur mycket kväve som kommit vallen till godo då stallgödsel har spridits. För att få den exakta effekten skulle det krävas en gödselanalys men som sagt var inte det syftet utan det var att kunna jämföra vallarna som bara mineralgödselats med dem som även fått stallgödsel.

Tabell 3. Förklaring till förkortningar angivna i text, tabeller och figurer.

Förkortning	Förklaring
typ	Anger om provet är grönmassa (G) eller ensilage (E)
sdat	Skördedatum angivet enligt juliansk numrering
klövh	Klöverhalt i % av den botaniska sammansättningen
ax	1= gräset har gått i ax 0= gräset ej gått i ax
stidp	Tidpunkt för slåtter på dagen, klockslag
sdagar	Antal skördedagar
tills	1= tillsatsmedel har använts 0= tillsatsmedel har ej använts
sol	1= sol under skördeperioden 0= mulet under skördeperioden
regn	1= regn under skördeperioden 0= inget regn under skördeperioden
Nlagt	Mängd kväve som lagts i kg
Neff	Mängden kväve i kg som kommit grödan till godo
gtyp	Typ av stallgödsel eller mineralgödsel
metod	Ensileringsmetod bal, torn, plan eller limpa
dens	Antal dagar i ensilering mellan provtagningarna
åld	Vallålder
ts*	Ts-halt, %
eng*	Energi för nötkreatur, MJ kg ⁻¹ ts
WSC*	Socket, g kg ⁻¹ ts
rp*	Råprotein, g kg ⁻¹ ts
NDF*	NDF(Nutrient Detergent Fibre), g kg ⁻¹ ts
NH ₄ -N*	Ammoniumkväve % av total kväve

* motsvarar grönmassa (G) eller ensilage (E)

Väder

För att få en uppfattning om vädret i maj och juni 2003 följer här en sammanfattning baserad på SMHIs uppgifter (Eggertsson Karlström, 2003). Maj månad var en halv till en grad varmare än normalt i de västliga delarna av Sverige och det regnade mycket vilket gav upp till den dubbla normala regnmängden. Antal solskenstimmar har uppmätts på Lanna utanför Skara och den mätningen visade bara på 82 % av det normala antalet solskenstimmar. Solskenstid definieras som den tid då den direkta solstrålningen överstiger 120 W m⁻².

Under juni månad var det drygt en grad varmare än normalt i den västra delen av Götaland (Vedin, 2003). Medeltemperaturen låg på 14-16 °C. Precis som maj var juni en regnrik månad och i de berörda delarna av Sverige regnade det upp till 50 % mer än normalt. Norra Götaland råkade runt den 9:e juni ut för ett omfattande nederbördsområde och i Dingle uppmättes en nederbörd på 57 mm. På Lanna var solskenstiden något lägre med sina 240 timmar mot 248 normalt. I Göteborg var skillnaden större, ett normalår uppnår den 266 timmar medan den bara var 238 i år.

Kemiska analyser

Samtliga prover har analyserats med avseende på torrs substans, råprotein, omsättbar energi, WSC, ammoniumkväve och NDF av AnalyCen i Lidköping.

Torrs substansen bestämdes genom vägning och torkning. Råprotein bestämdes utifrån analys av Kjeldahl-kväve och i beräkningen användes faktorn 6,25 (Bøgh-Sørensen, 2003). Energin bestämdes enligt VOS (vomvätskelöslig organisk substans) (Everitt *et al.*, 1980). Socker bestämdes med reduktion av koppar enligt Ekelund (1966). Bestämning av ammoniumkväve har gjorts enligt Tectator manual Kjeltac Auto Sampler System 1035 analyser. NDF bestämdes i värmeskåp (Pettersen *et al.*, 1997).

Databearbetning

De data som har bearbetats är värden från analyserna av grönmassan och ensilaget samt uppgifter som lantbrukarna angett på skötselprotokollet. Istället för att vänta på att alla uppgifter skulle komma in gjordes en avgränsning på grund av att databearbetningen behövde påbörjas och samtliga i projektet var nöjda med det antal prover som kommit in. Vid denna tidpunkt hade 36 prover kommit in och var nästan kompletta sånär som på enstaka analysresultat eller skötselåtgärder. Av dessa plockades nio av proverna bort. Två stycken på grund av att sockret i grönmassan inte analyserats (prov nr. 30 och 40) de övriga sex med anledning av att sockerhalten var högre i ensilaget än i grönmassan (prov nr. 11, 19, 26, 33, 35, 36, och 39). Detta antogs inte var sannolikt utan berodde antagligen på provtagningsfel och därför ströks de. Till slut var det alltså 27 prover kvar som inte ansågs vara kompletta och med rimliga analysvärden. I bilaga 4 återfinns listan med dessa 27 prover. De nio prover som inte verkade rimliga återfinns i bilaga 5.

Variansanalys och linjära regressioner

För att undersöka samband mellan sockerhalt i grönmassa och ensilage med de övriga analysvärdena och skötselåtgärderna utfördes variansanalys och linjära regressioner i SAS (PROC GLM respektive PROC REG, The SAS system for Windows, 8.01 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Sockerhaltens samband med de variabler som har angivits med ett värde (t ex skördedatum, klöverhalt och ts-halt) har undersökts genom linjär regression (PROC REG i SAS).

Variansanalys utfördes med de variabler som kan anses som behandlingar. Det är de variabler som angivits med ord (t ex metod och gödseltyp) och de variabler som angivits med ja (1) eller nej (0). För att även kunna genomföra variansanalys med vissa av värdevariablerna gjordes dessa om och delades in i grupper och kan även de då betraktas som olika behandlingar. I figuren nedan anges vilka variabler som gjorts om, de känns igen då de behållit sitt gamla namn med den extra ändelsen "gr." (tabell 4). De olika variansanalyserna och linjära regressionerna genomfördes med sockerhalten i grönmassa (WSC G) respektive sockerhalt i ensilage (WSC E) som beroende variabler.

Tabell 4. Värdevariablernas nya beteckningar och förklaringar då de gjorts om till behandlingar

							Enhet
Klovhgr	1	2	3	4	5		
Klovh	0%	0-24	25-49	50-74	75-		%
Sdagargr	0-1	1-2	3	5	10		
Sdagar	0-1	1-2	3-4	3-9	10-		dag
Neffgr	1	2	3	4	5	6	
Neff	0	1-49	50-99	100-119	120-139	140-159	kg N
Stidpgr	f	d	e				
Stidp	7.00-11.14	11.15-13.14	13.15-20.00				klockslag
Gtypgr	ogöd	Ming	stallg	Komb			
Gtyp	ogödslat	mineralgödslat	stallgödslat	ming.+stallg.			förklaring

Multipel regression

För att ytterligare undersöka hur skötselåtgärder påverkar sockerhalten i grönmassa (WSC G) och ensilage (WSC E) gjordes multipel regressionsanalys, MLR (Multiple Linear Regression) i programvaran Minitab (MINITAB, 13.31 Minitab Inc.). Även sockerhaltens samband med övriga analysvärden undersöktes med multipel regression och regressioner har också gjorts med skillnaden i sockerhalt mellan ensilage och grönmassa (WSC diff) som beroende variabel. Vid MLR har vissa av proverna sorterats bort helt av programmet då någon uppgift saknats. I resultatdelen anges i tabelltexterna antalet prover resultatet baseras på.

Probvärdet för varje koefficient i regressionsekvationen i MLR visar hur stor risken är att parametern i fråga inte har någon effekt (koefficienten =0). Ju högre probvärdet är desto mindre är chansen att något samband finns.

För att hitta förklaringsgraden för hur och i vilken utsträckning variationen i grönmassans och ensilagens sockerhalt kan förklaras utifrån de övriga analysvärdena och skötselåtgärderna gjordes även multivariata regressioner med verktyget PLS (Partial Least Squared). Dataanalysen utfördes med hjälp av programvaran Unscrambler® (CAMO A/S, Oslo, Norway). De multivariata regressionerna utförda med PLS motsvarar de som utförts med hjälp av MLR. PLS plockar enbart bort enstaka värden som saknas. Samtliga PLS baseras på de 27 prover som ansågs rimliga och relativt fullständiga. På grund av att metoderna skiljer sig åt i hur de behandlar data har båda metoderna använts. För att lätt kunna jämföra MLR och PLS har motsvarande körningar numrerats på samma sätt. Det utfördes ingen PLS för att förklara WSC diff då det visade sig att skillnaderna mellan MLR och PLS inte skilde sig nämnvärt åt i de tidigare körningarna.

I resultatdelen hänvisas till skötselåtgärder för grönmassan vilket omfattar samtliga skötselåtgärder förutom de som har med själva ensileringen att göra. Det är antal dagar i ensilering (dens), och användning av tillsatsmedel eller ej (tills). Då det hänvisas till skötselåtgärder för ensilaget syftas just till dessa två.

Parametern som anger om gräset gått i ax eller inte har plockats bort både i MLR och PLS då uppgifter saknades för flera prover och körningarna ansågs bli bättre utan denna parameter. Då det har angivits att samtliga skötselåtgärder använts i de multivariata regressionerna ingår alltså inte axgång.

RESULTAT

Sockerkhalt i grönmassa

Sockerkhalten i grönmassan för de 27 prov resultatet baseras på låg på 108 g kg⁻¹ ts. Medianen låg något högre på 109 g kg⁻¹ ts. Det högsta värde som uppmättes var 189 g kg⁻¹ ts och det lägsta 52 g kg⁻¹ ts.

Vid test av nollhypotesen att WSC G är lika oberoende av vilken behandling gräset fått visade det sig att WSC G i ett fall skilde sig signifikant mellan behandlingarna. Vilken typ av gödsel som lagts på vallen hade betydelse för WSC G och det var tillförsel av stallgödsel som skilde sig från de övriga alternativen, ingen tillförsel av gödsel, tillförsel av handelsgödsel eller tillförsel av både stall- och handelsgödsel. I tabell 5 redovisas probvärde och R²-värde för behandlingarna.

Tabell 5. Effekt av skötselåtgärder på halten lättlösligt socker i grönmassan (WSC G)

Behandling	p-värde	R ² -värde
Klöverhaltgr	0,16	0,21
Ax	0,64	0,02
Skördetidpunktgr	0,2	0,16
Skördedagargr	0,47	0,10
Sol	0,69	0,01
Regn	0,67	0,01
Neffektivgr	0,14	0,31
Gödseltypgr	0,02	0,40

De linjära regressionerna mellan WSC G och skötselåtgärderna samt resten av analysvärdena visade inte på några signifikanta skillnader (tabell 6). Det visade sig att skördetidpunkt under dagen hade ett probvärde på 0,07 vilket ligger ganska nära gränsen på 0,05. Sambandet är negativt och alltså skulle sockerkhalten sjunka under dagen.

Tabell 6. Samband mellan halten lättlösligt socker i grönmassan (WSC G) och skötselåtgärder och övriga analysvärden för grönmassan

Parameter	p-värde	R ² -värde
Skördedatum	0,49	0,02
Ts-haltG	0,63	0,01
N effektiv	0,8	0
EngG	0,17	0,07
RpG	0,14	0,09
NDFG	0,14	0,08
NH4-NG	0,4	0,03
Klöverhalt	0,32	0,04
Skördetidpunkt	0,07	0,13
Skördedagar	0,15	0,08
N lagt	0,62	0,01
Vallålder	0,23	0,06

För att se hur de olika parametrarna skötselåtgärder och analysvärden kunde förklara WSC G gjordes tre olika stegvisa regressioner.

Stegvis regression 1 tog hänsyn till skötselåtgärder och analysvärden för grönmassan (tabell 7). Det alternativ som bäst förklarar WSC G när man tar hänsyn till både skötsel och analysvärden är att ta med energi, råprotein, NDF, Nlagt och NH₄-N i ekvationen. Det gav en förklaringsgrad på nästan 70 % det vill säga att så stor del av variationen kan förklaras med hjälp av ekvationen. Den enskilda parameter som bäst förklarar sockerhalten är energin som förklarar 22 % av variationen.

PLS 1 förklarade WSC G utifrån skötselåtgärder och analysvärden för grönmassan (tabell 7). De tre variabler som bäst förklarade WSC G var analysvärdena för energi, råprotein och NDF medan inte någon av skötselåtgärderna bidrog till en högre förklaringsgrad (figur 1). Drygt 50 % av variationen förklarades av ekvationen.

Tabell 7. Stegvis regression 1 och PLS 1 förklarar halten lättlösligt socker i grönmassan (WSC G) utifrån skötselåtgärder och analysvärden för grönmassan. Probvärde för koefficienterna inom parentes

Metod	N	Ekvation	R ²	RMSEC
MLR	22	(0,02) y = -123 + 23a	0,22	
		(0,001)(0,008) y = -158 + 34a - 0,59b	0,44	
		(0,02) (0) (0,02) y = 190 + 22a - 0,88b - 0,33c	0,57	
		(0,35) (0) (0,003) (0,07) Y = 422 + 9,7a - 1,04b - 0,51c + 0,19d	0,63	
		(0,87) (0) (0,001) (0,02) (0,09) y = 574 + 1,7a - 1,06b - 0,60c + 0,24d - 1,58e	0,67	
PLS	27	y = 181 + 21,8a - 1,0b - 0,29c	0,55	18,4

R² = justerad förklaringsgrad: anger hur stor andel av variationen som kan förklaras med hjälp av ekvationen

RMSEC (Root Mean Squared Error of Calibration) ≈ medelfel

y = WSC G, g kg⁻¹ ts

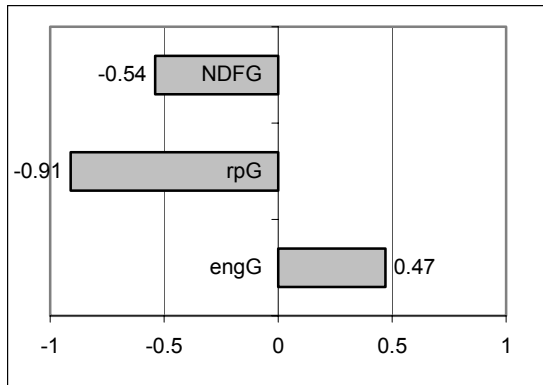
a = eng G, MJ kg⁻¹ ts

b = rp G, g kg⁻¹ ts

c = NDF G, g kg⁻¹ ts

d = Nlagt, kg tillfört N

e = NH₄-N G, %



Figur 1. Viktade regressionskoefficienter i PLS 1 där halten lättlösligt socker i grönmassan (WSC G) förklaras utifrån skötselåtgärder och analysvärden för grönmassan. Ju längre stapeln är desto större betydelse har koefficienten. Ju längre stapeln är desto större betydelse har koefficienten, gränserna ligger på -1 och 1

Stegvis regression 2 tog enbart hänsyn till skötselåtgärderna och det som bäst förklarade WSC G var skördetidpunkten som förklarade 9 % av variationen (tabell 8). Sambandet mellan sockerhalt och skötselåtgärder var så svagt att förklaringsgraden inte ökade då ytterligare en parameter lades till. Sambandet mellan skördetidpunkt på dagen och sockerhalt visade sig vara negativt och ej signifikant.

PLS 2 förklarade WSC G utifrån skötselåtgärderna för grönmassan (tabell 8). För det bästa resultatet krävdes fyra av variablerna och dessa var sol, antal skördedagar, skördetidpunkt på dagen och klöverhalt (figur 2). En förklaringsgrad på 0,20 tyder dock på att lite av variationen kan förklaras utifrån enbart skötselåtgärder.

Tabell 8. Stegvis regression 2 och PLS 2 förklarar halten lättlösligt socker i grönmassan (WSC G) utifrån skötselåtgärder för grönmassan. Probvärde för koefficienterna inom parentes

Metod	N	Ekvation	R ²	RMSEC
MLR	23	(0,085) y = 166 - 3.9f	0,09	
PLS	27	y = 161 + 7,32û - 4,06ë - 3,14f - 0,25í	0,20	24,6

R² = justerad förklaringsgrad: anger hur stor andel av variationen som kan förklaras med hjälp av ekvationen

RMSEC (Root Mean Squared Error of Calibration) ≈ medelfel

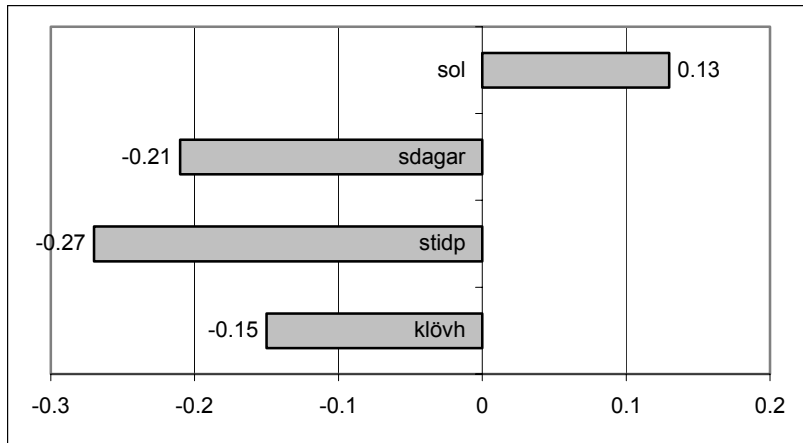
y = WSC G, g kg⁻¹ ts

f = stidp, skördetidpunkt på dagen, klockslag

í = klovh, klöverhalt %

ë = sdagar, antal skördedagar

û = sol



Figur 2. Viktade regressionskoefficienter i PLS 2 där halten lättlösligt socker i grönmassan (WSC G) förklaras utifrån skötselåtgärder för grönmassan. Ju längre stapeln är desto större betydelse har koefficienten. Ju längre stapeln är desto större betydelse har koefficienten, gränserna ligger på -1 och 1

Stegvis regression 3 gjordes för att förklara WSC G utifrån övriga analysvärden för grönmassan (tabell 9). NDF var den parameter som bäst förklarade sockerhalten men genom att lägga till råprotein ökade förklaringsgraden från 5 till 50 %. Att ytterligare lägga till energi förbättrade ekvationens förklaringsgrad något.

PLS 3 förklarade WSC G utifrån de övriga analysvärdena för grönmassa och gav samma resultat som PLS 1 (tabell 7).

Tabell 9. Stegvis regression 3 som förklarar halten lättlösligt socker i grönmassan (WSC G) utifrån övriga analysvärde för grönmassan. Probvärde för koefficienterna inom parentes. Resultat baserat på 26 prover

Ekvation	R^2
$y = 203 - 0,17c$ (0,13)	0,05
$y = 524 - 0,50c - 1,00b$ (0) (0)	0,50
$y = 323 - 0,40c - 1,08b + 15,2a$ (0,002) (0) (0,09)	0,54

R^2 = justerad förklaringsgrad: anger hur stor andel av variationen som kan förklaras med hjälp av ekvationen

y = WSC G, g kg⁻¹ ts

c = NDF G, g kg⁻¹ ts

b = rp G, g kg⁻¹ ts

a = eng G, MJ kg⁻¹ ts

Sockerkhalt i ensilage

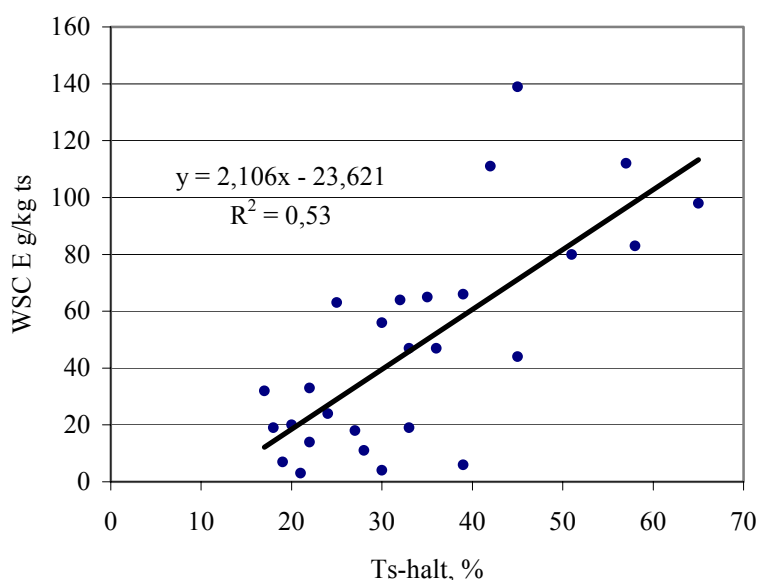
Medelvärdet på sockerhalten efter ensilering var 48g kg⁻¹ ts. I vissa ensilage hade en stor del av sockret försvunnit och den lägsta uppmätta halten var 3 g kg⁻¹ ts men det fanns även ensilage där så mycket som 139 g kg⁻¹ ts var kvar. Medianen låg på 44 g kg⁻¹ ts alltså något lägre än medelvärdet.

Ensilagets sockerhalt (WSC E) skilde sig inte signifikant i variansanalysen från någon parameter oberoende av behandling. Probvärden och R²-värden redvisas i tabell 10.

Tabell 10. Effekt av skötselåtgärderna på halten lättlösligt socker i ensilage (WSC E)

Behandling	p-värde	R ² -värde
Klöverhaltgr	0,15	0,22
Ax	0,58	0,02
Skördetidpunktgr	0,33	0,10
Skördedagargr	0,38	0,12
Sol	0,88	0
Regn	0,17	0,07
N effektivgr	0,49	0,18
Gödseltypgr	0,41	0,16
Metod	0,39	0,08
Tillsatsmedel	0,44	0,24

Regressionen visade att det fanns ett signifikant samband mellan WSC E och ts-halt i ensilaget (figur 3). Probvärde låg på <0,001 och sambandet var positivt.



Figur 3. Samband mellan halten lättlösligt socker i ensilage (WSC E) och ts-halt i ensilage.

Även ts-halten i grönmassan visade sig ha ett signifikant samband med WSC E med ett probvärde på 0,018. WSC G hade också signifikant samband med WSC E. Även skötselåtgärdernas betydelse för sockerhalten testades. Det förväntades inga signifikanta skillnader vilket heller inte fanns. Antal dagar i ensilering var närmast ett negativt samband med WSC E men probvärdet låg på 0,072. De övriga parametrarna hade inga signifikanta samband med sockerhalten (tabell 11).

Tabell 11. Samband mellan halten lättlösligt socker i ensilage (WSC E) och skötselåtgärder och analysvärden

<i>Parameter</i>	<i>p-värde</i>	<i>R²-värde</i>
Skördedatum	0,61	0,01
TsE	<0,001	0,53
Neffektiv	0,84	0
EngE	0,58	0,01
RpE	0,12	0,09
NDFE	0,97	0
NH4NE	0,10	0,11
Klöverhalt	0,17	0,08
Skördetidpunkt	0,16	0,08
Skördedagar	0,68	0,01
N lagt	0,64	0,01
Vallålder	0,41	0,03
Dagar i ensilering	0,072	0,12
WSC G	0,037	0,16
Ts G	0,018	0,20
NDFG	0,72	0,005
EngG	0,80	0,003
RpG	0,074	0,12

Fem olika stegvisa regressioner har utförts för att undersöka förklaringsgraden för sockerhalten i ensilage (WSC E) utifrån skötselåtgärder och analysvärden både för ensilage och grönmassa.

I stegvis regression 4 användes samtliga skötselåtgärder och analysvärden för grönmassa och ensilage för att förklara sockerhalten i ensilage (tabell 12). Det visade sig att ts-halten i ensilage var den parameter som bäst förklarade sockerhalten i ensilage. Förklaringsgraden förbättrades ytterligare då energi hos grönmassan lades till och ekvationen förklarade då nästan 60 % av variationen.

PLS 4 skilde sig från MLR 4 och förklarade WSC E utifrån fem parametrar istället för två (tabell 12). I båda fallen var ts-halt i ensilage en viktig parameter. PLS 4 grundades till största delen på analysvärden och endast antal dagar i ensilering verkade vara en viktig skötselåtgärd (figur 3).

Tabell 12. Stegvis regression 4 och PLS 4 förklarar halten lättlösligt socker i ensilage (WSC E) utifrån samtliga analysvärden och skötselåtgärder för grönmassa och ensilage. Probvärde för koefficienterna inom parentes

Metod	N	Ekvation	R ²	RMSEC
MLR	21	(0) x = - 18 -1,9i	0,53	
		(0) (0,06) x = - 220 -2,2i - 18,7a		
PLS	27	x = 76 - 1,33s + 0,98i + 0,28m - 0,22w - 0,21l	0,45	27,4

R² = justerad förklaringsgrad: anger hur stor andel av variationen som kan förklaras med hjälp av ekvationen

RMSEC (Root Mean Squared Error of Calibration) ≈ medelfel

x = WSC E, g kg⁻¹ ts

i = ts E, %

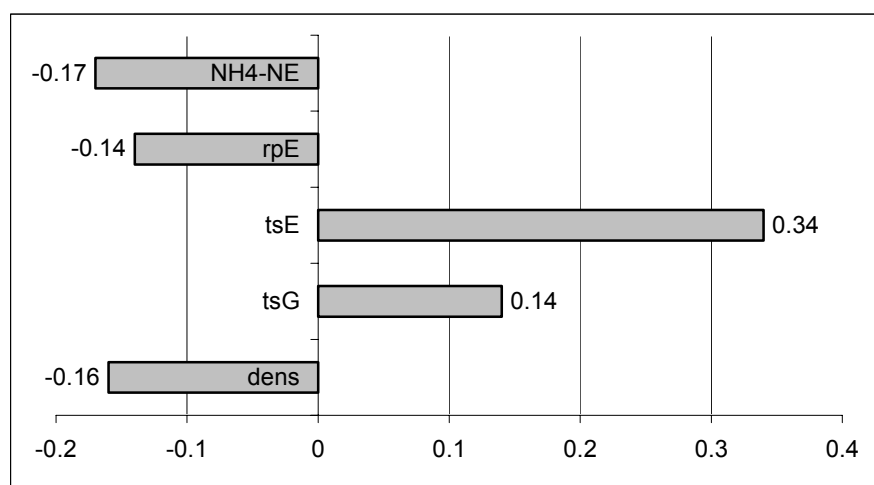
a = eng G, MJ kg⁻¹ ts

s = NH₄N-E, %

m = ts G, %

w = rp E, %

l = dens, antal dagar i ensilering



Figur 4. Viktade regressionskoefficienter i PLS 4 som förklarar halten lättlösligt socker i ensilage (WSC E) utifrån samtliga analysvärden och skötselåtgärder för grönmassa och ensilage. Ju längre stapeln är desto större betydelse har koefficienten, gränserna ligger på -1 och 1

Regression 5 grundades på skötselåtgärder för grönmassa och ensilage visade det sig att WSC E bäst förklarades av skördedatum och antal dagar i ensilering. Ekvationen förklarade dock bara 20 % av variationen (tabell 13).

PLS 5 ansåg klöverhalt, antal dagar i ensilering, skördetidpunkt på dagen och om det regnat eller inte som de skötselåtgärder som bäst förklarade WSC E (figur 4). Förklaringsgraden var dock väldigt låg (tabell 13). PLS 5 skilde sig från regression 5 och det var bara antal dagar ensilering som båda modellerna tog hänsyn till.

Tabell 13. Stegvis regression 5 och PLS 5 förklarar halten lättlösligt socker i ensilage (WSC E) utifrån skötselåtgärder för grönmassa och ensilage. Probvärde för koefficienterna inom parentes

Metod	N	Ekvation	R ²	RMSEC
MLR	23	(0,04) x = 466 -2,5k	0,15	
		(0,02) (0,1) x = 553 -2,7k - 0,44l	0,22	
PLS	27	x = 118 + 14,3j -2.83f - 0,41í - 0,29l	0,078	32,1

R² = justerad förklaringsgrad: anger hur stor andel av variationen som kan förklaras med hjälp av ekvationen

RMSEC (Root Mean Squared Error of Calibration) ≈ medelfel

x = WSC E, g kg⁻¹ ts

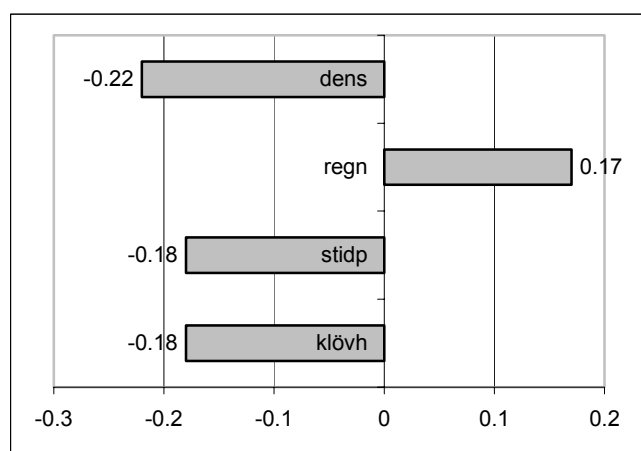
k = sdat, skördedatum angivet enligt juliensk numrering

l = dens, antal dagar i ensilering

j = regn

f = stidp, skördetidpunkt på dagen, klockslag

í = klöv, klöverhalt %



Figur 5. Viktade regressionskoefficienter i PLS 5 som förklarar halten lättlösligt socker i ensilage (WSC E) utifrån skötselåtgärder för grönmassa och ensilage. Ju längre stapeln är desto större betydelse har koefficienten, gränserna ligger på -1 och 1

I regressionen 6 där alla analysvärden för grönmassan, antal dagar i ensilering och användning av tillsatsmedel eller ej förklarade sockerhalten i ensilaget var det ts-halten på grönmassan som enskilt bäst förklarade variationen (tabell 14). Ekvationen förbättrades ytterligare då även sockerhalt i grönmassa lades till.

PLS 6 förklarade också WSC E utifrån parametrarna sockerhalten och ts-halten i grönmassan men lade även till antal dagar i ensilering och råproteinhalt i grönmassan för att få den bästa förklaringsgraden (figur 5) Denna låg dock bara på 0,25 (tabell 14).

Tabell 14. Stegvis regression 6 och PLS 6 förklarar halten lättlösligt socker i ensilage (WSC E) utifrån analysvärden för grönmassa, och skötselåtgärder för ensilage. Probvärde för koefficienterna inom parentes

Metod	N	Ekvation	R ²	RMSEC
MLR	22	(0,02) x = 6,07 - 1,2m	0,22	
		(0,02) (0,1) x = -33 - 1,1m - 0,4n	0,31	
PLS	27	x = 60 + 0,35m + 0,29n - 0,27l - 0,24b	0,25	31,9

R² =justerad förklaringsgrad: anger hur stor andel av variationen som kan förklaras med hjälp av ekvationen

RMSEC (Root Mean Squared Error of Calibration) ≈ medelfel

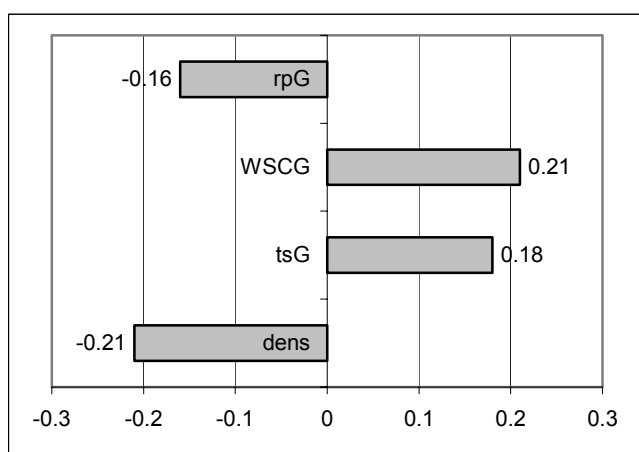
x = WSC E, g kg⁻¹ ts

m = ts G, %

n = WSC G, g kg⁻¹ ts

l =dens, antal dagar i ensilering

b = rp G, g kg⁻¹ ts



Figur 6. Viktade regressionskoefficienter i PLS 6 där halten lättlösligt socker i ensilage (WSC E) förklaras utifrån analysvärden för grönmassa, och skötselåtgärder för ensilage. Ju längre stapeln är desto större betydelse har koefficienten, gränserna ligger på -1 och 1

Tabell 15. Stegvis regression 7 och PLS 7 förklarar halten lättlösligt socker i ensilage (WSC E) utifrån skötselåtgärder och analysvärden för grönmassa. Probvärde för koefficienterna inom parentes

Metod	N	Ekvation	R ²	RMSEC
MLR	22	(0,04) X = 14 + 1,0m	0,15	
		(0,02) (0,02) X = 461 + 1,1m - 2,7k	0,33	
		(0,003)(0,004)(0,07) X = 626 + 1,7m - 4,2k + 4,2e	0,41	
		(0,003)(0,001)(0,03)(0,1) X = 837 + 1,6m - 5,3k + 5,2q - 0,2d	0,47	
		(0,003)(0,002)(0,02)(0,08)(0,08) X = 721 + 1,6m - 4,9k + 5,5e - 0,3d + 0,4n	0,53	
		(0) (0,01)(0,005)(0,01)(0,04) (0,05) X = 463 + 1,9m - 3,7k + 6,1e - 0,6d + 0,5n + 0,7t	0,62	
		(0) (0,004)(0,002)(0,003) (0,01) (0,03)(0,1) x = 500 + 2,1m - 4,5k + 7,3e - 0,7d + 0,6n + 0,8t + 4,1f	0,66	
PLS	27	x = 875 + 9,91j - 0,28 i + 0,26m + 0,21n - 1,96f - 0,20l - 0,29 0,17b	30,9	

R² = justerad förklaringsgrad: anger hur stor andel av variationen som kan förklaras med hjälp av ekvationen

RMSEC (Root Mean Squared Error of Calibration) ≈ medelfel

x = WSC E, g kg⁻¹ ts

m = ts G, %

k = sdat, skördedatum angivet enligt juliansk numrering

e = NH₄-N G, %

d = Nlagt, kg tillfört N

n = WSC G, g kg⁻¹ ts

t = Neff, kg effektiv N

f = stidp, skördetidpunkt på dagen

j = regn

i = klovh, klöverhalt %

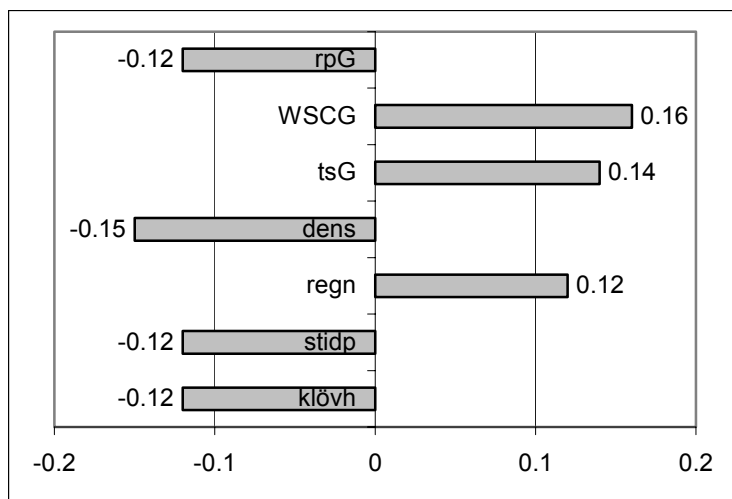
f = stidp, skördetidpunkt på dagen

l = dens, antal dagar i ensilering

b = rp G, g kg⁻¹ ts

Regression 7 hade till uppgift att förklara ensilagens sockerhalt utifrån analysvärden för grönmassan och samtliga skötselåtgärder. För att få den bästa regressionen krävdes så mycket som sju steg och då låg förklaringsgraden på 66 % (tabell 15). Ts-halten i grönmassan är den parameter som bäst enskilt förklarar WSC E.

Resultat av PLS 7 gav precis som motsvarande regression ett stort antal parametrar som viktiga för att förklara WSC E utifrån analysvärden för grönmassa och samtliga skötselåtgärder (figur 6). De parametrar som både PLS och MLR tog med var sockerhalten i grönmassan, skördetidpunkt på dagen och ts-halt i grönmassan. PLS gav en förklaringsgrad på 0,29 (tabell 15).



Figur 7. Viktade regressionskoefficienter i PLS 7 som förklarar halten lättlösligt socker i ensilage (WSC E) utifrån skötselåtgärder och analysvärden för grönmassa. Ju längre stapeln är desto större betydelse har koefficienten, gränserna ligger på -1 och 1

Stegvis regression 8 utfördes för att förklara sockerhalten i ensilage utifrån övriga analysvärden för ensilage (tabell 16). Resultatet visade att ts-halten i ensilaget förklarade 55 % av variationen. Råprotein ökade förklaringsgraden måttligt till 57%.

PLS 8 visar att samtliga övriga analysvärden för ensilage förklarar WSC E (tabell 16) Den enskilt viktigaste faktorn är ts-halten som uppvisar ett starkt samband med WSC E (figur 7).

Tabell 16. Resultat av stegvis regression 8 där halten lättlösligt socker i ensilage (WSC E) förklaras utifrån övriga analysvärden för ensilage. Probvärde för koefficienterna inom parentes

Metod	N	Ekvation	R ²	RMSEC
MLR	26	(0) x = - 20 + 1,9i	0,55	
		(0,001)(0,1) x = 40 +1,6i - 0,4w	0,57	
PLS	27	x = 37 + 11,9q + 2,43i + 1,87o – 0,44w – 0,29h	0,71	19,9

R² = justerad förklaringsgrad: anger hur stor andel av variationen som kan förklaras med hjälp av ekvationen

RMSEC (Root Mean Squared Error of Calibration) ≈ medelfel

x = WSC E, g kg⁻¹ ts

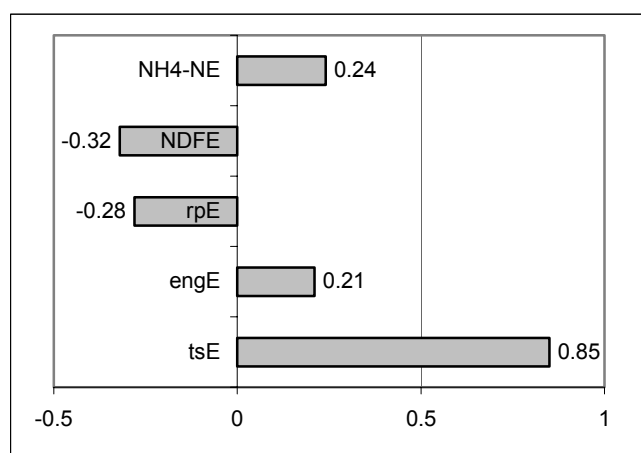
i = ts E, %

w = rp E, g kg⁻¹ ts

q = eng E, g kg⁻¹ ts

o = NH₄-N E, %

h = NDF E, g kg⁻¹ ts



Figur 8. Viktade regressionskoefficienter i PLS 8 som förklarar halten lättlösligt socker i ensilage (WSC E) utifrån övriga analysvärden för ensilage. Ju längre stapeln är desto större betydelse har koefficienten, gränserna ligger på -1 och 1

Skillnad i sockerhalt mellan ensilage och grönmassa

I medeltal hade 66 g socker kg^{-1} ts gått åt under ensileringen. Som mest hade 121g socker kg^{-1} ts försvunnit från grönmassan men i vissa fall hade inte mer än 2 g socker kg^{-1} ts förbrukats under ensileringsprocessen.

För att undersöka eventuella samband mellan ensilaget analysvärden och samtliga skötselåtgärder med skillnaden i sockerhalt mellan ensilage och grönmassa (WSCdiff) gjordes variansanalys med WSC diff som beroende variabel (tabell 16). Hur mycket effektiv kväve (tabell 4) som tillförts skilde sig signifikant och det var de två högsta grupperna 5 och 6 som utmärkte sig. Grupp 5 skilde sig från grupp 1, 3, 4, och 6 medan grupp 6 skilde sig från grupp 1, 2 och 5. För övrigt fanns inga signifikanta skillnader (tabell 17).

Tabell 17. Effekt av skötselåtgärder på skillnaden i halt av lättlösligt socker mellan grönmassa och ensilage (WSC diff)

Behandling	p-värde	R ² -värde
Klöverhaltgr	0,14	0,23
Ax	0,83	0,003
Skördetidpunktgr	0,98	0,002
Skördedagargr	0,19	0,18
Sol	0,67	0,008
Regn	0,09	0,11
N effektivgr	0,03	0,43
Gödseltypgr	0,95	0,03
Metod	0,25	0,11
Tillsatsmedel	0,92	0,004

Regressionen baserad på skötselåtgärder och analysvärden för ensilaget visade på att sockerhaltens differens hade ett negativt samband med ts-halten i ensilaget. 30 % av variationen förklarades av denna parameter och gav ett probvärde på 0,004 (tabell 18).

Tabell 18. Samband mellan skillnaden i halt av lättlösligt socker mellan grönmassa och ensilage (WSC diff) och skötselåtgärder och analysvärden

<i>Parameter</i>	<i>p-värde</i>	<i>R²-värde</i>
Skördedatum	0,99	0
ts-halt E	0,004	0,3
N effektiv	0,70	0,006
Energi E	0,67	0,007
Råprotein E	0,46	0,02
NDF E	0,94	0,0002
NH ₄ -N E	0,40	0,03
Klöverhalt	0,54	0,02
skördetidpunkt	0,92	0,0004
Skördedagar	0,14	0,08
N lagt	0,93	0,0003
Vallålder	0,08	0,12
Dagar i ensilering	0,35	0,03

För att se hur de olika parametrarna skötselåtgärder och analysvärden för ensilage kunde förklara skillnaden i sockerhalt mellan ensilage och grönmassa (WSC diff) gjordes flera stegvisa regressioner. Åter igen har i vissa fall nödvändiga värden saknats hos proverna och dessa prover har då sorterats bort av programmet. I tabellhuvudet anges antalet prover resultatet baseras på. Parametern som anger om gräset gått i ax har inte använts i någon av följande regressioner. Då det har angivits att alla skötselåtgärder använts i regressionen ingår alltså inte axgång.

Den stegvisa regressionen som tog hänsyn till samtliga analysvärden för grönmassa och socker förutom sockeranalyserna visade att ts-halten i ensilage är den parameter som bäst beskriver WSC diff (tabell 19). Förklaringsgraden uppnådde 38 % och blev inte bättre då ytterligare någon parameter lades till.

Tabell 19. Resultat av stegvis regression där skillnaden i halt av lättlösligt socker mellan grönmassa och ensilage (WSC diff) förklaras utifrån samtliga analysvärden för grönmassa och ensilage förutom sockeranalyserna. Probvärde för koefficienterna inom parentes Resultat baserat på 25 prov

<i>Ekvation</i>	<i>R²</i>
$z = 110 - 1,6t$ (0,001)	0,38

R² = justerad förklaringsgrad: anger hur stor andel av variationen som kan förklaras med hjälp av ekvationen

z = WSC diff, %

t = ts-halt E, %

Resultatet av den stegvisa regressionen för alla skötselåtgärder och analysvärden för grönmassan blev det samma som för regressionen med bara skötselåtgärder (tabell 20). Regn var den parameter som bäst förklarade skillnaden i sockerhalt men sambandet var inte signifikant och förklarade endast 8 % av variationen.

Tabell 20. Resultat av stegvis regression där skillnaden i halt av lättlösligt sockermellan grönmassa och ensilage (WSC diff) förklaras utifrån analysvärden för grönmassa, alternativt bara utifrån skötselåtgärder. Probvärde för koefficienterna inom parentes. Resultat baserat på 23 prov

Ekvation	R^2
$z = 60 - 24\text{å}$ (0,1)	0,08

R^2 = justerad förklaringsgrad: anger hur stor andel av variationen som kan förklaras med hjälp av ekvationen

z = WSC diff, %

å = regn

DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Socker i grönmassa

Sockerhaltenen i de 27 grönmasseprover som databearbetats låg i genomsnitt på 108 g kg⁻¹ ts. Enligt Pettersson (1989) bör 25 g kg⁻¹ ts räcka för att nå en acceptabel ensilagekvalitet. De övriga författarnas rekommendationer Pettersson refererar till ligger uppåt 80-120 g kg⁻¹ ts, den högre gäller klöver. I princip alla vallar i projektet är blandvallar med i genomsnitt 20 % klöver och då borde en sockerhalt i grönmassan på 108 g kg⁻¹ ts vara fullt tillräcklig för att få ett ensilage med god kvalitet. Om man ser till samtliga prover som kommit in låg den lägsta sockerhalten på 14 g kg⁻¹ ts och där kan substratet få svårt att räcka till under ensileringen. Motsatsen är det prov som ligger uppåt 190 g kg⁻¹ ts. Slutsatsen blev att sockerhalten i grönmassan på gårdar i västra Sverige ligger i nivå med vad som krävs för att substratet under ensileringen skall räcka.

Skötselåtgärder

I variansanalysen visade det sig att stallgödsel utmärkte sig signifikant gentemot de övriga alternativa sätten att tillföra gödsel. Tyvärr var det bara en vall som enbart hade stallgödslats och det var det provet som hade den högsta sockerhalten i grönmassan vilket kan vara anledningen till att det utmärkte sig. Att dra några slutsatser utifrån det verkar oklokt men det kan vara värt att undersöka vidare för att utesluta att det var en slump. I MLR 2 visade sig en ökad kvävemängd ge en högre WSC G. Precis som Wright (1973) skriver verkar det som att effekterna av kvävegödsling på kolhydratkoncentrationen är komplex och variabel.

För övrigt var det tyvärr ingen av skötselåtgärderna som utmärkte sig och uppvisade något signifikant samband med WSC G. Skördetidpunkten på dagen var den åtgärd som låg närmast ett samband med WSC G. Enligt PLS 2 skulle WSC G sjunka ju senare på dagen gräset slogs och det sägs emot av en stor del av litteraturen (Søegaard *et al.*, 2003; Smith, 1973). Det bekräftar dock Appeltons teori (1981) om att det inte finns någon optimal skördetidpunkt då sockernivån är som högst utan att ts-halten i grönmassan vid avslagning är en viktigare faktor.

PLS 2 visade även att sol hade positiv inverkan på WSC G vilket är troligt då skördeförhållanden varit goda och minskat risken för respiration (Pettersson, 1988). Av antagligen samma orsak var ett lågt antal skördedagar positivt. Även en låg klöverhalt i vallen var positivt vilket antas bero på att klöver har en lägre sockermängd än gräs (Pettersson, 1988). Skötselåtgärderna förklarade bara 20 % av variationen så påståendena är bara svaga antaganden.

Slutsatsen blev att det inte går att se något tydligt samband mellan någon av skötselåtgärderna i grönmassan och WSC G.

Övriga analysvärden

Då WSC G skulle bestämmas utifrån övriga analysvärden var NDF, energi och råprotein bäst på detta. Enligt PLS 1 och 3 var råprotein den variabel som hade störst betydelse och därefter NDF och energi. MLR 3 visade på att NDF enskilt var viktigare än råprotein men att förklaringsgraden ökade betydligt då råprotein lades till. Sambanden mellan råprotein och NDF var negativa mot WSC G vilket verkar rimligt då råprotein och NDF ökar på bekostnad av sockret (Søgaard *et al.*, 2003). Energin har ett positivt samband med socker eftersom det utgör en del av energin.

Slutsatsen blev att NDF, råprotein och energi tillsammans förklarade mer än hälften av variationen av WSC G. NDF och råprotein hade ett negativt och energi ett positivt men icke signifikant samband med WSC G.

Socker i ensilage

Medelvärdet på den uppmätta sockerhalten i de 27 ensilageproverna låg på 48 g kg^{-1} ts. Inventeringen visar att sockerhalterna ligger runt nivån på 5 % socker som är önskvärt i totalfoderstaten (pers. medd., Hans-Erik Andersson). Är vallfodret enda sockerkällan i foderstaten kan det vara önskvärt med en högre sockerhalt men en sockerhalt på 5 % anses ändå ligga på en bra nivå. Även kriteriet att en tredjedel till hälften av det ursprungliga sockret skall vara kvar är uppfyllt. I vissa fall har dock större delen av sockret förbrukats och ligger neråt en 5 g kg^{-1} ts vilket är för lågt men slutsatsen blev att sockerhalten generellt sett ligger på en acceptabel nivå i ensilaget.

Skötselåtgärder

Egentligen borde skötselåtgärderna som hade med vallen att göra avspeglas på grönmassans analysvärden men för att inte undgå några samband gjordes en rad regressioner med WSC E som beroende variabel även utifrån de skötselåtgärder som hade med grönmassan att göra. Det visade sig dock att ingen av skötselåtgärderna hade en avgörande roll eller signifikanta samband utan bidrog bara till att öka förklaringsgraden ytterligare i de fall som analysvärdena uppvisade de största sambanden. De skötselåtgärder som återkom var antal dagar i ensilering, skördetidpunkt, skördedatum, klöverhalt, kväve lagt, kväve effektiv och om det regnat eller ej.

Antal dagar i ensilering var den skötselåtgärd som återkom oftast och hade störst betydelse för WSC E. Eftersom det är en skötselåtgärd för ensilaget var inte det konstigt att den var mer betydelsefull än skötselåtgärderna för grönmassan. Den hade ett negativt men inte signifikant samband med WSC E vilket är förståeligt då risken för att oönskade mikroorganismer skall kunna ta sig in ökar ju längre tiden går och syre kan tränga in genom tillslutningen av silon.

Att däremot användningen av tillsatsmedel inte påverkade resultaten alls var förvånande då undersökningar under kontrollerade former visar att användning av tillsatsmedel påverkar ensileringsprocessen (Pettersson, 1988).

Vissa skötselåtgärder borde egentligen ha påverkat WSC G så frågan är om det bara är en tillfällighet att dessa skötselåtgärder uppvisar möjliga samband med WSC E. Klöverhalten hade en negativ inverkan på WSC E vilket kan bero på att klöver har en lägre sockerhalt jämfört med gräs (Søegaard *et al.*, 2003; Pettersson, 1988) Skördetidpunkten uppvisade både positiv och negativ inverkan på WSC E. Eftersom proverna är tagna över ett stort geografiskt område och skördetidpunkten inte har anpassats efter de lokala variationerna kan det förklara varför det inte finns något entydigt samband. Kväve effektiv, kväve lagt och regn uppvisade heller ingen entydig inverkan på WSC E vilket styrker osäkerheten i modellerna.

Utifrån detta kan slutsatsen dras att det inte finns några signifikanta samband mellan WSC E och skötselåtgärderna för varken grönmassa eller ensilage men antal dagar i ensilering verkar vara betydelsefull för den slutgiltiga sockerhalten vid utfodringen.

Övriga analysvärden

I regressioner med WSC E som beroende variabel utifrån övriga analysvärden för både grönmassa och ensilage visade det sig att ts-halterna i grönmassa och framförallt ensilage uppvisade starka signifikanta samband (figur 3). Även i MLR och PLS var dessa två analysvärden mycket betydelsefulla. Det följer Appeltons teori (1981) om att ts-halten har betydelse för sockernivån i grönmassan. I ensilaget begränsas fermentationen av en högre ts-halt och mer socker återstår. En högre ts-halt begränsar dessutom risken för förlust av socker i form av pressvatten och en lägre vattenhalt begränsar tillväxten av oönskade mikroorganismer som konsumerar socker (Pettersson, 1988).

Resultatet gav även ett signifikant samband mellan WSC E och WSC G vilket inte är så konstigt eftersom ju mer socker det finns i grönmassan desto mer bör det finnas kvar då ensileringen är slutförd. Råproteinhalten i grönmassa och ensilage uppvisade negativ inverkan på WSC E. Søgaard *et al.* (2003) skriver att protein ökar på de andra beståndsdelarnas bekostnad och Denium (1966) säger att socker används vid proteinsyntesen.

Energin i ensilaget följer WSC E vilket är väntat då socker utgör en stor del av energin. Halten av ammoniumkväve hade dock både positivt och negativt inverkan på WSC E, dock inte signifikant vilket kan tyda på att det inte finns något samband. I PLS 7 hade NDF i ensilage en negativ inverkan på WSC E. NDF kan öka något under ensileringen medan socker alltid minskar.

Slutsatsen blev att ts-halten i ensilaget var mycket betydelsefull för hur mycket socker som finns kvar i ensilaget. Det rådde ett signifikant positivt samband mellan ts-halt och WSC E. Dessutom är det viktigt med en hög sockerhalt i grönmassan från början. Råprotein har en negativ inverkan på WSC E.

Skillnad i sockerhalt mellan ensilage och grönmassa

Med WSC diff som beroende variabel visade det sig att mängden effektiv kväve som tillförts visade ett signifikant samband. De två högsta givorna från 120–159 kg N skilde sig från de lägre givorna. Att spekulera i varför det blivit så låter jag bli då kvävet inverkan på sockerhalten verkar mycket komplicerat och inte gav något entydigt svar i de tidigare resultaten heller.

Ts-halten i ensilaget visade sig ha ett signifikant negativt samband med WSC diff och det styrker att en låg ts-halt ger större sockerförluster (Pettersson, 1988).

Slutsatserna blir att hur kväve påverkar sockerhalten verkar mycket komplicerat och det går inte att uttyda något entydigt svar samt att hög ts-halt i ensilaget minskar förlusterna av socker under ensileringen.

Sammanfattande diskussion

Anledningen till att jag ville utföra det här examensarbetet var dels mitt intresse för vall och dels att jag ville jobba med verkligheten. I efterhand kan jag tycka att det var dumt av mig att inte genomföra det traditionella upplägget att göra en försöksplan och iakttäta det jag ville få svar på under kontrollerade former. Det hade varit så mycket lättare att tolka resultaten. Men nu gjorde jag inte det och syftet med projektet var ju att göra en inventering och då är verkligheten i allra högsta grad nödvändig. Att sedan gå vidare och försöka se samband mellan skötselåtgärder och analysvärden visade sig inte vara det enklaste.

För det första kan det vara värt att diskutera säkerheten i de siffror som resultaten baseras på. Analysvärdenas säkerhet får väl antas bli så säkra de kan bli. Det som kan ifrågasättas är att man inte vet hur lång tid det tog innan proverna frystes eller om de tinade under transporten till labbet. Å andra sidan är det så det går till när lantbrukaren tar sina prover och analysvärdena avspeglar i högsta grad den verklighet som en rådgivare måste jobba utifrån.

Protokollet med skötseluppgifter kring vallen är den andra viktiga informationskällan. Vissa av uppgifterna som till exempel hur mycket vallen gödslats hade alla lantbrukare skrivit i väldigt tydligt medan vissa andra uppgifter som till exempel om det varit sol eller regn tydligen inte uppfattades som lika viktiga. Varje uppgift har dessutom uppskattats av respektive lantbrukare eller rådgivare som alla har olika bild av exempelvis hur mycket 10 % klöver i vallen ser ut. Hur som helst var det trots osäkerheten i uppgifterna intressant att se om det gick att se några samband.

De enda riktigt säkra resultatet var att en högre ts-halt både i grönmassa och ensilage ger en högre sockerhalt i ensilaget och att sockerhalten i grönmassan spelar roll för hur mycket socker som kommer att finnas kvar efter utfodring, samt att NDF, energi och råprotein förklarade mer än hälften av variationen i grönmassans sockerhalt. Sambanden mellan skötselåtgärder och sockerhalt var däremot inte lika uttalade.

Allt eftersom diskussionen kring högsockerarter har börjat ta fart ställer jag mig frågan om det verkligen är nödvändigt med mer socker i vallfodret. Inventeringen visar att sockerhalten i ensilage ligger på en god nivå men är det så att mer energi i förhållande till protein i fodret ger ett bättre foderutnyttjande (Brock *et al.*, 1982) kan högsockerarter vara motiverat. Det krävs dock fler studier som verkligen visar detta.

Vidare skulle det vara intressant att gå vidare med till exempel gödslingen och se om det verkligen finns några skillnader mellan stallgödsels och mineralgödsels påverkan på sockerhalten. Det skulle vara önskvärt att genomföra en undersökning under mer kontrollerade former. Detsamma gäller vädrets inverkan på sockerhalten. I detta examensarbete var lantbrukarnas uppfattning av vädret som grunden och det är därför jag valt att inte lägga någon större vikt vid den biten. Det som kan sägas är att det var varmare än normalt, regnade mer och var färre antal solskenstimmar (Eggertsson Karlström, 2003; Vedin, 2003). Allt detta talar för en lägre sockerhalt (Alberda, 1957; Alberda, 1965; Deinum, 1966; Pettersson, 1988; Wulfes *et al.*, 1999; Søegaard *et al.*, 2003). Trots detta var sockerhalterna i grönmassa och ensilage tillfredsställande.

Ytterligare en sak som kan undersökas vidare är hur de olika gräs- och baljväxarterna påverkar sockerhalten. I inventeringen har inte någon botanisk analys av vallarna gjorts men enligt McDonald *et al.* (1991) varierar sockerhalten bland olika gräsarter och det säger även Liljenberg *et al.* (1995).

Sammanfattningsvis skulle jag vilja påstå att den sockerhalt som i slutändan uppnås beror på väldigt många olika faktorer och dessa faktorerers samspel är komplicerat och behöver studeras vidare under mer kontrollerade former.

Slutsatser

Sockerhalten i grönmassan på gårdar i västra Sverige låg i nivå med vad som krävs för att substratet skall räcka under ensileringen.

Sockerhalten i ensilaget låg på en acceptabel nivå.

Det gick inte att se några tydliga samband mellan någon av skötselåtgärderna för grönmassa och sockerhalt i grönmassan

Det fanns inga signifikanta samband mellan sockerhalt i ensilage och skötselåtgärder för varken grönmassa eller ensilage men det verkade som att få dagar i ensilering ger en högre sockerhalt vid utfodring.

Kvävets påverkan på sockerhalten verkade mycket komplicerad och det går inte att formulera något entydigt svar.

NDF, råprotein och energi förklarade tillsammans mer än hälften av variationen hos sockerhalten i grönmassan. NDF och råprotein hade en negativ inverkan och energi en positiv inverkan på grönmassans sockerhalt.

En hög ts-halt i grönmassa och ensilage hade signifikanta samband med lägre sockerförluster under ensileringen.

En hög sockerhalt i grönmassan visade på ett signifikant samband med en hög sockerhalt i ensilage.

ABSTRACT

The interest in forage and its quality has increased during the last few years and the content of water-soluble carbohydrates (WSC) in herbage and silage and their importance in feeding has been one major research area. An on-farm survey was performed in western Sweden with the aim to determine WSC content in herbages and silages. The survey was financed by Agroväst and this Master thesis work, which was a part of the the project, aimed to investigate the effect of different management strategies of forage production and conservation practises on WSC content. Data were collected through a questionnaire answered by the 46 participating farmers. Herbage and forage samples were analysed to determine their contents of dry matter (DM), WSC, metabolizable energy (calculated from organic digestible matter), NDF, crude protein and ammonium-nitrogen. Herbage samples were taken from the early summer harvests (first cut) and the corresponding silage samples were taken in the autumn and early winter the same year when the silage process had ended. 27 of the samples (59 %) were regarded as having both reliable data from the analyses and enough information about management and conservation practises. Analyses of variance, linear regression and multiple regression were used in order to determine the relationships between WSC content, management and the laborative data.

Herbage with a high content of WSC facilitate the ensiling process and improve the possibility to obtain a forage with a high nutritive and hygienic value. The balance between energy and protein in a silage can enhance the utilisation of protein of the animal and reduce the amount of nitrogen lost to the surrounding environment. Forage with a high WSC content is also more palatable compared with one of a low WSC content.

The WSC content of the herbage was on average 108 g kg^{-1} DM which corresponds to the desired quality. During the ensiling process half or one third of the WSC content is generally consumed. The data showed that no more than that had been utilised and that the content of WSC was on average 48 g kg^{-1} DM which is regarded as acceptable.

The statistical analyses showed that there is a correlation between the WSC and dry matter contents of both herbage and silage samples. The relationships were positive and significant. Besides that there were no obvious correlations but NDF, crude protein and energy together explained more than 50 % of the variance of the WSC content of the herbage. Management practices had no significant influence on the WSC content except that the supply of nitrogen affected the content in a few cases. Unfortunately few clear-cut results were obtained and the results are difficult to generalise. The influence of management practices on WSC content in the herbage as well as in the silage seemed to be complex and influenced by a lot of factors which have to be studied further under more controlled conditions.

LITTERATURFÖRTECKNING

Alberda, T. 1957. The effects of cutting, light intensity and night temperature on growth and soluble carbohydrate content of *Lolium perenne* L. *Plant and Soil* 13, 199-230.

Alberda, T. 1965. The influence of temperature, light intensity and nitrate concentration on drymatter production and chemical composition of *Lolium Perenne* L. *Netherland Journal of Agriculture Science* 13, 335-360.

Appleton, M. 1981. Water soluble carbohydrate content of grass. In: Harkess R.D., Castle, M.E. (Eds.), *Summay of papers: sixth silage conference*. Queen Margaret College, Edinburgh. UK. A.D.A.S., LISCOMBE E.H.F., Dulverton, Somerset. pp. 61-62.

Beever, D.E., Siddons, R.C. 1984. Digestion and metabolism in the grazing ruminant. In: Milligan, L.P., Grovum, W.L. and Dobson, A. (Eds.), *Control of Digestion and Metabolism in Ruminants Proceedings of the 6th International Symposium on Ruminant Physiology*. Banff, Canada September 10th-14th 1984. Prentice-Hall Englewood Cliffs. New Jersey. pp. 479-497.

Beever, D.E., Losada, H.R. Cammel, S.B., Evans, R.T., Haine, M.J. 1986. Effect of forage species and season nutrient digestion and supply in grazing cattle. *British Journal of Nutrition* 56, 209-225.

Bolsen, K.K. 1995. Silage: Basic principles. In: Barnes, R.F., Miller, D.A., Nelson, C.J. (Eds.), *Forages vol II: The science of Grassland Agriculture*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA. pp. 163-176.

Brock, F.M., Forsberg, C.W., Buchanan-Smith, J.G. 1982. Proteolytic activity of rumen microorganisms and effects of proteinase inhibitors. *Applied and Environmental Microbiology* 44, 561-569.

Bøgh-Sørensen, L. 2003. NMKL metode, nr. 6, 4 udg. 2003: Nitrogen. Bestemmelse i levnedsmidler og foderstoffer efter Kjeldahl. NMKL. Nr. 53/03, juli.

Deinum, B. 1966. Climate, nitrogen and grass. Research into the influence of light intensity, temperature, water supply and nitrogen on the production and chemical composition of grass. *Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen*. pp. 66-111.

Deinum, B. 1984. Chemical composition and nutritive value of herbage in relation to climate. In: *Proceedings of the 10th general meeting if the European Grassland Federation, Theme: The impact of climate on grass production and quality*. pp. 338-350.

Eggertsson Karlström, C. 2003. Månadens väder. Väder och Vatten. Nr. 6. SMHI.

Ekelund, S. 1966. Bestämning av inredos i vallprodukter, grönfoder, rotfrukter, blast och melass för uppskattning av halten socker plus fruktosaner. *Statens Lantbrukskemiska Kontrollanstalt, Meddelande* 28, bil. VIII, 67-71.

Everitt, B., Engelman, B., Eriksson S., Herland, P.J., Lindgren, E., Löfvenberg, S., Persson, M., Thente, K. 1980. Vallfoderanalyser – Metodbeskrivning över provtagning och analysering. Sveriges lantbruksuniversitet. Konsultentavdelningens rapporter. Husdjur 56, bil 3. Uppsala.

Kvalitetssäkrad mjölkproduktion. 2003. Ensilering av vallfoder. Januari.

Larsson, L. 2003. The water-soluble carbohydrate (WSC) content of varieties of perennial ryegrass which accumulate high and normal levels of WSC. Influence of seasonal change and varieties on WSC content. SLU. Institutionen för ekologi och växtproduktionslära. Examensarbeten/Seminarieuppsatser 57. Uppsala.

Liljenberg, R., Sundberg, M., Thylén, A. 1995. Datorbaserat beslutsstöd för ensilering-beskrivning av beräkningsmodell. Jordbrukstekniska institutet. Rapport nr 212. Uppsala.

McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J.E. 1991. The Biochemistry of Silage. 2nd ed. Marlow. Chalcombe Publications.

McDonald, P., Edwards R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan C.A. 2002. Animal nutrition, 6th edition. Chap. 20. Pearson Education Ltd. , Harlow, Essex, UK. pp. 515-535.

McGrath, D. 1988. Seasonal variation in the water-soluble carbohydrates of Perennial and Italian Ryegrass under cutting conditions. Irish Journal of Agricultural research 27, 131-139.

Merry, R.J., Jones, R., Theodorou M.K. 2001. The conservation of grass. In: Hopkins, A. (Ed.), GRASS its production & utilization. Third edition. British Grassland Society. Blackwell Science Ltd. pp. 196-228.

Nadeau, E.M.G., Barnhart, S.K. 1995. The ensiling process and additives. Iowa Coop. Ext. Serv. Pm-417h. Iowa State Univ., Ames, IA. 4 pp.

Petterson, K. 1988. Ensiling of forages. Factors affecting silage fermentation and quality. SLU. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 179. Uppsala.

Petterson, Å., Lindberg, J.E., Thomke, S. 1997. Nutritive value of oats of different composition evaluated by intact and fistulated pigs. Acta Agriculturae Scandinavica Section A Animal Science 47, 247-253.

Pollock, C.J., Jones, T. 1978. Seasonal patterns of fructan metabolism in forage grasses. The New Phytologist 83, 9-15.

Radojevic, I., Simpson, R.J., St.John, J.A., Humphreys, M.O. 1994 Chemical composition *in vitro* digestibility of lines of *Lolium perenne* selected for high concentrations of water soluble carbohydrate. Australian Journal of Agricultural Research 45, 901-912.

- Smith, D. 1973. The non-structural carbohydrates. In: Butler, G.W., Bailey, R.W. (Eds.), Chemistry and Biochemistry of Herbage. Vol I (). Academic Press, London, pp. 105-155.
- Smith, K.F., Simpson, R.J., Oram, R.N., Lowe, K.F., Kelly, K.B., Evans, P.M., Humphreys, M.O. 1998. Seasonal variation in the herbage yield and nutritive value of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars with high or normal herbage water-soluble carbohydrate concentrations grown in three contrasting Australian environments. Australian Journal of Experimental Agriculture 38, 821-830.
- Smith, K.F., Culvenor, R.A., Humphreys, M.O., Simpson, R.O. 2002. Growth and carbon partitioning in perennial ryegrass (*Lolium perenne*) cultivars selected for high water-soluble carbohydrate concentrations. Journal of Agricultural Science 138, 375-385.
- Søgaard, K., Bach Knudsen, K.E., Riis, M., Thøgersen, R., Attermann Nielsen, K. 2003. Sukker i græs. Indhold och analysemetoder. Danmarks JordbrugsForskning. Grøn Viden. Nr. 277.
- Thomas, A.C. 1977. An automated procedure for the determination of soluble carbohydrates in herbage. Journal of the Science of Food and Agriculture 28, 639-642.
- Turner, L.B., Humphreys, M.O., Cairns, A.J., Pollock, C.J. 2001. Comparison of growth and carbohydrate accumulation in seedlings of two varieties of *Lolium perenne*. Journal of Plant Physiology 158, 891-897.
- Vedin, H. 2003. Månadens väder. Väder och vatten. Nr 6. SMHI.
- Waite, B., Boyd, J. 1953. The water-soluble carbohydrates of grass. I. Changes occurring during the normal life-cycle. Journal of the Science of Food and Agriculture 4, 197-204.
- White, L. M. 1973. Carbohydrate reserves of grasses: A review. Journal of Range Management 26, 13-18.
- Wilman, D., Wright P.T. 1978. The proportions of cell content, nitrogen, nitrate-nitrogen and water-soluble carbohydrate in three grasses in the early stages of regrowth after defoliation with and without applied nitrogen. Journal of Agricultural Science 91, 381-394.
- Wulfes, R., Nyman, P., Kornher, A. 1999. Modelling non-structural carbohydrates in forage grasses with weather data. Agricultural systems 61, 1-16.

Personliga meddelanden

Andersson, H.E. Husdjursrådgivare. Skara Semin. 070-579 90 25

Nadeau, E. Forskningsledare. Inst. För jordbruksvetenskap, Skara. 0511-67 142

Bilaga 1



Inventering av sockerinnehåll i grönmasse- och ensilageprover i västra Sverige

Protokoll för skötselåtgärder i vall till första skörd 2003.

Målsättning

Målet är att inventera hur sockerhalterna ser ut före och efter ensilering i vallprover i år. För att få ett bättre underlag till resultaten behöver vi veta hur vallarna hanterats före skörd och under ensileringen. Fyll i så många svar som är möjligt i formuläret och anteckna gärna lite extra på raderna för övriga kommentarer. Finns regnmätare på gården eller andra vädermätningar så ta gärna med dem.

Vallblandning vid insådd	
Vallålder	
Bedömd klöverhalt, % av täckningsgrad, dominerande art. Ange ev. klöver i blom, gräs i ax.	
Gödsling (glöm ej stallgödseln, även hösten!) – datum, sort, mängd	
Skördetidpunkt – datum, klockslag	
Antal skördedagar	
Tillsatsmedel; sort och mängd. Ensileringsmetod (typ av silo eller balar).	
Övrig hantering av grönmassan vid skörd; luftning, vändning, antal dagar på slag	
Väderförhållanden vid skörd	
Antal dagar i ensilering innan provtagning av ensilaget	
Övriga kommentarer om vallen i år	

Provmängd ca 2 liter. Provet skall frysas omedelbart!

Kontaktpersoner

Märet Engström

Linda Karlsson

Inst. för jordbruksvetenskap Skara, SLU
Box 234, 532 23 Skara
Tel 0511-672 37, 070-649 06 07
Maret.Engstrom@lillerud.se

Inst. För jordbruksvetenskap Skara SLU
Box 234, 532 23 Skara
Tel 070-64 69 154
a9linkar@ulmo.stud.slu.se

Bilaga 2



Inventering av sockerinnehåll i grönmasse- och ensilageprover i Västra Sverige.

PM Provtagning av grönmassa och ensilage.

Målsättning

Socketinnehållet ska bedömas före och efter ensilering. Målet är därför att analysera så lika prover som möjligt, d v s att provtagningen ska ske på i stort sett samma material i både grönmassa och ensilage. Sockeranalyserna ska kunna genomföras i slutet av sommaren, så det är viktigt att kunna ta ut ensilageproverna så fort som ensileringen kan anses färdig, vilket brukar vara 4-6 veckor efter inläggning. Planera därför för att ensilageprovet ska kunna tas ut i det första ensilage som börjar användas på gården.

Resultatet av analyserna ska bearbetas under hösten för att kunna användas i diskussioner och lantbrukarträffar under vintern

Grönmassaprover

Plansilo Borrprov tas i plansilon samma dag som inläggningen sker; efter packning, men innan täckning. Om skörden tar flera dagar bör borrprov tas ut varje dag eftersom ensileringsprocessen startar nästan omedelbart. Markera noga var provet tagits i silon. Samma provtagningsförfarande om man har ”limpa”. Fyll gärna igen borrhålet med salt eller grönmassa så att det inte blir för mycket lufttillträde där.

Balar Grönmassaprov tas ut i strängen så nära balning som möjligt. Markera den bal som motsvarar den sträng i vilken grönmassaprovet togs ut.

Tornsilo Borrprov tas ut vid lämpligt tillfälle beroende på tornsilons beskaffenhet. Lämpligast är att silon inte rymmer mer än första skörden så att ett borrprov kan tas ut på ungefär samma sätt som i plansilon. Markering av provtagning kan ske med plastrensor eller juverdukar. Här finns plats för egna idéer och initiativ, men presentera dem gärna för projektledaren innan de genomförs.

Provmängd Två liter grönmassa är tillräckligt.

Provhantering Grönmassan ska frysas omedelbart eller förvaras i kylväska med frysklampor om den genast ska lämnas in på AnalyCen i Lidköping.

Provpåsar Använd AnalyCens färdigadresserade – och frankerade påsar för grovfoderanalys.

Markering Ange provtagningsdatum, gård och Sockerprojektet

Transport Påsen skickas frusen med post dag före vardag. Skicka inte provet på fredagar eller lördagar!! På några ställen i området finns uppsamlingsställen för

Bilaga 2

prover, som också kan användas. Använd helt enkelt din vanliga rutin för att skicka prover till analys!

Ensilageprover

Plansilo Borrprov tas ut vid den markerade platsen där grönmassan togs ut. Håll ca en meter ifrån den förra provplatsen för att inte få störningar från det gamla borrhålet

Balar Markera den bal som motsvarar den sträng i vilken grönmassaprovet togs ut. När balen öppnas för utfodring så tas ett representativt ensilageprov genom att borra i balen eller genom att rulla ut den och plocka ut ett representativt prov..

Tornsilo Ta ut ett representativt ensilageprov som motsvarar grönmassaprovet, efter den lösning ni valt att använda.

Provmängd En till två liter ensilage är tillräckligt.

Provhantering Ensilaget fryses.

Provpåsar Använd AnalyCens färdigadresserade – och frankerade påsar för grovfoderanalys.

Markering Ange provtagningsdatum, gård och Sockerprojektet

Transport Påsen skickas frusen med post dag före vardag. Skicka inte provet på fredagar eller lördagar!! På några ställen i området finns uppsamlingsställen för prover, som också kan användas. Använd helt enkelt din vanliga rutin för att skicka prover till analys!

Övrigt

Tornsiloensilage kan bli lite besvärligt att använda. Risken är att vi får vänta för länge för att få ut ensilageprovet. Det är ändå intressant att få med några tornsiloprover. Analyserna av dem kan eventuellt få komplettera projektet senare i höst.

Ensilering i ”korv” ger också väldigt små möjligheter att ta ut ett representativt ensilageprov. Även här finns utrymme för idéer. Om det är möjligt att ta ut prov av grönmassan i änden av ”korven” så kommer det ensilage att vara bland det första som används på gården och då har vi möjlighet att få med även den ensileringsmetoden.

Kontaktpersoner

Märet Engström
Inst. för jordbruksvetenskap Skara, SLU
Box 234, 532 23 Skara
Tel 0511-672 37, 070-649 06 07
Maret.Engstrom@lillerud.se

Linda Karlsson
Inst. för jordbruksvetenskap Skara, SLU
Box 234, 532 23 Skara
070-64 69 154
a9linkar@ulmo.stud.slu.se

Skara 6 maj 2003

Bilaga 3

nr.	ts G	eng G	WSC G	rp G	NDF G	NH4-N G	ts E	eng E	WSC E	rp E	NDF E	NH4-N E	WSCdiff
1	20	9,9	108	154	503	20,4	21	9,4	3	136	508	21,3	105
2	40	10,5	115	136	592	16,8	30	10,7	56	156	506	13,8	59
3	34	10,7	90	131	578	11,3	30	11,1	4	153	523	13,6	86
4	71	10,2	144	115	522	10,4	65	10,3	98	121	573	9,4	46
5	32	11,4	132	166	448	12,3	28	11	11	180	501	17,3	121
6	26	10,6	109	156	497	13	19	9,6	7	152	580	15,3	102
7	18	10,1	90	124	568	24	25	9,9	63	140	564	19,9	27
8	34	10,5	94	163	518	14,9	32	10,6	64	161	511	16,7	30
9	43	11,3	141	175	500	11,1	45	11,3	139	185	482	m	2
10	22	10,6	118	153	550	10,8	22	10,4	14	151	574	15,2	104
11	24	10,3	94	144	583	15,3	29	9,2	0	145	637	35,9	94
12	20	10,4	115	143	547	13,1	20	9,9	20	130	596	30,1	95
13	35	9,9	70	123	609	13,1	35	10,3	65	119	553	14,1	5
14	28	10,7	109	134	574	9,7	-	-	-	-	-	-	-
15	24	11,2	119	162	523	12,9	22	10,3	33	139	590	15,1	86
16	48	10,1	82	130	602	16,7	39	9,8	66	123	603	25,2	16
17	48	10,1	82	130	602	16,7	51	10,2	80	136	566	17,2	2
18	49	9,2	102	111	643	16,2	58	9,6	83	98	630	7,6	19
19	47	11,4	129	124	538	9,4	49	11,3	173	147	492	11,7	-44
20	20	11,2	159	185	419	19,1	52	11,1	98	162	460	9,6	61
21	31	11,2	115	193	464	10,7	-	-	-	-	-	-	-
22	51	11,1	153	158	471	9,9	-	-	-	-	-	-	-
23	36	10	110	97	619	12,3	45	10	44	108	617	14,4	66
24	23	11	73	152	591	12,9	27	11	18	139	579	17,9	55
25	36	9,6	95	131	569	18,4	33	9,2	47	140	549	20,4	48
26	31	11,3	109	149	528	9,4	41	11	125	160	514	14,8	-16
27	67	9,3	112	112	639	16,7	39	8,7	6	147	551	18,7	106
28	34	11,2	52	176	531	12,3	36	11	47	174	512	16,1	5
29	31	11,3	189	107	532	13,8	42	10,7	111	114	539	18,2	78

Bilaga 3

nr.	ts G	eng G	WSC G	rp G	NDF G	NH4-N G	ts E	eng E	WSC E	rp E	NDF E	NH4-N E	WSCdiff
30	23	11,2	136	162	478	12,3	25	10,6	0	167	532	17,9	136
31	47	10,3	89	156	609	7,5	18	10,6	19	158	600	16,2	70
32	12	11,3	118	161	517	22,6	24	11,3	24	165	574	12,2	94
33	63	11	102	168	537	10,1	46	11,3	128	165	514	13	-26
34	66	10,4	148	87	585	8,1	57	9,6	112	81	630	9,3	36
35	29	10,5	14	163	512	19,4	32	10,2	111	132	547	15,9	-97
36	22	10,1	28	144	633	14,6	23	10,3	31	133	605	m	-3
37	25	10,3	125	94	647	16	33	10,5	19	127	606	16,9	106
38	2	10,3	105	133	498	ej relev*.	17	9,5	32	128	518	22	73
39	66	10	124	111	589	9,1	61	9,6	131	85	634	10,8	-7
40	16	11,2	126	184	469	10,5	24	11,3	0	188	490	17,8	126
medel	34,9	10,6	108,1	142	548	13,7	35,0	10,3	56,3	141,8	555,7	16,6	50,4
median	31,5	10,5	109,5	144	542,5	12,9	32	10,3	47	140	553	16,1	59,0
max	71,0	11,4	189,0	193	647,0	24,0	65	11,3	173	188	637	35,9	136,0
min	2,0	9,2	14,0	87,0	419,0	7,5	17	8,7	0	81	460	7,6	-97,0

* = ej relevant värde

Bilaga 3

nr	datum	klövh	ax	tidp	sdagar	tills	sol	regn	N eff	Nlagt	gtyp	metod	dens	åld
1	181	60	m	13	2	0	1	0	0	0	-	bal	70	1
2	167	25	1	11,00	2	0	1	0	95	95	NPK21-3-10	bal	88	2
3	164	10	1	10,30	1	1	1	0	70	70	NS 27-3	bal	117	2
4	167	20	1	14,30	1	0	1	0	0	0	-	bal	90	5
5	148	15	0	m	1	0	1	0	121	169	flyt, N27	plan	120	2
6	157	m	m	15,00	1	1	1	0	90	90	NPK18-3-12	plan	126	1
7	176	35	1	13,15	2	0	1	0	68	68	NS27-4	bal	91	3
8	165	25	1	15	5	1	0	1	80	80	Axan	plan	115	3
9	154	10	0	14,3	1	0	1	0	148	196	flyt, Axan	bal	90	3
10	161	5	1	15,00	5	0	0	1	94	126	flyt, N28	plan	36	13
11	162	10	m	m	10	1	1	1	147	195	flyt, Axan	plan	m	2
12	168	60	m	17,00	1	0	1	0	120	120	NPK20-4-8	bal	124	1
13	169	40	1	19,00	1	1	0	0	60	60	NP26-4	bal	61	1
14	m	11	1	15,00	2	1	1	0	100	100	urin, axan	plan	126	2
15	165	11	1	15,00	2	1	1	0	100	100	urin, axan	plan	126	2
16	165	10	m	13,00	5	1	1	1	101	110	urin, N34	bal	85	2
17	165	10	m	13,00	5	0	1	1	101	110	urin, N34	bal	85	2
18	171	0	m	11,00	0,5	1	0	1	69	87	urin, Axan	bal	90	3
19	156	25	0	10,00	2	1	1	0	107	147	flyt, N27	bal	79	1
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	164	10	m	13,00	1	1	1	0	119	135	flyt, mineral	bal	97	3
24	153	m	m	m	2	1	1	0	115	163	flyt, Kss	torn	m	3
25	178	40	1	19,00	1,5	1	0	0	80	80	NPK20-4-9	torn	35	2
26	156	25	1	17,30	1	0	1	0	130	178	flyt, mineral	m	49	1
27	182	25	1	16,00	2	1	0	0	45	144	fast, NPK12-9-16	bal	74	2
28	162	25	0	15,00	3	1	m	0	156	243	flyt, NS27-4	plan	120	4
29	162	15	m	11,00	1	1	1	0	120	120	mineral, stallg	plan	60	1

Bilaga 3

nr	datum	klöv	ax	tidp	sdagar	tills	sol	regn	N eff	Nlagt	gtyp	metod	dens	åld
30	161	30	m	11	2	1	0	1	120	120	mineral, stallg	plan	60	1
31	167	2	1	16,30	1	0	1	0	103	121	urin, kalksalp	bal	87	2
32	164	20	0	15,00	2	1	1	0	112	207	fast,urin, kalksalp	plan	89	2
33	159	20	m	15,00	2	0	1	0	89	89	N27	limpa	75	2
34	167	0	m	10,00	3	0	0	1	57	57	NS27-3	bal	42	1
35	169	30	1	10	m	0	m	m	m	m	m	bal	m	1
36	159	10	m	m	0,5	1	0	0	70	70	m	plan	80	2
37	167	10	m	13	1	1	0	0	126	158	flyt, NPK25-3-5	torn	141	2
38	177	10	m	13	1	1	0	0	61	61	NPK17-4-13	torn	141	2
39	m	10	m	m	m	0	m	m	72	72	kalksalpS	bal	68	2
40	152	10	0	18,00	1	1	1	0	137	150	flyt, mineral	torn	44	1

Bilaga 4

Nr	ts G	eng G	WSC G	rp G	NDF G	NH3-N G	ts E	eng E	WSC E	rp E	NDF E	NH ₄ -N E	WSCdiff
1	20	9,9	108	154	503	20,4	21	9,4	3	136	508	21,3	105
2	40	10,5	115	136	592	16,8	30	10,7	56	156	506	13,8	59
3	34	10,7	90	131	578	11,3	30	11,1	4	153	523	13,6	86
4	71	10,2	144	115	522	10,4	65	10,3	98	121	573	9,4	46
5	32	11,4	132	166	448	12,3	28	11	11	180	501	17,3	121
6	26	10,6	109	156	497	13	19	9,6	7	152	580	15,3	102
7	18	10,1	90	124	568	24	25	9,9	63	140	564	19,9	27
8	34	10,5	94	163	518	14,9	32	10,6	64	161	511	16,7	30
9	43	11,3	141	175	500	11,1	45	11,3	139	185	482	m	2
10	22	10,6	118	153	550	10,8	22	10,4	14	151	574	15,2	104
12	20	10,4	115	143	547	13,1	20	9,9	20	130	596	30,1	95
13	35	9,9	70	123	609	13,1	35	10,3	65	119	553	14,1	5
15	24	11,2	119	162	523	12,9	22	10,3	33	139	590	15,1	86
16	48	10,1	82	130	602	16,7	39	9,8	66	123	603	25,2	16
17	48	10,1	82	130	602	16,7	51	10,2	80	136	566	17,2	2
18	49	9,2	102	111	643	16,2	58	9,6	83	98	630	7,6	19
23	36	10	110	97	619	12,3	45	10	44	108	617	14,4	66
24	23	11	73	152	591	12,9	27	11	18	139	579	17,9	55
25	36	9,6	95	131	569	18,4	33	9,2	47	140	549	20,4	48
27	67	9,3	112	112	639	16,7	39	8,7	6	147	551	18,7	106
28	34	11,2	52	176	531	12,3	36	11	47	174	512	16,1	5
29	31	11,3	189	107	532	13,8	42	10,7	111	114	539	18,2	78
31	47	10,3	89	156	609	7,5	18	10,6	19	158	600	16,2	70
32	12	11,3	118	161	517	22,6	24	11,3	24	165	574	12,2	94
34	66	10,4	148	87	585	8,1	57	9,6	112	81	630	9,3	36
37	25	10,3	125	94	647	16	33	10,5	19	127	606	16,9	106
38	100	10,3	105	133	498	m	17	9,5	32	128	518	22	73
medel	39	10	108	136	561	14	34	10	48	139	561	17	61
median	34	10,4	109	133	568	13,1	32	10,3	44	139	566	16	66
max	100	11,4	189	176	647	24	65	11,3	139	185	630	30,1	121
min	12	9,2	52	87	448	7,5	17	8,7	3	81	482	7,6	2

Bilaga 4

Nr	sdat	klövh	ax	stidp	sdagar	tills	sol	regn	N-eff	Nlagt	gtyp	metod	dens	åld
1	181	60	m	13	2	0	1	0	0	0	m	bal	70	1
2	167	25	1	11,00	2	0	1	0	95	95	NPK21-3-10	bal	88	2
3	164	10	1	10,30	1	1	1	0	70	70	NS 27-3	bal	117	2
4	167	20	1	14,30	1	0	1	0	0	0	m	bal	90	5
5	148	15	0	m	1	0	1	0	121	169	flyt, N27	plan	120	2
6	157	m	m	15,00	1	1	1	0	90	90	NPK18-3-12	plan	126	1
7	176	35	1	13,15	2	0	1	0	68	68	NS27-4	bal	91	3
8	165	25	1	15	5	1	0	1	80	80	Axan	plan	115	3
9	154	10	0	14,30	1	0	1	0	148	196	flyt, Axan	bal	90	3
10	161	5	1	15,00	5	0	0	1	94	126	flyt, N28	plan	36	13
12	168	60	m	17,00	1	0	1	0	120	120	NPK20-4-8	bal	124	1
13	169	40	1	19,00	1	1	0	0	60	60	NP26-4	bal	61	1
15	1653	11	1	15,00	2	1	1	0	100	100	urin, axan	plan	126	2
16	165	10	m	13,00	5	1	1	1	101	110	urin, N34	bal	85	2
17	165	10	m	13,00	5	0	1	1	101	110	urin, N34	bal	85	2
18	171	0	m	11,00	0,5	1	0	1	69	87	urin, Axan	bal	90	3
23	164	10	m	13,00	1	1	1	0	119	135	flyt, mineral	bal	97	3
24	153	m	m	m	2	1	1	0	115	163	flyt, Kss	torn	133	3
25	178	40	1	19,00	1,5	1	0	0	80	80	NPK20-4-9	torn	35	2
27	182	25	1	16,00	2	1	0	0	45	144	fast, NPK12-9-16	bal	74	2
28	162	25	0	15,00	3	1	m	0	156	243	flyt, NS27-4	plan	120	4
29	162	15	m	11,00	1	1	1	0	120	120	flyt	plan	60	1
31	167	2	1	16,30	1	0	1	0	103	121	urin, kalksalp	bal	87	2
32	164	20	0	15,00	2	1	1	0	112	207	fast,urin, kalksalp	plan	89	2
34	167	0	m	10,00	3	0	0	1	57	57	NS27-3	bal	42	1
37	167	10	m	13	1	1	0	0	126	158	flyt, NPK25-3-5	torn	141	2
38	177	30	m	15	1	0	0	1	61	61	NPK17-4-13	bal	105	1

Bilaga 5

Nr	ts G	eng G	WSC G	rp G	NDF G	NH3-N G	ts E	eng E	WSC E	rp E	NDF E	NH3-N E
19	47	11.4	129	124	538	9.4	49	11.3	173	147	492	11.7
26	31	11.3	109	149	528	9.4	41	11	125	160	514	14.8
35	29	10.5	14	163	512	19.4	32	10.2	111	132	547	15.9
33	63	11	102	168	537	10.1	46	11.3	128	165	514	13
36	22	10.1	28	144	633	14.6	23	10.3	31	133	605	m
39	66	10	124	111	589	9.1	61	9.6	131	85	634	10.8
40	16	11.2	126	184	469	10.5	24	11.3	0	188	490	17.8
30	23	11.2	136	162	478	12.3	25	10.6	0	167	532	17.9
11	24	10.3	94	144	583	15.3	29	9.2	0	145	637	35.9
Medel	36	11	96	150	541	12	37	11	78	147	552	17
Median	30	11	106	149	538	11	34	11	94	147	540	16
Max	66	11	136	184	633	19	61	11	173	188	637	36
Min	16	10	14	111	469	9.1	23	9.2	0	85	490	10.8

Nr	sdat	klöv	ax	stidp	sdagar	tills	sol	regn	N-eff	Nlagt	gtyp	metod	dens	åld
19	156	25	0	10.00	2	1	1	0	107	147	flyt, N27	bal	79	1
26	156	25	1	17.30	1	0	1	0	130	178	flyt, mineral	m	49	1
35	169	30	1	10.00	m	0	m	m	m	m	m	bal	m	1
33	159	20	m	15.00	2	0	1	0	89	89	N27	limpa	75	2
36	159	10	m	m	0.5	1	0	0	70	70	m	plan	80	2
39	m	10	m	m	m	0	m	m	72	72	kalksalpS	bal	68	2
40	152	10	0	18.00	1	1	1	0	137	150	flyt, mineral	torn	44	1
30	161	30	m	11.00	2	1	0	1	120	120	flyt	plan	60	1
11	162	10	m	m	10	1	1	1	147	195	flyt, Axan	plan	m	2

**Förteckning över rapporter i serien *Examens- och seminariearbete*
utgivna vid Avdelningen för precisionsodling:**

1. Karlsson, L. 2004. Inventering av socker i grönmassa och ensilage i västra Sverige.
A survey of water-soluble carbohydrate (WSC) content in herbage and silage in west
Sweden.

Avdelningen för precisionsodling, Institutionen för markvetenskap, SLU, Skara, bedriver forskning med precision i odlingen som mål. Detta forskningsarbete tar sikte på att utveckla metoder för bättre utnyttjande av markens resurser samt styrning av processer som inverkar på grödornas tillväxt, framför allt genom bättre växtnäringshushållning, bl.a. platsspecifikt för tillämpning inom precisionsjordbruket. Forskning bedrivs främst i fältstudier och fältförsök. Huvudsyftet med denna forskning är att förstärka den ekonomiska uthålligheten i svenskt lantbruk genom att förbättra grödornas avkastning och jordbruksprodukternas kvalitet och samtidigt utnyttja våra naturliga tillgångar på ett miljövänligt och resursbevarande sätt. Forskning, utbildning och information präglas av helhetssyn och sker i nära samarbete med näringsliv, myndigheter och rådgivning. Lanna försöksstation, är en viktig resurs för avdelningen, övriga institutioner vid SLU samt andra samarbetspartners.

I serien *Examens- och seminariearbeten* publiceras examensarbeten (mot-svararande 10 eller 20 poäng i agronomexamen) och seminariearbeten utförda vid Avdelningen för precisionsodling, SLU, Skara.

Examens- och seminariearbetena kan beställas från avdelningen, se nedan. Förteckning över samtliga publikationer i avdelningens olika rapportserier erhålles kostnadsfritt. Rapporterna finns också tillgängliga på nedanstående internetadress.

Distribution:

Sveriges lantbruksuniversitet
Avdelningen för precisionsodling
Box 234
532 23 Skara
Tel. 0511-670 00, fax 0511-67134
Internet: <http://po-mv.slu.se/>