

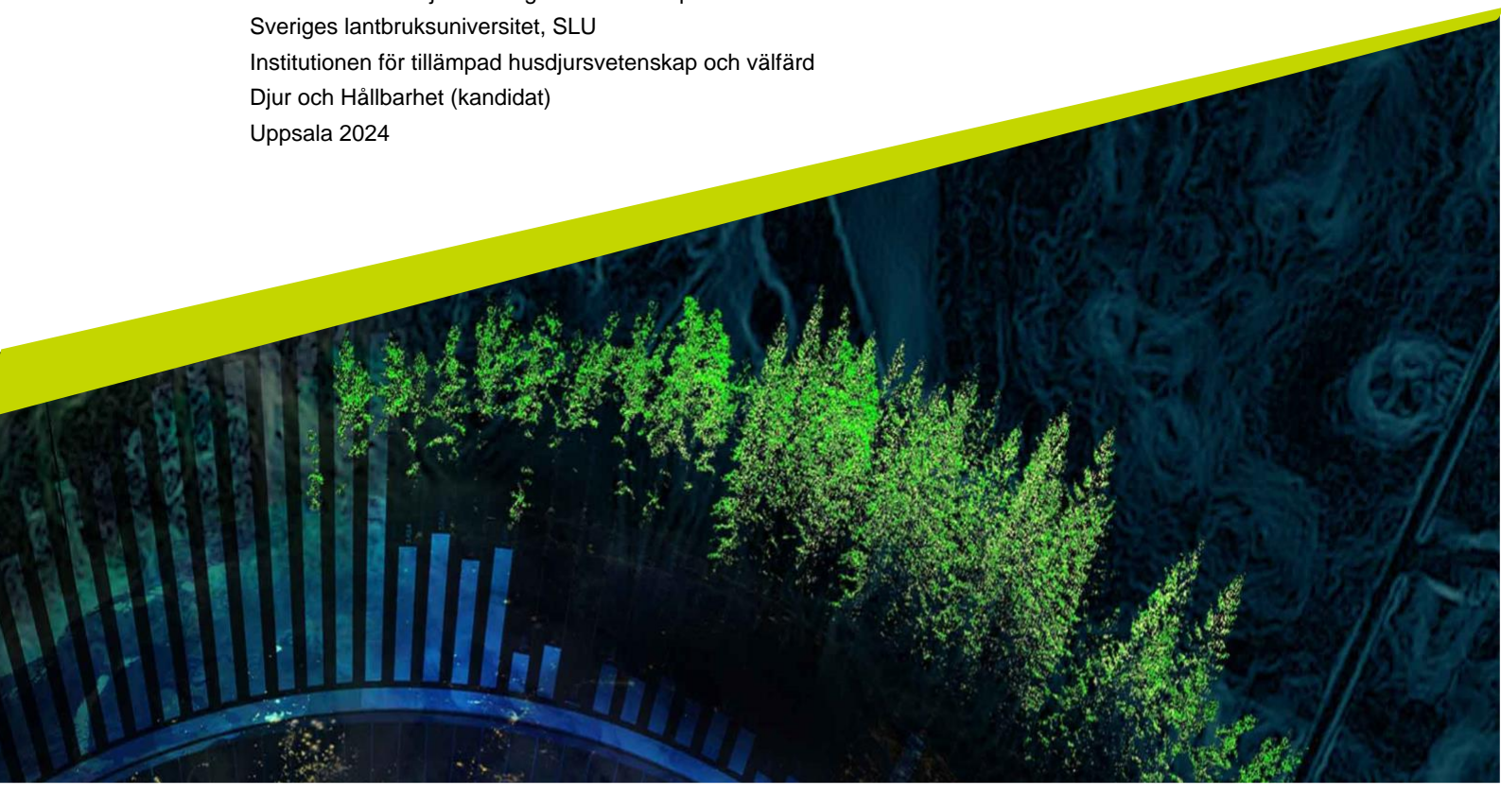


# Grovfodrets betydelse i foderstaten för hälsan hos mjölkcor

---

Louise Nilsson

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd  
Djur och Hållbarhet (kandidat)  
Uppsala 2024



# Grovfodrets betydelse i foderstaten för hälsan hos mjölkkor

*The importance of roughage in the diet for the health of dairy cows*

Louise Nilsson

**Handledare:** Mikaela Lindberg, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

**Examinator:** Bengt-Ove Rustas, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i husdjursvetenskap

**Kurskod:** EX0865

**Program/utbildning:** Djur och hållbarhet (kandidat)

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2024

**Nyckelord:** mikrobiota, våm-pH, acidosis, fång, kraftfoder

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

## Sammanfattning

För att tillgodose energibehovet för en högproducerande mjölkko utgörs foderstaten av grovfoder tillsammans med en andel kraftfoder. Nötkreatur är anpassade att bryta ner och smälta grovfoder och det stimulerar idissling och salivproduktion som hjälper till att bibehålla stabilt pH i våmmen vilket skapar en god våmmiljö för mikroberna. Kraftfoder med mycket stärkelse har däremot visat sig kunna ge problem då fermentation av stärkelsen bidrar till lågt pH i våmmen och kan rubba mikrobiotan. Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka grovfodrets betydelse i foderstaten för mjölkors hälsa och lyfta fram vilka för- och nackdelar det finns med utfodring av olika andelar grovfoder och kraftfoder till mjölkkor. Det har visat sig finnas betydligt fler fördelar med utfodring av hög andel grovfoder med avseende på hälsan än hög andel kraftfoder och det verkar finnas ett samband mellan djurets hälsa och mikrobiotans aktivitet och population. Eftersom gräs är kons naturliga föda och deras digestionsorgan och fodersmältning är anpassad att smälta foder med mycket fibrer, har en foderstat innehållande grovfoder positiva effekter på våmmens mikrobiota. En ko som däremot får i sig mycket stärkelserikt kraftfoder under en kortare tid kan drabbas av metaboliska störningar såsom acidosis och fång på grund av förändringar i våmmens mikrobiota orsakat av lågt pH. Det är därför viktigt att tillgodose nötkreaturens behov av grovfoder då det har en betydande roll för djurets hälsa och fysiologiska funktioner.

*Nyckelord:* mikrobiota, våm-pH, acidosis, fång, kraftfoder

## Abstract

To meet the energy requirement of a high-producing dairy cow, the diet consist of roughage with a proportion of concentrate. Cows are adapted to break down and digest roughage and it stimulates rumination and saliva production which helps maintain a stable pH in the rumen and creates a good rumen environment for the microbes. Concentrate with a lot of starch, on the other hand, has been shown to cause problems as the fermentation of the starch contributes to a low pH in the rumen and can disturb the microbiota. The purpose of this literature study is to investigate the importance of roughage in the diet for the health of dairy cows and to highlight the advantages and disadvantages of feeding different proportions of roughage and concentrate to dairy cows. It has been shown that there are more health benefits from feeding a higher proportion of roughage than a higher proportion of concentrate and there seems to be a connection between the health of the animal and the activity and population of the rumen microbiota. Since grass is the cow's natural feed and their digestive system is adapted to digest fibrous forage, a diet containing roughage has positive effects on the rumen microbiota. In contrast, a cow that ingests concentrates with high starch content for a short period of time may suffer from metabolic disorders such as acidosis and laminitis due to changes in the rumen microbiota caused by low pH. It is therefore important to meet the cow's need for roughage as it has an important role for the animal's health and physiological functions.

*Keywords:* microbiota, ruminal pH, acidosis, laminitis, concentrate

# Innehållsförteckning

<b>1. Introduktion .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Litteraturgenomgång.....</b>	<b>7</b>
2.1 Utfodring av mjölkkor .....	7
2.1.1 Grovfoder.....	7
2.1.2 Krafftoder.....	8
2.2 Mikrobiotan i våmmen.....	9
2.3 Nedbrytning och fermentation i våmmen.....	10
2.3.1 Kolhydrater .....	10
2.3.2 Protein och fett .....	11
2.4 Utfodring med olika andelar grovfoder och krafftoder .....	12
2.4.1 Våmmacidosis.....	13
2.4.2 Fång.....	14
<b>3. Diskussion.....</b>	<b>15</b>
3.1 Slutsats .....	17
<b>Referenslista.....</b>	<b>18</b>

# 1. Introduktion

Det är väl känt att dagens mjölkproduktion ser annorlunda ut från vad den gjorde flera decennier sedan. Sedan år 1960 har medelavkastningen i kg ECM för svenska mjölkkor ökat från ca 5 000 kg per år till ca 11 600 kg år 2023 (Växa Sverige 2024). Denna förändring har lett till förändringar i djurets näringsbehov och det ställer högre krav på utfodringen. En foderstat till dagens svenska mjölkko utgörs av grovfoder som bas tillsammans med en andel kraftfoder, som måste täcka näringsbehovet för att producera de stora mjölmängderna (Ingvarsen & Moyes 2012). Om foderstaten innehåller en hög andel kraftfoder kan det skapa hälsoproblem eftersom kons digestionsorgan och fodersmältning inte i grunden är anpassade för att smälta foder som innehåller mycket stärkelse, såsom kraftfoder. Gräs är kons naturliga föda och grovfodret i foderstaten hjälper till att upprätthålla pH i våmmen, stimulera en god mikrobiota för att garantera en bra och effektiv nedbrytning av fodret samt säkerställa allmän hälsa (Sjaastad et al. 2016).

Kor, och idisslare generellt, producerar inga egna enzymer som kan bryta ner växtfibrer. Istället har de mikroorganismer i våmmen som producerar enzymer. Dessa bryter ner föreningar i fodret, såsom cellulosa och andra komplexa polysackarider från växter, och som bryts ner till enklare form. Dessa metaboliseras av mikrober och som sedan kan utnyttjas av kon (Xu et al. 2021). Den mikrobiella nedbrytningsprocessen i våmmen sker utan syre, vilket resulterar i en fermentation där slutprodukterna blir en energikälla för kon samt att mikroberna fungerar som proteinkälla (Sjaastad et al. 2016). För att fermentationen och nedbrytningsprocessen ska fungera optimalt krävs en gynnsam miljö i våmmen som kan säkerställa mikrobernas överlevnad och aktivitet. Detta får de genom nötkreaturens intag av grovfoder som ger en långsam nedbrytningsprocess där fodret bearbetas en längre tid och stimulerar idissling och salivproduktion. Detta är viktigt med tanke på att saliv buffrar lågt pH och därmed hjälper till att hålla ett stabilt pH i våmmen. I arbetet är grovfodermedlen begränsade till hö, halm, gräs/klöverensilage, helsädesensilage samt bete. Intag av en stor giva stärkelserikt kraftfoder eller för snabb upptrappning och liten andel grovfoder kan däremot ge upphov till störningar i mikrobiotan och resultera i negativa effekter på fodersmältningen. Det kan även medföra metaboliska störningar såsom acidosis, fång, diarré och sår i mag-tarmkanalen som alla bidrar till en sämre hälsa och allmäntillstånd hos mjölkkon (Xu et al. 2021). Det är därför särskilt viktigt att ta

hänsyn till skiftningar i fodersammansättning samt beakta andelen kraftfoder i förhållande till grovfoder till mjölkkor för att minimera negativa effekter på kons hälsa (Fernando et al. 2010). Syftet med denna litteraturstudie är därför att undersöka grovfodrets betydelse i foderstaten för hälsan hos mjölkkor och där frågeställningen blir följande: Vilka för-och nackdelar finns med en foderstat innehållande olika andelar grovfoder och kraftfoder till mjölkkor och hur påverkar detta hälsan?

## 2. Litteraturgenomgång

### 2.1 Utfodring av mjölkkor

#### 2.1.1 Grovfoder

Grovfoder är den viktigaste komponenten i en mjölkkos foderstat och består av strukturella kolhydrater som ofta uttrycks som *neutral detergent fiber* (NDF) (Chamberlain & Wilkinsson 1996). NDF beskriver andelen material i fodret som inte är smältbart eller svårsmält och utgörs huvudsakligen av cellulosa och hemicellulosa som är svårsmälta samt osmältbart lignin (McDonald *et al.* 2022). En mjölkko kan smälta foder av detta material genom mikrobiell fermentation där mikrober, i våmmens anaeroba miljö, bryter ner fodret med hjälp av mikrobproducerade enzymer varvid ”flyktiga fettsyror” (VFA) bildas. VFA blir en energikälla för kon. (Sjaastad *et al.* 2016). Ju större andel av cellulosa, hemicellulosa och lignin i fodret, det vill säga mer NDF, desto mindre smältbart är fodret. Det innehåller även mindre energi och protein. Foder som bidrar med större delen av NDF i foderstaten till nötkreatur är bland annat hö, halm, gräs/klöverensilage, helsädesensilage och bete, och där halten av NDF ökar i gräset ju mognare det är när det skördas. Det är därför fördelaktigt att utfodra mjölkkor med tidigt skördat gräs av god kvalitet för att minska NDF-halten, öka NDF-smältbarheten och ta vara på näringsämnen. Med ett tidigt skördat gräs behövs mindre energi i form av kraftfoder i foderstaten, vilket är positivt för våmhälsan (Erickson & Kalscheur 2020).

För högproducerande mjölkkor måste NDF-halten vara låg eftersom höga halter kan sänka foderintaget. Ju mer NDF som finns i foderstaten desto mindre kommer kon äta på grund av att passagehastigheten genom våmmen blir långsammare, våmmen blir full och kon blir mätt. Man vill att korna ska äta så mycket som möjligt och få i sig tillräckligt med energi för att täcka näringsbehovet för hög mjölkproduktion. Dock måste foderstaten innehålla en viss andel fibrer för att stimulera idissling och säkerställa våmhälsa samt bra fodersmältning (Chamberlain & Wilkinsson 1996). En internationell rekommendation är att foderstaten ska bestå av minst 50% grovfoder till de flesta kor men att andelen är lite lägre hos mjölkkor

eftersom de är i behov av mer energi som de får från kraftfoder (Erickson & Kalscheur 2020). Dock bör kraftfoderandelen inte vara större än 65% av foderstatens torrsubstans (TS) (Spörndly 2003). Det rekommenderas även att utfodra mjölkkor med minst 28% NDF av foderstatens TS för att stimulera idissling men foderstaten bör inte innehålla mer än 1,5% av djurets levande vikt då det är deras konsumtionsmaximum för NDF (Spörndly 2003).

Grovfoder stimulerar idissling och idisslingstiden är kopplad till NDF-halten och partikelstorleken i fodret. Ju högre NDF-halt och större partiklar desto längre idisslingstid (Maekawa *et al.* 2002). Idisslingens syfte är att finfördela fodret så att det kan passera vidare till tarmkanalen samt göra fodret mer lättillgängligt för mikroberna. Mer finfördelat foder underlättar för mikroberna under fermentationsprocessen då tillgängligheten på foderpartiklarna ökar och lättare kan bearbetas av mikrober (Schirmann *et al.* 2012). När en ko idisslar utsöndras saliv som är viktigt för att hålla ett stabilt pH i våmmen. Saliv bidrar med en stor mängd bikarbonat som buffrar det låga pH som uppkommer från syrorna som bildas under fermentationen (Maekawa *et al.* 2002). En studie av Maekawa *et al.* (2002) visade att salivproduktionen var större vid intag av stora mängder grovfoder till skillnad mot intag av kraftfoder. Detta är på grund av att grovfoder bearbetas en längre tid och mer saliv hinner produceras och utsöndras. Utfodring av fullfoder ökade också salivproduktionen. Foder med lite fibrer har en kortare retentionstid i våmmen och bryts ned snabbare. Detta stimulerar inte idissling och produktionen av saliv kommer därför avta. Resultatet blir att den buffrande effekten kommer utebli och därmed surare pH i våmmen (DeVries *et al.* 2009).

### 2.1.2 Kraftfoder

En högproducerande mjölkko är i behov av mycket energi vilket kan vara svårt att täcka från enbart grovfoder. För att möta energibehovet adderas kraftfoder till foderstaten (Krogstad & Bradford 2023). Kraftfoder består av icke-strukturella kolhydrater såsom stärkelse och socker (Erickson & Kalscheur 2020), och en rekommendation för maxinblandning av stärkelse är 20% av foderstatens TS till lakterande kor (Spörndly 2003). Mängden kraftfoder som ska ingå i foderstaten bör även utgå från kvalitén på grovfodret samt kons hull (Clark & Davis 1980). Kraftfoder utgörs vanligen av olika typer av spannmål (Krogstad & Bradford 2023), men även olika biprodukter från exempelvis bioenergiindustrin, rapsoljaframställning, socker- och kvarnindustrin med fler (Henriksson *et al.* 2019).

När det gäller kraftfoder är det viktigt att beakta hur stor andel som finns i foderstaten för att säkerställa allmän hälsa (Fernando *et al.* 2010). Stärkelsen kan skapa problem då den är lättsmält och har en snabb fermentationsprocess (DeVries *et al.* 2009). Detta leder till sänkning av pH i våmmen genom bildande av VFA men



även laktat vilket är en starkare syra som bidrar till lägre pH än VFA (McDonald *et al.* 2022). Detta har en negativ effekt på djurets hälsa då stärkelse, i stora mängder, sänker pH-värdet kraftigt och försvagar mikrobernas aktivitet i våmmen. Detta kan leda till acidosis och andra metaboliska sjukdomar. Andelen kraftfoder får inte vara för hög eftersom det kan hindra stimulering av mikrobiotans tillväxt samt idissling vilket hjälper till att upprätthålla en bra våmmiljö (Chamberlain & Wilkinnson 1996).

## 2.2 Mikrobiotan i våmmen

En kalv föds utan mikroorganismer i våmmen och får dessa genom överföring från mamman eller miljön. Mikrobiotan består av olika typer av mikrober såsom bakterier, svampar, protozoer, arkéer och bakteriofager där alla har specifika roller för en fullständig nedbrytning av fodret (Xu *et al.* 2021). Förmågan att smälta och bryta ner foder är proportionell till mikrobiotans aktivitet och densitet i våmmen (Sjaastad *et al.* 2016). Så länge foderintaget är stabilt och kon äter samma mängd vid varje utfodringsstillfälle, kommer proportionerna mellan de olika mikroberna i våmmen vara konstant. Däremot kommer detta ändras om foderbyten sker eller med förändrad mängd konsumerat foder (Sjaastad *et al.* 2016).

Majoriteten av mikrobiotan består av bakterier och koncentrationen kan vara upp mot  $10^{11}$  celler per gram våmminnehåll. Bakterierna i våmmen kan delas in i fyra grupper där dessa är specialiserade på att bryta ner specifika kolhydrater. Grupperna är: cellulosednedbrytare, hemicellulosednedbrytare, pektinfermenterare och stärkelsenedbrytare. Dessa är viktiga vid nedbrytning av växtmaterial och fermentering av kolhydrater vilket är bakteriernas främsta funktion i våmmen (Zhou *et al.* 2015).

Svampar kan utgöra upp till 20% av mikrobiotan och är viktiga vid nedbrytning av cellulosa, hemicellulosa, stärkelse och växtfibrer som innehåller lignin. Svamppopulationen i våmmen ökar med en foderstat innehållande grovfoder medan populationen minskar med en stärkelsesrik foderstat (Xu *et al.* 2021). Intag av växtmaterial bundna med lignin kommer öka svamppopulationen eftersom svampars förökningsprocess är långsam och de måste fästa till foder med lång retentionstid i våmmen för att föröka sig. Svamparna gör även att ytan tillgänglig för cellulolytisk attack blir större för dessa material och är därför speciellt viktig vid nedbrytning av ligninbundna växtfibrer (Sjaastad *et al.* 2016).

Protozoer står för ca 50% av våmmens mikrobmassa och deltar med ungefär en tredjedel till fibernedbrytningen (Wright 2015). Protozoer utnyttjar och absorberar stärkelse och socker och kan lagra dessa. Vid intag av stärkelsesrikt kraftfoder kan

protozoer därför sakta ner bakteriell fermentation och uppkomsten av VFA och laktat med hjälp av förmågan att absorbera lösliga kolhydrater. Detta förhindrar hastig pH-sänkning i våmmen och minskar risken för acidosis. Då stärkelse och socker är protozoers energikälla, ökar densiteten vid intag av stärkelse och minskar vid fiberintag (Paswan *et al.* 2022).

## 2.3 Nedbrytning och fermentation i våmmen

Våmmen är en anaerob miljö där strikta anaerobier dominerar, men vid intag av foder kommer små mängder syre ner i våmmen, vilket tas upp av fakultativa anaerobier (Sjaastad *et al.* 2016). När dessa utnyttjar syret bibehåller de en syrefri miljö som gynnar de strikta anaeroberna och gör att fermentation kan ske (Xu *et al.* 2021). Den syrefria miljön leder till att fermentationsprocessen resulterar i VFA som slutprodukt som djuret sedan kan utnyttja och få energi ifrån. Processen leder även till en stor mängd energi som mikroberna utnyttjar för sin egen tillväxt. Det är främst nedbrytning och fermentation av kolhydrater som mikroberna får energi ifrån (Sjaastad *et al.* 2016).

### 2.3.1 Kolhydrater

Den mikrobiella nedbrytningen och bearbetningen av kolhydrater skiljer sig mycket mellan grovfoder och spannmål på grund av växtmaterialet. Det är även vad fodret består av som styr populationerna i mikrobiotan eftersom vissa mikrober bearbetar specifika material. Om en foderstat innehåller mycket stärkelse kommer mikrober anpassade för detta att dominera (Cheng *et al.* 1991).

Nedbrytning av grovfoder sker främst av bakterier som utsöndrar cellulolytiska enzymer. Växtens cellvägg är uppbyggd av hemicellulosa och cellulosa-fibrer som bryts ner till diverse oligo- och disackarider. Det är sedan andra mikrober som fortsätter nedbrytningen av dessa (Xu *et al.* 2021). Cellulosa och hemicellulosa är motståndskraftiga mot hydrolys och nedbrytningen sker långsamt. Nedbrytningsprocessen är även känslig för lågt pH, pH-värden under 6 kommer sänka hastigheten på nedbrytningen (Sjaastad *et al.* 2016). *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens* och *Ruminococcus albus* är tre bakterier som dominerar gällande fibernedbrytning (Cheng *et al.* 1991). Fibrer bryts ner till 80% av bakterier och 20% av protozoer. Nedbrytningens effektivitet beror på passagehastighet, miljön i våmmen, typ av foder, mognadsgrad på växter, vilka mikrober som finns i våmmen och hur mycket enzymer som utsöndras som bryter ner cellulosa, hemicellulosa och pektin (Paswan *et al.* 2022).

Stärkelse och lösliga kolhydrater bryts ner av bakterier som producerar amylolytiska enzymer. Dessa bakterier förökar sig snabbt vid intag av stärkelse och

nedbrytning genererar stora mängder VFA. Detta resulterar i en snabb pH-sänkning i våmmen. Vid ett lågt pH i våmmen kommer de pH-känsliga cellulolytiska bakterierna minska i antal, vilket resulterar i en långsammare fermentationsprocess. De amylolytiska bakterierna är däremot tåliga mot lägre pH (Sjaastad *et al.* 2016). *Streptococcus bovis*, *Bacteroides ruminicola*, *Ruminobacter amlophilus*, *Selenomonas ruminantium* och *Succinomonas amylolytica* är bakterier som främst är involverade i nedbrytning av stärkelse. Dessa bildar VFA genom fermentation av socker och stärkelse. Om pH-värdet sjunker för lågt, under 5,5, kommer *Streptococcus bovis* föröka sig och bilda laktat genom fermentationen (Paswan *et al.* 2022).

### 2.3.2 Protein och fett

Protein i fodret bryts ner av proteolytiska mikrober såsom *Prevotella ruminicola*, *Peptostreptococci*-arter och protozoer. Dessa hydrolyserar protein till peptider och aminosyror och där aminosyror oftast genomgår fortsatt degradering till ammoniak (McDonald *et al.* 2022). Aminosyror, ammoniak och peptider är exempel på icke-protein kväve (NPN) som är föreningar innehållande kväve men som inte är ett protein. Dessa är mikrobernas främsta källa till kväve för att syntetisera mikrobprotein för sin egen tillväxt (Sjaastad *et al.* 2016).

Ammoniak är särskilt viktig för syntes och nedbrytning av protein i våmmen. Bristfällig utfodring av protein eller konsumtion av våmstabil protein kommer minska halten ammoniak i våmmen. Detta leder till minskad tillväxt och aktivitet av mikrosamhället och därmed långsammare fodernedbrytning. Om nedbrytbart protein däremot utfodras rikligt kommer ammoniakkoncentrationen öka, ammoniak kommer ackumuleras i våmvätskan och sedan tas upp i blodet. Det mesta extraheras via urin men en del omvandlas till urea i levern. Urea kan sedan, när ammoniakhalten är låga, återcirkulera till våmmen via saliven eller våmväggen och därmed bidra till mikrobproteinsyntesen. Denna process är viktig när foderstaten innehåller lite protein för att säkerställa tillväxt av mikrober samt proteintillförsel till djuret (McDonald *et al.* 2022). Höglakterande mjölkkor måste dock ha mer protein än vad som kan syntetiseras av mikroberna. Därför är mjölkkor i behov av protein i fodret som passerar onedbrutet vidare till tunntarmen där det kan tas upp av djuret. (Sjaastad *et al.* 2016).

Fett i nötkreaturens foderstater är främst i form av fosfolipider och galaktolipider i grovfoder och som triglycerider i kraftfoder (Perrier *et al.* 1992). Dessa hydrolyseras av lipaser producerade av bakterier i våmmen. Detta frigör fettsyror i både mättad och omättad form där de omättade genomgår bakteriell biohydrering och blir mättade fettsyror. Dessa passerar vidare till tunntarmen där de absorberas av djuret. Mikrobernas förmåga att bryta ner fett är dock begränsad och ökad mängd fett i

foderstaten ger försämrad aktivitet i mikrosamhället. Andelen fett i foderstaten till mjölkkor är vanligtvis låg och en ökning över 100 g/kg foder försvagar fibernedbrytningen och leder till minskat foderintag för djuret (McDonald *et al.* 2022). Högsta rekommenderade inblandning av råfett till mjölkkor är 5% av foderstatens TS (Spörndly 2003).

## 2.4 Utfodring med olika andelar grovfoder och kraftfoder

En studie gjord av Maekawa *et al.* (2002) undersökte hur olika andelar kraftfoder och grovfoder i foderstaten påverkade tuggaktivitet, salivproduktion och pH i våmmen. Detta gjordes genom utfodring av tre fullfoderstater med andelarna grovfoder och kraftfoder (G:K): 40:60, 50:50 och 60:40 på torrsubstansbasis (TS). I en fjärde foderstat med 50:50 utfodrades grovfoder och kraftfoder separat från varandra. Resultatet visade att pH-värdet i våmmen var ganska lika för alla foderstater. Dock hade kor som utfodrades separat ett lägre minimumvärde för pH jämfört med kor som utfodrades med fullfoder med högst andel kraftfoder (40:60). Detta var på grund av att de som fick separat utfodring åt mer kraftfoder än tänkt och mindre grovfoder, ungefär samma mängd som fullfoderstaten (40:60). Studien visade alltså att kor som fått grovfoder och kraftfoder utfodrat separat löper större risk för lägre pH i våmmen än kor som utfodrats fullfoder. Resultatet visade även att tuggaktiviteten, tuggtiden och salivproduktionen under idissling ökade med ökad andel grovfoder i foderstaten.

I en annan studie gjord av Sutton *et al.* (2003) undersöktes skillnaden mellan två olika foderstater, en kallad "kontroll" och en kallad "låg grovfoderandel" (LG) i produktionen av olika VFA i våmmen hos mjölkkor. "Kontroll" bestod av 60% kraftfoder och 40% grovfoder på torrsubstansbasis. Foderstaten med låg grovfoderandel (LG) bestod av 90% kraftfoder och 10% grovfoder. Grovfodret som utfodrades var hö med hög fiberhalt och låg råproteinhalt. Kraftfodret bestod av korn och sojamjöl innehållande mycket stärkelse. Båda foderstaterna var avsedda att ge liknande intag av smältbar energi per kg TS och mängden utfodrat foder var samma för båda grupperna. Resultatet av denna studie visade att korna som fick foderstaten LG hade ett lägre medelvärde för pH i våmmen samt att det lägsta sammanställda pH-värdet för gruppen var signifikant lägre än för kontrollen. Resultatet visade även att produktionen och proportionen av de olika flyktiga fettsyrorerna acetat, butyrat och propionat skiljde sig mellan de olika foderstaterna. Korna som åt LG hade en signifikant ökning av propionat till skillnad mot korna som åt kontrollfoderstaten. Korna i LG gruppen hade även en minskad produktion av acetat och butyrat till skillnad mot gruppen som fick kontrollen men skillnaderna var inte signifikanta.

Propionat utgör vanligtvis ca 20% av VFA i våmmen på en foderstat med rikligt med fibrer. Acetat utgör ca 70% och butyrat ca 10% (Sjaastad *et al.* 2016). I studien gjord av Sutton *et al.* (2003) ökade andelen producerad propionat med mer än dubbelt, en ökning på 122%. Denna ökning av propionat kan förklaras genom att propionat bildas delvis från laktat och mer laktat bildas vid konsumtion av stärkelsesrikt foder gentemot ett fiberrikt. Intag av lätt fermenterbara kolhydrater såsom stärkelse kommer leda till en snabbare fermentationsprocess och större produktion av både VFA och laktat i våmmen. Dessa kommer i sin tur sänka pH-värdet i våmmen, vilket i normala fall alltid sker vid intag av foder men där stor mängd konsumerat kraftfoder sänker pH-värdet betydligt mer (Sjaastad *et al.* 2016). Vid normala förhållanden där pH-värdet inte understigit vad som är hälsosamt för mjölkkon, ca pH 6-7, kommer propionatproducerande mikrober omvandla laktat till propionat (Knapp *et al.* 2014), vilket kan illustreras i studien ovan av Sutton *et al.* (2003). Om produktionen av laktat blir för stor och pH-värdet understiger normala värden, under pH 5, kommer VFA-producerande mikrober utkonkurreras av laktatproducerande eftersom VFA-producerande mikrober inte överlever låga pH-värden. Laktatproducerande mikrober kommer dominera och fortsätta producera laktat och om pH-värdet understiger 4 kan detta resultera i skador på epitelet i våmmen. Låga pH-värden kan resultera i våmmacidosis (Sjaastad *et al.* 2016).

#### 2.4.1 Våmmacidosis

Våmmacidosis finns i två olika former, subakut våmmacidosis (SARA) och akut våmmacidosis, där SARA är den vanligaste. SARA kan vara svårt att påvisa då det sjuka djuret inte visar några kliniska symtom. För kor drabbade av SARA fluktuerar pH i våmmen och det kan vara långa perioder där pH är väldigt lågt men att återhämtning sker av sig själv. Akut våmmacidosis innebär däremot att pH-värdet i våmmen sänks drastiskt och plötsligt och djuret visar akuta kliniska symtom. I värsta fall kan akut våmmacidosis leda till döden (Oetzel 2017). Akut acidosis kan orsakas bland annat av att ett djur gått från en fiberrik foderstat till en stärkelsesrik med abrupt foderbyte där fermentationsprocessen går snabbare och bildningen av VFA och laktat ökat drastiskt (Sjaastad *et al.* 2016).

Intag av mycket stärkelsesrikt kraftfoder i förhållande till grovfoder resulterar i en sänkning av pH i våmmen, och en ökad mängd *Streptococcus bovis*, en laktatproducerande bakterie. Denna grampositiva bakterie kommer att fermentera glukos till laktat vid låga pH-värden istället för att fermentera glukos till VFA. Detta skapar en gynnsam miljö för laktobaciller och det leder till ytterligare produktion av laktat som nämnts ovan. Absorptionen av laktat i våmmen är väldigt dålig

jämfört med VFA och detta leder till att laktat blir kvar i våmmen en längre tid vilket orsakar ytterligare sänkning i pH (Oetzel 2017).

Till följd av det låga pH-värdet finns risk att gramnegativa bakterier dör och utsöndrar endotoxiner i våmmen (Oetzel 2017). Dessa toxiner i kombination med det låga pH-värdet kan ge upphov till sår i våmmen samt orsaka inflammation i våmmens epitelceller och slemhinna. Till följd av våmmens skadade slemhinna kan endotoxiner och bakterier från våmmen ta sig ut i blodet och orsaka diverse metaboliska sjukdomar (Plaizier *et al.* 2008). De vanligaste observerade symtomen och sjukdomarna relaterat till SARA är minskat foderintag, dålig fodersmältning, diarré, minskad fettprocent i mjölken, uttorkning, svaga våmkontraktioner, inflammation i klövar, hälta samt leverbölder (Plaizier *et al.* 2008).

## 2.4.2 Fång

Fång är en metabolisk störning som oftast är korrelerat med obalanserad utfodring och där mikrobiotan i våmmen har rubbats (Bergsten 2003). Konsumtion av stärkelse ökar risken för tillväxt av skadliga bakterier i våmmen som producerar toxiner (Guo *et al.* 2021). Som nämnts tidigare kan endotoxiner ta sig ut i blodet när våmmens slemhinna blir skadad på grund av pH-sänkningen (Plaizier *et al.* 2008). När endotoxinerna kommer ut i blodet kan de trigga i gång en kedjereaktion och vasokonstriktorer börjar produceras och blodkärl kontraherar. Detta kan hindra blodtillförseln till vävnader i klöven och skapa syrebrist vilket kan skada hornproducerande celler. Det skapas en inflammation i klöven som gör att klövbenet lossnar och kan rotera inuti klöven. Detta kan sedan leda till ytterligare inflammation som i flesta fall resulterar i hälta och extrem smärta för djuret (Bergsten 2003).

I en sammanställning av olika studier gjord av Bergsten (2003) har det visat sig att fång är korrelerat med utfodring av hög andel kraftfoder, särskilt för mjölkkor runt kalvning. Klövproblem och hälta uppstår mer frekvent efter kalvning när foderstaten gått från en fiberrik till mer kraftfoder. Det har även visat sig att kor som utfodras med kraftfoder tillsammans med fri tillgång till grovfoder har betydligt färre klövproblem än de som utfodras samma mängd kraftfoder men restriktivt med grovfoder.

### 3. Diskussion

Grovfodrets betydelse för hälsan hos mjölkkor verkar utifrån detta arbete vara ett faktum. Fördelarna med hög andel grovfoder i foderstaten till mjölkkor verkar vara många och kan utkonkurrera fördelarna med hög andel kraftfoder med avseende på hälsan. ”Hälsa” definieras i detta arbete som att den är påverkad när kons allmäntillstånd försämras, det vill säga att djuret känner smärta, har någon form av diagnosticerad sjukdom och inte är frisk eller att kons möjlighet att utföra sina vardagliga rutiner på något sätt störs på grund av nedsatt allmäntillstånd.

Utifrån litteraturgenomgången verkar det finnas ett samband mellan hälsan hos mjölkkor och status på våmmens mikrobiota, det vill säga mikrobiotans aktivitet och population. Om mikrobiotan rubbas och proportionerna av mikrober förändras finns risk att diverse biologiska funktioner påverkas såsom fodersmältningen (Cheng *et al.* 1991). Försämrad fodersmältning kan antas vara negativt för hälsan eftersom det bland annat kan orsaka diarré men också att kon inte kan utnyttja näringsämnen och energin i fodret till fullo som krävs för att kon bland annat ska vara frisk och mjölka bra (Xu *et al.* 2021). Närvaron av de olika mikroberna i våmmen är därför väsentlig för optimal nedbrytning och fodersmältning samt för att säkerställa mag- och tarmhälsa (Xu *et al.* 2021). Protozoer har exempelvis visat sig vara särskilt viktiga för att minska risken för hastig pH-sänkning i våmmen och acidosis vid intag av stärkelse (Paswan *et al.* 2022). Gynnsamma bakterier och svamppopulationen verkar också vara betydelsefulla för nedbrytning av foder och båda tillväxer med hög andel grovfoder i foderstaten (Sjaastad *et al.* 2016).

Begreppet ”grovfoder” omfattar i detta arbete bland annat hö, halm, gräs/klöverensilage, helsädesensilage och bete. De främsta fördelarna med hög andel av sådana foder i foderstaten till mjölkkor verkar vara att det stimulerar idissling och en god mikrobiota. Mikrobiotan gynnas av grovfoder då det stimulerar tillväxt av mikrober anpassade för att bryta ner detta material vilket bidrar till optimal nedbrytning av grovfodret (Cheng *et al.* 1991). Grovfoder är även väsentligt i foderstaten för att stimulera idissling och salivens buffrande effekt bidrar till att upprätthålla bra våmmiljö och allmän hälsa. Saliven neutraliserar lågt pH i våmmen som uppkommer efter foderintag (Maekawa *et al.* 2002). Grovfodrets betydelse för stimulering av salivproduktion och idissling kan styrkas med studien gjord av Maekawa *et al.* (2002) som visade att kor som utfodrades grovfoder hade

större salivproduktion än kor som utfodrades kraftfoder. En nackdel med hög andel grovfoder i foderstaten verkar dock vara att det kan vara svårt för kon att få i sig tillräckligt med energi för att täcka energibehovet. Eftersom grovfoder bidrar med NDF finns risk att kon blir mätt av konsumtion av mycket grovfoder och därmed inte täcker energibehovet (Chamberlain & Wilkinson 1996).

Fördelen med hög andel kraftfoder i förhållande till grovfoder verkar vara att kon får i sig en stor mängd energi som sedan kan omvandlas till stora mängder mjölk. Från ett ekonomiskt och produktionsperspektiv är detta väldigt fördelaktigt men i avseende på hälsan verkar nackdelarna vara övervägande. För hög konsumtion av kraftfoder som överstiger rekommenderade mängder, det vill säga mer än 65% av foderstatens TS (Spörndly 2003), kan öka risken för lågt pH i våmmen vilket har visat sig i flera studier, bland annat av Sutton *et al* (2003) och Maekawa *et al* (2002). Båda studierna bekräftar att utfodring av stor andel kraftfoder innehållande mycket stärkelse, sänker pH-värdet i våmmen vilket kan ge negativ inverkan på mikrobiotan och kan leda till ytterligare problem såsom acidosis. Kraftfoder, bestående av stärkelse och socker, är lättfermenterat av mikroberna i våmmen och resulterar i snabb produktion av VFA och laktat som bidrar till lågt pH (Sjaastad *et al.* 2016). Detta försvagar viktiga mikrober för fibernedbrytning samt att det kan ge skador på våmmens epitelceller och slemhinna (Plaizier *et al.* 2008). Dessa konsekvenser orsakat av lågt pH visar tydligt en koppling mellan hög andel kraftfoder i foderstaten och försämrad funktion av våmmens mikrobiota.

Konsumtion av stora mängder kraftfoder där djuret inte är anpassad till detta verkar vara tydligt sammankopplat till metaboliska sjukdomar såsom acidosis och fång. Kor drabbade av SARA kan visa tecken på minskat foderintag, dålig fodermältning, diarré, uttorkning, svaga våmkontraktioner, inflammation i klövar, hålta och leverbölder (Plaizier *et al.* 2008). Samtliga symtom kan med säkerhet antas påverka djurets allmäntillstånd och det är en indikation på att djuret inte är friskt. Dessutom kan man utifrån litteraturgenomgången fastställa att hälsan försämras hos kor drabbade av fång. Fång orsakad av metabolisk störning genom konsumtion av mycket kraftfoder utsätter djuret för extrem smärta och inflammation (Bergsten 2003), vilket med säkerhet kan antas påverka kons allmäntillstånd negativt. Litteratursammanställningen gjord av Bergsten (2003) visade att kor som utfodras restriktivt med grovfoder löper större risk för att bli drabbad av fång än kor som får fri tillgång. Detta påvisar att andelen grovfoder i foderstaten har en betydande roll för att minska risken för fång. Bergsten (2003) säger även att hålta är en stor belastning på produktionen och att halta djur producerar dåligt vilket är negativt ur både en ekonomisk och djurvälståndssynpunkt.

Fodrets kvalitet och näringsämnen har också visat sig vara av stor vikt för att säkerställa optimal fodermältning och därmed allmän hälsa. Protein och fett i rätt



mängder är betydande för en fungerande nedbrytning av kolhydrater. Låga ammoniakkoncentrationer i våmmen ger långsammare fibernedbrytning då mikrobernas tillväxt avtar. Detsamma sker med fett i för stora mängder. Båda leder till lägre foderintag som i sin tur kan orsaka att kon inte får i sig tillräckligt med energi (McDonald *et al.* 2022). Även kvalitén på grovfodret verkar spela roll. Att utfodra mjölkkor med tidigt skördat energi- och proteinrikt gräs och minska kraftfoderandelen, skulle kunna vara en strategi för att minska sjukdomar relaterade till utfodring. Utifrån detta arbete kan det bekräftas att nötkreatur skulle gynnas hälsomässigt av en foderstat innehållande stor andel grovfoder och mindre kraftfoder. Med ett tidigt skördat gräs skulle man kunna utnyttja fördelarna med grovfoder och dess energi samtidigt som mjölkproduktionen skulle kunna vara hög.

### 3.1 Slutsats

Beroende på hur andelarna grovfoder och kraftfoder i foderstaten ser ut, kan det påverka hälsan hos mjölkkor både positivt och negativt och i detta arbete har det visat sig finnas betydligt fler fördelar med en foderstat innehållande större andel grovfoder med avseende på hälsan. Grovfoder har visat sig ha en stor betydelse för hälsan hos mjölkkor då det stimulerar idissling och salivproduktion som hjälper till att buffra det låga pH-värdet i våmmen som uppkommer efter konsumtion av foder. Detta hjälper till att upprätthålla en bra våmmiljö som är viktigt för andra basala funktioner i kroppen. Konsumtion av mycket kraftfoder i förhållande till grovfoder leder däremot till sänkning av pH i våmmen som kan leda till diverse metaboliska sjukdomar på grund av störning i mikrobiotan. Det är därför väsentligt att låta foderstaten till mjölkkor innehålla en väsentlig del grovfoder för att säkerställa allmän hälsa.

## Referenslista

- Bergsten, C. (2003). Causes, risk factors, and prevention of laminitis and related claw lesions. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 44 (Suppl 1), 157–166. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-44-S1-S157>
- Chamberlain, A. T. & Wilkinsson, J. M. (1996). *Feeding the Dairy Cow*. Chalcombe.
- Cheng, K.-J., Forsberg, C.W., Minato, H. & Costerton, J.W. (1991). 24 - Microbial Ecology and Physiology of Feed Degradation within the Rumen. In: *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants: Proceedings of the Seventh International Symposium on Ruminant Physiology*. Elsevier Inc. 595–624. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-702290-1.50031-X>
- Clark, J.H. & Davis, C.L. (1980). Some aspects of feeding high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 63 (6), 873–885. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83021-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83021-9)
- DeVries, T.J., Beauchemin, K.A., Dohme, F. & Schwartzkopf-Genswein, K.S. (2009). Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: Feeding, ruminating, and lying behavior. *Journal of Dairy Science*, 92 (10), 5067–5078. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2102>
- Erickson, P.S. & Kalscheur, K.F. (2020). Nutrition and feeding of dairy cattle. *Animal Agriculture* 157–180. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00009-4>
- Fernando, S.C., Purvis, H.T.I., Najar, F.Z., Sukharnikov, L.O., Krehbiel, C.R., Nagaraja, T.G., Roe, B.A. & DeSilva, U. (2010). Rumen Microbial Population Dynamics during Adaptation to a High-Grain Diet. *Applied and Environmental Microbiology*, 76 (22), 7482–7490. <https://doi.org/10.1128/AEM.00388-10>
- Guo, J., Mu, R., Li, S., Zhang, N., Fu, Y. & Hu, X. (2021). Characterization of the Bacterial Community of Rumen in Dairy Cows with Laminitis. *Genes*, 12 (12), 1996. <https://doi.org/10.3390/genes12121996>
- Henriksson, M., Jacobsson, S. B., Lindberg, M & Lundberg, M. B (2019) *Mjolk på gräs och biprodukter – miljö och ekonomi*. Hushållningssällskapet [https://hushallningssallskapet.se/wp-content/uploads/2024/04/mjolk-pa-gras-och-biprodukter-miljo-och-ekonomi-20190426\\_001.pdf](https://hushallningssallskapet.se/wp-content/uploads/2024/04/mjolk-pa-gras-och-biprodukter-miljo-och-ekonomi-20190426_001.pdf)
- Ingvartsen, K.L. & Moyes, K. (2013). Nutrition, immune function and health of dairy cattle. *Animal (Cambridge, England)*, 7 (s1), 112–122. <https://doi.org/10.1017/S175173111200170X>
- Knapp, J.R., Laur, G.L., Vadas, P.A., Weiss, W.P. & Tricarico, J.M. (2014). Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. *Journal of Dairy Science*, 97 (6), 3231–3261. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7234>
- Krogstad, K.C. & Bradford, B.J. (2023). Does feeding starch contribute to the risk of systemic inflammation in dairy cattle? *JDS Communications*, 4 (1), 14–18. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0303>
- Maekawa, M., Beauchemin, K.A. & Christensen, D.A. (2002). Effect of Concentrate Level and Feeding Management on Chewing Activities, Saliva Production, and Ruminal

- pH of Lactating Dairy Cows<sup>1</sup>. *Journal of Dairy Science*, 85 (5), 1165–1175. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74179-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74179-9)
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A. (Liam A.) & Wilkinson, R.G. (Robert G.) (2022). *Animal Nutrition*. Eighth Edition. Pearson.
- Oetzel, G.R. (2017). Diagnosis and Management of Subacute Ruminant Acidosis in Dairy Herds. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 33 (3), 463–480. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.06.004>
- Paswan, V.K., Kumar, K. & Shehata, A.M. (2022). Rumen Microbiology and Microbial Degradation of Feedstuffs. In: *Animal Manure*. Springer International Publishing. 45–60. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-97291-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-97291-2_4)
- Perrier, R., Michalet-Doreau, B., Bauchart, D. & Doreau, M. (1992). Assessment of an in-situ technique to estimate the degradation of lipids in the rumen. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59 (4), 449–455. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740590404>
- Plaizier, J.C., Krause, D.O., Gozho, G.N. & McBride, B.W. (2008). Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal* (1997), 176 (1), 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.016>
- Schirmann, K., Chapinal, N., Weary, D.M., Heuwieser, W. & von Keyserlingk, M.A.G. (2012). Rumination and its relationship to feeding and lying behavior in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95 (6), 3212–3217. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4741>
- Sjaastad, O.V., Hove, K. & Sand, O. (2016). *Physiology of Domestic Animals*. Third edition. Scandinavian veterinary press. 651-675
- Spörndly, R. (2003). *Fodertabeller för idisslare*. 6 uppl. Institutionen för husdjurens utfordring och vård.
- Sutton, J.D., Dhanoa, M.S., Morant, S.V., France, J., Napper, D.J. & Schuller, E. (2003). Rates of Production of Acetate, Propionate, and Butyrate in the Rumen of Lactating Dairy Cows Given Normal and Low-Roughage Diets. *Journal of dairy science*, 86 (11), 3620-3633. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73968-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73968-X)
- Växa Sverige (2024). Husdjursstatistik 2024. [https://www.vxa.se/globalassets/dokument/statistik/husdjursstatistik-2018.pdf%20\[2024-05-30\]](https://www.vxa.se/globalassets/dokument/statistik/husdjursstatistik-2018.pdf%20[2024-05-30]).
- Wright, A.-D.G. (2015). Rumen Protozoa. In: *Rumen Microbiology: From Evolution to Revolution*. 113–120.
- Xu, Q., Qiao, Q., Gao, Y., Hou, J., Hu, M., Du, Y., Zhao, K. & Li, X. (2021). Gut Microbiota and Their Role in Health and Metabolic Disease of Dairy Cow. *Frontiers in Nutrition*, 8, 701511. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.701511>
- Zhou, M., Chen, Y. & Guan, L.L. (2015). Rumen Bacteria. In: *Rumen Microbiology: From Evolution to Revolution*. Springer India. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2401-3>

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.