



Fermenterat blötfoder till gris



Foto av: Christina Claesson

Av
Jenny Karlsson

Engelsk titel: Fermented liquid feed for pigs
Handledare: Karin Lyberg
Inst. för husdjurens utfodring och vård
Examinator: Jan Erik Lindberg

Husdjursvetenskap - Examensarbete 15hp
Litteraturstudie
SLU, Uppsala 2009

Abstract

The purpose of this literature study was to examine what kind of composition fermented liquid feed can have, what a desired composition is and possible advantages and disadvantages on health and growth performance of the pig. A well fermented liquid feed is characterized by a low pH (<4,5), a high content of lactic acid bacteria (10^9 cfu/g feed) and yeast (10^6 cfu/g feed), a high concentration of lactic acid (150 mmol/l feed) and as low counts of enterobacteria as possible. Good hygienic quality, palatability and nutritive value of the feed are of great importance. However, to achieve this is not simple and the results vary. Factors like the amount of feed left in the tank, the amount of time that the feed is left to ferment, the temperature of the feed, possible additives like a starter culture or an acid and different feedstuffs influence the fermentation process and the final product. The effects on the nutritional composition of the feed seem to be mostly positive in spite of the risk of impaired palatability. The influence on growth performance and health appear to be dependent on the hygienic quality of the feed but no clear-cut improving results have been reported. Although, some results implies that newly weaned pigs fed a well fermented liquid feed show improved growth performance and health which might depend on the probiotic traits of the feed.

Sammanfattning

Syftet med den här litteraturstudien var att studera vilken sammansättning fermenterat foder kan ha, vad som är en önskvärd sammansättning samt eventuella fördelar och nackdelar med fermenterat foder med avseende på tillväxt och hälsa hos grisen. Ett bra fermenterat foder karaktäriseras av ett lågt pH (<4,5), högt antal mjölksyrabakterier (10^9 cfu/g foder) och jäst (10^6 cfu/g foder), hög koncentration av mjölksyra (150 mmol/l foder) samt ett så lågt antal enterobakterier som möjligt. Parametrar som god hygienisk kvalitet, smaklighet och näringsmässigt innehåll är viktiga. Att uppnå detta är dock inte enkelt och resultaten varierar. Faktorer som mängd foder som lämnas kvar i tanken, tiden som fodret tillåts fermentera, temperaturen som fodret har, eventuella tillsatser i form av starterkultur eller syra samt ingående foderråvaror påverkar fermentationsprocessen och den slutliga produkten. Inverkan på fodrets näringsmässiga sammansättning tycks till största delen positiv trots risker för försämrade smaklighet. Effekter på tillväxt och hälsa verkar vara kopplade till fodrets hygieniska kvalitet men några entydigt förbättrande resultat har inte rapporterats. Vissa resultat tyder dock på att nyligen avvanda grisar som utfodras med ett bra fermenterat blötfoder uppvisar bättre tillväxt och hälsa vilket bl.a. kan bero på fodrets probiotiska egenskaper.

Introduktion

Intresset för att använda blötlagt foder till grisar har ökat i Europa (Canibe et al., 2007) bl.a. sedan reglerna kring antibiotikaanvändning blivit mer restriktiva (EU-kommissionen, 2009). Ett blötlagt foder som är väl fermenterat har probiotiska egenskaper och kan förhindra förekomsten av koliforma bakterier i fodret och på så vis kompensera användningen av antibiotika (Mikkelsen och Jensen, 1998). Blötfoder framställs genom att man blandar ett torrt, spannmålsbaserat fodermedel med vatten eller något annat blött fodermedel t.ex. vassle eller drank. Förutom vassle och drank används även andra biprodukter från livsmedelsindustrin såsom potatisskal och vetestärkelse (Scholten et al., 1999). Att utnyttja restprodukter kan vara både miljövänligt och ekonomiskt (Brooks et al., 2003a). Blötlagt foder delas upp i fermenterat och icke-fermenterat. I

ett icke-fermenterat foder har ingredienserna blandats precis innan utfodring och i princip ingen fermentering har hunnit äga rum. Ett fermenterat foder har lagrats under en viss tid och en kemisk process (fermentation) har påbörjats (Canibe och Jensen, 2003). Ett väl fermenterat foder har ett bra näringsinnehåll samt en god smaklighet (Niven et al., 2004) och hygienisk kvalitet (Canibe et al., 2007). I praktiken fungerar användningen av fermenterat foder för det mesta bra och fodret ger goda produktionsresultat. Ibland sker dock en oönskad tillväxt av mikroorganismer i utfodringssystemet och fodret blir mindre bra. Felfermenteringar innebär extraarbete och framförallt ökade kostnader för bönderna vilket naturligtvis inte är hållbart i längden (Lyberg, 2009, personligt meddelande).

I Sverige används blötfoder uppskattningsvis till cirka 80% av landets slaktsvin. Användningen är något högre i de västra delarna av landet än i t.ex Skåne (Mattson, 2009, personligt meddelande). Blötfoder utfodras med hjälp av automatiserade anläggningar. Behållare för torrt och blött foder leder vidare till en blandartank, som står på vågceller, med omrörare. Därifrån går ett rörsystem ut i stallet för utfodring. Oftast finns en viss andel foder kvar i blandartanken, s.k. restmängd, när nytt foder ska blandas (Karlsson, 2000). Restmängden innehåller en redan etablerad mikroflora och används i syfte att ha en positiv påverkan på de nya foderråvarorna (Moran et al., 2006).

Syftet med den här litteraturstudien var att studera vilken sammansättning fermenterat foder kan ha, vad som är en önskvärd sammansättning samt eventuella fördelar och nackdelar med fermenterat foder med avseende på tillväxt och hälsa hos grisen.

Fermentation och fodermedel

Fermentationsprocesser är mikrobiella processer som kan påverka foder och mat av olika slag. I fermenterat foder har de flesta mikroorganismer följt med foderråvarorna men olika typer av starterkulturer som innehåller mikroorganismer kan också tillsättas (Jensen och Mikkelsen, 2001). Beroende på vilken sorts råvara som används medföljer bl.a. olika typer av mikroorganismer och detta påverkar i sin tur fermentationsprocessen och blötfodrets biokemiska egenskaper (Lyberg et al., 2007). I försöket av Lyberg et al. (2007) där olika blöta foderråvaror (vatten, vassle eller drank) användes påvisades signifikanta skillnader med avseende på mikroorganismer, vissa syror och pH mellan de olika fermenterade blötfodren. Foderråvaror har även olika buffrande förmåga vilket påverkar möjligheten att uppnå ett bra pH (<4,5) (McDonald et al., 2002). Beroende på hur fodret behandlas tar det olika lång tid för det att uppnå ett s.k. stabilt tillstånd. Detta innebär att fodret besitter goda egenskaper som lågt pH (<4,5), högt antal mjölksyrabakterier (10^9 cfu/g foder) och jäst (10^6 cfu/g foder), hög koncentration av mjölksyra (150 mmol/l foder) (Jensen och Mikkelsen, 2001) samt ett så lågt antal enterobakterier som möjligt (Canibe et al., 2007). Ett stabilt tillstånd med avseende på arter av mikroorganismer i det fermenterade fodret är dock svårt att definiera. Detta eftersom stor variation av t.ex. mjölksyrabakterier och jäst har observerats (Olstorpe et al., 2008).

Mikroorganismer och deras fermentationsprodukter

De mikroorganismer som är mest intressanta i fermenterat foder är mjölksyrabakterier, jäst och enterobakterier (Moran et al., 2006; Canibe et al., 2007; Lyberg et al., 2007). Mjölksyraproducerande bakterier är grampositiva stavar eller kocker och deras främsta

energikälla är olika sockerarter. Exempel på släkten är *Streptococcus*, *Pediococcus* och *Lactobacillus*. De flesta mjölksyrabakterier är fakultativt anaeroba d.v.s. de kan växa både med och utan syre. Huvudsaklig fermentationsprodukt är mjölksyra men medan vissa enbart producerar detta (homofermentativa), producerar andra mjölksyra och t.ex. etanol och koldioxid (heterofermentativa). Det huvudsakliga resultatet av den producerade mjölksyran är en pH-sänkning. Lactobacilli tål oftast miljöer med lägre pH (runt 4) än andra mjölksyrabakterier och därför är det främst de som finns kvar i slutet av fermentationsprocesser. Jäst är encelliga svampar och de flesta tillhör gruppen Ascomyceter. Jäst är fakultativt aeroba och i fermentationsprocessen producerar de etanol och koldioxid av olika sockerarter. Exempel på släkten är *Saccharomyces*, *Kluyveromyces* och *Candida*. Enterobakterier är gramnegativa stavar och de är fakultativt aeroba. Även dessa bakterier använder socker som energikälla och producerar en rad olika ämnen såsom syrorna ättiksyra och mjölksyra samt etanol och koldioxid under fermentationen. Exempel på släkten är *Escherishia*, *Salmonella* och *Klebsiella*. Många enterobakterier är patogena och är därför inte önskvärda i foder. Koliforma bakterier tillhör i de flesta fall gruppen enterobakterier och används ofta som indikator för kontaminerat vatten. Detta eftersom många koliforma bakterier lever i tarmen hos djur och människor (Madigan & Martinko, 2006).

I olika typer av fermenterat foder finns många olika arter av mjölksyrabakterier och jäst. Temperaturen spelar stor roll för vilken art som dominerar. Beroende på variationen kan det vara svårt att göra en generell bedömning av mikroorganismernas påverkan (Olstorpe et al., 2008).

Restmängd, tid och temperatur

Mängden foder som lämnas kvar i blandartanken, tiden som fodret tillåts fermentera och vilken temperatur man har på foderblandningen påverkar fermentationsprocessen. Man har bland annat sett att det totala antalet mikroorganismer i fermenterat foder ökar under de första fem dagarna för att sedan stabiliseras (Geary et al., 1996; Russel et al., 1996). I en studie av Moran et al. (2006) blandades vete och vatten med en starterkultur bestående av *Lactobacillus plantarum* och *Pediococcus pentosaceus*. Restmängder, preparerade på samma sätt som beskrivits och fermenterade under 48 timmar tillsattes i olika stora mängder. Temperaturen var ca 24°C. Resultaten visade att mjölksyrabakterier och mjölksyra var de huvudsakliga komponenterna som överfördes via restmängden. Vid uppstarten av försöket innebar därför större restmängd ett lägre pH. Hos kontrollen, där ingen restmängd tillsattes, var pH-värdet signifikant högre. Sett till hela försöket visade sig en restmängd på 20% vara mest effektiv för att reducera antalet koliforma bakterier. Större restmängd gav alltså inga uppenbara fördelar i det här fallet. Vidare kunde man konstatera att ett förhållande mellan pH och mängden koliforma bakterier föreligger eftersom det krävdes ett pH under 4 i minst 24 timmar för att helt eliminera dessa. I ett försök av Jensen och Mikkelsen (2001) visade man att ju högre temperatur som tillämpas desto snabbare nås önskat pH (<4,5). En låg temperatur kräver längre fermentationstid.

Olika typer av tillsatser

Ett bra fermenterat blötfoder kan tas fram genom att enbart blanda ett torrt fodermedel med vatten. Det tar dock 3-5 dagar innan ett sådant foder når stabilt tillstånd där koliforma bakterier ligger på en konstant låg nivå. Ett sätt att påskynda och kontrollera processen kan vara att tillsätta någon form av starterkultur (Jensen och Mikkelsen, 2001) eller syra. Canibe et al. (2007) visade

att tillsats av myrsyra, vilket ger en sänkning av pH-värdet, effektivt förhindrar tillväxt av enterobakterier i blötfoder under de första timmarna av fermentationen. Samtidigt inhiberas även mjölksyrabakterier i viss utsträckning. Utan myrsyratillsats ökar antalet enterobakterier under de första 24 timmarna av fermentationen, till följd av ett lågt antal mjölksyrabakterier och därför ett högt pH (ca 6), för att sedan minska. Tillbakagången beror på ett ökat antal mjölksyrabakterier som genererar en hög andel mjölksyra (ca 150 mmol/kg fermenterat blötfoder) vilket i sin tur ger ett lågt pH (<4,5) (Jensen och Mikkelsen, 2001). I studien av Canibe et al. (2007) observerades ett mer varierande pH-värde hos den kontroll som inte hade någon tillsats av syra. Varje gång nytt foder och vatten tillsattes ökade pH för att sedan minska med inkubationstiden. Hos fodren med syratillsats var pH-värdet hela tiden mer stabilt. Starterkulturer av olika slag finns att köpa och de innehåller ofta mjölksyrabakterier. Det har visat sig att starterkulturer kan bidra till en snabbare pH-sänkning i fodret på samma vis som tillsatser med syra (Jensen och Mikkelsen, 2001). Plumed-Ferrer och Wright (2009) ansåg att någon form av starterkultur med mjölksyrabakterier är nödvändig för att snabbt få igång en god fermentationsprocess.

Hur påverkas fodersammansättningen av fermenteringen?

Smältbarheten hos ett fodermedel beror till hög grad på fodrets fiberandel. Både typ av fibrer och mängd spelar viktig roll. Grisar har en begränsad förmåga att bryta ner fibrer och detta gäller särskilt den unga grisen där även de stärkelsenedbrytande enzymerna har en låg aktivitetsgrad. "Neutral detergent fibre" (NDF) består huvudsakligen av lignin, cellulosa och hemicellulosa (McDonald et al., 2002). I ett försök av Lyberg et al. (2006) påvisades en minskad andel NDF i fermenterat foder samt en ökad ileal smältbarhet av organisk substans (organic matter, OM) och NDF. En högre ileal smältbarhet av NDF i fermenterat foder jämfört med kokat och obehandlat har också konstaterats (Hong och Lindberg, 2007).

Den huvudsakliga foderkällan, och därmed även energikällan, för grisar är ofta spannmål vilket är ett stärkelserikt fodermedel (McDonald, 2002). Canibe och Jensen (2003) visade att mikroorganismer i första hand använder enkla sockerarter under fermentationen. Stärkelse och icke-stärkelse polysackarider (non-starch polysaccharides, NSP) användes knappt alls. NSP utgör tillsammans med lignin huvudkomponenten i cellväggar och kan brytas ner av mikroorganismer i grisens grovtarm. Nedbrytningen ger flyktiga fettsyror som blir energi för grisen (McDonald, 2002). Inte heller Jensen och Mikkelsen (1998) kunde se någon förbrukning av stärkelse i fermenterat foder men en förlust av energi på 3,1% observerades. Jäst använder också enkla sockerarter som energikälla under fermentationsprocessen och därmed finns en viss risk för energiförluster i fodret p.g.a. den koldioxid och etanol som bildas (Beal et al., 2005). Jäst är dock rika på protein, B-vitaminer (Madigan och Martinko, 2006) och zink (McDonald, 2002) och bör därmed kunna förbättra fodersammansättningen.

Mikroorganismerna i blötfoder producerar korta fettsyror (short chain fatty acids, SCFA). Enterobakterier producerar t.ex. ättiksyra, smörsyra och propionsyra och de heterofermentativa mjölksyrabakterierna producerar bl.a. ättiksyra. Dessa SCFA är inte önskvärda i fodret eftersom de kan försämra smakligheten (Niven et al., 2004). I ett försök av Canibe och Jensen (2003) var andelen SCFA i fermenterat foder betydligt större än i torrt och blötlagt foder, till största delen beroende på den ättiksyra som bildats. Det konstaterades att foderintaget var signifikant lägre hos grisarna som fick fermenterat foder. Mjölksyra är också en SCFA som dock är önskvärd i fodret och som har en tilltalande syrlighet (Partanen et al., 2002). Fermenterat foder med en betydande

andel mjölksyra (ca 212 mmol/kg) har visat sig vara smakligt för grisar (Mikkelsen och Jensen, 1997). Precis som andra typer av fetter bidrar SCFA positivt till energiinnehållet i fodret (McDonald et al., 2002).

Fosfor är ett viktigt mineral som har flera funktioner i djurkroppen. I spannmål är det mesta av fosforet bundet i form av fytat vilket begränsar tillgängligheten för grisar (McDonald et al., 2002). Det har visat sig att jäst och mjölksyrabakterier har enzymet fytas som hydrolyserar fytat och gör fosfor tillgänglig för grisen. Mikroorganismernas aktivitet kan vara hög och i vissa fall bryts nästan all fytat ner (Reale et al., 2004). Lyberg et al. (2006) visade att andelen bunden fosfor i fermenterat foder var mindre än i torrt foder. Smältbarheten av fosfor i mag- tarmkanalen var också högre för fermenterat än för torrt foder.

Aminosyrorna lysin, treonin och metionin är essentiella för grisen och vissa tillsätts i syntetisk form till fodret (McDonald et al., 2002). En minskning av dessa aminosyror har påvisats i fermenterat foder (Canibe et al., 2007). I en studie av Canibe och Jensen (2003) påvisades en lägre andel lysin i fermenterat foder i jämförelse med torrt foder. Värdena understeg dock inte behovet för grisar. Vissa mikroorganismer, t.ex. enterobakterier, har förmågan att dekarboxylera aminosyror till biogena aminer. Många biogena aminer är giftiga (McDonald et al., 2002) och/eller ger upphov till illaluktande substanser (Madigan och Martinko, 2006). Av aminosyran lysin bildas aminen kadaverin vilken har påvisats i fermenterat foder. Niven et al. (2006) visade att en hög nivå av enterobakterien *Escherichia coli* innebar lysinförluster och en hög andel kadaverin i fodret medan nedbrytningen av lysin förhindrades av ökad andel mjölksyrabakterier och mjölksyra. Det har även visat sig att fermentationsprocessen har en positiv inverkan på smältbarheten hos ett flertal aminosyror (Lyberg et al., 2006).

Påverkan på hälsa och tillväxt

En produkt som innehåller en levande bakteriekultur, som på ett positivt sätt påverkar tarmfloran och på så vis är till fördel för djuret eller människan, kallas probiotika. Stress i samband med t.ex. avvänjning kan ge upphov till störd tarmflora. Smågrisar har dessutom en begränsad produktion av saltsyra och pH i magsäcken brukar ligga runt 3,5 istället för runt 2,0 som hos vuxna grisar (McDonald et al., 2002). Saltsyran är viktig eftersom den dödar skadliga bakterier som följer med fodret (Sjaastad et al., 2003). I stället för att använda antibiotika, som förstör både de skadliga och de goda bakterierna samt ökar risken för resistens, är t.ex. mjölksyrabakterier ett bra alternativ för att stabilisera mikrofloran i mag- tarmkanalen (McDonald et al., 2002). Mjölksyra har även visat sig vara bakterostatisk vid koncentrationer på 70 mmol och ha en baktericid effekt vid högre nivåer (>100 mmol) (Brooks et al., 2003b). Ett fermenterat foder påverkar pH:t i magsäcken hos grisar. I ett försök av Canibe och Jensen (2003) hade grisar som utfodrades med fermenterat foder ett signifikant lägre pH i magsäcksinnehållet än de grisar som fick blötlagt och torrt foder.

I tidigare nämnda försök av Canibe och Jensen (2003) utfodrades växande grisar (ålder okänd, startvikt ca 30 kg) i tre olika grupper med torrt, blötlagt respektive fermenterat foder. Grisarna som fick blötlagt foder hade en signifikant högre daglig tillväxt än grisarna som fick fermenterat foder. Foderintaget per dag var högst för det blötlagda fodret och lägst för det fermenterade. Viktökningen per kilo foder var dock likvärdig för alla tre fodertyper. Jensen och Mikkelsen (2001) har visat att det generellt sett är lättare att få framförallt avvänjningsgrisar att äta blött

istället för torrt foder. I försöket av Canibe och Jensen (2003) utfodrades det blötlagda fodret i princip direkt efter beredning men en viss fermentation hann ändå äga rum. Fodret hann inte nå stabilt tillstånd och ett högt pH, lågt antal mjölksyrabakterier, en låg koncentration av organiska syror samt ett stort antal enterobakterier påvisades. Grisarna som utfodrades med det blötlagda fodret hade signifikant högre antal enterobakterier i magsäcken och tunntarmen än de som utfodrades med torrt respektive fermenterat foder. Ett fermenterat foder kan med andra ord minska antalet enterobakterier i mag- tarmkanalen hos växande grisar. I ett annat försök av Mikkelsen och Jensen (1998) där avvänjningsgrisar (4 veckor gamla, startvikt ca 8 kg) utfodrades med blötlagt respektive fermenterat foder, noterades en sämre tillväxt hos dem som fick fermenterat foder. Det fermenterade fodret lagrades under 8 timmar, restmängden var 50% och antalet koliforma bakterier var högre än i det blötlagda fodret. Avvänjningsgrisar (ca 3 veckor gamla) användes i ett annat försök där de utfodrades med fri tillgång på torrt, pelleterat respektive blött, fermenterat foder. Resultaten visade på signifikant större tillväxt hos dem som fick fermenterat blötfoder än hos dem som fick torrt foder. I studien kunde man också konstatera att fodersvinnet av blött foder blev stort om foderträget inte var rätt utformat. Dessutom blev grisarna och deras boxar mycket smutsiga (Russel et al., 1996). I en studie av Mikkelsen och Jensen (1997) utfodrades avvänjningsgrisar (4 veckor gamla) med blötlagt respektive fermenterat foder. Större foderintag och större viktökning observerades hos grisarna som fick fermenterat foder. Dessa grisar visade även en signifikant lägre frekvens av diarré än grisarna som fick blötlagt foder.

TS-halten i blötlagt foder skiljer sig åt mellan olika besättningar. För att se om TS-innehållet påverkar tillväxten hos avvänjningsgrisar (ca 3 veckor gamla, startvikt ca 7 kg) gjordes ett foderförsök med fyra olika TS-halter. Grisarna hade fri tillgång på foder och man tittade även på vattenförbrukningen. De olika foderblandningarna visade totalt sett över fyra veckor inga signifikanta skillnader på tillväxt, foderomvandlingsförmåga eller foderintag. Ett ökat intag av vatten med ökande andel TS observerades. Periodvis var antalet koliforma bakterier i två av fodren höga. En försämrad hälsa, som visade sig i ett lindrigt utbrott av diarré, observerades bland grisarna som utfodrades med dessa två foder (Geary et al., 1996).

Diskussion

Att få ett väl fermenterat foder som håller hygieniska, smakliga och näringsmässiga krav tycks inte vara helt enkelt. Förutsättningarna på olika gårdar avviker med all sannolikhet från varandra både vad gäller ingående fodermedel och utfodringssystem men även tiden fodret fermenteras och vilken temperatur fodret har. Målet som ska uppnås, ett näringsrikt och hygieniskt foder, är dock detsamma. Syftet med den här litteraturstudien var att studera vilken sammansättning fermenterat foder kan ha, vad som är en önskvärd sammansättning samt eventuella fördelar och nackdelar med fermenterat foder med avseende på tillväxt och hälsa hos grisen.

Sambandet mellan tid och temperatur för att få ett lågt pH, där oönskade enterobakterier reduceras, visades av Jensen och Mikkelsen (2001). Har blötfodret en låg temperatur krävs en längre lagring innan utfodring och tvärtom. Att nå ett lågt pH på kort tid är önskvärt eftersom antalet enterobakterier reduceras snabbare. För att uppnå detta har tillsatser i form av starterkultur eller syra visat sig ge goda resultat (Jensen och Mikkelsen, 2001). Eftersom variationen arter av mjölksyrabakterier och jäst i fermenterat foder är påtaglig (Olstorpe et al., 2008) krävs mer studier för att ta reda på vilka typer av mikroorganismer som är allra bäst att tillsätta som

starterkulturer. Inköp av dessa innebär också en kostnad att ta hänsyn till. Eftersom egenskaperna hos de ingående råvarorna varierar (Lyberg et al., 2007) och olika råvaror har skilda buffrande kapacitet (McDonald et al., 2002) tycks det svårt att med eller utan tillsatser helt kontrollera fermenteringen. Varje gång nytt foder och vatten tillsätts till ett fermenterat foder förändras pH-värdet (Canibe et al., 2007). Hur stora variationerna blir bör bero på de ingående råvarorna och deras egenskaper. Att tillsätta en syra tycks kunna minska fluktuationerna i pH (Canibe et al., 2007). För att bibehålla ett bra foder kan det vara lämpligt att tillämpa en viss restmängd (Moran et al., 2006). Detta kräver dock att blandartanken är så pass stor att en viss andel foder hela tiden kan lämnas kvar. Hur stor restmängden bör vara är inte självklart men i försöket av Moran et al. (2002) visade sig 20% restmängd vara optimalt. I andra försök har 50% restmängd tillämpats (Russel et al., 1996; Jensen och Mikkelsen, 2001; Lyberg et al., 2006) med varierande resultat vad gäller pH-sänkning och därmed antalet enterobakterier. Detta skulle kunna bero på skillnader i ingående råvaror (Lyberg et al., 2007) vilket kan innebära olikheter i substrat för mjölksyrabakterierna och att fodret får olika buffrande effekt (McDonald et al., 2002). Skillnaderna skulle även kunna bero på att olika arter mjölksyrabakterier och jäst koloniserar fodret (Olstorpe et al., 2008). Ytterligare orsaker till skillnader i pH och antal enterobakterier kan vara temperaturskillnader och tiden som blötfodret tilläts fermentera (Jensen och Mikkelsen, 2001). Vissa av ovan nämnda försök, som hanterade en restmängd, utfördes i laboratoriet (Jensen och Mikkelsen, 2001; Moran et al., 2002; Lyberg et al., 2006) medan försöket av Russel et al. (1996) utfördes på gård. I laboratoriet är det lättare att hålla konstanta temperaturer, risken för kontaminering av fodret minskar och försöken utförs med mindre mängd foder än vad som sker ute på gården. Förhållandena är i det hela mer kontrollerade och kanske inte alltid jämförbara med den ibland mer komplexa verkligheten.

Mikroorganismerna använder en viss energi under fermentationsprocessen men som visats i olika studier används till synes ingen av den energirika stärkelsen (Jensen och Mikkelsen 2001; Canibe och Jensen 2003) och de totala energiförlusterna verkar vara små. Att inga märkbara förluster av NSP har observerats verkar positivt eftersom de indirekt utnyttjas som energi av grisen. Den energiförlust som jästen eventuellt står för kan uppvägas av den berikning av protein, B-vitaminer och zink som de innebär. Den minskade andelen NDF och den ökade ileala smältbarheten av OM och NDF (Lyberg et al. 2006) samt den högre ileala smältbarheten av NDF (Hong och Lindberg, 2007) som påvisats tyder på en positiv påverkan som bör bero på mikroorganismernas aktivitet. Skillnaderna gentemot de andra behandlingarna var signifikanta men inte speciellt stora och frågan är hur stor betydelse dessa avvikelser verkligen har för grisens totala näringsupptag. Fermentationsprocessen innebär en förbättrad smältbarhet samt en större andel tillgänglig fosfor i fodret (Lyberg et al., 2006). Detta innebär att inget syntetiskt fytas behöver tillsättas och kostnader för detta kan uteslutas. En annan positiv aspekt som fermentationsprocessen för med sig är den ökade smältbarheten av aminosyror (Lyberg et al., 2006). Frågan är om detta väger upp det faktum att en viss nedbrytning av dessa sker. Tillsats av aminosyror kanske bör göras efter fermentationen, precis innan utfodring, för att undvika nedbrytning. En annan synpunkt gällande aminosyror är att de kan ombildas till biogena aminer (McDonald et al., 2002) vilka kan försämra smakligheten på fodret. Ett sätt att minimera produktionen av dessa substanser verkar vara att snabbt öka andelen mjölksyra i fodret och på så vis sänka pH för att reducera antalet enterobakterier. Samma sak bör gälla för de oönskade SCFA som också kan bidra till försämrad smaklighet av fodret (Niven et al., 2004). I försöket av Canibe och Jensen (2003) där andelen SCFA var betydande, främst beroende på den ättiksyra som bildats, kan man misstänka att en försämrad smaklighet bidrog till det lägre foderintaget av

fermenterat foder. SCFA är dock energirika föreningar (McDonald et al., 2002) som i sig påverkar näringsinnehållet i fodret positivt. Mikroorganismerna använder kolhydrater då de bildar SCFA (Madigan och Martinko, 2006) och därför bör fettsyror inte innebära någon ökning av energiinnehållet. Kanske bidrar bildandet t.o.m. till den energiförlust som har observerats i fermenterat foder (Jensen och Mikkelsen, 1998). En hög andel mjölksyra i fodret är bra främst för att det har en pH-sänkande förmåga samtidigt som smakligheten inte försämras utan kanske snarare t.o.m. förbättras. Smågrisar har ett högre pH i magsäcken än vad äldre grisar har (McDonald et al. 2002) och därför borde ett så lågt pH som möjligt i fodret hjälpa upp den lägre produktionen av saltsyra i magsäcken och minska förekomsten av enterobakterier. Frågan är hur lågt pH ett foder kan ha utan att smaklighet och därmed foderintag påverkas. Olika TS-halter i fodret påverkade inte tillväxten hos avvänjningsgrisar (Geary et al., 1996). Detta tyder på att grisarna lyckades kompensera en lägre TS-halt genom att äta mer och att den högre andelen vatten inte fungerade som en begränsande bukfullnad.

Vissa studier har påvisat förbättrad tillväxt vid utfodring med fermenterat foder, andra har visat på en sämre tillväxt. I försöket av Canibe och Jensen (2003) åt grisarna som fick blötlagt foder mer än de som fick fermenterat och torrt foder och det var troligtvis därför som de hade en högre tillväxt. Trots det höga antalet enterobakterier som uppmättes i det blötlagda fodret höll sig grisarna friska och växte bra. Två av de 20 grisarna som fick blötlagt foder behandlades dock med antibiotika p.g.a. diarré. Kanske var dessa grisar redan nedsatta beroende på t.ex. stress och klarade därför inte ytterligare belastning i form av ett foder med mycket enterobakterier. Smågrisar har sämre förutsättningar att hantera enterobakterier och sannolikheten att diarré, med uttorkning och sämre tillväxt som följd, ska uppstå tycks överhängande. Det blötlagda fodret med högt antal enterobakterier i Canibe och Jensens (2003) försök skulle kanske inte ha gett bättre tillväxt hos yngre, nyligen avvanda grisar eftersom de är känsligare för höga nivåer av enterobakterier. De äldre grisarna påverkades dock som sagt inte märkbart. Tillväxten hos avvänjningsgrisarna i Mikkelsen och Jensens (1998) försök var sämre hos de grisar som fick fermenterat foder vilket möjligen också berodde på höga antal enterobakterier. Fodret tilläts fermentera i 8 timmar och kanske hade resultatet blivit annorlunda om tiden hade förlängts. På så vis hade kanske antalet enterobakterier minskats. I försök där tillväxten varit bättre hos avvänjningsgrisar som fick fermenterat foder (Russel et al., 1996; Mikkelsen och Jensen, 1997) påvisades inga uttalat höga antal enterobakterier. I försöket av Geary et al. (1996) kan tillväxten ha varit sämre hos de grisar som fick fodren med periodvis höga antal koliforma bakterier, men om så var fallet undersöktes aldrig. En försämrad hälsa observerades hos dessa grisar och en sämre hälsa bör vara förknippad med sämre tillväxt. Att den försämrade hälsan går att koppla samman med höga antal enterobakterier tycks dock högst troligt. Däremot är det ett faktum att ett bra fermenterat foder innehåller mjölksyrabakterier och mjölksyra som bl.a. har en positiv påverkan på pH i magsäcken och antalet enterobakterier i mag- tarmkanalen, vilket gör det till en god förebyggande åtgärd mot t.ex. avvänjningsdiarré. Ett väl fermenterat foder kan därför utgöra en god probiotika för smågrisar. Generellt sett är det även lättare att få framförallt avvänjningsgrisar att äta ett blött foder än ett torrt (Jensen och Mikkelsen, 2001). Detta kan medföra mindre tapp i hälsostatus och tillväxt eftersom grisarna kommer igång att äta och få i sig vätska fortare efter avvänjningen. När man utfodrar med blötfoder är det dock viktigt att tänka på fodertrågets utformning för att få så minimala foderförluster som möjligt (Russel et al., 1996). Blött foder utanför fodertråget innebär också smutsiga grisar och boxar vilket inte är önskvärt ur trevnads- och djurhälsosynpunkt.

Slutsats

Att utfodra med ett blötlagt, fermenterat foder ger inte entydigt positiva resultat på hälsa och tillväxt. Det tycks svårt att alltid få en bra fermentationsprocess, speciellt utan tillsatser av något slag, och fler studier krävs för att ta reda på hur man på bästa sätt reglerar processen och på så vis alltid får ett bra foder. Påverkan på det näringsmässiga innehållet i fodret tycks övervägande positivt trots risker för försämrad smaklighet. En snabb reducering av antalet enterobakterier i fodret är viktigt inte bara av hygieniska skäl utan även med tanke på den påverkan de kan ha på smaklighet och näringsinnehåll. Att utfodra avvänjningsgrisar med ett bra fermenterat foder tycks vara ett bra alternativ, ur flera aspekter, till torrt foder.

Referenser

- Beal, J.D., Niven, S.J., Brooks, P.H., Gill, B.P. 2005. Variation in short chain fatty acid and ethanol concentration resulting from the natural fermentation of wheat and barley for inclusion in liquid diets for pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85, 433-440.
- Brooks, P.H., Beal, J.D., Niven, S. 2003a. Liquid feeding of pigs I. Potential for reducing environmental impact and for improving productivity. *Animal Science papers and Reports* 21, supplement 1, 7-22.
- Brooks, P.H., Beal, J.D., Niven, S., Demečová, V. 2003b. Liquid feeding of pigs II. Potential for improving pig health and food safety. *Animal Science Papers and Reports* 21, supplement 1, 23-39.
- Canibe, N., Jensen, B.B. 2003. Fermented and nonfermented liquid feed to growing pigs: Effect on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance. *Journal of Animal Science* 81, 2019-2031.
- Canibe, N., Virtanen, E., Jensen, B.B. 2007. Microbial and nutritional characteristics of pig liquid feed during fermentation. *Animal Feed Science and Technology* 134, 108-123.
- EU-kommissionen. April 2009. http://ec.europa.eu/index_sv.htm
- Geary, T.M., Brooks, P.H., Morgan, D.T., Campbell, A., Russel, P.J. 1996. Performance of Weaner Pigs Fed *ad libitum* with Liquid Feed at Different Dry Matter Concentrations. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 72, 17-24.
- Hong, T.T.T., Lindberg, J.E. 2007. Effect of cooking and fermentation of a pig diet on gut environment and digestibility in growing pigs. *Livestock Science* 109, 135-137.
- Jensen, B.B., Mikkelsen, L.L. 2001. Feeding liquid diets to pigs. I: Recent advances in animal nutrition (red. P.C., Garnsworthy, and J.Wiseman), 107-126. Nottingham Univ. Press, Nottingham, U.K.
- Karlsson, P.R. 2000. Blötfoder till tillväxtgrisar. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Examensarbete 134.
- Lyberg, K., Lundh, T., Pedersen, C., Lindberg, J.E. 2006. Influence of soaking, fermentation and phytase supplementation on nutrient digestibility in pigs offered a grower diet based on wheat and barley. *Animal Science* 82, 853-858.
- Lyberg, K., Olstorpe, M., Passoth, V., Schnürer, J., Lindberg, J.E. 2007. Biochemical and microbiological properties of a cereal mix fermented with whey, wet wheat distillers' grain or water at different temperatures. *Animal Feed Science and Technology* 144, 137-148.
- Lyberg, K. April 2009. Personligt meddelande. Fil Dr, institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala.
- Madigan, M. T., Martinko, J.M. 2006. *Brock Biology of Microorganisms*. Pearson Education, Upper Saddle River, New Jersey.

- Mattson, B. April 2009. Personligt meddelande. Husdjursagronom, utvecklingsfrågor, Pig försök, Svenska Pig, Skara.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. 2002. Animal nutrition. Pearson Education Limited, Harlow, England.
- Mikkelsen, L.L., Jensen, B.B. 1997. Effect of fermented liquid feed (FLF) on growth performance and microbial activity in the gastrointestinal tract of weaned piglets. I: Digestive physiology in pigs (red. J.P. Laplace, C. Fevrier, A. Barbeau), EAAP publication no. 88, 639-642.
- Mikkelsen, L.L., Jensen, B.B. 1998. Performance and microbial activity in the gastrointestinal tract of piglets fed fermented liquid feed at weaning. *Journal of Animal and Feed Sciences* 7, 211-215.
- Moran, C.A., Scholten, R.H.J., Tricarico, J.M., Brooks, P.H., Verstegen, M.W.A. 2006. Fermentation of wheat: Effects of backslopping different proportions of pre-fermented wheat on the microbial and chemical composition. *Archives of Animal Nutrition* 60, 158-169.
- Niven, S.J., Beal, J.D., Brooks, P.H. 2004. The simultaneous determination of short chain fatty acid, monosaccharides and ethanol in fermented liquid pig diets. *Animal Feed Science and Technology* 117, 339-345.
- Niven, S.J., Beal, J.D., Brooks, P.H. 2006. The effect of controlled fermentation on the fate of synthetic lysine in liquid diets for pigs. *Animal Feed Science and Technology* 129, 304-315.
- Olstorpe, M., Lyberg, K., Lindberg, J.E., Schnürer, J., Passoth, V. 2008. Population diversity of yeasts and Lactic acid bacteria in Pig feed fermented with whey, wet wheat distillers' grains, or water at different temperatures. *Applied and Environmental Microbiology* 74, 1696-1703.
- Partanen, K., Siljander-Rasi, H., Suomi, K. 2002. Dietary preferences of weaned piglets offered diets containing organic acids. *Agriculture and Food Science in Finland* 11, 107-119.
- Plumed-Ferrer, C., von Wright, A. 2009. Fermented pig liquid feed: nutritional, safety and regulatory aspects. *Journal of Applied Microbiology* 106, 351-368.
- Reale, A., Mannina, L., Tremonte, P., Sobolev, A. P., Succi, M., Sorrentino, E., Coppola, R. 2004. Phytate Degradation by Lactic Acid Bacteria and Yeast during the Wholemeal Dough Fermentation: a ³¹P NMR Study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52, 6300-6305.
- Russel, P.J., Geary, T.M., Brooks, P.H., Campbell, A. 1996. Performance, Water Use and Effluent Output of Weaner Pigs Fed *ad libitum* with Either Dry Pellets or Liquid Feed and the Role of Microbial Activity in the Liquid Feed. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 72, 8-16.
- Scholten, R.H.J., van der Peet-Schwering, C.M.C., Verstegen, M.W.A., den Hartog, L.A., Schrama, J.W., Vesseur, P.C. 1999. Fermented co-products and fermented compound diets for pigs: a review. *Animal Feed Science and Technology* 82, 1-19.
- Sjaastad, Ø.V., Hove, K., Sand, O. 2003. *Physiology of Domestic Animals*, 527. Scandinavian Veterinary Press, Oslo.