

## Innehåll av lättlösliga kolhydrater i konserverat vallfoder och betesgräs för häst



**Veronica Stoehr**



# Innehåll av lättlösliga kolhydrater i konserverat vallfoder och betesgräs för häst

## Content of water soluble carbohydrates in conserved forage and pasture grass for horses

### Veronica Stoehr

**Handledare:** Cecilia Müller, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

**Examinator:** Peter Udén, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

**Omfattning:** 15 hp

**Kurstitel:** Kandidatarbete i husdjursvetenskap

**Kurskod:** EX0553

**Program:** Agronomprogrammet - Husdjur

**Nivå:** Grund, G2E

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2017

**Serienamn, delnr:** Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 604

**Omslagsbild:** Veronica Stoehr

**Nyckelord:** dygnsvariation, gräsart, klimat, konserveringsmetod, WSC-koncentration

**Key words:** Climate, daily variation, method of conservation, species of grass, WSC-concentration



## Sammanfattning

Hästens foderstat ska helst bestå till stor del av grovfoder i form av betesgräs eller konserverat vallfoder på grund av digestionskanalens utseende. Idag finns det ett flertal upptäckta hälsostörningar som är utfodringsrelaterade, till exempel insulinresistens, som kan utlösa fång vid för högt innehåll av socker, vilket bidrar till att det är viktigt med kunskap om socker-innehåll i fodret för sådana hästar. Innehållet av lättlösliga kolhydrater (water soluble carbohydrates, WSC) varierar på grund av många olika faktorer. I betesgräs är det främst gräsart, det botaniska utvecklingsstadiet och klimat som styr koncentrationen av WSC jämfört med konserverat vallfoder där det främst är skördetidpunkt och konserveringsmetod som påverkar WSC-koncentrationen. Denna litteraturstudie sammanfattar olika studier som undersökt hur de olika faktorerna påverkar koncentrationen av WSC. Studiernas resultat visade att dygnsvariationer förekom i betesgräset. Koncentrationen av WSC i betesgräs påverkades av temperatur, mängd solljus och nederbörd. I konserverat vallfoder hade blötläggning, förtorkning och användning av bakteriella inokulanter en reducerande effekt på WSC. I inplastat foder sker det en fermentation med hjälp av mjölksyrabakterier som utnyttjar glukos som näring vilket bidrar till en reduktion av WSC. I hö är det framförallt skördetidpunkt som styr WSC-koncentrationen. Det går att påverka innehållet av socker till en viss del i konserverat vallfoder genom att välja konserveringsmetoder som har en reducerande effekt på WSC-koncentrationen, medan innehållet av WSC i betesgräs påverkas till stor del av klimatet som inte går att styra.

*Nyckelord:* dygnsvariation, gräsart, klimat, konserveringsmetod, WSC-koncentration

## Abstract

The feed ration of a horse should consist largely of roughage, in the form of pasture or grass forage because of the digestive constitution. Today, there several detected health disorders that may be related to feeding, such as insulin resistance, which can cause laminitis if the forage had a high content of sugar. Therefore, it is important to have knowledge of the sugar content in the forages for such horses. The content of water soluble carbohydrates (WSC) in conserved forages varies due to many different factors. In pasture grass, it is mainly the species of grass, the botanical development state of the plant and the climate that controls the concentration of WSC, compared to conserved grass forage, where it is mainly the time of harvest and the method of conservation that affects the WSC-concentration. This literature review summarizes various studies which examine how the various factors affect the concentration of WSC in pasture grass and conserved forage. The results of the studies showed that daily variations occur in WSC-concentration in pasture grass. The concentration of WSC is controlled by temperature, the quantity of sunlight and rainfall in growing grass. In conserved forage, soaking, wilting and use of bacterial inoculants had a reducing effect of WSC-concentration. In silage forage, lactic acid bacteria utilize glucose as substrate during fermentation, while in hay where it is mainly the time of harvest that controls the WSC-concentration. It is thereby to influence the WSC content to a certain extent in grass forages by selecting conservation methods that have a reducing effect on the WSC-concentration, while the content of WSC in pasture grass is affected largely by the climate that is uncontrollable.

*Keywords:* climate, daily variation, method of conservation, species of grass, WSC-concentration



## Introduktion

Hästar är av naturen gräsätare och betesgräs innehåller varierande mängd lättlösliga kolhydrater (water soluble carbohydrates, WSC) som huvudsakligen består av glukos, fruktos, sukros och fruktaner (McDonald *et al.*, 2011). Den domesticerade hästens foderstat bör bestå till störst del av grovfoder. Under de senaste decennierna har flera olika hälsostörningar som är kopplade till glukosomsättningen i kroppen upptäckts, vilket bidragit till att foderstaten måste anpassas för vissa hästar. De underliggande sjukdomarna kan utlösas vid för hög koncentration av socker och/eller stärkelse i foderstaten (Geor, 2010), och därför är det extra viktigt för både hästägare och foderförsäljare att ha kunskap om detta.

Några syndrom och sjukdomar som är relaterade till onormal glukosomsättning är ekvint metabolt syndrom (EMS), som innebär nedsatt insulin-känslighet (IR) och fetma hos de drabbade hästarna (Frank *et al.*, 2010) och pituitary pars intermedia dysfunction (PPID) även kallad Cushings syndrom, som är en endokrin sjukdom orsakad av överproduktion av bland annat kortisol vilket kan leda till insulinresistens (Karikoski *et al.*, 2015). Hästar med EMS och PPID riskerar att få följsjukdomen fång vid en foderstat med för högt innehåll av socker. Polysaccharide storage myopathy (PSSM) är en ärftlig muskelsjukdom som kan leda till korsförslamning. Foder med lågt innehåll av socker är viktigt till en häst med PSSM då det sker en överlagring av glykogen i musklerna hos de här hästarna (Valberg *et al.*, 2011).

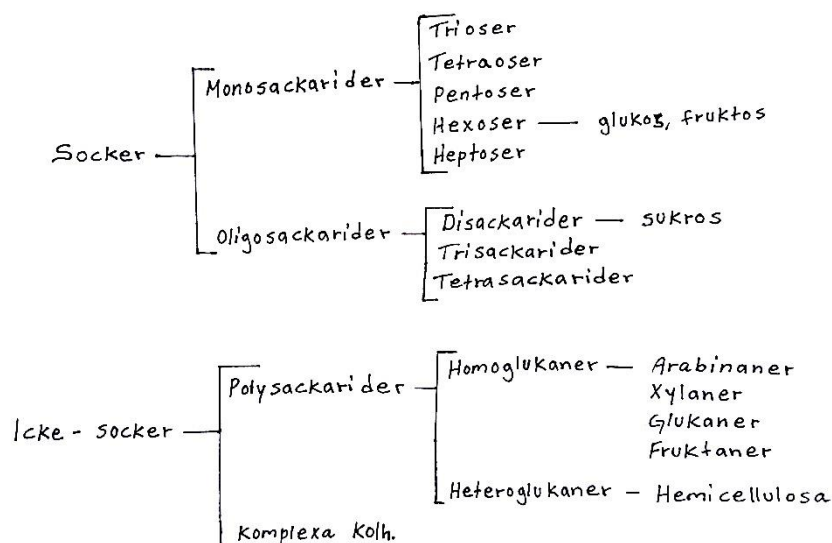
Eftersom en foderstat till hästar med EMS, endokrin fång, PPID OCH PSSM behöver ha ett så lågt innehåll av socker som möjligt, är det viktigt att veta hur stor andel socker ett hästfoder innehåller och vilka faktorer det är som påverkar sockerinnehållet i betesgräs och vallfoder. Syftet med den här litteraturstudien var därför att ta reda på vilka faktorer som påverkar



sockerinnehållet i betesgräs och i konserverat vallfoder, som hästens foderstat huvudsakligen består av. Litteraturstudien tar inte upp vilka effekter det har på hästen.

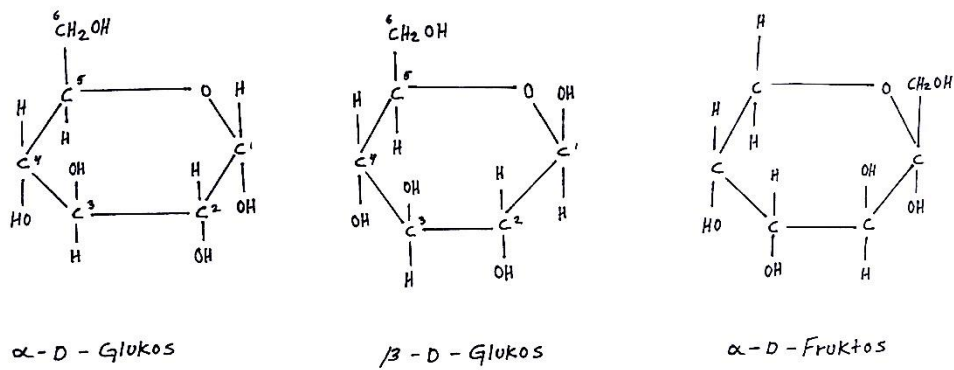
## Kolhydrater i växter

Generellt består kolhydrater av kol, väte och syre. Kolhydraterna delas in i två grupper, socker och icke-socker (figur 1). Socker i sin tur delas in i de två undergrupperna monosackarider och oligosackarider. I tempererade gräsarter är glukos, fruktos, sukros och fruktaner de vanligast förekommande WSC. Fruktaner förekommer inte i tropiska gräs och baljväxter. Mängden WSC i betesgräs varierar, främst beroende på vilken gräsart det är, det botaniska utvecklingsstadiet hos växten och klimatet. Efter skörd är det konserveringsmetoden som inverkar mest på mängden WSC i fodret (McDonald *et al.*, 2011).



Figur 1. Gruppindelning av kolhydrater (illustrerad efter McDonald *et al.*, 2011).

Glukos och fruktos är enkla sockerarter och tillhör gruppen monosackarider, de tillhör även gruppen hexoser eftersom de består av sex kolatomer. Hexoser är naturligt förekommande, där glukos och fruktos är de viktigaste eftersom djur och växter använder de som energikälla. Glukos och fruktos förekommer fritt i växter men även i sukros och fruktaner. Glukos och fruktos är isomerer, på glukos finns en aldehydgrupp och på fruktos en ketongrupp. Båda kan förekomma i stereoisomer form, det vill säga två olika former som är spegelbilder av varandra (D- och L- form) beroende på var OH-gruppen på kolatom fem sitter. D-formen är biologiskt sett mer viktig än L-formen. Monosackarider kan även förekomma i två isomeriska

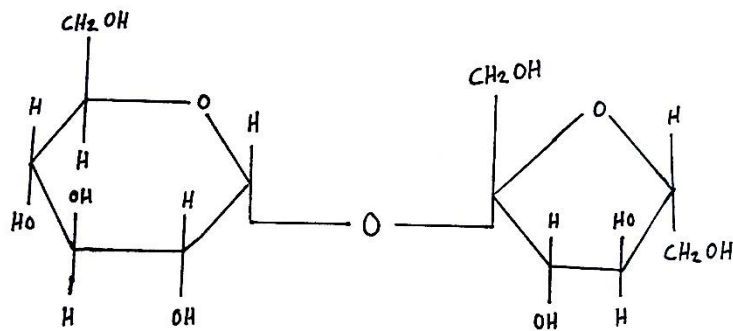


former, alfa- och betaform (figur 2). Detta sker vanligtvis under fysiologiska förhållanden (McDonald *et al.*, 2011).

Figur 2. Strukturformel för glukos och fruktos (illustrerad efter McDonald *et al.*, 2011).

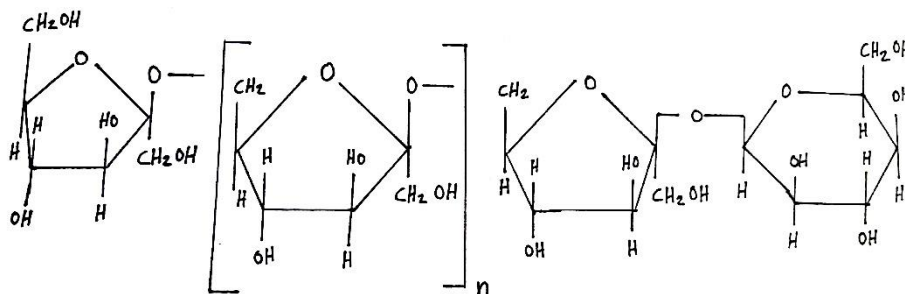
Sukros tillhör gruppen oligosackarider. Det är en disackarid och består av två monosackarider, en glukos- och en fruktosmolekyl med en syrebrygga mellan som binder ihop dessa (figur 3). I växter är sukros den vanligast förekommande disackariden, vars uppgift främst är transport av kol (McDonald *et al.*, 2011).

Fruktaner är polysackarider, som ingår i gruppen icke-socker. Icke-sockergruppen skiljer sig väldigt mycket från sockergruppen. Polysackarider är polymerer av monosackarider och delas också in i två grupper, homoglukaner och heteroglukaner. Fruktan ingår i gruppen homoglukaner vilket betyder att den bara består av en typ av monosackarider. Fruktaner är uppbyggda av fruktoskedjor med en sukrosmolekyl i ena änden, det finns flera olika strukturer men beta-D-fruktos finns i alla kända fruktaner. Fruktosmolekylerna är sammanlänkade med beta-2,6- eller 2,1-bindningar. Fruktaner förekommer som lagringsreserv i många växter (McDonald *et al.*, 2011).



Sukros

Figur 3. Strukturformel för sukros (illustrerad efter McDonald *et al.*, 2011).



Fruktan

Figur 4. Strukturformel för fruktan (illustrerad efter McDonald *et al.*, 2011).

Ett exempel på WSC-innehåll i svenskt grovfoder (tabell 1). Där visas innehåll av WSC i tre olika gräsvallar och en lusernvall, både första och andra skörd samt några vanliga gräsarter. Ensilage innehåller generellt lägre WSC-koncentration jämfört med hö och hösilage (Jaakkola och Huh-tanen, 1993). Rajgräs har högst innehåll av WSC medan hundäxing har lägst innehåll. Lusern har lågt innehåll av WSC jämfört med gräsarterna (Liljenberg *et al.*, 1995).

Tabell 1. *Innehåll av WSC i svenska grovfoder. Angivet i g/kg torrsbstans (efter Jaakkola och Huhtanen, 1993) och (Liljenberg et al., 1995)*

	Hö	Hösilage	Ensilage	Gräsarter/baljväxter
Gräsvall 1, 1: a skörd	117	122	80	
Gräsvall 2, 1: a skörd	157		140	
Gräsvall 3, 2: a skörd		132	106	
Luservall				6
Lusern				64
Engelskt rajgräs				160
Timotej				98
Ängssvingel				116
Hundäxing				85

## Faktorer som inverkar på sockerinnehåll i växande gräs

Innehållet av socker i växande gräs kan variera av många olika anledningar. Variationen beror dels på vilken gräsart det är, växtens botaniska utvecklingsstadium, vilket klimat gräset växer i och vid vilken tidpunkt på dygnet sockerhalten mäts (Chatterton *et al.*, 2006). Sockerinnehållet kan variera mellan 25 g/kg torrsubstans (TS) i en del tropiska arter och upp till 300 g/kg TS i olika sorters rajgräs (McDonald *et al.*, 2011).

Det är balansen mellan fotosyntesens produktion av glukos och respirationens förbrukning av detsamma som styr sockerhalten i betesgräset. Under fotosyntesen bildas glukos, då växten omvandlar ljusenergi till kolhydrater. Högst koncentration av WSC är det på eftermiddagen och under natten minskar densamma (Longland, 2006). Intensivt regn i samband med mycket solljus bidrar till snabb grästillväxt där fotosynteshastigheten ökar tillsammans med inlagringen av WSC. Det är högst innehåll av glukos, fruktos och sukros i växtens tidiga botaniska utvecklingsstadium medan innehåll av fruktan i regel ökar med ökat botaniskt utvecklingsstadium.

I en studie togs prov på fyra olika gräsarter; engelskt rajgräs (*Lolium perenne*), hundäxing (*Dactylis glomerata*), timotej (*Phleum pratense*) och ängssvingel (*Festuca pratensis*) (Waite *et al.*, 1953). Syftet var att ta reda på hur fördelningen av WSC i dessa gräsarter såg ut beroende på deras användningsområde, det vill säga betesvall eller slåttervall. Studien utfördes under två år för att kunna jämföra resultaten under olika väderförhållanden som temperatur och nederbörd. Prover togs från blad och stjälk med en veckas mellanrum från april till oktober. För att minimera dygnseffekten togs proverna alltid vid samma tidpunkt på dygnet. Separata prover av engelskt rajgräs samlades även in med tre timmars mellanrum under ett dygn för att mäta förväntade dygnsvariationer i gräsets WSC-koncentration, detta studerades en solig dag i juni. Grönmassan torkades innan analys och två olika metoder för beredning jämfördes för att se hur koncentrationen av WSC påverkades av detta. Metoderna som jämfördes var extraktion av WSC ur grönmassa som i kokande alkohol direkt i fält, torkning i ugn direkt efter skörd och torkning i ugn en timme efter skörd. Separation av blad och stjälk gjordes på färskt gräs det första året medan samma separation gjordes efter torkning under år 2 (Waite *et al.*, 1953).

Resultatet visade att det var en variation i koncentrationen av glukos, fruktos, sukros och fruktan beroende på grässets botaniska utvecklingsstadium. Koncentrationen av fruktaner visade två toppar i hundäxing, timotej och ängssvingel, den första i maj och den andra i juli/augusti jämfört med rajgräs där bara en topp noterades i juni. Det var högre koncentration av fruktaner i stjälken jämfört med i bladet. Av de fyra olika gräsarterna hade rajgräs högst koncentration av sukros. Generellt var koncentration av glukos och fruktos låg under hela året jämfört med koncentrationen av sukros och fruktaner, undantaget var en markant ökning av densamma i ängssvingel, timotej och hundäxing i början av juni. Det var en variation i koncentration av sukros (tabell 2) och fruktaner (tabell 3) under år 1 jämfört med år 2 på grund av att det var varmare och torrare under våren under år 2 jämfört med våren under år 1, som hade mer nederbörd. Det påverkade resultatet eftersom det blev större tillväxt under året med varmare klimat.

Tabell 2. Koncentration av sukros i bladet i timotej, ängssvingel, hundäxing och engelskt rajgräs. År 1 jämfört med år 2. Angivet i % av torrsbstans (efter Waite et al., 1953)

	April	Maj	Juni	Juli	Augusti
Timotej	8,0/2,0	6,0/2,0	3,0/6,0	2,0/4,0	1,9/1,8
Ängssvingel	4,0/3,9	6,2/4,0	3,8/6,0	2,0/2,0	0,2/0,5
Hundäxing	2,0/2,0	4,0/4,0	2,0/5,5	1,9/2,0	0,8/0,0
Engelskt rajgräs	6,0/4,0	10,0/8,0	4,0/6,0	2,0/2,0	1,0/1,0

Tabell 3. Koncentration av fruktaner i stammen i timotej, ängssvingel, hundäxing och engelskt rajgräs. År 1 jämfört med år 2. Angivet i % av torrsbstans (efter Waite et al., 1953)

	April	Maj	Juni	Juli	Augusti
Timotej	15,0/8,0	17,0/5,0	10,0/10,0	14,0/26,0	25,0/34,0
Ängssvingel	9,0/8,0	23,0/10,0	11,0/12,0	14,0/16,0	6,0/8,0
Hundäxing	6,0/4,0	14,0/7,0	20,0/10,0	22,0/10,0	24,0/8,0
Engelskt rajgräs	8,0/8,0	20,0/19,0	28,0/32,0	20,0/26,0	18,0/23,0

Det förekom små dygnsvariationer i det engelska rajgräset, som var den enda av de fyra gräsarterna som detta undersöktes i. Koncentrationen av glukos och fruktos var lägst sent på eftermiddagen jämfört med sukros som hade en maximal koncentration vid samma tidpunkt, medan fruktan-koncentrationen förändrades oregelbundet under hela dygnet (tabell 4) (Waite et al., 1953).

Tabell 4. Variation i WSC-komponenter i engelskt rajgräs under ett soligt dygn i juni. Angivet i % av torrsubstans (efter Waite et al., 1953)

Klockslag	Glukos och Fruktos	Sukros	Fruktaner
09.00	2,9	5,3	16,4
12.00	2,5	6,3	17,4
15.00	2,4	7,0	16,1
18.00	2,8	7,0	15,8
21.00	2,7	6,6	15,9
24.00	2,6	6,6	16,6
03.00	2,8	5,4	16,9
06.00	2,9	5,3	16,9

I en annan studie mättes daglig förändring av WSC-koncentrationen i några vanliga vallarter; rörsvingel (*Festuca arundinacea*), foderlost (*Bromus inermis*), ängsgröe (*Poa pratensis*) och blåusern (*Medicago sativa*) (Holt och Hilst, 1969). I studien undersöktes även hur låg respektive hög förekomst av kalium i marken påverkade den dagliga förändringen av WSC under tillväxten av gräset vid naturliga förhållanden. Studien pågick under två år. Prover togs under hela juli vid olika tidpunkter på dygnet, klockan 6, 12 och 18. Gräset växte på två olika marker, med gödsling av kalium och utan gödsling av kalium. Resultatet visade båda åren att koncentrationen av WSC i blåusern var låg vid klockan 6 på morgonen (7,8 %), uppvisade en maximal koncentration vid klockan 12 mitt på dagen (8,9 %) och minskade sedan till klockan 18 på kvällen (8,6 %). Alla koncentrationer mättes i % av grönmassa. Skillnader i WSC-koncentrationen visade sig bero på vilket tillväxtstadium blåusern befann sig i. Under tidigt tillväxtstadium ökade WSC-koncentrationen en aning på eftermiddagen jämfört med det sena tillväxtstadiet då koncentrationen minskade vid samma tidpunkt (tabell 2).

Tabell 5. Daglig variation av WSC-koncentration i blåusern under tre olika tillväxtstadier i juli. Angivet i % av grönmassa (efter Holt och Hilst, 1969)

Tillväxtstadium	klockan 6	klockan 12	klockan 18
Tidig	6,9	7,8	8
Mitten	7,3	8,8	8,5
Sent	6,8	7,9	7,5

Både blåusern och ängsgröe som växt på mark med lågt kaliuminnehåll hade en högre WSC-koncentration jämfört med de som växt på mark med



högt kaliuminnehåll, vilket tyder på att god kaliumtillgång i marken underlättade växtens utnyttjande av WSC under respirationen. I blåusern var medelkoncentrationen av WSC 8,9 % vid lågt kaliuminnehåll respektive 8,0 % vid högt kaliuminnehåll, och i ängsgröe var densamma 7,0 % respektive 5,8 %, i % av grönmassa. Det fanns däremot ingen interaktion mellan kaliuminnehåll i marken och tidpunkt på dygnet avseende WSC-koncentrationen (Holt och Hilst, 1969).

I en liknande studie undersöktes effekter av klimatet på engelskt rajgräs (Mackenzie *et al.*, 1957). Försöket pågick från maj till november. Halva vallen med rajgräs var täckt, vilket skulle efterlikna en molnig dag, och den andra halvan av vallen hade fullt solljus. Resultatet visade att solljus hade stor effekt på WSC-koncentrationen i det växande gräset. Under dag ett var det en markant minskning av koncentrationen av sukros i samband med täckning av vallen. Koncentrationen av sukros ökade kraftigt när den halva täckta vallen blev otäckt dag två. Det var ingen skillnad i koncentrationen av fruktan på den täckta vallen jämfört med den otäckta vallen dag ett. Dag två var koncentrationen av fruktan lägre på den täckta vallen jämfört med den otäckta vallen. Dag fyra var det ingen ytterligare förändring på den täckta vallen, vilket kan bero på brist av sukros för fotosyntes kan vara orsaken till det. Det togs ett gräsprov i juni och ett i augusti, där båda hade fått maximal mängd solljus. I juni var WSC-koncentrationen hög jämfört med i augusti, där den var relativt låg. Det betyder att någon annan faktor än solljus har påverkat koncentrationen av WSC, nämligen växtens botaniska utvecklingsstadium och temperaturen. Det var inga större skillnader i koncentrationen av glukos och fruktos över säsongen. Det var en högre koncentration av glukos än fruktos i bladet och tvärtom i stjälk. Det var inga skillnader i blad och stjälk när det gällde koncentrationen av sukros. Det fanns ett tydligt samband mellan maximal koncentration av sukros och maximal mängd solljus mitt på dagen. Det är många faktorer som påverkar och inga bevis finns på att WSC-koncentrationen följer något specifikt mönster under säsongen.

## Faktorer som inverkar på sockerinhåll i konserverat vallfoder

Vallfoder till häst utgörs oftast av gräs konserverat som ensilage, hösilage eller hö på grund av att betesgräs inte är tillgängligt under vinterhalvåret i många delar av världen. Innehållet av WSC påverkas även efter skörd beroende på vilken konserveringsprincip som används. Det är konserveringsmetoden som avgör om det blir ensilage, hösilage eller hö. I inplastat vallfoder sker en fermentation där mjölksyrabakterier (lactic acid bacteria, LAB) förbrukar socker i form av glukos och fruktos som energikälla. Ett tillräckligt högt innehåll av WSC är därför en förutsättning för ensilering eftersom LAB måste kunna tillväxa under ensileringprocessen. Det bildas en anaerob miljö vid inplastning och LAB bidrar med en pH-sänkning via produktionen av mjölksyra. Det är LAB som omvandlar WSC till laktat vilket bidrar till att WSC bryts ned och halten av WSC minskar. Ju lägre TS-halten är, desto mer bildning av mjölksyra, vilket sänker WSC-halten. Vid högre TS-halt blir tillväxten av LAB begränsad, fermentationen blir restriktiv och förbrukningen av socker reduceras (McDonald *et al.*, 2010). Hö torkas enbart till skillnad från inplastat foder så som ensilage och hösilage. Höet lagras i en aerob miljö och det blir ingen fermentation och därmed ingen reduktion av WSC under konservering.

I en studie testades olika faktorer som kan påverka sockerinhållet i konserverat vallfoder (Müller *et al.*, 2016). Ensilage, hösilage och hö ingick i studien. De fyra olika faktorerna var; konserveringsmetod, lagringstid, blötläggning och användning av bakteriella inokulanter (i syfte att öka graden av fermentation vid ensilering). Studien gick ut på att prover togs från ensilage, hösilage och hö som lagrats i 3, 6, 12 och 18 månader. De foder som lagrats i 3 och 12 månader blötlades i 12 respektive 24 timmar. Ensilage och hösilage konserverades med och utan inokulanter. Det var glukos, fruktos, sukros och fruktaner som analyserades och från dessa räknades total WSC-koncentration fram. Resultatet visade att störst effekt hade ensileringprocessen. Ensilage och hösilage innehöll generellt sett lägre koncentration av WSC jämfört med hö. Vid blötläggning reducerades koncentrationen av WSC; blötläggning av ensilage i 12 timmar reducerade halterna av fruktos och total WSC till hälften jämfört med innan blötläggning. I hö reducerades sockerhalterna efter 12 timmars blötläggning samt en ytterligare sänkning efter 24 timmar. Glukoskoncentrationen reducerades efter blötläggning med 50 %, fruktoskoncentrationen med 70 %,

sukroskoncentrationen med 15 % och fruktankoncentrationen med 40 % av det initiala värdet i höet. Förlängd lagringstid påverkade inte koncentrationen av WSC. Mjölksyrakoncentrationen var högre i ensilage och hösilage vid användning av inokulanter jämfört med utan inokulanter. Vid användning av inokulant var fruktoskoncentration generellt lägre jämfört med utan inokulant.

I en annan studie undersöktes det vilka förändringar av WSC som sker i gräset efter slåtter, under torkning till hö och under ensilering (Wylam, 1953). Studien utfördes i maj. Proverna behandlades på tre olika sätt; nedsänkning i varm etanol för mätning av koncentration av WSC i grönmassa utan att andra faktorer påverkade resultatet (enzymerna i grönmassan förstörs av etanolen vilket bidrar till att det inte blir några ytterligare förändringar); torkning i luften; och tät packning i förslutna flaskor för att uppnå en fuktig miljö vilket skulle efterlikna grönmassa som legat underst (närmast marken) i fält. Till försöket och analysen av förändringar i WSC-koncentration under ensilering togs tre prover; ett prov med tillsats av varm etanol för analys av WSC-koncentration i grönmassa och de andra två proverna inkuberades anaerobt i 30 grader med tillsats av olika stammar av LAB i åtta dagar respektive åtta månader. Resultatet visade att en hydrolys av sukros och fruktan sker efter slåtter, och att den går snabbare vid fuktiga förhållanden. Förtorkning av den skördade grönmassan reducerade sockerhalten i samband med hydrolysen jämfört med grönmassa som inte förtorkats. Hydrolysen av sukros upphörde efter två timmar i den grönmassa som förtorkats medan hydrolys av fruktan fortsatte (tabell 5).

Tabell 5. Koncentration av WSC i färskt gräs, torkat gräs och skördat gräs i fuktig miljö. Angivet i % av torrsbstans om inte annat anges (efter Wylam, 1953)

	Tid	TS %	Glukos	Fruktos	Sukros	Fruktan
Grönmassa		18,4	1,3	1,7	6,2	9,6
Torkad grönmassa	2 h	20,6	1,3	1,7	5,1	9,2
	24 h	44,6	1,9	2,9	5,4	5,2
	8 dagar	78,1	1,6	1,4	5,2	3,5
Grönmassa lagrad i flaska	4 h	18,4	1,7	2,1	4,8	7,1
	96 h	18,4	3,2	2,4	3,4	2,8

Det blev en total nedbrytning av sukros och fruktan i ensilage lagrat under åtta månader, (tabell 3). Hydrolys av oligosackarider orsakade ökningen i

fruktoshalten efter åtta månaders lagring. Koncentrationen av glukos var markant lägre i ensilage lagrat under åtta månader jämfört med koncentrationen i grönmassa och ensilage lagrat under åtta dagar (tabell 6), vilket berodde på att LAB utnyttjandet glukos som näring.

Tabell 6. Variation av WSC-koncentration i grönmassa jämfört med ensilage. WSC-koncentrationen anges i % av torrsbstans (efter Wylam, 1953)

	Grönmassa	Ensilage 8 dagar	Ensilage 8 månader
Glukos	6,8	8,3	3,0
Fruktos	4,5	6,2	10,8
Sukros	5,2	0,3	0
Fruktan	8,4	1,8	0

## Diskussion

Ett foder måste anpassas till hästen. Visa hästar behöver ett foder med lågt innehåll av WSC medan andra klarar av ett högre WSC-innehåll. Ett foder med lågt innehåll av WSC rekommenderas till hästar som är benägna att drabbas av insulinresistens, PPID och PSSM. Det är flera faktorer som påverkar den totala WSC-koncentrationen i både växande gräs och konserverat vallfoder. Fördelen med konserverat foder jämfört med betesvall är att det går att välja konserveringsmetod för att minska sockerinnehållet om sådant behov finns.

I studien av Waite *et al.* (1953) visade resultatet att klimatet har stor påverkan på betesgrässets sockerinnehåll, då koncentrationen av WSC varierade mellan de två åren. Även studien av Holt och Hilst (1969) utfördes under två års tid och visade att WSC-koncentrationen varierade både under dygnet och från år till år beroende på väder och klimat. Effekterna av klimatet påvisades också i studien av Mackenzie *et al.* (1957), där solljuset hade stor påverkan på WSC-koncentrationen i växande vall. Det konstaterades även att det inte bara var mängden solljus som påverkade koncentrationen av WSC, det botaniska utvecklingsstadiet hade också en inverkan på WSC-koncentrationen, vilket kan utnyttjas vid slåtter genom att skörda när växten uppnått det utvecklingsstadium där koncentrationen av WSC är som lägst. Temperaturen kan även ha varit olika vid de två provtillfällena (juni och augusti) då högre temperatur reducerar WSC-koncentrationen även om det är samma mängd solljus. Studierna utfördes i olika länder och skillnader i WSC-koncentration kan ha påverkat detta.

Enligt studierna av Wylam (1953) och Müller *et al.* (2016) så innehåller inplastat vallfoder lägre koncentration av WSC jämfört med hö. Detta på grund av fermentationen som sker. Om syftet är att producera ett konserverat foder med låg WSC-koncentration till hästar med störningar i glukosomsättningen så är ett inplastat grovfoder att föredra eftersom det går att reducera koncentrationen av WSC till viss del.

Sockerinnehållet i konserverat foder går att påverka till viss del jämfört med innehållet i betesgräs, som styrs av klimatet och varierar över dygnet. Eftersom WSC-koncentrationen varierar över dygnet i betesgräs så bör det övervägas om hästar med insulinresistens, PSSM och PPID ska gå på bete. Om det ska gå på bete så ska det anpassas efter tid på säsongen, väder och gräsart. Ett inplastat vallfoder som eventuellt blötläggs innan

utfodring kan rekommenderas till hästar som är benägna att drabbas av endokrin fång eller som har PSSM och PPID, efter vad studien av Müller *et al.* (2016) kommit fram till så innehåller de lägre WSC-koncentration. Eftersom gräsart och tidpunkt för skörd också är faktorer som påverkar WSC-koncentrationen bör det kombineras med val av konserveringsmetod.

## Slutsats

I betesgräs är det faktorerna; gräsart, där olika gräsarter innehåller varierande mängd WSC växtens botaniska utvecklingsstadium samt olika klimat, så som temperatur, solljus och nederbörd, som påverkar WSC-koncentrationen under säsongen. Olika klimat resulterar även i dygnsvariationer i gräsarternas WSC-koncentration. Faktorer som påverkar WSC-koncentrationen i konserverat vallfoder är; gräsart; förtorkning av gröda vilket bidrar till hydrolys av fruktaner; konserveringsmetod, där det sker en fermentation under ensilering som reducerar WSC-koncentrationen; blötläggning, som gör att WSC lakas ur, främst i hö; tidpunkt vid slåtter, som är relaterat till växtens botaniska utvecklingsstadium; och användning av bakteriella inokulanter, där inokulanterna påskyndar fermentationen under ensilering. För hästar med benägenhet att få eller som har endokrin fång, PSSM eller PPID är det viktigt att koncentrationen av WSC inte är för hög i fodret. Ett konserverat vallfoder är lättare att analysera och påverka koncentrationen av WSC i på grund av möjligheten att välja konserveringsmetod och andra reducerande faktorer av WSC så som blötläggning och tidpunkt vid skörd, jämfört med betesgräs där klimatet inte går att styra över och inte heller koncentrationen av WSC. Konserverat vallfoder rekommenderas därför i första hand till dessa hästar istället för betesgräs.

## Referenslista

- Chatterton, N.J., Watts, K.A., Jensen, K.B., Harrison, P.A. & Horton, W.H. (2006). Nonstructural carbohydrates in oat forage. *Journal of Nutrition*, vol. 136, ss. 2111-2113.
- Frank, N. (2011). Equine Metabolic Syndrome. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, vol. 27(1), ss. 73-92.
- Geor, R. (2010). Current Concepts on the Pathophysiology of Pasture-Associated Laminitis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, vol. 26(2), ss. 265-276.
- Holt, D. A., & Hilst, A. R. (1969). Daily variation in carbohydrate content of selected forage crops. *Agronomy Journal*, vol. 61, ss. 239.
- Jaakkola, S., & Huhtanen, P. (1993). The effects of forage preservation method and proportion of concentrate on nitrogen digestion and rumen fermentation in cattle. *Grass and Forage Science*. vol. 48, ss. 146-154.
- Karikoski, N., Patterson-Kane, J., Singer, E., McFarlane, D., & McGowan, C. (2016). Lamellar pathology in horses with pituitary pars intermedia dysfunction. *Equine Veterinary Journal*, vol. 48(4), ss. 472-478.
- Liljenberg, R., Sundberg, M., & Thylén A. (1995). Datorbaserat beslutsstöd för ensilering – beskrivning av beräkningsmodell. Rapport nr 212. *Jordbrukstekniska institutet*, Uppsala.
- Longland, A. C., & Byrd, B. M. (2006). Pasture nonstructural carbohydrates and equine laminitis. *Journal of Nutrition*, vol. 136(7), ss. 2099.
- Mackenzie, D., & Wylam, C. (1957). Analytical studies on the carbohydrates of grasses and clovers. VIII.—Changes in carbohydrate composition during the growth of perennial ryegrass. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 8(1), ss. 38-45.
- McDonald, P., Edwards R.A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G. (2011). *Animal nutrition*. vol. 7. Pearson Education Limited. Harlow. Essex, England. ss.16-31, 481-488, 499-501.
- Müller, C.E., Nostell, K., Bröjer, J. (2016). Methods for reduction of water soluble carbohydrate content in grass forages for horses. *Livestock science*, vol. 186, ss. 46-52.



Waite R., & Boyd, J. (1953). The water-soluble carbohydrates in grasses 1. Changes occurring during the normal life cycle. *Journal of Science Food and Agricultural*, vol. 4, ss. 197–20.

Wylam, C. B. (1953). Analytical studies on the carbohydrates of grasses and clovers. III. – Carbohydrate breakdown during wilting and ensilage. *Journal of Science Food and Agricultural*, vol. 4, ss. 527-531.