

Ökad konsumtion hos mjölkkor genom anpassning av stärkelsekvalitén till gräsenilagens nedbrytning i våmmen

Mårten Hetta, Institutionen för Norrländsk Jordbruksvetenskap, SLU-Umeå

Peter Lund, Aarhus Universitet, Danmark

Dietrich von Rosen, Institutionen för biometri och teknik, Biostokastikum, SLU-Uppsala

Bakgrund

Det finns ett stort intresse öka andelen lokalproducerade fodermedel i utfodringen av mjölkkor i Norden. Det fodermedel som har bäst förutsättningar är vallfoder (ensilage), som kan skördas med hög kvalitet i hela Norden från söder Danmark till nordligaste Norge. Det kan dock vara svårt att näringsförsörja högt avkastande mjölkkor (>10 000 kg ECM/år) med foderstater som baseras på stora mängder vallfoder. Det är därför vanligt att komplettera vallfodret med olika typer av spannmålsprodukter med högt innehåll av stärkelse, för att höja energihalten och därmed öka produktionen. Allt för hög andel spannmål kan dock orsaka hälsoproblem och minska djurens produktivitet (Krause and Oetzel, 2006). Typiska symptom på för höga koncentrationer av snabba kolhydrater (stärkelse och socker) är nedsatt utnyttjande av fibrer (NDF) Allen, 2000) och låga fetthalter i mjölken (Reynolds, 2006).

För att minska belastningen på våmmen som orsakas av en snabb nedbrytning (förfäsmning) av kolhydrater har det föreslagits (McNiven et al., 1995) att man skall förskjuta en del av nedbrytningen av stärkelse från våmmen till tunntarmen. En sådan förskjutning skulle kunna ge upphov till ett bättre utnyttjande av energin i fodret (Nocek och Tamminga 1991) genom reducerade utsläpp av växthusgaser (metan) och ett ökat utnyttjande av vallfodret genom en bättre miljö för våmmens fibernedbrytande bakterier (Offner et al., 2003). Förutom ökad tillförsel av energi till våmmens mikrober och upptag av glukos i tarmkanalen, påverkar tillförsel av spannmål konsumtionen av grovfoder, genom substitution. Substitutionseffekten från spannmålsprodukter resulterar som regel i en minskad konsumtion av vallfoder. Effekten påverkas både av egenskaperna hos koncentratet och grovfodret (Faverdin et al., 1991).

Nordiskt vallfoder av gräs och klöver har i ett internationellt perspektiv en god kvalitet med bra smältbarhet och därmed en hög konsumtionspotential, vilket höjer substitutionseffekten hos kraftfodret. Det är därför extra intressant att försöka minska substitutionseffekten för kraftfoder som kombineras med vallfoder av hög kvalitet. Det finns två principer för att styra nedbrytningen av stärkelse i våmmen, i) att byta råvaror i foderstaten från snabb stärkelse som återfinns i till exempel korn (*Hordeum vulgare*, L) mot långsammare stärkelse som återfinns ibland annat majs (*Zea mays*, L), ii) en annan metod är att minska nedbrytningen i våmmen är att processa spannmålen med tex värme eller kemiska tillsatser. Den metod som har haft störst effekt är behandling för att skapa bypass stärkelse är behandling av hela spannmålskärnor med natrium hydroxid (NaOH) (Larsen et al., 2009). Processen kallas ”lutat vete” och genomförs på gårdsnivå med hjälp av mixervagnar och tillsats av granulerad lut och vatten.

Trots en relativt god teoretisk bakgrund, finns dock ingen entydig bild av effekterna av utfodring med så kallad bypass stärkelse i produktionsförsök. I ett brittiskt försök med mjölkkor (Dewhurst et al., 2001) ökade ensilagekonsumtionen, när man erbjöd djuren en foderstat med långsammare stärkelse (majs). Men det finns flera andra försök som inte visar på några positiva effekter av konceptet bypass stärkelse (Phipps et al., 2001). Samspelet mellan olika typer av stärkelse och fiber i foderstaten kan även påverka kornas ätbeteende

och idissling (Taylor & Allen, 2005) vilket kan ha betydelse för bland annat kotrafiken i lösdriftssystem.

En annan svårighet med att utvärdera betydelsen av stärkelsekvaliten är bristen på relevanta analysmetoder för att beskriva stärkelsenedbrytningen i våmmen. I många fodervärderingssystem även i Norfor (Volden, 2011) använder man vävda nylon påsar *in situ* för att beskriva stärkelsenedbrytningen (Offner et al., 2003), en metod som är starkt ifrågasatt. Sammanfattningsvis visar vår genomgång av litteraturen att det finns en utbredd diskussion hos näring och forskning om variationen i stärkelsens nedbrytning i våmmen mellan fodermedel och dess betydelse för konsumtion och produktion hos mjölkkor. Det finns dock få vetenskapliga studier i Norden som visar på nyttan att utfodra långsam stärkelse i produktionsförsök med mjölkkor. Med detta som bakgrund har vi denna studie valt att testa tre hypoteser.

Hypoteser

- Konsumtionen hos mjölkkor ökar om stärkelselåvaran i foderstaten anpassas till gräsensilagens nedbrytning i våmmen.
- Mjolkproduktionen ökar om man tillför ökade mängder långsam stärkelse i fodret.
- Variationen i stärkelsenedbrytningen är mindre mellan olika fodermedel än vad som vad som framgår av nuvarande fodermedelstabeller.

Material och metoder

Forskningsprojektet har genomfört tre separata experiment, två större utfodringsförsök med olika stärkelsekällor i kombination med vallfoder. Den experimentella designen i båda utfodringsförsöken kallas ”change over” och innebär att alla djur äter alla foderstater i tur och ordning enligt ett förutbestämt schema som kallas romersk kvadrat. Dessutom genomförde vi en större *in vitro* studie med jämförelser av stärkelsekvaliteterna i ett dansk-svenskt material med nio olika stärkelsrika fodermedel där det fanns publicerade *in vivo* registreringar av smältbarhet hos stärkelse hos mjölkkor.

Utfodringsförsök I, Utvärdering av olika kombinationer av stärkelse och grovfoder.

Studien omfattar ett utfodringsförsök med designen 2 x 2 faktorer (två stärkelse typer och två vallfoder) för att utvärdera effekterna av att utfodra stärkelse av två olika kvaliteter (snabb och långsam) tillsammans med tidigt eller sent skördat gräsensilage. Vi registrerade konsumtion och mjolkproduktion hos 28 mjölkkor (SRB) med en avkastning på 30 ± 4 kg mjölk per dag och med en levande vikt på 624 ± 69 kg. Djuren var i medeltal 133 ± 45 dagar efter kalvning. Fyra olika foderstaterna utfodrades i fri tillgång som fullfoderblandningar (Tabell 1). Studien var designad som sju romerska kvadrater och omfattade fyra behandlingar (foderstater). Behandlingarna utfodrades i fyra perioder om 21 dagar, varav 7 dagar för registrering och provtagning. Djuren allokerades till de olika behandlingarna beroende på laktationsstadium. Studien kompletterades med bestämningar av smältbarhet för stärkelse och fiber med hjälp av osmältbar fiber (iNDF) som markör i foder och träck. Dessutom karakteriserade vi nedbrytningskinetiken för alla fodermedel med både gas produktions *in vitro* och *in sacco* teknikerna. En fullständig redovisning av försökets genomförande finns redovisat av Tahir et al. 2012. Dessutom gjordes registreringar av djurens besök i grovfoderstationerna för att utvärdera om det fanns något samband mellan foderstaternas sammansättning och djurens ätbeteende. Datamaterialet omfattar ca 180 000 registrerade enskilda besök av enskilda kor och behandlades statistiskt som beskrivet av Thierfelder (2010).

Tabell 1. Sammansättning (g/kg TS) av fodermedel och näringsinnehåll i foderstaterna.

Innehåll	Foderstater TRM			
	Tidig skörd + Korn	Tidig skörd + Majs	Sen skörd+ Korn	Sen skörd + Majs
Korn koncentrat	420	0	420	0
Majs koncentrat	0	420	0	420
Sojamjöl	70	70	70	70
Tidigt skördat ensilage	510	510	0	0
Sent skördat ensilage	0	0	510	510
Råprotein	169	173	151	155
NDF (Fiber)	314	321	374	381
Stärkelse	219	209	219	210
Energi (MJ/kg TS)	12.6	12.6	11.8	11.8
AAT	88	101	86	98

AAT(aminosyror absorberade i tunntarmen) & NDF (neutral detergent fiber)

Utfodringsförsök II (Utvärdering av utfodring av lutat vete till mjölkkor)

Försöket omfattade 24 mjölkkor (SRB) som tilldelades fyra olika foderstater med samma andel spannmål av olika kvaliteter, krossat vete, en blandning av krossat vete/lutat vete, bara lutat vete och en blandning av korn/havre. Lutat vete tillverkades genom blandning av hela vetekärnor, lut och vatten i en fullfoderblandare (Keenan, Richard Keenan & Co. Ltd, Irland). Krossat vete av samma parti som det lutade vetet tillverkades med mobil spannmålskross (Murska, Aimo Kortteen Konepaja Oy, Finland). Havre/korn blandningen tillhandahölls från en foderfabrik. Djuren utfodrades med fyra olika fullfoderblandningar (Tabell 2) under fyra experimentella perioder om 21 dagar varav 7 dagar för registrering och provtagning. Basen i foderstaterna var ett vallfoder av timotej (första skörd) av hög kvalitet. Under försöket registrerades för varje djur, mjölkproduktion, levande vikt, mjölkens sammansättning (fett, protein och urea). Dessutom tog vi prov på urin och träck i slutet på varje period för att bestämma smältbarheter och koncentrationer av kväve (N). Djuren allokerades till de olika romerska kvadraterna beroende på laktationsstadium. Smältbarhet för fibrer NDF, protein och stärkelse bestämdes med hjälp av AIA (acid insoluble ash) som markör. Dessutom karakteriserade vi nedbrytningskinetiken för alla typer av spannmålsprodukter med gasproduktionstekniken *in vitro*. En fullständig beskrivning av försökets genomförande finns redovisat av Hetta et al., (2013).

Tabell 2. Foderstaternas sammansättning (g/kg TS) i de fyra fullfoderblandningarna.

Innehåll	Foderstater			
	Korn/Havre	Krossat vete	Krossat vete /Lutat vete	Lutat vete
Gräsensilage	520	520	520	520
Krossat vete	-	340	170	-
Lutat vete	-	-	170	340
Krossat vete/Lutat vete	340	-	-	-
Rapsmjöl	140	140	140	140
Råprotein	182	185	185	185
NDF (Fiber)	390	354	354	361
Stärkelse	175	220	222	213
Energi (MJ/kg TS)	11.7	12.2	12.1	12.0
AAT	92	97	97	96

AAT(aminosyror absorberade i tunntarmen), NDF (neutral detergent fiber)

***In vitro* försök (*in vitro* nedbrytningen stärkelsekvaliteter jämförd med *in vivo*)**

Det sista försöket i projektet omfattar en screening av stärkelsekvaliteter i ett dansk-svenskt material med nio olika fodermedel (Tabell 3) med redan känd smältbarhet på stärkelsen bestämd med djurförsök i Danmark och Sverige. Experimentet omfattade inkubering i våmmvätska av både hela fodret och den separerade fiberfraktionen (NDF) i ett *in vitro* system som automatiskt registrerar den mikrobiella produktionen av gas. Nedbrytningen våmmen bestämdes för hela fodret, fiberfraktionen (NDF) och även den fraktionen som är löslig i en neutral tvål lösning (NDS): Nedbrytningen av NDS fraktionen bestämde med hjälp av kurvsuträkning (hela fodret – NDF fraktionen). Dessutom bestämde vi smältbarheten *in vitro* vid 72 timmar för fodermedlen. Utifrån gasproduktionen beräknades nedbrytningshastighet och omfattningen av stärkelse i våmmen med en dynamisk modell (Huhtanen et al., 2006). Därefter jämförde vi nedbrytningen av stärkelse skattad från *in vitro* mätningarna med uppmätta *in vivo* data. I studien utvärderade vi även möjligheten att skatta stärkelsenedbrytningen direkt från inkubering av hela fodret utan att subtrahera fiberfraktionen. En fullständig redovisning av försökets genomförande finns redovisat av Tahir et al., (2013).

Tabell 3. Fodermedlen, kemisk sammansättning och smältbarhet (g/kg DM).

Innehåll	Majs		Korn			Vete		Havre	Ärtor
	Malda	Pellets	Kross	Kross(G)	Pellets	Kross	Kross(G)	Kross	Malda
Råprotein	96	123	101	114	114	108	119	111	221
NDF	98	193	170	158	155	127	92	271	92
Stärkelse	712	491	651	562	514	608	598	389	429
Smältbarhet I	746		897	881		895	897	857	851
Smältbarhet II		991			992				

Smältbarhet I = smältbarhet i våmmen, Smältbarhet II = smältbarhet i hela mag-tarmkanalen. G=gelatiniserade

Resultat

Resultaten från utfodringsförsök I, redovisas i Tabell 4. Det tidigare skördade ensilaget resulterade i högre konsumtion av alla foderfraktioner förutom intag av NDF som var lika för alla fyra fullfoderblandningar (Tabell 4). Stärkelsekällans enda effekt på konsumtionen var en liten ökning av intaget av iNDF som var något högre för foderstater som innehöll majs koncentratet. Den ökade konsumtionen av fullfoderblandningarna med det tidigt skördade ensilaget resulterade i en högre produktion av mjölk (ECM), fett och protein. Foderstaterna med majs koncentratet hade en något lägre smältbarhet på torrs substans och fiber (Tabell 4). Foderstaterna med det tidigare skördade ensilaget hade en lägre fodereffektivitet och ett lägre kväveutnyttjande. Vidare hade foderstaterna från det tidigare skördade ensilaget en högre smältbarhet på torrs substans, fiber och stärkelse. Foderstaterna med korn hade högre smältbarhet på torrs substans och fiber (Tabell 4). Analyser med *in sacco* tekniken visade på relativt stora skillnader i nedbrytningshastighet mellan fodermedel medans gasproduktions tekniken visade på små eller inga skillnader. Studien om djurens ätbeteende (Thierfelder, 2010) visar att foderstaterna i utfodringsförsök I påverkade djurens konsumtionsbeteende. Sent skördat ensilage var som förväntat kopplat till längre besökstider i foderstationerna särskilt om foderstaterna hade majs som stärkelsekälla.

Resultaten från utfodringsförsök II, redovisas i Tabell 5. Oberoende av typ av spannmål producerade korna lika mycket mjölk och konsumerade lika mycket foder (Tabell 5). Ökande andel lutat vete resulterade i en sänkning av proteinhalten i mjölken liksom lägre

smältbarhet av proteinet. Koncentrationen av kväve minskade i urinen och ökade i träcken med högre andel lutat vete. Såväl sänkningen av proteinhalten i mjölken som förskjutningen av utsöndring av kväve från urinen till träcken visar på en ökad nedbrytning av kolhydrater i grovtarmen på bekostnad av mikrosyntesen i våmmen. En observation som även stöds av resultaten från *in vitro* analyserna av spannmålen vilka visar på att nedbrytningshastigheten i våmmen är lägre för det lutade vetet i förhållande till de andra fodermedlen.

Tabell 4. Utvärdering av kombinationer av olika stärkelse typer och grovfoder

Parameter	Tidig skörd + Korn	Tidig skörd + Majs	Sen skörd +Korn	Sen skörd + Majs	P-värden	
					Stärkelse	Vallfoder
<i>Konsumtion (kg/ko/dag)</i>						
Torrsubstans	20.2	21.2	17.7	17.6	ns	***
Råprotein	3.43	3.68	2.67	2.72	ns	***
NDF	6.34	6.81	6.62	6.72	ns	ns
iNDF	0.72	0.88	0.95	1.04	***	*
Stärkelse	4.41	4.46	3.87	3.69	ns	***
<i>Produktion (kg/ko/dag)</i>						
Mjök (ECM)	28.3	28.8	26.2	26.3	ns	***
Fett	1.16	1.20	1.09	1.09	ns	**
Protein	0.97	0.98	0.88	0.89	ns	***
<i>Effektivitet</i>						
FE (kg ECM/Kg TS)	1.43	1.39	1.57	1.64	ns	**
MNE (kg N mjök/Kg N foder)	0.29	0.27	0.35	0.36	ns	***
<i>Smältbarhet (g/kg TS)</i>						
Torrsubstans	835	790	716	699	*	***
NDF	742	679	658	599	***	***
Stärkelse	994	993	989	988	NS	***

Tabell 5. Utvärdering av utfodring av lutat vete i relation till andra fodermedel

Parameter	Korn- Havre	Krossat vete	Krossat vete/ Lutat vete	Lutat vete	P- värden		
					Korn-Havre vs. Krossat vete	Linjär	Kvadratisk
<i>Konsumtion (kg/ko/dag)</i>							
Torrsubstans	21.7	21.5	22.2	21.7	0.60	0.65	0.07
Råprotein	3.91	3.94	4.11	3.98	0.69	0.62	0.03
NDF	8.37	7.49	7.85	7.71	0.01	0.18	0.06
iNDF	1.59	1.22	1.18	1.09	0.01	0.01	0.30
Stärkelse	3.73	4.64	4.93	4.56	0.01	0.38	0.01
<i>Produktion (kg/ko/dag)</i>							
Mjök (ECM)	28.6	27.8	28.4	27.6	0.26	0.80	0.29
Fett	1.20	1.16	1.21	1.15	0.72	0.10	0.47
Protein	0.97	0.98	0.95	0.94	0.13	0.87	0.04
<i>Effektivitet</i>							
FE (kg ECM/Kg TS)	1.36	1.36	1.31	1.33	0.92	0.55	0.33
MNE (kg N mjök/Kg N foder)	0.26	0.25	0.23	0.24	0.76	0.05	0.01
<i>Smältbarhet (g/kg TS)</i>							
Torrsubstans	714	747	759	754	0.01	0.20	0.03
NDF	659	675	698	690	0.19	0.21	0.15
Stärkelse	944	966	974	971	0.01	0.44	0.22

Resultaten från screeningen av stärkelsekvaliteter med *in vitro* analyserna är redovisade i tabellerna 6, 7 och 8. I studien gjordes även en statistisk bearbetning av resultaten där vi jämförde majs i relation till de tre andra typerna av spannmål korn, vete och havre. Där fann vi att majs har en något lägre smältbarhet och nedbrytningshastighet i relation den andra gruppen av fodermedel. Vidare jämförde vi vete mot korn och fann att vete har högre smältbarheter *in vitro* än korn men att nedbrytningshastigheterna inte skiljer mellan fodermedlen. När det gäller jämförelser av NDF fraktionen så fann vi att majs har något högre smältbarhet på fibern i relation till korn, vete och havre. Stärkelse är i spannmålsprodukter i stort sätt överensstämmande med fraktionen stärkelse. Vi bestämde därför nedbrytningen hos NDS fraktionen för att skatta nedbrytningen av stärkelse i fodermedlen. För att få en validering av den skattade nedbrytningen av NDS jämförde vi *in vitro* resultaten med *in vivo* observationer av nedbrytning av stärkelse i våmmen (Figur 1). Resultaten visar att majs har en stärkelse som bryts ned långsammare än hos korn, vete och havre samt att smältbarheten i våmmen är lägre för majs i relation till den andra gruppen. Jämförelsen i figur 1 visar på god överensstämmelse mellan *in vitro* och *in vivo* observationer.

Tabell 6. Resultat av *in vitro* analyserna av hela fodermedlen.

Parametrar	Majs		Korn			Vete		Havre	Ärtor
	Malda	Pellets	Kross	Kross(G)	Pellets	Kross	Kross(G)	Kross	Malda
OMD	980	957	952	960	939	991	995	804	1000
NDFD	787	786	781	764	643	936	945	362	1100
GP 72 h	468	473	480	446	467	468	442	414	373
Smältbarhet	847	882	940	950	927	936	944	927	946
Kd	0.12	0.15	0.25	0.28	0.21	0.23	0.26	0.21	2.28

OMD= *in vitro* smältbarhet i organisk substans (g/Kg), NDFD= smältbarhet *in vitro* av NDF (g/Kg), GP=Gas produktion *in vitro*, Kd nedbrytningshastighet per timme & Smältbarhet= skattad *in vivo* smältbarhet av organisk substans. G=gelatiniserad

Tabell 7. Resultat av *in vitro* analyserna av fiber fraktionen (NDF).

Parametrar	Majs		Korn			Vete		Havre	Ärtor
	Malda	Pellets	Kross	Kross(G)	Pellets	Kross	Kross(G)	Kross	Malda
NDFD (g/Kg)	883	734	712	715	700	789	788	410	985
GP 72 h	401	349	322	345	347	417	364	238	383
Smältbarhet	699	721	732	725	773	723	731	581	730
Kd2	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.04	0.07

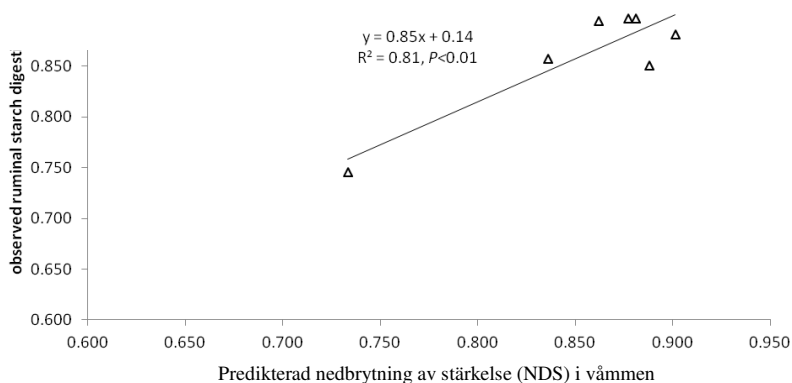
NDFD= smältbarhet *in vitro* av NDF, GP 72 h=Gas produktion *in vitro* (ml/g OM), Kd nedbrytningshastighet per timme & Smältbarhet= skattad smältbarhet i våmmen.

Tabell 8. Nedbrytningen av NDS fraktionen skattad med kurvsuträkning (Hela fodret – NDF).

Parametrar	Majs		Korn			Vete		Havre	Ärtor
	Malda	Pellets	Kross	Kross(G)	Pellets	Kross	Kross(G)	Kross	Malda
GP 72 h	428	406	424	390	410	414	408	348	337
Smältbarhet	854	889	943	955	927	935	945	921	943
Kd ²	0.12	0.15	0.25	0.30	0.21	0.23	0.26	0.20	0.27

GP 72 h=Gas produktion *in vitro* (ml/g OM), Smältbarhet= skattad smältbarhet i våmmen av potentiellt smältbart material (g/kg) & Kd nedbrytningshastighet per timme. G=gelatiniserad

Observerad nedbrytning av stärkelse i våmmen



Figur 1. Jämförelse av predikterad nedbrytning av stärkelse i våmmen och observerad nedbrytning av stärkelse i våmmen hos sju av fodermedlen.

Diskussion

Resultaten från det första utfodringsförsöket visar att det är svårt att påverka produktionen och nedbrytningen av stärkelse genom att bara byta råvara i kraftfodret. Den faktor som hade störst betydelse för produktionsresultaten var skördetidpunkten för ensilaget. En av orsakerna till de relativt små effekterna av att byta korn mot majs kan vara att de verkliga skillnaderna i stärkelsekvalitet är mindre i verkligheten än vad man kan förvänta sig utifrån uppgifter i litteraturen som bygger på *in sacco* studier.

I det andra utfodringsförsöket med ökad tillförsel av lutat vete kunde vi se en förskjutning av stärkelse nedbrytningen från våmmen till grovtarmen som en följd av utfodring med lutat vete. Den minskade nedbrytningen av stärkelse i våmmen stöds både av *in vitro* studierna som visar på lägre nedbrytningshastighet för lutat vete i relation till krossat vete och havre/korn och den ökande andelen kväve i träcken som tyder på förskjutning av nedbrytningen av stärkelse från våmmen till grovtarmen. Att stärkelsen inte bryts ned i tunntarmen i den omfattning som förväntades, beror på mest troligt på de förändringar av fodermedlet som uppkommer genom lutning som förhindrar mikrobiellt utnyttjande av stärkelsen i våmmen även begränsar enzymatisk nedbrytning i tunntarmen. Utfodringsförsöket visar att, trots en förskjutning av stärkelsen nedbrytningen från våmmen till grovtarmen genom en ökad inblandning av lutat vete (bypass stärkelse) i foderstaterna var effekten på mjölkproduktionen begränsad. Förutom en sänkning av proteinhalten i mjölken. Sänkningen av proteinhalten beror mest troligt på en reducering av syntesen av mikrobprotein i våmmen som en följd av att bypass stärkelsen inte är tillgänglig som substrat för mikroberna. Behandling av vete med lut är en kostsam process varför metoden inte kan rekommenderas. Ørskov (1986) ifrågasatte tidigt idén med bypass stärkelse som en framkomlig väg för förbättrad utfodring. Ett ifrågasättande som är samstämmigt med en större ”review” artikel om stärkelsens nedbrytning skriven av Nocek och Tamminga (1991).

Som tidigare beskrivet bygger flertalet av fodervärderingssystemen på *in sacco* studier för att karakterisera nedbrytning av stärkelse. Metoden har dock stora analysiska begränsningar (Huhtanen & Sveinbjörnsson, 2006), som gör att man över- eller underskattar stärkelsens nedbrytning för olika fodermedel i relation till de verkliga skillnaderna i den praktiska produktionen. Vår *in vitro* screening av de nio fodermedlen stödjer slutsatserna från tidigare studier som ifrågasätter användandet av *in sacco* tekniken för att karakterisera

nedbrytning av spannmål. En slutsats som även stöds av de två produktionsförsöken i projektet med relativt små skillnader i produktionsresultat mellan de olika spannmålssorterna. Till exempel så var mjölkproduktionen med havre/korn blandningen var likvärdig i relation till utfodring med krossat vete, vilket tyder på att fodermedlen i praktiken har jämförbara egenskaper för mjölkkor, något som inte stöds av nuvarande fodervärderingssystem som rankar vete betydligt högre än havre/korn. Resultaten och slutsatserna som redovisas här har god samstämmighet till SLF projekten Majsensilage och korn eller vete, går det? V0530088 och Ny metodik för sortprovning av ensilagemajs, avkastning, fodervärde och odlingssäkerhet (H086002 och H0841006) som genomförts med viss samverkan med detta projekt.

Slutsatser i relation till ställda hypoteser

- Konsumtionen hos mjölkkor ökar om stärkelsesråvaran i foderstaten anpassas till gräsensilagens nedbrytning i våmmen.

Studien visar att konsumtionen hos mjölkorna inte ökade om stärkelsesråvaran i foderstaten anpassades gräsensilagens nedbrytning i våmmen. Hypotesen förkastas.

- Mjölkproduktionen ökar om man tillför ökade mängder långsam stärkelse i fodret.

Studien visar att produktionen hos mjölkorna inte ökade om stärkelsesråvaran i foderstaten anpassades gräsensilagens nedbrytning i våmmen. Hypotesen förkastas.

- Variationen i stärkelsenedbrytningen är mindre mellan olika fodermedel än vad som vad som framgår av nuvarande fodermedelstabeller.

Vår *in vitro* screening av de nio fodermedlen stödjer hoptesen. Hypotesen bekräftas.

En övergripande slutsats från våra studier inom projektet är att det är mängden spannmål som har störst betydelse för foderkonsumtion och mjölkavkastning. Om ensilaget har hög smältbarhet är nyttan med en ökad spannmålgiva dock begränsad vilket är visat av Hetta et al. (2010). Huruvida stärkelsen gavs i form av korn, havre, vete eller majs hade mindre betydelse än väntat, vilket betyder att valet av fodermedel kan göras i första hand utifrån tillgång och pris.

Publikationer

Rapporter och faktablad till näring och samhälle

Hetta, M., Lund, P. & M.N. Tahir. 2011. Foderstater för ökad konsumtion av vallfoder 14:e Regionala Jordbrukskonferensen för Norra Sverige, Umeå 16-17/3.

Hetta, M., Tahir, M.N., Kriszan, S.J. & Huhtanen P. 2013. Olika kvaliteter av spannmål i foderstaten, effekt på mjölkproduktionen. Grovfoderkonferensen 2013 Umeå 16-17/3.

Thierfelder T, 2010. Effects of starch source v.s. grass maturity on the feeding behaviour of dairy cows. Rapport (PM) från Institutionen för Biometri och teknik, Biostokastikum, SLU-Uppsala pp 1-12.

Vetenskapliga konferenser

- Hetta, M., & Von Rosen D. 2007. New improved designs and statistical analysis for production experiments with dairy cows. (Oral presentation) NBBC07. Nordic-Baltic Biometric Conference 2007.
- Tahir, M. N., Hetta, M., & Swensson, C. 2009. Increased inclusion of wheat in maize silage based diets - production responses in dairy cows. In: Chilliard, Y., Glasser, F., Faulconnier, Y., Bocquier, F., Veissier, I., Doreau, M. (Eds.), Ruminant physiology: Digestion, metabolism, and effects of nutrition on reproduction and welfare. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp. 672–673.
- Tahir, M. N., Lund, P. Hetta, M. Martinsson, K. & Huhtanen P. 2012. In vitro estimation of rate and extent of ruminal digestion of cereal feed fractions Proceedings of the 3rd Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden
- Hetta, M., Tahir M.N., Krizsan, S.J. Puranen, A., Huhtanen, P. 2012. Effects of the inclusion of NaOH-treated wheat on the voluntary feed intake and milk production in dairy cows. (Oral presentation) Proceedings of the 3rd Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden

Vetenskapliga publikationer (per Review)

- Tahir, M. N., Hetta, M., Lund, P., Larsen, M. & Huhtanen P. 2012. In vitro estimations of the rate and extent of ruminal digestion of starch-rich feed fractions compared to in vivo data. *Animal Feed Science and Technology* 179, 36-45
- Hetta, M., Tahir, M.N., Krizsan, S.J. & Huhtanen P. 2013. Effects of NaOH-treated wheat on the voluntary feed intake and milk production in dairy cows. *Livestock Science*, 154, 103-111.
- Tahir, M. N., Lund, P. & Hetta, M. 2013. The effects of starch source and maturity of grass silage on the voluntary intake and production in dairy cows fed total mixed rations. *Animal* 7:4 580-590.

Doktorsavhandling

- Tahir, Muhammad Naem 2012. Effects of the level, type and processing of cereal grains in diets for dairy cows. Diss. (sammanfattning/summary) Umeå : Sveriges lantbruksuniv., Acta Universitatis agriculturae Sueciae, 1652-6880 ; 2012:53 ISBN 978-91-576-7700-6

Övrig resultatförmedling till näringen

Resultaten från projektet har löpande redovisats till näringen i samband med konferenser och seminarier riktade till näring och samhälle bland annat; Jordbrukskonferensen för Norra Sverige 2011, Grovfoderkonferensen 2013 och Nordic Feed Science Conference 2012. Dessutom har projektets resultat redovisats vid institutionsseminarier vid SLU samt vid en disputation då projektet har ingått som en del i en doktorsavhandling. I samband med disputationen har SLU centralt gjort ett omfattande utskick ”pressrelease” om projektet och resultaten som har uppmärksammats i media. Hela avhandlingen där studierna är väl beskrivna finns att ladda upp från SLU’s bibliotek.

Referenser

- Allen, M.S., 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 83, 1598-1624.
- Dewhurst, R.J., Wadhwa, D., Borgida, L.P., Fisher, W.J., 2001. Rumen Acid Production from Dairy Feeds. 1. Effects on Feed Intake and Milk Production of Dairy Cows Offered Grass or Corn Silages. *J. Dairy Sci.* 84, 2721-2729.
- Hetta, M., Tahir M. N., and Swensson C. 2010. Responses in dairy cows to increased inclusion of wheat in maize and grass silage based diets. *Acta Agriculturae Scandinavica, A, Animal Sciences*, 60, 219 –229.
- Huhtanen P and Sveinbjörnsson J., 2006. Evaluation of methods for estimating starch digestibility and digestion kinetics in ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 130, 95-113.
- Faverdin, P., Dulphy, J. P., Coulon, J. B., Verite, R., Garel, J. P., Rouel, J., Marquis, B. 1991. Substitution of roughage by concentrates for dairy-cows. *Livest. Prod. Sci.* 27(2-3): 137-156.
- Phipps, R. H., Sutton, J. D., Humphries, D.J. Jones, A. K., 2001. A comparison of the effects of cracked wheat and sodium hydroxide treated wheat on food intake, milk production and
- Larsen, M., Lund, P., Weisbjerg, M.R., Hvelplund, T. 2009. Digestion site of starch from cereals and legumes in lactating dairy cow. *Anim. Feed Sci. Technol.* 153, 235-448rumen digestion in dairy cows given maize silage diets. *Anim. Sci.* 72, 585-594.
- Krause, K.M., Oetzel, G.R., 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 126, 215-236.
- McNiven, M.A., Weisbjerg, M.R., Hvelplund, T., 1995. Influence of roasting or sodium-hydroxide treatment of barley on digestion in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 78, 1106-1115.
- Nocek, J. E, Tamminga S., 1991. Site of digestions in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk-yield and composition. *J. Dairy Sci.* 74, 3598-3629.
- Offner, A., Bach, A., Sauvant, D., 2003. Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 106, 81-93.
- Ørskov, E.R., 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63, 1624-1633.
- Reynolds, C.K., 2006. Production and metabolic effects of site of starch digestion in dairy cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 130, 78-94.
- Volden, H., 2011. Feed fraction characteristics. In: Volden, H. (Ed.), *NorFor - The Nordic Feed Evaluation Systems*, - EAAP 130, pp. 33–40.