

# Fermentering av foderråvaror och foder till grisar

Jos Botermans, Lantbrukets Byggnadsteknik, SLU Box 59, 230 53 Alnarp  
Barbro Mattsson, Svenska Pig, Klostergatan 15, 532 30 Skara

## Inledning

Fermentering har hittills främst använts för att hygieniskt stabilisera foder eller enskilda foderråvaror. Under senare år har även intresset väckts för fermenteringens positiva inverkan på grisars foderutbyte och hälsa. Ett blötlagt foder som är väl fermenterat har probiotiska egenskaper och kan förhindra koliforma bakterier att växa i fodret. Försök med fermenterade foder och foderråvaror har utförts under varierande förutsättningar och resultaten har därför också varierat. Förbättrade foderutbyten har rapporterats främst från försök med fermenterad spannmål. Den bäst dokumenterade effekten med fermenterad spannmål är en ökad smältbarhet av fytatbunden fosfor.

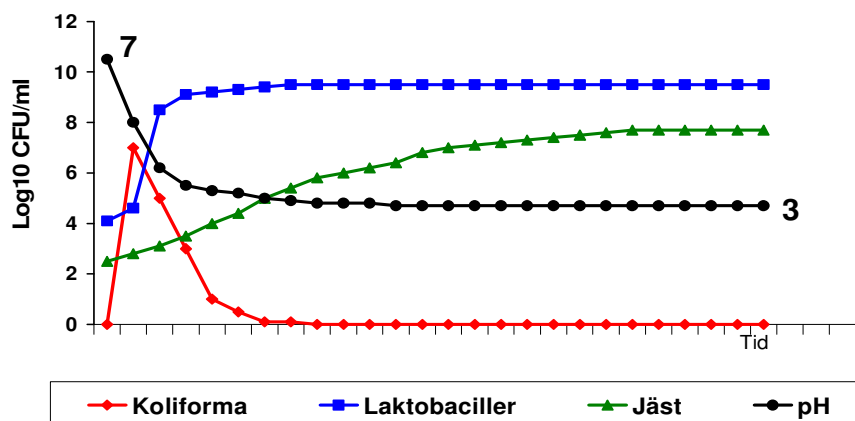
Det finns redan nu producenter som tillämpar tekniken i praktisk drift och många som är intresserade av att börja. Intresset ökar eftersom det finns kommersiella intressen att sälja teknik, konsultationstjänster och bakteriekulturer. Frågorna kring teknik, förfarande och effekter är många, men eftersom kunskap saknas är svaren få. Frågorna rör främst temperaturer, tider, minimal restmängd vid påfyllning av fermentationstankar, rengöringsrutiner - hygien, aminosyraförstöring, kontinuerlig eller batch (omgångsvis) fermentering, omrörning etc.

I denna studie behandlas frågan om rent lysin (fritt lysin) stannar intakt i samband med fermentering och vilken process som är säkrast. Dessutom görs en bedömning av vilka system som kan vara aktuella att utveckla i framtiden.

## Inventering av olika system för fermentering

Blötlagda foderråvaror/foder kan vara fermenterade eller inte fermenterade. En fermenterad blandning har lagrats under en viss tid och en kemisk process (fermentation) har påbörjats. Tillsätts/ypas en mjölksyraproducerande bakteriekultur i den blötlagda blandningen för att påverka och styra produktionen av mjölksyra, benämns detta som styrd fermentering. Begreppet spontan fermentering innebär att den bakteriekultur som naturligt finns i ingående råvaror växer och påverkar foderblandningens syrasammansättning. Stöpning innebär att den blötlagde foderblandningen bara förvaras några timmar i foderanläggningen innan utfodring. Under den tiden hinner en viss enzymatisk påverkan av foderblandningen ske, till exempel aktiveras det i växter naturligt förekommande enzymet fytas som ökar smältbarheten av fosfor.

Faser i fermentationsprocessen framgår av figur 1. De koliforma bakterierna som normalt finns på t.ex. spannmålskärnor växer till snabbt för att sedan avdödas genom att mjölksyrabakterierna ökar, mjölksyra bildas och pH sjunker. Hur snabb processen är beror i första hand på ingående råvaror och temperatur men också om mjölksyrakultur har tillsatts eller om myrsyra har tillsatts. Att tillsätta myrsyra, max. 2 liter/1000 liter blöt foderråvara beroende på ingående råvaror, säkrar en snabb sänkning av pH. De koliforma bakterierna avdödas och risken att det rena lysinet bryts ner minskar.



Figur 1. Faser i fermentation av foder (Brooks 2008).

En inventering gjordes av gårdar i Sverige som fermenterade foder eller foderråvaror. Totalt kontaktades nio gårdar. Tre gårdar använde spontan fermentering. På två gårdar stöptes fodret några timmar innan utfodring. Fyra gårdar hade testat styrd fermentering. Tre av dessa har slutat. Den som fortfarande tillämpar styrd fermentering startar om processen ungefär var tredje vecka för att inte riskera fodervägran hos grisarna. I besättningarna togs prover från olika tankar och vid olika tillfällen för följande parametrar och variation:

Vattenhalt (%)	69,8-79,9
Råprotein (%)	3,9-5,0
Enterobakterier (log cfu/g)	<0,1-1,0
Laktobaciller (log cfu/g)	6,9-9
Jästsvampar (log cfu/g)	5,9-7
Mögelsvampar (log cfu/g)	<2,0-2,3
pH	3,5-4,4
Mjölksyra (%)	1,7-2,1
Ättiksyra (%)	0,2-0,4
Etanol (%)	0,5-0,8
Propionsyra (%)	<0,02
Smörsyra (%)	<0,01

Provsvaren varierade mellan gårdar och inom gård mellan provtillfällen. Provtagningarna kunde inte visa på någon specifik parameter som beskrev smaklighet och kvalitet. Det fanns två prover som var relativt lika i analysvärden. I det ena fallet ville grisarna äta fodret. I det andra fallet vägrade grisarna att äta fodret. Det finns alltså ytterligare parametrar än de undersökta som beskriver fodrets smaklighet och kvalitet. I litteratur beskrivs att enterobakter bryter ner framför allt det rena lysinet till kadaverin som både luktar och smakar illa.

Ett väl fermenterat foder beskrivs i litteraturen innehålla >1,3 % mjölksyra, 0,1-0,2 % ättiksyra och helst <0,4 % etanol. Mycket etanol och ättiksyra är ett tecken på hög aktivitet av jästsvampar. Fodret bör ha ett pH <4,5 för att hindra tillväxt av koliforma bakterier.

## Detaljerade studier av lysinförluster i samband med fermentering

Av de besättningar som ingick i inventeringen valdes två besättningar ut där djurägarna tyckte att fermenteringen fungerade tillfredställande. I dessa två besättningar togs prover från blandartanken före rundpumpning och efter rundpumpning vid 3 olika tillfällen med minst 3 månaders mellanrum. En besättning tillämpade styrd fermentering (gård A), medan den andra besättningen tillämpade spontan kontinuerlig fermentering (gård B). Direkt efter provtagningen registrerades pH-värde och temperatur. Därefter delades varje prov upp i två mindre prover. I det ena provet sänktes, direkt efter provtagningen, pH till 2 med svavelsyra för att avsluta all mikrobiell aktivitet. Det andra provet ställdes ett dygn i rumstemperatur för att studera stabiliteten av blötfoder med fermenterade råvaror. Efter ett dygn registrerades pH-värdet och temperatur innan pH sänktes till 2 med svavelsyra. Proverna analyserades för torrs substans (%), rent lysin (g/kg ts), totalt lysin (g/kg ts) och råprotein (g/kg ts).

## Inga lysinförluster vid styrd fermentering av spannmål

En blötfoderanläggning med styrd fermentering studerades i en suggbesättning (gård A). I denna besättning användes vid uppstart en bakteriekultur samt dagligen en påse med bakteriekultur ("Pig Stabiliser"). Varmt vatten (30°C) användes för att snabbt få igång fermenteringen. Gården hade en fermenteringstank för suggorna, en fermenteringstank för tillväxtgrisarna samt en utfodringstank. I utfodringstanken blandades fermenterad spannmålsblandning med kallt vatten, nymald spannmål samt foderkoncentrat (protein, rena aminosyror, mineraler och vitaminer). Tillväxtgrisarna utfodrades 6 gånger per dygn. Foderslingan i stallet var 614 m. Enligt uppgifter från besättningsägarna växte tillväxtgrisarna 560 g/dag, inga avvänjningsdiarréer förekom och dödligheten under tillväxtperioden var 1,5 %. Ibland kunde det inträffa att grisarna vägrade att äta fodret. Då tömdes hela blötfoderanläggningen, tvättades och desinfekterades invändigt (både fodertankarna och slingan) och fermenteringen startades om.



**Bild 1.** Fermenteringstank för spannmål som ingick som en komponent i tillväxtfodret (Gård A).



**Bild 2.** Utfodringstank för färdigblandat foder till både suggor och tillväxtgrisar (Gård A).

Varken proverna efter rundpumpning eller proverna efter 24 timmar i rumstemperatur, visade några förluster av rent lysin på gård A (Tabell 1). Detta innebar att fodret var stabilt både i foderslingan och i laboratoriet. Att inga lysinförluster på gård A fanns i denna undersökning, utesluter dock inte att lysinförluster kan förekomma i andra besättningar när spannmål fermenteras genom styrd fermentering. I en dansk motsvarande undersökning hittades förluster av rent lysin, metionin samt treonin (Fisker et al, 2007). Som beskrivits ovan, hade besättningen problem med att grisarna helt plötsligt vägrade att äta foder och att fermenteringen fick startas om. Gård A funderade vid den sista provtagningen på att köpa potatisrestprodukt som var behandlat genom ympning med mjölksyraproducerande bakterier och där fermenteringsprocessen redan startat innan leverans till gården. Framställningen av foderråvaran på fabriken kan på så sätt styras och kontrolleras noggrant innan produkten levereras ut till gårdarna.

*Tabell 1.* Gård A: styrd fermentering (3 provtagningar med minst 3 månaders mellanrum)

	pH	Temp (°C)	Råprotein/ ts (g/kg)	Totalt lysin/ ts (g/kg)	Fritt lysin/ ts (g/kg)
Före cirkulation					
<i>direkt efter provtagning</i>	4,23	17,5	179	10,7	3,2
<i>efter 24 h i rumstemperatur</i>	-	-	178	10,4	2,8
Efter cirkulation					
<i>direkt efter provtagning</i>	4,09	16,0	180	10,7	3,2
<i>efter 24 h i rumstemperatur</i>	-	-	179	10,6	3,0

### **Förluster av lysin vid kontinuerlig fermentering av spannmål**

En blötfoderanläggning med spontan kontinuerlig fermentering av spannmål studerades i en suggbesättning (gård B). I denna besättning användes ingen bakteriekultur, utan en så kallad spontan fermenteringsprocess startade. Fermenteringstanken var 16 m<sup>3</sup> och rymde fermenterad spannmål för 18 timmars foderförbrukning. Varje gång fermenterad spannmål användes ur fermenteringstanken, togs det in kallt vatten samt nymald spannmål. Spannmålen maldes i en kvarn och mjölet blåstes direkt i fermenteringstanken. Mjölet var varmt när det hamnade i fermenteringstanken. I utfodringstanken blandades den fermenterade spannmålen med kallt vatten, soja samt premix (rena aminosyror, mineraler och vitaminer). Tillväxtgrisarna utfodrades 4 gånger per dygn. Foderslingan i stallet var 510 m.



**Bild 3.** Utfodringstank för tillväxtgrisar till vänster och en stor fermenteringstank för spannmål till höger om utfodringstanken (Gård B).

Vid de två första provtagningarna påvisades stora förluster av rent lysin på gård B (Tabell 2). Den beräknade mängden rent lysin i fodrets råvaror var 3,0 g/kg ts. Redan efter 5 minuters omblandning i utfodringstanken var mycket av det rena lysinet borta. Även i proverna efter rundpumpning och efter 24 timmar i rumstemperatur var det mesta av det rena lysinet borta. Dessa mätningar visade att den mikroflora som fanns i den fermenterade spannmålen mycket snabbt kunde bryta ner rent lysin redan i utfodringstanken. Efter att besättningsägarna fick kunskap om att mycket av det rena lysinet var borta, började de blanda in myrsyra för att snabbt sänka pH i fermenteringstanken och därmed minskades mikrofloras aktivitet. Några veckor före den tredje provtagningen slutade besättningsägarna att blanda in myrsyra. Resultat från den tredje provtagningen visade inga förluster av rent lysin i blandartanken. Inte heller kunde några förluster av rent lysin påvisas i foderproverna efter rundpumpning eller efter 24 timmar i rumstemperatur. Genom att påverka den pågående spontana fermentationsprocessen med inblandning av myrsyra, aktiverades andra mikrobiella processer som inte förbrukade det rena lysinet. Hur länge effekten kan kvarstå är osäkert.

*Tabell 2.* Gård B: spontan kontinuerlig fermentering/stöpnig (provtagning 1 + 2)

	pH	Temp (°C)	Råprotein/ ts (g/kg)	Totalt lysin/ ts (g/kg)	Fritt lysin/ ts (g/kg)
Före cirkulation					
<i>direkt efter provtagning</i>	4,95	15,0	157	7,6	0
<i>efter 24 h i rumstemperatur</i>	-	-	176	8,3	0,3
Efter cirkulation					
<i>direkt efter provtagning</i>	4,24	17,9	177	9,0	0,7
<i>efter 24 h i rumstemperatur</i>	-	-	178	8,0	0,4

Tabell 3. Gård B: spontan kontinuerlig fermentering/stöpning (provtagning 3).

	pH	Temp (°C)	Råprotein/ ts (g/kg)	Totalt lysin/ ts (g/kg)	Fritt lysin/ ts (g/kg)
Före cirkulation					
<i>direkt efter provtagning</i>	4,73	15,2	181	10,1	4,0
<i>efter 24 h i rumstemperatur</i>	-	-	179	11,4	3,8
Efter cirkulation					
<i>direkt efter provtagning</i>	4,24	18,0	176	11,5	3,8
<i>efter 24 h i rumstemperatur</i>	-	-	182	12,4	3,7

## System för fermentering som kan vara aktuella att utveckla för framtiden

Det är för tidigt att göra en ekonomisk utvärdering av olika system för fermentering eftersom inga säkra system för fermentering finns tillgängliga i dagsläget. Däremot finns ett antal utvecklingsvägar som kan vara intressanta för framtiden.

### 1) Omgångsvis fermentering i en ympad foderråvara

För att styrd fermentering ska fungera under praktiska förhållanden är tillgång till en färdig, med mjölksyraproducerande bakterier, ympad blöt foderråvara att rekommendera (t.ex. ympad potatisrestprodukt). I detta fall behövs det en investering i en lagringstank på minst 60 m<sup>3</sup> för att kunna ta emot den ympade foderråvaran. Dessutom behövs, utöver den ordinarie blötfoderanläggningen, minst en fermenteringstank och förmodligen tillgång till varmt vatten.

### 2) Omgångsvis stöpning

Som överstående försök visar rekommenderas inte att kontinuerligt stöpa grisfoder. Stöpning av foder, för att till exempel öka smältbarheten av fosfor, bör ske omgångsvis eller alternativt i en sur vätskefas. I blötfodersystem med vatten eller vassle i slingan mellan utfodringarna (vatten-ersättnings-system, restlösa system) kan omgångsvis stöpning förmodligen fungera bra. För att lösa problem med restmängder i utfodringstanken, är det säkrast att ha flera utfodringstankar som används för stöpning (1-2 timmars stöpning). Att bygga en tank för stöpning och en tank för utfodring ökar förmodligen risken, på grund av kontamination, att oönskade mikroorganismer börjar tillväxa i stöpningstanken. När omgångsvis stöpning kombineras med rundpumpnings-system (blötfodersystem med alltid foder i slingan) finns risken att rena aminosyror försvinner i fodret. Därför är omgångsvis stöpning inte att rekommendera i sådana system, såvida inte fodret surgjorts och håller ett lågt pH.

### 3) Stöpning/fermentering i vätska med lågt pH

En annan utvecklingsmöjlighet är att stöpa eller fermentera foderråvaror i en med t.ex. myrsyra surgjord blöt foderråvara t.ex. vassle, så att blandningen ligger på omkring pH 4. En investering i en vassletank på minst 60 m<sup>3</sup> behövs. Dessutom behövs en fermenteringstank.

### 4) Uppvärmning av vätskefasen

Om vätskefasen ska värmas, t.ex. värma vattnet, så åtgår energi. För att värma 1 liter vatten 1°C åtgår 1 kcal = 4,184 kJ. En slaktgris äter ca 240 kg foder som är blandat i ca 700 liter vätska. Om vätskan är vatten som ska värmas från 5°C till 30°C åtgår:  
 $700 \text{ liter} \times 4,19 \times 25^\circ\text{C} / 3600 = 20,4 \text{ kWh.}$



**Bild 4.** Stående lagringstank för vassel/dränk med propeller i botten för omröring.

### **Praktiska konsekvenser**

Beroende på vilka foderråvaror som används medföljer olika typer av mikroorganismer som i sin tur inverkar på fermentationsprocessen. Detta innebär att det är svårt, eller omöjligt att nå ett stabilt tillstånd med avseende på arter av mikroorganismer i fermenterade foder och foderråvaror. Förmodligen är alla blötfoderanläggningar unika med avseende på mikrobiell aktivitet och därmed även beträffande bl.a. syrasammansättning och eventuella förluster av rent lysin.

Denna studie visade att såväl kontinuerlig spontan fermentering som styrd omgångsvis fermentering för närvarande inte kan rekommenderas. Möjliga utvecklingsvägar för att få en effektiv, säker och stabil fermentering eller stöpfung är genom styrd fermentering med en ympad foderråvara (t.ex. ympat potatisrestprodukt), eller stöpfung/fermentering i en surgjord blöt foderråvara där pH är ca 4. Omgångsvis stöpfung/fermentering ökar förutsättningarna att inga oönskade processer kan starta som påverkar fodrets smaklighet och kvalitet. Dessa utvecklingsvägar behöver dock följas upp ordentligt innan rekommendationer kan ges till svenska grisproducenter.

### **Sammanfattning**

- Risken är stor att rent lysin försvinner i samband med kontinuerlig spontan fermentering/stöpfung.
- I denna studie medförde styrd fermentering inga förluster av rent lysin.
- Det var nödvändigt att regelbundet starta om den styrda fermenteringen i besättningarna, på grund av fodervägran hos grisarna.
- För att styrd fermentering ska kunna fungera under praktiska förhållanden är tillgång till en med mjölksyraproducerande bakterier ympad foderråvara att rekommendera (t.ex. ympad potatisrestprodukt från livsmedeltillverkning).

- Stöpfung av foder eller foderråvaror, för att öka smältbarheten av fosfor, bör ske omgångsvis alternativt i en surgjord blöt foderråvara med pH < 4,5.

## **Referenser**

Brooks, P.H. 2008. Fermented liquid feed for pigs. CAB Reviews: Perspective in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 2008 3, No. 073.

<http://www.cabi.org/cabreviews/>

Fisker, B.N., Øyan Pedersen, A. & Stubkjær Schultz, M. 2007. Konceptet ”Pig Stabiliser” till vådfoder. Landsudvalget for svin, meddelande nr 0707.

[http://www.vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu\\_erfa/2007/0707/.aspx](http://www.vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu_erfa/2007/0707/.aspx)