



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Partikelstorlek och torrsbstanshalt i fullfoderblandningar för nötkreatur - hur påverkar det foderintag och sorteringsbeteende?

Filip Nilsson

Examensarbete för kandidatexamen, 15 hp
Agronomprogrammet – Husdjur
Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **620**
Uppsala 2017

Partikelstorlek och torrsbstanshalt i fullfoderblandningar för nötkreatur - hur påverkar det foderintag och sorteringsbeteende?

Particle size and dry matter content in total mixed rations to cattle - how does it affect dry matter intake and sorting behaviour?

Studentens namn

Handledare: Mikaela Patel, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Examinator: Bengt-Ove Rustas, 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, 620

Sammanfattning

Fullfoderblandningar är det vanligaste utfodringsystemet utöver bete som används till mjölkkor i världen idag. Systemet bygger på att man blandar allt foder i en mixer tills det blir en homogen blandning, vilket gör att man i teorin kan erbjuda korna en balanserad foderstat i varje tugga. I praktiken sker oftast en sortering av fodret vilket gör att korna inte får i sig den foderstat man har beräknat. Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka hur torrsubstanshalt (ts) och partikelstorlek påverkar foderintag och sorteringsbeteende hos nötkreatur. Sortering sker nästan alltid av korna i någon utsträckning, men detta beteende kan minskas genom att justera ts-halten och partikelstorleken. En ts-halt på över 60% har visat sig öka sorteringen vilket kan bero på att det är lättare för korna att trycka bort de långa partiklarna med tungan för att äta de små partiklarna. Om ts-halten är lägre än 50% så minskar ts-intaget, detta beror förmodligen på den större mängden foder som måste konsumeras med den ökade vattenmängden. För att få så liten sortering som möjligt behövs en jämn blandning av olika partikelstorlekar. Torrsubstansintaget minskar om det är för mycket långa partiklar, förmodligen på grund av att de stannar kvar i våmmen längre än korta partiklar. Torrsubstansintaget minskar också om korna får för mycket korthackat foder, vilket kan bero på att de behöver en del långstråigt foder som stimulerar idissling och är positivt för våmmiljön.

Abstract

Total mixed rations are the main feeding system besides grazing that is being used to dairy cows worldwide. The principle is that you mix all feed compartments in a mixer to get a homogenous mix. By doing this the cows can, in theory, get a well balanced feed ration in each mouthful of feed. In practice the cows almost always sort to some extent, which means that they do not consume the feed ration that is calculated for them. The aim of this literature study was to investigate how dry matter (DM) content and particle size affect feed intake and sorting behaviour in cattle. Sorting occurs almost all of the time by the cows to some extent, but this behaviour can be reduced by adjusting the DM content and the particle size. At a DM content of 60% or above the sorting increases, probably because it is easier for the cows to push the long feed away to eat the short particles. With a feed of 50% DM-content or less the DM-intake decreases and the sorting increases, probably due to the increased amount of fresh weight that the cows need to consume to obtain the same amount of feed DM. To get as little sorting as possible you need an even distribution of all particle sizes. The DM-intake decreases if the feed contains too much long particles, probably because those particles stay in the rumen longer. Dry matter intake decreases also if the feed contains too much short particles. This might be because the cows need some long particles to stimulate rumination and maintain a good rumen function.

Inledning

Fullfoderblandningar och bete är de vanligaste metoderna att utfodra mjölkkor i världen idag (Eastridge, 2006). Fullfoderblandningar innebär att man blandar olika foderkomponenter som korna ska äta i en mixer. I teorin innebär detta att korna får i sig alla foderkomponenter i varje tugga, vilket leder till stabilare och mer ideal miljö för mikroberna i våmmen (Penn State Collage of Agricultural Sciences, 2015). I praktiken sorterar oftast korna foderblandningen i någon utsträckning vilket gör att de inte får i sig den foderstat som är beräknad. Ett alternativ till fullfoderblandning är att utfodra grovfodret för sig och kraftfodret i kraftfoderstationer eller i tråg i samband med mjölkningen.

Om korna sorterar fodret i en fullfoderblandning så konsumerar de inte den foderstat man har räknat med att de ska äta. När korna går i lösdriftgrupper så kan sortering innebära att en del kor, oftast de ranghöga, först sorterar ut någon del av fodret, till exempel de stärkelserika råvarorna, så att de resterande korna får äta ett foder med högre fiberandel. Detta kan leda till både över- och underutfodring vilket i sin tur kan orsaka produktionssjukdomar (DeVries *et al.*, 2011).

Fullfoderblandningen görs på gården genom att olika råvaror blandas i en mixer-vagn under en viss tid, ca 4-5 minuter (Penn State Collage of Agricultural Sciences, 2015). När fodret mixas minskar foderpartiklarna i storlek (Heinrichs *et al.*, 1999). Det krävs att man mixar foderblandningen tillräckligt länge för att det ska bli en homogen blandning av alla foderkomponenter, samtidigt som man inte vill blanda för länge och få för mycket små partiklar eftersom detta kan leda till minskad idissling som leder till mindre salivproduktion. Eftersom saliven har en viktig roll i att buffra mot pH-sänkningar i våmmen så kan våmfunktionen störas vid minskad salivproduktion (McDonald *et al.*, 2011).

Trots den homogena fullfoderblandningen har man sett att korna ändå sorterar ut vissa partikelstorlekar och fodermedel. Metoder som testats för att försöka minska sorteringsbeteendet är att justera ts-halten eller partikelstorleken i fodret. Partikelstorleken kan man förändra genom att ändra metoder för skörd eller genom att ändra

tiden för mixning av fullfoderblandningen (Heinrichs *et al.*, 1999). Torrsubstanshalten kan man förändra genom att tillsätta vatten till fullfoderblandningen under mixningen (Fish & DeVries, 2012).

Den vanligaste metoden att mäta partikelstorlek är genom siktning. I fullfoder-sammanhang är det vanligt att använda sig av Penn State Particle Separator. Den består av en låda med såll av olika storlekar samt en platta på botten. De olika sållstorlekarna är 1,18 mm, 8,0 mm samt 19,0 mm, med det minsta sållet underst och det största överst. Man placerar fodret i det översta sållet och skakar lådan i ett visst mönster, detta gör att man får ut 4 olika partikelstorlekar; <1,18 mm, 1,18-8,0 mm, 8,0-19,0 mm samt >19,0 mm. Efter torkning kan man sedan räkna ut hur stor andel av fodret som finns i varje intervall (Lammers *et al.*, 1996).

Torrsubstanshalten bestäms genom att man först väger det färska fodret. Vattnet i fodret torkas sedan bort i en ugn eller värmeskåp och därefter väger man fodret igen. Viktminskningen som detta har medfört används för att beräkna ts-halten som kan beskrivas med följande ekvation: Torkad vikt/färskvikt (McDonald *et al.*, 2011).

Syftet med den här litteraturstudien är att undersöka hur ts-halten och partikelstorleken i fullfoderblandningar påverkar kornas sorteringsbeteende och foderintag.

Litteraturöversikt

Torrsubstanshalt

Kor sorterar mer om fullfodret är torrt än om det är blötare. Detta testades av Leonardi *et al.* (2005) som jämförde två olika ts-halter, 80,8% samt 64,4%. I den studien kom de fram till att korna sorterade mot långa partiklar (>26,9 mm) och för korta (<1,65 mm) och mellanstora (18,0<26,9 mm och 8,98<18,0 mm) partiklar i båda blandningarna, men att sorteringsbeteendet minskade när man ökade vattenmängden i fodret. Det fanns ingen skillnad i ts-intag mellan de båda grupperna. Liknande resultat visades av Leonardi & Armentano (2003) som jämförde två ts-halter, 89,9% och 69,5% i fodret. De jämförde foderblandningar med samma mängd kraftfoder och grovfoder som bestod av antingen bara hö eller en blandning av 50% hö och 50% ensilage.

I en studie av fullfoder med ts-halter på 61,7% och 51,9% sorterade korna mot långa partiklar och för korta partiklar i båda blandningarna (Fish & DeVries, 2012). De fann en tendens till att korna sorterade mer när de åt det torrare fodret än det blötare fodret. Det fanns en numerisk skillnad i ts-intag, som var 1,4kg/d (27,9 kg/d för den torra och 26,5 kg/d för den blöta blandningen), men denna skillnad var inte statistiskt signifikant. Miller-Cushon & DeVries (2009) fann en skillnad i sorteringsbeteende när de jämförde foderblandningar med ts-halter på 57,6% respektive 47,9%. Korna sorterade mot långa (>19,0 mm) partiklar och för de kortaste (<1,18 mm) och näst kortaste (1,18<8,0 mm) partiklarna när de utfodrades blandningen med lägst ts-halt. När de utfodrades blandningen med högst ts-halt fanns en tendens till sortering mot de näst kortaste partiklarna. Torrsubstansintaget var lägre när korna utfodrades blandningen med lägre ts-halt (29,6 kg ts/d jämfört med 32,8 kg ts/d). Felton & DeVries (2010) såg också när de jämförde tre blandningar med ts-halter på 56,3%, 50,8% & 44,1% att ts-intaget minskade med lägre ts-halt. Torrsubstansintaget var 28,4 kg/d för den torraste, 26,1 kg/d för den mellantorra och 24,2 kg/d för den blötaste foderblandningen. De såg också att sorteringen mot långa partiklar ökade med minskad ts-halt. Korna sorterade för de näst kortaste (1,18<8,0 mm) partiklarna när de fick den torraste eller blötaste blandningen och det fanns en

tendens till sortering för små partiklar när de fick det mellantorra fodret, men det var ingen signifikant skillnad i sortering mellan de olika foderblandningarna.

I en annan studie (DeVries *et al.*, 2007) fick korna två olika andelar grovfoder (62,3% och 50,7% grovfoder) och två olika ts-halter i foderblandningen. Resultaten visade att korna sorterade för korta (<8 mm) partiklar och mot långa (>19 mm) samt mellanstora (8<19 mm) partiklar när de fick en blandning med låg andel grovfoder och med en ts-halt på 47,6%. När korna fick en blandning med hög andel grovfoder med en ts-halt på 41,4% sorterade de också för korta (<8 mm) och mot långa (19 mm) partiklar, men varken för eller emot mellanstora (8<19 mm) partiklar. Korna hade högre ts-intag när foderblandningen innehöll låg andel grovfoder jämfört med foderblandningen med hög andel grovfoder (DeVries *et al.*, 2007).

DeVries *et al.* (2008) jämförde fodersortering hos kor som hade hög risk (tidig laktation och 45% grovfoder, 59,8% ts) och kor som hade låg risk (mittlaktation och 60% grovfoder, 53,7% ts) att drabbas av acidosis. De fann att alla kor sorterade mot de längsta (>19 mm) och för de mellanstora (8<19 mm) partiklarna. De kor som var i högriskgruppen sorterade i större utsträckning för de mellanstora (8<19 mm) partiklarna jämfört med korna i lågriskgruppen. Kor i högriskgruppen sorterade mot korta (1,18<8 mm) partiklar medan korna i lågriskgruppen sorterade för de korta (1,18<8 mm) partiklarna i fodret.

Leonardi & Armentano (2007) rapporterade att vid 68% ts-halt sorterade korna mot långa och för korta partiklar i fodret samt att graden av sortering ökade vid lösdrift jämfört med uppbundet. Samma sorteringsbeteende sågs vid 51,9% ts-halt, men minskade om man tillsatte melassbaserat foder i flytande form vilket istället gjorde att korna även sorterade mot mellanstora partiklar (DeVries & Gill, 2012). DeVries *et al.* (2005) jämförde hur olika utfodringsfrekvens påverkade sorteringsbeteendet. De använde sig av en fullfoderblandning med en ts-halt på ungefär 49% och resultatet visade att andelen Neutral Detergent Fibre (NDF) i fodret ökade under dagen. Detta tyder på att sortering har skett mot de långa partiklarna och för de kortare partiklarna eftersom de långa partiklarna oftast är fiberrika och de små partiklarna är stärkelsesrika. De visade också att sorteringen minskade vid ökad utfodringsfrekvens från en gång per dag till två gånger per dag. Sorteringen förändrades inte när man ökade utfodringsfrekvensen från två till fyra gånger per dag.

Khan *et al.* (2014) utfodrade kvigor med tre foderblandningar där endast ts-halten var olika. De olika ts-halterna var 65%, 50% och 35%. Kvigorna som fick den torraste blandningen tenderade att ha högre ts-intag än de två andra blandningarna. Alla kvigor sorterade mot de långa partiklarna, över 19,0 mm, och för de kortaste partiklarna, under 1,18 mm, samt partiklarna mellan 1,18 och 8,0 mm. Det fanns ingen skillnad i sorteringsbeteende mellan någon av foderblandningarna.

Partikelstorlek

Moharrery (2010) gjorde ett försök med tre olika foderblandningar. Blandningarna var utformade så att 20% av blandningen bestod av lucernhö, men av olika hackel-selängd (Tabell 1). Korna som fick blandningen med både hackat och långsträigt hö tenderade till att äta mer än de båda andra grupperna. Slutsatsen var att om korna fick för kort eller för långt foder minskade foderintaget.

Tabell 1 Partikelfördelning (%) i tre olika foderblandningar (Moharrery, 2010)

Partikelstorlek (mm)	Hackad lucern ca 4 cm	Långsträigt lucern	50% hackad, 50% långsträigt lucern
>20,0	9	36	33
8,0-20,0	42	48	45
1,0-8,0	39	13	13
<1,0	10	3	8

Tidigare nämnda studie av DeVries *et al.* (2007) som jämförde olika grovfoderandelar i fodret hade, förutom olika ts-halter dessutom olika distribution av partikelstorlekar. Foderstaten med hög grovfoderandel hade 19,5% av fodret med partikelstorlek över 19,0 mm, 44,1% mellan 8,0-19,0 mm och 36,4% mindre än 8,0 mm. Foderstaten med låg grovfoderandel hade istället 10,0% av fodret med partikelstorlek över 19,0 mm, 40,3% mellan 8,0-19,0 mm och 49,7% mindre än 8,0 mm. Korna sorterade mot långa och mellanstora samt för korta partiklar när de fick foderstaten med låg andel grovfoder med mer korta partiklar och lägre andel långa partiklar. När korna fick foderstaten med hög andel grovfoder och alltså mer av de längre partiklarna och lägre andel korta partiklar sorterade de också mot långa och för korta partiklar. I foderstaten med låg andel grovfoder och mer små partiklar var ts-intaget högre än för foderstaten med hög andel grovfoder.

Khan *et al.* (2014) jämförde tre olika foderblandningar till kvigor där den enda skillnaden mellan blandningarna var partikeldistributionen. I en av blandningarna var 60% av fodret längre än 19 mm, en annan var 64% längre än 19 mm och i den tredje blandningen var 72% längre än 19 mm. Torrsubstansintaget tenderade att öka när partikelstorleken minskade. Alla korna i denna studie sorterade för partiklar mellan 8-19 mm, denna sortering var störst hos kvigorna som fick det kortaste fodret. Hos kvigorna som fick det mellanlånga fodret (64% över 19 mm) sågs ingen sortering för eller mot någon annan partikelstorlek. När kvigorna fick det långa fodret sorterade inte mot långa men för partiklar mellan 1,18-8,0 mm och mindre än 1,18 mm. Kvigorna som fick det korta fodret sorterade i stor utsträckning mot de största partiklarna (>19,0 mm), men även för det mindre partiklarna mellan 1,18-8,0 mm och mindre än 1,18 mm.

Leonardi & Armentano (2003) jämförde flera olika foderblandningar med skillnader i grovfodrets hackelselängd. Grovfodret utgjorde 40% av den totala foderstaten och bestod av lucernhö (Tabell 2). Utöver detta fanns det två olika kvaliteter av höet, men det påverkade inte resultatet så dessa resultat utelämnas. Författarna fann att alla kor sorterade mot långa partiklar och för korta partiklar och att sorteringen var högre i behandlingen med endast hackat hö jämfört med 50% hackat hö och 50% ensilage. Sorteringen var dessutom högre om korna fick långstråigt hö istället för hackat hö. Det var ingen skillnad i ts-intag beroende på om korna fick långstråigt eller hackat hö.

Tabell 2 Partikelfördelning (%) i tre olika foderblandningar (Leonardi & Armentano, 2003)

Partikelstorlek (mm)	Hackat hö	50% ensilage & 50% hackat hö	50% ensilage & 50% långt hö
>18,0	16	14	18
8,98-18,0	10	16	16
1,65-8,98	36	41	39
<1,65	38	29	27

Diskussion

Torrsubstanshalt

Om fodret är för torrt så verkar det som att korna sorterar mer. Detta kan bero på att fodret blir lättare att sortera när det är torrt eftersom partiklarna inte kan binda till varandra på samma sätt som när vattenhalten ökar. När ts-halten är ungefär 50-60% sorterar korna ganska lite med endast en tendens till sortering, medan om man har en ännu lägre ts-halt så ökar sorteringen igen (Miller-Cushon & DeVries, 2009). Khan *et al.* (2014) fann dock ingen skillnad i sorteringsbeteende mellan någon av ts-halterna på 35%, 50% och 65% hos kvigor. Denna skillnad i resultat kan bero på att Khan *et al.* (2014) studerade kvigor och Miller-Cushon & DeVries (2009) studerade kor, samt att grovfodret i Khan *et al.* (2014) studie bestod av lucern och gräs medan det i Miller-Cushon & DeVries (2009) studie bestod av majs och lucern. Förutom ökad sortering så minskar dessutom ts-intaget med lägre ts-halt (Miller-Cushon & DeVries, 2009). Det minskade ts-intaget med minskad ts-halt kan bero på att det blir mycket massa i våmmen på korna på grund av intracellulärt vatten samt ökat intag av vatten, som sätter stopp för mer foderintag (Miller-Cushon & DeVries, 2009). Gränsen där korna börjar konsumera mindre mängd foder på grund av ökad vattenhalt verkar vara runt 50% ts, eftersom korna inte minskade foderintaget då ts-halten var mellan 61,7% och 51,9% (Fish & DeVries, 2012) men minskade intaget då ts-halten var mellan 57,6% och 47,9% (Miller-Cushon & DeVries, 2009) samt mellan 56,3% och 50,8% och mellan 50,8% och 44,1% ts-halt (Felton & DeVries, 2010). Det kan dock finnas andra faktorer som kan ha påverkat resultatet eftersom det är olika studier. De olika studierna har förmodligen i någon utsträckning olika förutsättningar och andra faktorer, till exempel partikelstorlek, som kan ha påverkat resultatet. Eastridge (2006) föreslog att orsaken till att det sker ett minskat foderintag vid ts-halter under 40% beror på en högre andel organiska syror och andra fermentationsprodukter från ensilerat foder, samt att det krävs ett högre intag av färskt foder som är svårt att uppnå när det finns mer vatten i fodret. Eastridge (2006) beskrev också att ts-intaget till större del är påverkat av ts-konsumtionen per måltid, än antalet måltider på en dag. Det verkar som att denna foderminskning

istället börjar redan vid 50% ts, med tanke på studien av Khan *et al.* (2014) som såg en tendens till minskat ts-intag mellan 65% och 50% ts samt mellan 65% och 35% ts, men inte mellan 50% och 35% ts.

Sortering

Gällande sortering diskuterade Eastridge (2006) att en ts-halt på över 60% ökar sorteringen, vilket kan bero på att det är lättare för korna att medvetet trycka bort de längre partiklarna med tungan för att komma åt de mindre partiklarna (Leonardi & Armentano, 2003). En annan teori för att sorteringen ökar vid höga ts-halter är minskad smaklighet (Eastridge, 2006). Denna teori är dock osäker och används inte som främsta förklaring då det är svårt att mäta hur en ko tycker ett foder smakar. De sätt som man kan uppskatta om en ko tycker ett foder är smakligt är bland annat genom att studera äthastigheten och den totala foderkonsumtionen. Jag tror att det kan ha att göra med att de små, ofta stärkelsesrika, foderkomponenterna inte klistrar sig fast på de större partiklarna. Korna kan då sortera ut de foderdelarna till större del som de vill utan att få med sig andra foderdelar.

I studien av DeVries *et al.* (2008) visades en skillnad i sorteringsbeteende mellan kor med hög risk och kor med låg risk att drabbas av våmacidos. Denna skillnad kan bero på att kor med hög risk sorterar för mellanstora partiklar i större utsträckning än korna med låg risk, vilket kan minska risken att drabbas av våmacidos. Att korna i högriskgruppen sorterade mot korta partiklar minskar också risken för att drabbas av våmacidos, medan korna i lågriskgruppen sorterade för de korta partiklarna. Dessa sorteringsbeteenden kan alltså bero på att korna försöker minska risken för våmacidos i högriskgruppen eller att grovfoderandelen är olika. De båda fodren hade dessutom olika ts-halter vilket också skulle kunna spela roll i sorteringsbeteendet. De båda fodren låg å andra sidan mellan 50-60% ts, vilket verkar vara inom spannet för att sorteras minst.

I studierna av Leonardi & Armentano (2003) och Leonardi *et al.* (2005) användes foder som hade en väldigt hög ts-halt. Båda använde foderblandningar med ts-halter på minst 64%, vilket ligger över spannet mellan 40-60% som brukar användas i fullfoderblandningar i praktiken. Detta påverkar med stor sannolikhet resultatet, och gör det svårt att applicera för lantbrukare som använder sig av fullfoderblandningar. Resultaten som de båda studierna kom fram till, att sorteringen minskar med minskad ts-halt, visar på att vi bör fortsätta utfodra fullfoderblandningar med lägre ts-halt än 64%.

En minskning av ts-halten genom att tillsätta vatten till blandningen gör ofta att den uppmätta partikeldistributionen ändras. Den faktiska partikeldistributionen ändras inte men de små partiklarna, som oftast är stärkelsesrika, klistrar sig fast på de större partiklarna. Detta medför att skillnader i ts-halt även ger en skillnad i partikelstorlek, när man mäter partikeldistributionen i en partikelseparator. Det medför

dessutom att stärkelsefördelningen i fodret blir jämnare, med en högre andel stärkelse bland de längre partiklarna och mindre andel stärkelse bland de korta partiklarna (Leonardi *et al.*, 2005).

Partikelstorlek

DeVries *et al.* (2007) hade två olika andelar grovfoder i foderblandningar som de jämförde, där det visade sig att kornas ts-intag var högre när de fick fodret med låg andel grovfoder som bestod av mindre andel av långa och mellanlånga partiklar men mer små partiklar än fodret med hög grovfoderandel. Foderblandningen med den finhackade lucernen i studien av Moharrery (2010) är den som är mest lik blandningen med låg grovfoderandel i DeVries *et al.* (2007). I Moharrerys (2010) studie var det, i kontrast mot DeVries *et al.* (2007), inte fodret med den finhackade lucernen som resulterade i högst ts-intag utan det var fodret som var en blandning av hackat och långstråigt hö. Fodren som jämfördes i studien av Leonardi & Armentano (2003) visade inga skillnader i ts-intag. Khan *et al.* (2014) såg en tendens till ökat ts-intag med minskad partikelstorlek. En sak som kan ha påverkat ts-intaget i studierna av Khan *et al.* (2014) och DeVries *et al.* (2007) är grovfoderandelen. Grovfodrets beståndsdelar är svårare att bryta ner, vilket gör att det tar längre tid för det att brytas ner i våmmen. Om det tar längre tid för fodret att brytas ner så minskar passagehastigheten, vilket i sin tur gör att fodret stannar kvar längre i våmmen. Om mer foder stannar kvar i våmmen så kan kon inte äta lika mycket foder. Om korna istället får koncentrat, som till stor del innehåller lättnedbrytbara kolhydrater, ökar passagehastigheten eftersom det går fort att bryta ned och går vidare ut från våmmen (McDonald, 2011). Passagehastigheten kan också öka om man minskar partikelstorleken på fodret, vilket kan ha en större effekt på grovfoder (Khan *et al.*, 2014).

Korna sorterade mer mot de längsta och för de kortaste partiklarna när de fick det långstråiga höet jämfört med hackat hö (Leonardi & Armentano, 2003). Kvi-gorna som Khan *et al.* (2014) studerade sorterade minst när de fick blandningen med mellanstora partiklar. Korna i DeVries *et al.* (2007) studie sorterade mer när de fick foderblandningen med låg grovfoderandel jämfört med hög grovfoderandel. Korna i denna studie sorterade alltså mer när de fick mer kortstråigt foder jämfört när de fick mer långstråigt foder, vilket är tvärtom mot vad Leonardi & Armentano (2003) kom fram till. Skillnaden i ts-halt och distributionen av partikelstorlek kan vara faktorer som påverkade resultatet i dessa studier.

I studien av Leonardi & Armentano (2003) ändrades både partikelstorlekarna och ts-halterna när de jämförde fodren, eftersom de blandade in ensilage i några foderstater och inte bara hö. Både partikelstorlek och ts-halt påverkar sortering och ts-intag, vilket gör det svårt att jämföra antingen ts-halt eller partikelstorlek utifrån den studien.

Leonardi & Armentano (2003) använde foder med stor andel små partiklar medan Moharrery (2010), Khan *et al.* (2014) och DeVries *et al.* (2007) hade mer stora och medelstora partiklar, vilket kan ha påverkat resultaten. En annan aspekt som kan ha påverkat resultaten är att DeVries *et al.* (2007) och Khan *et al.* (2014) använde sig av majs och gräsbaserat grovfoder medan Leonardi & Armentano (2003) och Moharrery (2010) använde sig av lucern. Ts-halterna i de olika studierna var 68% i Moharrery (2010), 41,4% och 47,6% i DeVries *et al.* (2007) och 89,9% och 69,5% i Leonardi & Armentano (2003). I studien av Khan *et al.* (2014) var ts-halten samma i hela försöket där de studerade partikelstorlekarna, men det framgår inte vilken ts-halten var. Skillnader i ts-halt kan ha påverkat resultatet, både inom och mellan studierna.

För att kor ska sortera så lite som möjligt verkar det som att de vill ha en jämnt fördelad blandning med inte allt för mycket långa eller korta partiklar. I studien av Moharrery (2010) så skiljde sig inte distributionen av partikelstorlekarna så mycket mellan det fodret som endast bestod av långsträigt hö och det som var 50% hackat och 50% långsträigt hö. Fodret med bara hackat hö hade en mycket mindre andel långa partiklar. Det långsträiga höet lades som ett täcke på fodret när resten av fodret var utfodrat på foderbordet. Det hackade höet hackades till en teoretisk längd på 4 cm och blandades i fullfoderblandningen. Korna som åt både hackat foder med det långsträiga höet tenderade att ha högre ts-intag än korna som åt de andra blandningarna. Detta tror jag beror på att de får en jämn och bra blandning av partikelstorlekar som ger en bra våmfunktion samtidigt som de får i sig mindre, mer lättsmälta foderpartiklar.

Det är inte bara ts-halten och partikelstorleken som påverkar sorteringsbeteendet hos kor. Kor sorterar mer om de går i lösdrift jämfört med om de står individuellt uppstallade (Leonardi & Armentano, 2007). Utfodringsfrekvensen ändrar också sorteringsbeteendet, där fler utfodringsstillfällen per dag minskar sorteringen, däremot så ändrades inte ts-intaget beroende på utfodringsfrekvensen (DeVries *et al.*, 2005). Att tillsätta melassbaserat foder ändrade inte ts-halten särskilt mycket men minskade sorteringen (DeVries & Gill, 2012).

De flesta av dessa studier är gjorda med grovfoder som är baserat på lucern eller majs. Här i Sverige använder vi främst gräs- och klöverensilage som grovfodermedel. Lucern och klöverensilage har en högre proteinandel än vanligt gräsensilage, annars ligger de ganska lika varandra näringsmässigt sett. Detta gör att klöver och lucern är jämförbara foder. Med tanke på stärkelseinnehållet i majs är det inte säkert att det går att jämföra med våra svenska grovfoder som gräsensilage eller klöverensilage rakt av, speciellt inte ts-intaget. Eftersom majs innehåller stärkelse som har hög passagehastighet så är möjligheten större att korna kan äta mer. Sorteringen kan skilja sig, men behöver inte göra det. Om korna bara sorterar på partikelstorlek så

påverkas inte sorteringsbeteendet av vilket grovfoder man använder. Om korna sorterar för eller mot något fodermedel så spelar det större roll vilket grovfoder som används. Om exempelvis korna sorterar för majsdelarna och majsen i blandningen består av långa partiklar så kommer detta sorteringsbeteende att märkas som en sortering för långa partiklar. Torrsubstanshalten kan påverka sorteringsbeteendet oberoende av vilket fodermedel man använder men det kan finnas andra faktorer som kan påverka sorteringsbeteendet. Exempelvis om korna gillar vissa foderdelar mer eller att de olika fodermedlen är lätta att sortera vid olika ts-halter.

Slutsats

Genom att ändra ts-halten och partikelstorleken i fullfoderblandningen kan man ändra kornas sorteringsbeteende samt ts-intag. Vanligtvis brukar ts-halten i fullfoderblandningar vara mellan 40-60%, vilket är en bra ts-halt gällande sortering och ts-intag. Om ts-halten är över 60% i fullfoderblandningen så ökar sorteringsbeteendet. Om ts-halten är lägre än 50% minskar kornas ts-intag. Det minskade ts-intaget kan bero på den ökade mängden vatten som korna får i sig som gör att det blir för stor mängd foder i våmmen. Detta gäller för det vattnet som är bundet till fodret, alltså inte det vattnet som tillsätts under blandningen av fodret. Det tillsatta vattnet fyller inte mer i våmmen jämfört med om kon hade druckit vattnet. Det finns fler teorier om varför ts-intaget minskar vid lägre ts-halt, en av dem är att en högre andel organiska syror och andra fermentationsprodukter som bildas vid ensileringen påverkar ts-intaget. Partikelstorleken bör vara en blandning med både långa, korta och mellanstora partiklar. För mycket långa eller korta partiklar minskar ts-intaget samtidigt som risken ökar för metabola sjukdomar om man har för mycket små partiklar. Det finns många andra parametrar som påverkar sorteringsbeteendet så som utfodringsfrekvens och risknivån för våmacidos. Som lantbrukare behöver man ta hänsyn till alla dessa parametrar när man ska utfodra korna, för att korna ska bibehålla en bra hälsa och hög produktion.

Referenslista

- DeVries, T.J., von Keyserling, M.A.G. & Beauchemin, K.A. (2005). Frequency of Feed Delivery Affects the Behavior of Lactating Dairy Cows. *Journal of dairy science*, vol. 88, ss. 3553-3562.
- DeVries, T.J., Beauchemin, K.A. & von Keyserling, M.A.G. (2007). Dietary Forage Concentration Affects the Feed Sorting Behavior of Lactating Dairy Cows. *Journal of dairy science*, vol. 90, ss. 5572-5579. DOI: 10.3168/jds.2007-0370.
- DeVries, T.J., Dohme, F. & Beauchemin, K.A. (2008). Repeated Ruminant Acidosis Challenges in Lactating Dairy Cows at High and Low Risk for Developing Acidosis: Feed Sorting. *Journal of dairy science*, vol. 91, ss. 3958-3967. DOI: 10.3168/jds.2008-1347.
- DeVries, T.J., Holtshausen, L., Oba, M. & Beauchemin, K.A. (2011). Effect of parity and stage of lactation on feed sorting behavior of lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, vol. 94, ss. 4039-4045. DOI: 10.3168/jds.2011-4264.
- DeVries, T.J. & Gill, R.M. (2012). Adding liquid feed to a total mixed ration reduces feed sorting behavior and improves productivity of lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, vol. 95, ss. 2648-2655. DOI: 10.3168/jds.2011-4965.
- Eastridge, M.L. (2006). Major Advances in Applied Dairy Cattle Nutrition. *Journal of dairy science*, vol. 89, ss. 1311-1323.
- Felton, C.A. & DeVries, T.J. (2010). Effect of water addition to a total mixed ration on feed temperature, feed intake, sorting behavior, and milk production of dairy cows. *Journal of dairy science*, vol. 93, ss. 2651-2660. DOI: 10.3168/jds.2009-3009.
- Fish, J.A. & DeVries, T.J. (2012). Short communication: Varying dietary dry matter concentration through water addition: Effect on nutrient intake and sorting of dairy cows in late lactation. *Journal of dairy science*, vol. 95, ss. 850-855. DOI: 10.3168/jds.2011-4509.
- Heinrichs, A.J., Buckmaster, D.R. & Lammers, B.P. (1999). Processing, mixing, and particle size reduction of forages for dairy cattle. *Journal of animal science*, vol. 77, ss. 180-186.

- Khan, M.A., Bach, A., Castells, L., Weary, D.M. & von Keyserling, M.A.G. (2014). Effects of particle size and moisture levels in mixed rations on the feeding behavior of dairy heifers. *Animal*, vol. 8 (10), ss. 1722-1727. DOI: 10.1017/S1751731114001487
- Lammers, B.P., Buckmaster, D.R. & Heinrichs, A.J. (1996). A Simple Method for the Analysis of Particle Sizes of Forage and Total Mixed Rations. *Journal of dairy science*, vol. 79, ss. 922-928.
- Leonardi, C. & Armentano, L.E. (2003). Effect of Quantity, Quality, and Length of Alfalfa Hay on Selective Consumption by Dairy Cows. *Journal of dairy science*, vol. 86, ss. 557-564.
- Leonardi, C., Giannico, F. & Armentano, L.E. (2005). Effect of Water Addition on Selective Consumption (Sorting) of Dry Diets by Dairy Cattle. *Journal of dairy science*, vol. 88, ss. 1043-1049.
- Leonardi, C. & Armentano, L.E. (2007). Short Communication: Feed Selection by Dairy Cows Fed Individually in a Tie-Stall or as a Group in a Free-Stall Barn. *Journal of dairy science*, vol. 90, ss. 2386-2389. DOI: 10.3168/jds.2006-537
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G. (2011). *Animal Nutrition*. 7. uppl.. Edinburgh: Pearson Education Limited.
- Miller-Cushon, E.K. & DeVries, T.J. (2009). Effect of dietary dry matter concentration on the sorting behavior of lactating dairy cows fed a total mixed ration. *Journal of dairy science*, vol. 92, ss. 3292-3298. DOI: 10.3168/jds.2008-1772.
- Moharrery, A. (2010). Effect of Particle Size of Forage in the Dairy Ration on Feed Intake, Production Parameters and Quantification of Manure Index. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, vol. 23 (4), ss.483-490.
- Penn State Collage of Agricultural Sciences (2015). *Total Mixed Rations for Dairy Cows: Advantages, Disadvantages, and Feeding Management*. Tillgänglig: <http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/nutrition-and-feeding/diet-formulation-and-evaluation/total-mixed-rations-for-dairy-cows-advantages-disadvantages-and-feeding-management> [2017-05-07]