



Vommens mikroflora hos kor och dess inverkan på klövhälsa

The microflora in the rumen and its effect on claw health

Mimmi Johansson

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi
Husdjursagromprogrammet
Uppsala 2020



Vommens mikroflora hos kor och dess inverkan på klövhälsa

The microflora in the rumen and its effect on claw health

Mimmi Johansson

Handledare: Erik Pelve, SLU, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi
Examinator: Kjell Holtenius, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i husdjursvetenskap
Kurskod: EX0865
Program/utbildning: Agronomprogrammet - husdjur
Kursansvarig inst.:

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2020
Omslagsbild: U.S. Department of Agriculture (CC by 2.0)

Nyckelord: Fång, kor, mikrobiota, vomacidos, vomhälsa

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

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. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Mer information om publicering och arkivering går att hitta här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

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.

Sammanfattning

Vommen och dess mikrober existerar tillsammans i ett balanserat symbiotiskt förhållande. Bakterier är beroende av att kon försörjer dem med substrat i form av foder och kon är beroende av mikrobernas aktivitet som förser kon med bland annat flyktiga fettsyror och proteiner. Om denna balans rubbas, av exempelvis ett plötsligt foderbyte, förändras bakteriesamhället. När kor utfodras med foder innehållande höga nivåer av lättillgängliga kolhydrater, som exempelvis spannmål, ökar nivåerna av de flyktiga fettsyrorna och pH sjunker. Följden på detta blir att vomepitelet blir irriterat och bakterier som är känsliga för lågt pH dör. I vissa bakterier finns ämnen som histamin och endotoxiner som frigörs när bakterierna dör. Dessa ämnen absorberas av vomväggen in i blodflödet och transporteras till klövarna där störningar som inflammationer i klövens läderhud, subblödningar och sämre hornkvalitet utvecklas. Klövhälsostörningar som subblödningar är kopplade till fång, men hältan som uppstår kan vara svårt att upptäcka hos kor. Hältan kan synas på exempelvis djurets hållning eller hur det rör sig. Relationen mellan mikrobiotan i vommen och sjukdomsförloppet för fång är komplext och därför är syftet med denna litteraturstudie att undersöka kopplingen mellan mikrosamhället i vommen och utvecklingen av fång hos kor.

Nyckelord: fång, kor, mikrobiota, vomacidosis, vomhälsa

Abstract

The rumen and its microbes co-exist in a symbiotic relationship. Bacteria in the rumen are dependent of the host to provide them with substrate in the form of feed, and the cow is dependent of the activity of the microbes which provide the cow with synthesized volatile fatty acids, proteins and other nutrients. If this balance is disrupted, by for example a sudden change in the feed, the bacteria populations will change. When a cow is given a feed containing a high level of carbohydrates, such as grain, the levels of volatile fatty acids will increase, and the ruminal pH will drop. Thus, the epithelium of the ruminal wall will be damaged and pH-sensitive bacteria will die. Some bacteria contain substances like histamine and endotoxins which are released as the bacteria dies. These are absorbed by the ruminal wall and enters the bloodstream and are transported to the claws, where inflammations and lesions such as sole haemorrhage develop. These disorders in the claw are linked to laminitis and lameness. But it can be hard to detect the lameness, it can be visible by the stature of the cow or the way the animal walk. The relationship between the microbiota in the rumen and the development of laminitis is complex and therefore is the purpose of this literature study to investigate the connection between the microbes in the rumen and the development of laminitis in cows.

Keywords: cow, laminitis, microbiota, rumen acidosis, rumen health

Innehållsförteckning

1. Introduktion	8
2. Mikrosamhället i vommen	9
3. Fång hos kor	10
4. Vomacidos	11
4.1. Foder	11
4.2. En negativ spiral.....	12
4.2.1. Subakut och akut vomacidos	13
4.3. Toxiska ämnen.....	15
5. Diskussion	16
5.1. Slutsats.....	18
Referenser	19

1. Introduktion

Hälta är ett stort problem i mjölkproduktionen och är också den vanligaste anledningen till avlivning av kor på gård (Alvåsen 2014). Fång är den huvudsakliga orsaken till hälta hos kor och är en viktig ekonomisk fråga i intensiva system för kor. Hälta diagnostiseras primärt på djurets hållning (Mgasa 1987).

Det är svårt att veta hur många kor som diagnostiseras med just fång. De klövhälsorubbningar som kan vara tecken på fång är bland annat sulblödningar eller gula färgningar i klövhornet. Klövsjukdomar som klövsulesår och rubbningar i vitalinjen utvecklas på grund av fång (e.g. Bradley *et al.* 1989; Shearer & van Amstel 2000; Lischer & Ossent 1994; sammanfattat av Wilhelm *et al.* 2015). Statistik från Växa visar att nästan 15 % av alla verkade kor i Sverige 2019 hade något av dessa klövhälsostörningar (Åkerström 2020). Även i andra delar av världen är bristande klövhälsa ett utbrett problem (Cook 2003; Costa *et al.* 2018; Espejo *et al.* 2006).

Mikroberna i vommen är essentiella i metabolismen hos kor eftersom de förser kon med energi och näringsämnen (Hungate 1966). En del av förloppet för utveckling av fång är metabolisk, om kon utvecklar vomacidosis förändras populationerna av mikroberna i vommen, vomväggen kan skadas och toxiska substanser kan läcka ut ur vommen och in i blodflödet (Danscher *et al.* 2010). Dessa toxiska ämnen transporteras till klövarna och orsakar en försvagning i klövarnas vävnader som leder till blödningar och inflammationer och kon utvecklar då hälta (Donovan *et al.* 2004).

Syftet med detta arbete är att undersöka kopplingen mellan mikrobiotan i vommen och fång hos kor. Frågorna jag kommer att fokusera på i detta arbete är ”Hur påverkas mikrobiotan vid vomacidosis?”. En naturlig följdfråga som jag även kommer att undersöka är ”Vad får det för följder på fång hos kor?”.

2. Mikrosamhället i vommen

Bakterier är den dominerande komponenten som utgör mer än 95 % av vommens mikrobiota. Bakteriernas förmåga att fermentera foder ger kon energi i form av flyktiga fettsyror (VFA) och näringsämnen som vitaminer och proteiner. Det finns över 200 olika bakterier i vommen och de kan delas in i fyra olika grupper, beroende på vart de kan hittas; i vomvätska, på fasta partiklar, på vomväggen och slutligen de bakterier som är fästa på andra mikrober som finns i vommen, exempelvis protozoer. Olika bakterier i vommen använder sig av olika substrat i sin digestion, bland annat cellulosa, hemicellulosa, pektin och stärkelse (e.g. McSweeney *et al.* 2005; Krause & Russell 1996; McAllister *et al.* 1994; sammanfattat av Zhou *et al.* 2015).

I en studie gjord av Jami & Mizrahi (2012) togs prover från holsteinkor för att undersöka sammansättningen och likheter mellan olika individers mikrobiota i vommen. Korna var från samma gård och var utfodrade samma foderstat ad libitum under flera månader. Studien visade att mikrosamhället skiljde sig signifikant mellan de olika djuren som deltog i studien, dock fanns ett gemensamt kärnsamhälle av bakterier, som alla djuren hade i varierande grad. Vissa av de gemensamma bakterierna för proverna som togs utgjorde 0,01% av alla sekvenseringar medan andra utgjorde upp till 70% av sekvenseringarna (Jami & Mizrahi 2012). Golder *et al.* (2014) gjorde ett försök där olika grupper av kor utfodrades med olika foderstater. De såg att mikrosamhällena skiljde sig åt mellan grupperna men de delade ett kärnsamhälle av bakterier som bestod av fylumen *Bacteroidetes*, *Firmicutes* och *Proteobacteria*. I en studie gjord av Brulc *et al.* (2009) konstaterade de att majoriteten av de bakterier som visades i deras sekvenseringar tillhörde fylumen *Bacteroidetes*, *Firmicutes* och *Proteobacteria*. Samma fylum fann även Petri *et al.* (2013) utgöra en del av kärnsamhället av mikrober i vommen när de undersökte detta. Även Sun *et al.* (2019) gjorde en studie där vommens bakterier sekvenserades och där fann de också att större delen av bakterierna i vommen tillhörde de tre ovannämnda fylumen. De bakterier som fanns i alla prover som togs från holsteinkorna i studien gjord av Jami & Mizrahi (2012) tillhörde fylumen *Bacteroidetes*, *Firmicutes* och *Proteobacteria* men även andra som *Actinobacteria* och *Tenericutes*.

3. Fång hos kor

Smärta är en individuell upplevelse och därför är det mycket svårt att mäta det. När en ko är halt försöker hon att avlasta vikten från den specifika klöven, men håltan maskeras ofta på grund av kons naturliga stoiskhet. Ryggraden hos en frisk ko är rak, bakklövarna placeras på nästan exakt samma plats som framklövarna när kon går och hon rör sig framåt i en jämn takt. Generellt sett rör sig en halt ko mindre jämfört med en frisk ko (O'Callaghan *et al.* 2003). För att upptäcka håltas hos kor kan karaktäristiska drag undersökas, som steglängd, ojämna steg, hur snabbt kon går och viktfordelning i stegen. Svårt halta kor går kortare steg, långsammare och placerar inte de bakre klövarna där de främre klövarna har mött marken (Sadiq *et al.* 2017).

Infraröd termografi kan vara ett lämpligt redskap för att upptäcka förändringar i klövar. Värmeförändringar i klövarna kan vara en hjälp för att upptäcka fång i ett tidigt stadiet. Temperaturen mäts på kransbandet ovanför klöven eftersom det är den bindande vävnaden som förser klöven med blod. En ökad temperatur på området kan indikera på en begynnande inflammation (Nikkhah *et al.* 2005).

En av orsakerna till att fång utvecklas är vomacidos (Donovan *et al.* 2004), och subakut vomacidos anses uppstå när vommens pH är 5.5 eller lägre (Duffield *et al.* 2004; Garrett *et al.* 1999). Vid tillståndet vomacidos blir vomväggen irriterad men även mikrosamhället i vommen påverkas. Bakterier som är känsliga för lågt pH dör och sprängs vilket gör att vasoaktiva ämnen frigörs. De huvudsakliga vasoaktiva ämnena tros vara histamin och endotoxiner. Dessa absorberas via vomväggen ut i blodet och orsakar vaskulära förändringar i klövarnas läderhud hos kor. Som följd på detta orsakas inflammationer, sulblödningar och sämre hornkvalitet utvecklas. Dock finns det fortfarande en oenighet angående huruvida sulblödningar enbart beror på nutritionell rubbning eller trauma mot sulan (Murray *et al.* 1993; sammanfattat av Donovan *et al.* 2004).

4. Vomacidos

Vid normala förhållanden, då kor blir tilldelade en lämplig mängd fibrer i sin foderstat, är vommens pH nära neutralt, strax under 7, eftersom kons naturliga buffringssystem är aktiva (Millen *et al.* 2016). Ett symbiotiskt förhållande existerar mellan bakterier i vommen och dess värd, kon. Bakterierna är beroende av att värden förser dem med substrat i form av intaget foder och i gengäld förser bakterierna värden med produkter som VFA, proteiner och vitaminer som sedan absorberas genom vomväggen till blodflödet (Thornton *et al.* 1952 se Doetsch & Robinson 1953; Hungate 1966). När kon byter diet, från ett fiberrikt foder till ett foder som innehåller mycket stärkelse som exempelvis hög nivå av spannmål så rubbas den symbiotiska balansen mellan kon och bakterierna (Millen *et al.* 2016). På grund av foderbytet kan signifikanta förändringar i bakteriernas populationer ske (Eger *et al.* 2018). Vommens bakterier kan anpassa sig snabbare än vomepitelet, som inte absorberar tillräckligt stor mängd av de syror som bakterierna producerar och vomacidosisens förlopp har påbörjats (Millen *et al.* 2016).

4.1. Foder

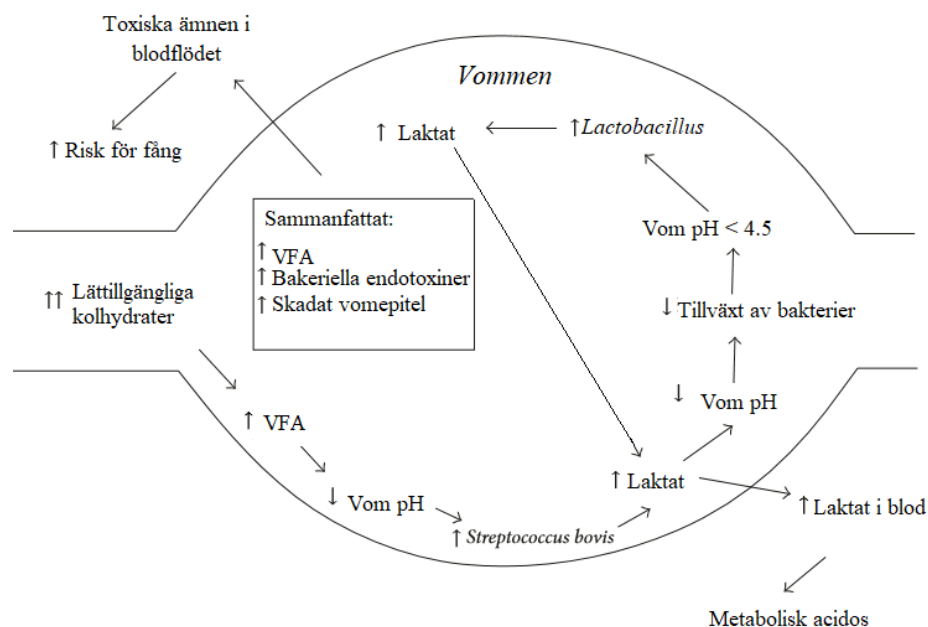
Ett försök utfört av Donovan *et al.* (2004) visade att kor löpte högre risk för att utveckla fång om de utfodrades med ett foder innehållande låg energi och högt fiberinnehåll innan kalvning för att senare, efter kalvning, utfodras med ett foder med högt energiinnehåll och lågt fiberinnehåll. En rekommendation vid utformning av foderstater är att inte utfodra kor med mer än 20 % stärkelse av fodergivan (Jordbruksverket 2014) och foderstaten ska bestå av minst 28 % fiber (NDF) men en ko kan max konsumera ca 1,5 % NDF av sin levandevikt (Svensk Mjolk 2003).

Foderbyte från högt grovfoder- till högt koncentratinnehåll är utmanande för vomväggens papiller och utvecklingen av papillerna tar ungefär 5 veckor för att anpassa sig mot en foderstat innehållande spannmål (Phillips 2010). En studie gjord av Fernando *et al.* (2010) visade att djur som fick en foderstat innehållande endast grovfoder hade signifikant fler bakterier som tillhör stammen *Fibrobacteres*, som fermenterar cellulosa, jämfört med djur som fick en foderstat som innehöll hög andel koncentrat. Vidare i studien av Fernando *et al.* (2010) introducerades en högre

andel spannmål stegvis, vecka för vecka, för att låta vommens miljö stabiliseras och anpassa sig för den högre mängd lättillgängliga kolhydrater som gavs.

4.2. En negativ spiral

När en ko utfodras med foder innehållande höga nivåer av spannmål ökar nivåerna av VFA i vommen på grund av en ökning av amylytiska bakterier som främst använder sig av stärkelse i sin metabolism och producerar VFA (Hernández *et al.* 2014). Detta orsakar en sänkning av vommens pH och gör att många gramnegativa bakterier, som *Megasphaera elsdenii* och *Selenomonas ruminantium* minskar i antal på grund av deras känslighet mot lågt pH (Hernández *et al.* 2014). *M. elsdenii* är en bakterie som använder laktat (som är den konjugata basen till mjölksyra) i sin metabolism och utnyttjar 60 till 80 % av allt laktat som fermenteras i vommen (Nocek 1997). Samtidigt sker en ökning av grampositiva bakterier, speciellt *Streptococcus bovis* som är en mjölksyra-producerande bakterie. Detta leder till ännu en sänkning av vommens pH vilket gör att tillväxten av *S. bovis* minskar (Nocek 1997) och endast pH-resistenta bakterier som *Lactobacillus* spp. tillväxer. Detta orsakar en tredje sänkning av pH i vommen och laktat diffunderar till blodet och orsakar metabolisk acidosis med ett sänkt pH i blodet och en ökning av laktat i serum och inträffar vid akut vomacidosis (Hernández *et al.* 2014). Figur 1 ger en översikt av detta förlopp.



Figur 1: Generell beskrivning av förändringar i vommen under akut vomacidosis. Omgjord efter (Hernández *et al.* 2014)

Det finns flera mjölksyraproducerande bakterier i vommen förutom *S. bovis*, en studie gjord av Hernandez *et al.* (2008) visade just detta. Deras studie gick ut på att identifiera och karaktärisera de huvudsakliga mjölksyraproducerande bakterierna i vommen. De fann att *Streptococcus bovis* var den bakterie som producerade mest mjölksyra av alla bakterier som de kunde isolera. Andra bakterier som också producerade mjölksyra var bland andra *Selenomonas ruminantium*, *Bifidobacterium angulatum*, *Bifidobacterium merycicum*, *Lactobacillus vitulinus* och *Pseudobutyrvibrio ruminis* (Hernandez *et al.* 2008). Som tidigare nämnt, beskrivet i Hernández *et al.* (2014) review-artikel, minskar *S. ruminantium* i antal under vomacidosis på grund av dess känslighet mot lågt pH. När ett foder som skulle inducera subakut vomacidosis gavs till kor i en studie gjord av Mao *et al.* (2013) så ökade de bakteriella proportionerna av *Bifidobacterium*. Både Fernando *et al.* (2010) och Petri *et al.* (2013) visade att *S. ruminantium* ökar när kor drabbas av subakut vomacidosis.

4.2.1. Subakut och akut vomacidosis

Stor del av händelseförloppet som sker i akut vomacidosis sker också i subakut vomacidosis (Eger *et al.* 2018), men de laktatutnyttjande bakterierna, som *S. ruminantium* och *M. elsdenii* ökar (Fernando *et al.* 2010; Petri *et al.* 2013) istället för att vid akut vomacidosis minska som Nocek (1997) beskriver. Även Chiquette *et al.* (2012) såg en ökning av *M. elsdenii* och menar att så länge *M. elsdenii* har möjlighet att utnyttja det laktat som produceras av andra bakterier i vommen under subakut vomacidosis kommer ingen ackumulering av laktat ske. Fibrolytiska bakterier, som *Fibrobacter succinogenes* och *Ruminococcus albus* har förmågan att smälta cellulosa (Koike & Kobayashi 2009) och anses vara en del av de viktigaste bakterierna i vommen som utnyttjar cellulosa i sin digestion (Chiquette *et al.* 2012). Dessa bakterier minskar i antal när kor byter foderstat, från hög andel fiber i foderstaten till hög andel spannmål (Fernando *et al.* 2010; Chiquette *et al.* 2012; Petri *et al.* 2013). Petri *et al.* (2013) menar att minskningen av *Ruminococcus* spp. när djuren fick hög andel spannmål kanske inte beror på vomacidosis, utan förändringen sker på grund av foderstatens minskade fiberinnehåll, vilket är det substrat de använder i sin metabolism. Chiquette *et al.* (2012) såg en minskning av *Ruminococcus flavefaciens*, dock var minskningen liten och skillnaden var inte signifikant. Khafipour *et al.* (2009) såg till skillnad från Chiquette *et al.* (2012) att *R. flavefaciens* ökade när djuren fick foder som skulle inducera en mild subakut vomacidosis. Bakterier som använder sig av cellulosa i sin metabolism är kända för att vara känsliga mot lågt pH (Chiquette *et al.* 2012; Russell & Wilson 1996), dock verkar *R. flavefaciens* vara mer resistent mot lågt pH jämfört med andra bakterier med liknande metaboliska egenskaper (Chiquette *et al.* 2012). Tabell 1 ger en översikt för skillnaderna mellan subakut vomacidosis och akut vomacidosis.

Skillnaden på subakut och akut vomacidos är att den akuta formen visar symptom medan den subakuta formen visar milda eller inga symptom. Dessutom har den akuta formen en viss mortalitet till skillnad från den subakuta formen (Hernández *et al.* 2014). Både subakut och akut vomacidos har fång som utfall (Pacheco & Cruz 2015). Ett bra riktmedel för att identifiera om en ko har drabbats av subakut vomacidos är pH-brytningspunkten 5.5 för vomvätskan (Duffield *et al.* 2004; Garrett *et al.* 1999). Betydelsen av laktatkoncentrationer i vommen verkar också vara olika för den subakuta och akuta formen. Totala mängden organiska syror är av större betydelse i subakut vomacidos och akut vomacidos beror mer på laktatkoncentrationer (e.g. Burrin & Bratton 1986; Nagaraja *et al.* 1981; sammanfattat av Meyer & Bryant 2017). Det sker förändringar i bakteriepopulationerna i båda formerna, men det är större skillnader i den akuta formen jämfört med den subakuta formen (Hernández *et al.* 2014). Mikrosamhället i vommen förändras signifikant i respons till båda formerna av vomacidos, men det har också en förmåga att kunna återhämta sig inom en vecka (Eger *et al.* 2018). Andelen kor som drabbas av subakut vomacidos verkar variera, från 11 till 26 % men kan vara högre på gårdsnivå (Enemark 2008). Kor drabbas av akut vomacidos när ett stort överskott av spannmål konsumeras (Stone 2004).

Tabell 1. Skillnader mellan subakut och akut vomacidos

Förändringar	Subakut vomacidos	Akut vomacidos
Mortalitet	Nej	Ja
Symptom	Milda/ej synliga	Synliga
Förändringar i bakteriepopulationer	Ja	Ja
Fång som utfall	Ja	Ja
<i>Megasphaera elsdenii</i>	Ökar	Minskar
Betydande ämne	Totala mängden organiska syror	Laktat

4.3. Toxiska ämnen

Endotoxiner, som lipopolysackarider, och histaminer kan utsöndras av gramnegativa bakterier som dör och sprängs. Dessa kan lätt tas upp via vomväggen om denna har skadats av vomacidosis. Ämnena kan också bidra till följsjukdomar, som trumsjuka och fång. Om pH i vommen inte stabiliseras kan syrorna tas upp i blodet genom den skadade vomväggen och allmän acidosis kan bli utfallet (e.g. Galyean & Rivera 2003; Nagaraja *et al* 2007; Huber 1976; Russel 1998; sammanfattat av Meyer & Bryant 2017).

Histidin-dekarboxylas är ett enzym som produceras av bakterier från fylum *Lactobacilli*. Enzymet aktiveras vid lågt pH och omvandlar då aminosyran histidin till signalsubstansen histamin och koldioxid (Schelp *et al.* 2001). En bakterie som upptäcktes av Garner *et al.* (2002), *Allisonella histaminiformans*, visade sig utnyttja histidin i sin metabolism som sin huvudsakliga energikälla och har histamin som sin slutprodukt. *A. histaminiformans* producerar inte VFA, och kunde inte detekteras i vommen hos kor som utfodrats med grovfoder, men kunde isoleras från de prover som tagits från kor som fick spannmål i sin foderstat. *A. histaminiformans* tillväxer i medium innehållande histidin, jästextrakt och butyrat (Garner *et al.* 2002).

5. Diskussion

Syftet med arbetet var att undersöka kopplingen mellan mikrobiotan i vommen och fång hos kor; hur mikrobiotan i vommen påverkas av vomacidosis och vilka följder det får för fång hos kor. Det finns flera studier som visar att mikrobiotan i vommen påverkas och förändras när vomacidosis induceras, både i den subakuta och akuta formen av vomacidosis (Nocek 1997; Garner *et al.* 2002; Donovan *et al.* 2004; Fernando *et al.* 2010; Petri *et al.* 2013; Eger *et al.* 2018). Garner *et al.* (2002) säger att histamin kan orsaka fång, men artiklarna som refereras till detta är från 1970- och 1980-talet. Detsamma gäller för artikeln gjord av Donovan *et al.* (2004) där artikeln som refereras till påståendet om endotoxinernas och histaminets roll är från 1993. En nyare artikel menar att kopplingen mellan histamin och fång fortfarande är oklar, dock finns det bevis för att injicerat histamin, endotoxiner och laktat orsakar fång (Lean *et al.* 2013).

Kor som är särskilt känsliga för att drabbas av fång är förstakalvare (Phillips 2010). Stora förändringar i fiberinnehåll och energi i foderstaten från tiden innan kalvning till tidig laktation är en utmaning för vomepitelet och vommens mikrober och ökar risken för vomacidosis och subklinisk fång (Donovan *et al.* 2004). Vomväggens papiller tillväxer när kon ges en foderstat innehållande spannmål och utvecklingen tar ungefär 5 veckor under exponeringen av spannmålen (Phillips 2010). Denna utveckling är särskilt viktig för förstakalvare som går igenom utvecklingen av papillerna för första gången och då är en mixad fodergiva att föredra framför separat utfodring av grovfoder och spannmål, eller annat koncentrerat fodermedel (Phillips 2010). En plötslig ökning av spannmål i foderstaten ger inte mikroberna möjlighet att anpassa sig till den nya foderstaten tillräckligt snabbt utan att en sänkning av pH äger rum.

Hernández *et al.* (2014) beskriver i sin review-artikel att *S. ruminantium* minskar, men specificerar inte om detta sker vid subakut eller akut vomacidosis, medan Fernando *et al.* (2010) och Petri *et al.* (2013) ser en ökning, dock ger ingen av dem ett pH-värde vid provtagningarna. Denna oenighet är förmodligen ett resultat av olika pH-nivåer vid provtagningarna. *S. ruminantium* ökar troligtvis vid subakut vomacidosis och minskar vid akut vomacidosis, på samma sätt som *M. elsdenii* gör.

En långsam övergång till ökad andel spannmål i fodergivan kan vara en strategi för att minska risken för subakut vomacidosis och akut vomacidosis. Som Chiquette *et al.* (2012) beskriver, så kan ackumulation av laktat undvikas så länge *M. elsdenii* och andra laktatkonsumerande bakterier hinner använda det laktat som produceras i vommen. Eftersom lågt pH är ett faktum vid akut vomacidosis och *Lactobacilli* spp. tillväxer vid lågt pH, vilket leder till ännu en sänkning av pH, så aktiveras histidin-dekarboxylas, som produceras av *Lactobacilli* spp. Detta betyder att histamin kommer att vara närvarande i vommen under akut vomacidosis oavsett om *A. histaminiformans* förekommer i mikrosamhället eller ej.

De foder som har getts till kor för att inducera subakut vomacidosis för att kunna undersöka förändringarna i bakteriepopulationerna har bestått av stora delar spannmål, över 80 % av fodergivan (Fernando *et al.* 2010; Petri *et al.* 2013). Fernando *et al.* (2010) beskriver att det är vanligt att genomföra en upptrappning av spannmål i foderstaten till nötkreatur som hålls i så kallade ”feedlots” inför deras slutgödning. Jag har uppfattningen att denna formen av djurhållning inte förekommer i Sveriges nötkreaturproduktion. Jordbruksverket (2019) säger att nötkreatur ska ha fri tillgång till grovfoder från två veckors ålder och fodret ska ”garantera att dina nötkreatur får en tillräcklig, allsidig och välbalanserad näringstillförsel”. Därmed tror jag att akut vomacidosis är ovanligt, som Stone (2004) säger så krävs det stora överskott av spannmål för att akut vomacidosis ska utvecklas.

En förebyggande åtgärd som troligen kan utvecklas i framtiden är värmekameror i moderna mjölkningssystem för att upptäcka fång, eller andra klövhälsoproblem, i tidigt stadiet. Studien gjord av Nikkhah *et al.* (2005) visade att värmekameror kunde vara till hjälp för att upptäcka förändringar i klövarna. Dock kunde inte slutsatsen dras att värmekameror kan vara ett lämpligt instrument för att upptäcka subklinisk fång i studien gjord av Wilhelm *et al.* (2015). Däremot kunde Lin *et al.* (2018) visa att klövars temperatur var starkt kopplat till kornas rörelsemönster, där halta kor hade högre temperatur i klövarna jämfört med de kor som inte visade några tecken på hälta. När tecken på fång blir synliga bör andelen lättillgängliga kolhydrater i foderstaten minska. På så vis bryts den negativa spiralen (Figur 1) och pH i vommen borde stabiliseras inom kort. Eger *et al.* (2018) beskriver i sin studie att vommens pH var återställd efter 1 dygn och laktatkoncentrationerna efter 2 dygn när deras ”acidosis-utfodring” avslutades.

5.1. Slutsats

En balanserad mikrobiota i vommen är avgörande för kons hälsa och beror till stor del av foderstatens innehåll och utfodringsstrategier. En obalanserad mikrobiota kan leda till sänkt pH, som kan orsaka försämrad klövhälsa och leda till fång. Därför är det viktigt att vid foderbyten införa den nya foderstaten gradvis för att ge mikroberna förutsättningar att på ett balanserat sätt förändras och anpassa sig till de nya betingelserna utan att det symbiotiska förhållandet rubbas. Att förstå händelseförloppet för vomacidosis och fång underlättar utformningen av utfodringsstrategier för att undvika sjukdomen.

Referenser

- Alvåsen, K. (2014-04-16). *On-farm cow mortality in Swedish dairy herds*. Diss. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet Tillgänglig: <https://pub.epsilon.slu.se/11128/> [2020-04-08]
- Brulc, J.M., Antonopoulos, D.A., Berg Miller, M.E., Wilson, M.K., Yannarell, A.C., Dinsdale, E.A., Edwards, R.E., Frank, E.D., Emerson, J.B., Wacklin, P., Coutinho, P.M., Henrissat, B., Nelson, K.E. & White, B.A. (2009). Gene-centric metagenomics of the fiber-adherent bovine rumen microbiome reveals forage specific glycoside hydrolases. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 106 (6), ss. 1948–1953 DOI: 10.1073/pnas.0806191105
- Chiquette, J., Allison, M.J. & Rasmussen, M. (2012). Use of *Prevotella bryantii* 25A and a commercial probiotic during subacute acidosis challenge in midlactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 95 (10), ss. 5985–5995 DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5511>
- Cook, N.B. (2003). Prevalence of lameness among dairy cattle in Wisconsin as a function of housing type and stall surface. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 223 (9), ss. 1324–1328 DOI: 10.2460/javma.2003.223.1324
- Costa, J.H.C., Burnett, T.A., von Keyserlingk, M.A.G. & Hötzel, M.J. (2018). Prevalence of lameness and leg lesions of lactating dairy cows housed in southern Brazil: Effects of housing systems. *Journal of Dairy Science*, vol. 101 (3), ss. 2395–2405 DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13462>
- Danscher, A.M., Toelboell, T.H. & Wattle, O. (2010). Biomechanics and histology of bovine claw suspensory tissue in early acute laminitis. *Journal of Dairy Science*, vol. 93 (1), ss. 53–62 DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2038>
- Doetsch, R.N. & Robinson, R.Q. (1953). The Bacteriology of the Bovine Rumen: A Review. *Journal of Dairy Science*, vol. 36 (2), ss. 115–142 DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(53\)91468-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(53)91468-4)
- Donovan, G.A., Risco, C.A., DeChant Temple, G.M., Tran, T.Q. & van Horn, H.H. (2004). Influence of Transition Diets on Occurrence of Subclinical Laminitis in Holstein Dairy Cows*. *Journal of Dairy Science*, vol. 87 (1), ss. 73–84 DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73144-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73144-6)
- Duffield, T., Plaizier, J., Fairfield, A., Bagg, R., Vessie, G., Dick, P., Wilson, J., Aramini, J. & McBride, B. (2004). Comparison of Techniques for Measurement of Rumen pH in Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy*

- Science*, vol. 87 (1), ss. 59–66 Elsevier Inc. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73142-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73142-2)
- Eger, M., Riede, S. & Breves, G. (2018). Induction of a transient acidosis in the rumen simulation technique. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, vol. 102 (1), ss. 94–102 DOI: <https://doi.org/10.1111/jpn.12662>
- Enemark, J.M., (2008). The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): A review. *The Veterinary Journal*, vol. 176 (1), ss. 32–43 Elsevier Ltd. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.021>
- Espejo, L.A., Endres, M.I. & Salfer, J.A. (2006). Prevalence of Lameness in High-Producing Holstein Cows Housed in Freestall Barns in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, vol. 89 (8), ss. 3052–3058 DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72579-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72579-6)
- Fernando, S.C., Purvis, H.T., 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*, vol. 76 (22), ss. 7482–7490. DOI: [10.1128/AEM.00388-10](https://doi.org/10.1128/AEM.00388-10)
- Garner, M.R., Flint, J.F. & Russell, J.B. (2002). *Allisonella histaminiformans* gen. nov., sp. nov.: A Novel Bacterium that Produces Histamine, Utilizes Histidine as its Sole Energy Source, and Could Play a Role in Bovine and Equine Laminitis. *Systematic and Applied Microbiology*, vol. 25 (4), ss. 498–506. DOI: <https://doi.org/10.1078/07232020260517625>
- Garrett, E.F., Pereira, M.N., Nordlund, K.V., Armentano, L.E., Goodger, W.J. & Oetzel, G.R. (1999). Diagnostic Methods for the Detection of Subacute Ruminal Acidosis in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 82 (6), ss. 1170–1178 DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75340-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75340-3)
- Golder, H.M., Denman, S.E., McSweeney, C., Celi, P. & Lean, I.J. (2014). Ruminal bacterial community shifts in grain-, sugar-, and histidine-challenged dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, vol. 97 (8), ss. 5131–5150. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8003>
- Hernández, J., Benedito, J.L., Abuelo, A. & Castillo, C. (2014). Ruminal Acidosis in Feedlot: From Aetiology to Prevention. *The Scientific World Journal*, vol. 2014, p. 702572. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/702572>
- Hernandez, J.D., Scott, P.T., Shephard, R.W. & Jassim, R.A.M.A. (2008). The characterization of lactic acid producing bacteria from the rumen of dairy cattle grazing on improved pasture supplemented with wheat and barley grain. *Journal of Applied Microbiology*, vol. 104 (6), ss. 1754–1763. DOI: [10.1111/j.1365-2672.2007.03696.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03696.x)
- Jami, E. & Mizrahi, I. (2012). Composition and Similarity of Bovine Rumen Microbiota across Individual Animals. (López-García, P., red.) *PLoS ONE*, vol. 7 (3), s. e33306 DOI: [10.1371/journal.pone.0033306](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033306)
- Jordbruksverket (2019). Djurskyddsbestämmelser Nötkreatur. [Broschyr]. Jönköping: Jordbruksverket. Jordbruksinformation. Tillgänglig:

- https://www2.jordbruksverket.se/download/18.29f2c2f51624fb1736d1d96b/1521791495008/jo18_5.pdf [2020-05-12]
- Jordbruksverket (2014). Bra vallfoder till mjölkkor. [Broschyr]. Jönköping: Jordbruksverket. Jordbruksinformation. Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/download/18.37e9ac46144f41921cd1702b/1401960554841/jo14_10.pdf [2020-05-12]
- Khafipour, E., Li, S., Plaizier, J.C. & Krause, D.O. (2009). Rumen Microbiome Composition Determined Using Two Nutritional Models of Subacute Ruminal Acidosis. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 75 (22), ss. 7115–7124. DOI: 10.1128/AEM.00739-09
- Koike, S. & Kobayashi, Y. (2009). Fibrolytic Rumen Bacteria: Their Ecology and Functions. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, vol. 22 (1), ss. 131–138. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2009.r.01>
- Lean, I.J., Westwood, C.T., Golder, H.M. & Vermunt, J.J. (2013). Impact of nutrition on lameness and claw health in cattle. *Livestock science*, vol. 156 (1-3), ss. 71–87 Elsevier B.V. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.06.006>
- Lin, Y., Mullan, S. & Main, D.C.J. (2018). Optimising lameness detection in dairy cattle by using handheld infrared thermometers. *Veterinary Medicine and Science*, vol. 4 (3), ss. 218–226. DOI: 10.1002/vms3.104
- Mao, S.Y., Zhang, R.Y., Wang, D.S. & Zhu, W.Y. (2013). Impact of subacute ruminal acidosis (SARA) adaptation on rumen microbiota in dairy cattle using pyrosequencing. *Anaerobe*, vol. 24, ss. 12–19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2013.08.003>
- Meyer, N.F. & Bryant, T.C. (2017). Diagnosis and Management of Rumen Acidosis and Bloat in Feedlots. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, vol. 33 (3), ss. 481–498. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.06.005>
- Mgasa, M.N. (1987). Bovine pododermatitis aseptica diffusa (laminitis) aetiology, pathogenesis, treatment and control. *Veterinary Research Communications*, vol. 11 (3), ss. 235–241. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00570921>
- Millen, D. D., Pacheco, R. D. L., da Silva Cabral, L., Cursino, L. L., Watanabe, D. H. M. & Rigueiro, A. L. N. (2016). Ruminal Acidosis. I: Millen, D. D., De Beni Arrigoni, M. & Paheco, R. D. L. Rumenology. Cham: Springer International Publishing, ss. 127-156.
- Nikkhah, A., Plaizier, J.C., Einarson, M.S., Berry, R.J., Scott, S.L. & Kennedy, A.D. (2005). Short Communication: Infrared Thermography and Visual Examination of Hooves of Dairy Cows in Two Stages of Lactation. *Journal of Dairy Science*, vol. 88 (8), ss. 2749–2753. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72954-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72954-4)
- Nocek, J.E. (1997). Bovine Acidosis: Implications on Laminitis. *Journal of Dairy Science*, vol. 80 (5), ss. 1005–1028. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76026-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76026-0)

- O'Callaghan, K.A., Cripps, P.J., Downham, D.Y. & Murray, R.D. (2003-11). Subjective and objective assessment of pain and discomfort due to lameness in dairy cattle. *Animal welfare*, vol. 12 (4) ss. 605-610.
Tillgänglig:
<https://www.ingentaconnect.com/contentone/ufaw/aw/2003/00000012/0000004/art00024#> [2020-05-20]
- Petri, R.M., Schwaiger, T., Penner, G.B., Beauchemin, K.A., Forster, R.J., McKinnon, J.J. & McAllister, T.A. (2013). Characterization of the Core Rumen Microbiome in Cattle during Transition from Forage to Concentrate as Well as during and after an Acidotic Challenge. *PLoS ONE*, vol. 8 (12) p. e83424. DOI: 10.1371/journal.pone.0083424
- Phillips, C.J.C. (2010). Principles of cattle production . 2. ed. Wallingford: CABI.
- Russell, J.B. & Wilson, D.B. (1996). Why Are Ruminal Cellulolytic Bacteria Unable to Digest Cellulose at Low pH? *Journal of Dairy Science*, vol. 79 (8), ss. 1503–1509. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76510-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76510-4)
- Sadiq, M.B., Ramanoon, S.Z., Shaik Mossadeq W.M., Mansor, R. & Syed-Hussain, S.S. (2017). Association between Lameness and Indicators of Dairy Cow Welfare Based on Locomotion Scoring, Body and Hock Condition, Leg Hygiene and Lying Behavior. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, vol. 7 (11). DOI: <https://doi.org/10.3390/ani7110079>
- Schelp, E., Worley, S., Monzingo, A.F., Ernst, S. & Robertus, J.D. (2001). pH-induced structural changes regulate histidine decarboxylase activity in *Lactobacillus 30a11* Edited by R. Huber. *Journal of Molecular Biology*, vol. 306 (4), ss. 727–732. DOI: <https://doi.org/10.1006/jmbi.2000.4430>
- Stone, W., (2004). Nutritional Approaches to Minimize Subacute Ruminal Acidosis and Laminitis in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 87 (S), pp. E13–E26 Elsevier Inc. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70057-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70057-0)
- Sun, H.-Z., Xue, M., Guan, L.L. & Liu, J. (2019). A collection of rumen bacteriome data from 334 mid-lactation dairy cows. *Scientific Data*, vol. 6 (1), s. 180301. DOI: 10.1038/sdata.2018.301
- Svensk mjölk (2003). Kvalitetssäkrad utfodring – Mjölkkor. Stockholm: Svensk mjölk. Tillgänglig: <https://www.lrf.se/om-lrf/organisation/branschavdelningar/lrf-mjolk/mjolkkvalitet-nutrition/branschriktlinjer/kvalitetsakrad-mjolkproduktion/>
- Wilhelm, K., Wilhelm, J. & Fürll, M. (2015). Use of thermography to monitor sole haemorrhages and temperature distribution over the claws of dairy cattle. *The Veterinary Record*, vol. 176 (6), s. 146. DOI: 10.1136/vr.101547
- Zhou, M., Chen, Y. & Guan, L.L. (2015) Rumen Bacteria I: Puniya, A.K., Rameshwar, S. & Kamra, D.N. (red) Rumen Microbiology: From Evolution to Revolution. New Delhi: Springer India, ss. 79-90

Icke publicerat material

Åkerström, F. (2020) *Växa Sverige*. Personlig kommunikation via mail.

Övriga källor

Vid översättning av kövsjukdomar har en klövatlas använts:

Växa (2013). *Nordisk klövatlas – definitioner av klövdiagnoser*. Tillgänglig:
<https://www.vxa.se/globalassets/dokument/fordjupningar/se-claw-atlas-2013-08-29-webb.pdf> [2020-05-03].