

Projekt: Näringsmässiga egenskaper hos fermenterat blötfoder till grisar

Laboratoriestudie: NÄRINGSMÄSSIGA OCH MIKROBIOLOGISKA EGENSKAPER AV BLÖTFODER FERMENTERAT I OLIKA VÄTSKOR OCH TEMPERATURER

Bakgrund

Tidigare studier antyder att grisar upplever blött foder som smakligare än torrt, vilket gör att det accepteras lättare av djuren (Mikkelsen & Jensen, 2001). Den praktiska erfarenheten av blötfoder är emellertid mycket varierande. Experimentella data visar att smågrisar som fått blött foder har haft bättre utvecklade villi i tunntarmen (Mikkelsen & Jensen, 2001) vilket är av stor betydelse för näringsupptaget (Pluske, 2001). Ett fermenterat blötfoder innehåller även bioaktiva komponenter som bakterier och organiska föreningar, som kan påverka djurets mag-tarmkanal positivt. Fermenterat blötfoder har i försök visat sig ge bl.a. högre daglig tillväxt och påverka mag-tarmhälsan positivt (Brooks, 1999; Schloten et al, 1999). Vid fermentering producerar bakterier framförallt mjölksyra, medan jästsvampar bildar etanol (Mikkelsen & Jensen, 2001). De organiska syror som bildas har visats vara positiva för stabiliteten av mag-tarmmiljön med dess mikroflora genom sänkt pH, men en fermenterad produkt med rätt syraprofil kan också ge positiva effekter på djurens hälsa (Roth & Kirchgessner, 1998; Jensen, 1998; Mikkelsen & Jensen, 2001). De positiva effekterna kan inte enbart tillskrivas de organiska syrornas pH sänkande effekt, eftersom en pH sänkning med en oorganisk syra inte givit motsvarande effekter på djuren (Roth & Kirchgessner, 1998). Tillskott av organiska syror i kombination med lågt pH, har en antimikrobiell effekt mot t.ex. *E. coli* (Jensen, 1998; Partanen & Mroz, 1999). Det bör noteras att för att uppnå en positiv effekt måste syrorna tillföras kontinuerligt, vilket ökar kostnaderna om dessa skall tillsättas fodret. Studier med blötutfodring i Holland har visat på positiva effekter på tarmhälsan och minskad förekomst av *Salmonella*, i synnerhet i besättningar som använt syrad vassle (Thielen et al., 1997). I en senare studie (van der Wolf et al., 1999) rapporteras att blötutfodring med industriella biprodukter var kopplad till en minskad risk för infektioner. I länder där det blivit praxis att använda industriella biprodukter från livsmedelsindustrin inom svinproduktionen har merparten av dessa biprodukter fermenterats av mjölksyrabakterier och som en följd av detta uppvisat ett lågt pH och ett betydande innehåll av mjölksyra (Scholten et al., 1999). Ett högt innehåll av mjölksyra kan förhindra tillväxt av *Salmonella* i fodret och därigenom förhindra spridning i början av livsmedelskedjan.

Den mikrobiella påverkan som en fermentation innebär kan även påverka näringsinnehållet. Graden av påverkan beror bl.a. på temperatur och tid, eftersom båda dessa parametrar styr mikrofloras sammansättning och utveckling. Det som framför allt diskuterats i samband med fermenterat blötfoder är den negativa påverkan mikrofloran anses kunna ha på fodrets innehåll av tillgängliga aminosyror. I nyligen genomförda studier (Pedersen & Lindberg, 2003) uppmättes ingen skillnad i proteinutnyttjande hos växande grisar som utfodrades med fermenterat eller ett icke-fermenterat blötfoder. Smältbarheten *in vitro* förbättrades dock vid fermentation med 3,4 % -enheter för organisk substans och med 2,5 % -enheter för protein. Detta antyder att ett fermenterat foder kan ha ett högre näringsvärde än ett icke-fermenterat foder. Danska studier har visat att en betydande andel av den fytin-bundna fosfor i korn och vete kan frigöras vid fermentation av blötfoder (Carlson & Damgaard Poulsen, 2003). Hur stor andel av fosfor som gjordes tillgänglig påverkades av tid och temperatur.

Smakligheten hos fodret är en viktig fråga, i synnerhet om ett fermenterat blötfoder skall användas till unga grisar. Studier som genomförts i England har visat att grisar kan acceptera ett foder med upp till 200 mmol mjölksyra, men också att foderintaget kan påverkas negativt av låga koncentrationer av andra kortkedjiga fettsyror som t.ex. ättiksyra (Brooks, 2002; personligt meddelande). Dessutom kan förekomst av biogena aminer (som t.ex. kadaverin) påverka foderintaget negativt. Studier har visat (Brooks, 2002; personligt meddelande) att fodrets innehåll av ättiksyra och kadaverin ökade snabbt vid spontan fermentation, medan det vid kontrollerad fermentation med utvalda mjölksyrabakterier bildades ca halva mängden ättiksyra och ingen kadaverin.

Metoder

Utveckling och stabilisering av pH, jäst och bakterieflora studerades vid fermentering av en spannmålsblandning (bestående av lika delar korn, vete och rågvete), blandad med vatten, vassle eller drank, i temperaturerna 10, 15 och 20°C. Blandningarna optimerades till att innehålla 25 % torrs substans (tabell 1), och varje blandning och temperatur omfattade 3 upprepningar. Fermenteringen startades med en 5 dagars period utan foderbyten följt av satsvis fermentation (Mikkelsen & Jensen, 2001), där 80 % ersattes av nytt foder varje dag (som simulering av utfodring) och 20 % lämnades som inocula (för att starta upp den mikrobiella tillväxten) i den nya blandningen. Temperaturen hölls konstant och utvecklingen i blandningarna följdes under 14 dagar.

Tabell 1. Ingredienser (g/kg) och analyserad kemisk sammansättning (g/kg torrs substans) i den torra spannmålsblandningen och i blötfoderblandningarna vid start.

Ingredienser	Torrt	Vatten	Blandningar	
			Vassle	Drank
Spannmålsblandning [‡]	1000	287	196	196
Vatten	-	713	-	-
Vassle	-	-	792	-
Drank	-	-	-	792
Kemisk sammansättning				
Aska	20	22	45	31
Total P	3.7	3.5	4.9	5.4
Ca	0.7	0.6	2.8	1.1
Mg	1.2	1.1	1.2	1.6
Na	<0.2	0.4	2.8	<0.2
K	5.2	4.9	10.9	6.7
Fe (mg/kg TS)	64	57	34	61
Mn (mg/kg TS)	20	20	14	36
Cu (mg/kg TS)	<5.0	6.6	<5.0	8.4
Zn (mg/kg TS)	32	32	21	41
Fytas (FTU/kg TS) [†]	1382			
Fytat bunden P	2.2			

[‡]Blandning med lika delar vete, korn och rågvete; [†] FTU = fytasenheter

Tabell 2. Mikrobiell kvantifiering (\log_{10} cfu/g) i foderkomponenterna före och efter försöket.

	Spannmålsblandning		Vassle		Drank	
	Dag 0	Dag 20	Dag 0	Dag 20	Dag 0	Dag 20
Jäst	2.5	3.4	5.2	5.1	ud	2.8
Mjölksyrabakterier	3.7	3.4	7.1	8.6	5.5	6.5
Enterobakterier	4.3	4.2	7.2	7.7	ud	ud
Totala aeroba bakterier	6.6	9.4	8.0	9.8	5.6	8.2
Mögel	3.5	3.5	ud	ud	ud	ud
Klostridier	ud	ud	ud	ud	ud	ud

ud, under detektionsnivån

Provtagningar

- Före och efter varje foderuttag (ersättning av 80 % av blandningen) vägdes blandningarna för uträkning av eventuella vikt förluster.

- Prov togs ut vid start, 3, 5, 7, 10, 13, 17 och 19 dagar.
- Prov av de enskilda foderkomponenterna togs ut för studie av eventuell mikrobiell tillväxt under förvaring (tabell 2).
- pH mättes vid start, dag 3 och sedan dagligen från och med dag 5.
- Färska prov användes för mikrobiella analyser och resten frystes in för senare analyser.

Analys

Antal mjölksyrabakterier, koliformer, enterobakterier, jäst, mögel och klostridier bestämdes. Organiska syror, mängd fytat-bunden fosfor och in vitro smältbarhet av organisk substans analyserades.

Resultat

Vid uppstartandet av fermenteringen var pH 5,1, 3,9 och 6,3 i blandningarna med vassle, drank och vatten, men stabiliserade sig så småningom runt pH 4 i alla blandningar (Fig. 1). Den mikrobiella floran och det kemiska innehållet i blandningarna utvecklades något olika men hade stabiliserats i slutet av försöket (Fig. 1), och dag 13-19 berodde innehållet på både på temperatur och av ingående vätskefaser (Tabell 3).

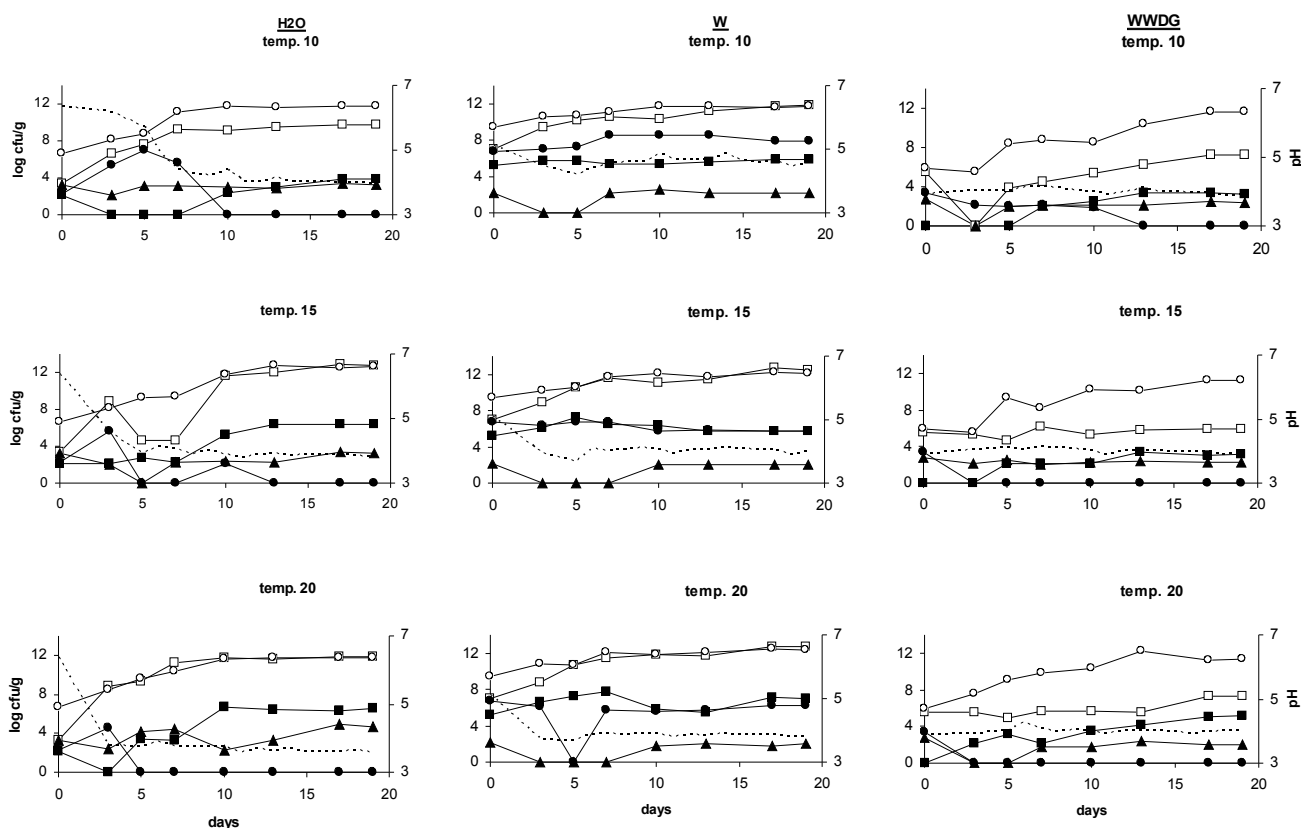


Fig 1. Mikrobiell kvantifiering (log cfu/g) av jäst (■), LAB (□), mögel (▲), *Enterobacteriaceae* (●) och totala aeroba bakterier (○), samt pH (--) i blötfoderblandningarna med vatten (H2O), vassle (W) och drank (WWDG).

Mängd jäst och mjölksyrabakterier berodde på temperatur och vätskefas, med minsta mängderna i drankblandningarna. Koncentrationen av organiska syror berodde främst på vätskefasen, med högsta koncentrationerna av ättiksyra, succinat och propionsyra i

drankblandningarna. Innehållet av mjölksyra var högt i både vatten- och vassleblandningarna, och var högre vid höga temperaturer. Viktförluster var mindre än 1 % under hela försöket. In vitro smältbarheten av organisk substans berodde på vätskefas, och var högst i vasslen och lägst i dranken. Fytatbunden-fosfor utgjorde 60 % av den totala fosfor i den torra spannmålsblandningen (Tabell 1) men i slutet av fermentationsperioden (dag 13-19) återfanns ingen fytatbunden-fosfor.

Tabell 3. Mikrobiell kvantifiering (\log_{10} cfu/g), organiska syror (g/l), pH och in vitro smältbarhet (%) i blandningarna under dag 13-19.

Temperatur	Blandningar									Signifikans [†]		
	Vatten			Vassle			Drank			T	V	T×V
	10	15	20	10	15	20	10	15	20			V
Jäst	3.5	6.4	6.4	5.8	5.7	6.5	3.3	3.2	4.8	***	***	***
Mjölksyrabakterier	9.6	12.5	11.7	11.5	12.1	12.4	6.9	5.9	6.8	***	***	***
Mögel	3.1	2.9	4.3	2.1	2.0	2.0	2.3	2.3	2.1	es	***	**
Enterobakterier	ud	ud	ud	8.1	5.7	6.0	ud	ud	ud	***	-	-
Totala aeroba bakterier	11.7	12.6	11.7	11.6	12.0	12.3	11.2	10.8	11.6	es	**	*
Ättiksyra	0.5	0.8	0.7	2.2	1.2	1.7	10.4	10.5	10.6	es	***	es
Mjölksyra	7.1	8.9	12.5	7.9	10.4	12.3	1.7	1.8	2.1	*	***	es
Propionsyra	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.7	0.8	0.8	es	-	-
Succinat	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1	3.9	3.9	3.9	es	***	es
2.3 butandiol	<0.4	<0.4	<0.4	1.2	0.9	0.8	<0.4	<0.4	<0.4	es	-	-
Etanol	0.1	0.8	3.7	1.5	1.5	3.2	1.2	1.2	1.1	es	es	es
Propanol	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	1.9	1.8	1.8	es	-	-
pH	4.0	3.9	3.6	4.6	4.0	3.8	4.0	4.0	4.0	***	***	***
INVDOM [‡]	89	89	88	92	92	92	85	85	85	es	***	es

[†] T effekt av temperatur; V effekt av vätskefas; T×V effekt av interaktion; * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001.

[‡] INVDOM, in vitro smältbarhet av organsikt material; ud, under detektionsnivån; es, ej signifikant (P > 0.05).

Diskussion

Utvecklingen av mikroorganismer och biokemiska egenskaper i fermenterat blötfoder visade sig starkt påverkas av de foderkomponenter som användes samt temperatur. Detta styrker vikten av att ha kontroll över fermentationsprocessen vid blötutfodring, både när det gäller temperaturer och övriga förhållanden för mikroorganismernas tillväxt. Kontroll över fermentationsprocessen ger således kontroll över fodersaniteten, profilen av organiska syror och näringsinnehållet i ett foder. Fytat bröts till exempel ner i alla blandningarna, vilket tyder på att fermentering av grisfoder är en effektiv metod för att öka smältbarheten av fosfor och andra mineraler som kan knytas till fytat.

Genom en utveckling av blötutfodringstekniken i svensk grisproduktion kan biprodukter från livsmedelsindustrin effektivt utnyttjas och därmed kan också risken för en oacceptabel miljöbelastning av organsikt material och mineraler (kväve och fosfor) minskas. Förbättrat foderutnyttjande i stort medför dessutom att mindre mängder foder behövs för varje kg griskött som produceras, vilket i sin tur ger minskade gödselmängder från grisproduktionen vid en given produktionsvolym. Trots ett generellt förbud mot användning av antibiotika som tillväxtstimulerande foderstillsats i svensk grisproduktion förskrivs årligen stora mängder antibiotika för att bota akuta diarrétillstånd. Dessutom förskrivs betydande mängder foder med hög inblandning av zinkoxid till problembesättningar. En ytterligare minskning av antibiotikaanvändningen i grisproduktionen vore önskvärd mot bakgrund av risken för utveckling av resistens hos bakterier, och en minskad användning av zinkoxid skulle vara positivt ur miljösynpunkt. En fortsatt utveckling av blötfodertekniken skulle kunna vara en väg för att minska både användningen av antibiotika och zink i grisköttproduktionen.

Publicering

Lyberg, K., Olstorpe, M., Passoth, V., Schnürer, J. & Lindberg, J. E., 2006. Nutritional and Microbiological Properties of a Cereal Mix Fermented with Whey, Wet Wheat Distillers' Grain or Water at Different Temperatures. *Animal Feed Science and Technology* (manus inskickat för publicering).

Övrig resultatförmedling

En artikel kommer under hösten att skickas till tidningen Svensk Gris med knorr.

Referenser

- Brooks, P. H. (1999). Can fermented liquid feed (FLF) replace antibiotic growth promoters? *Feed Compounder*.
- Carlson, D. & Damgaard Poulsen, H. (2003). Phytate degradation in soaked and fermented liquid feed-effect of diet, time of soaking, heat treatment, phytase activity, pH and temperature. *Animal Feed Science and Technology* 103, 141-154.
- Jensen, B. B. (1998). The impact of feed additives on the microbial ecology of the gut in young pigs. *Journal of Animal and Feed Sciences* 7, 45-64.
- Mikkelsen, L. L. & Jensen, B. B. (2001). Feeding liquid diets to pigs, I: Wiseman, J. & Gansworthy, P. C. (red.), *Recent Developments in Pig Nutrition* 3, pp. 379-398. Nottingham University Press, Manor Farm, Thrumpton, UK.
- Partanen, K. H. & Mroz, Z. (1999). Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutrition Research Reviews* 12, 117-145.
- Pedersen, C. & Lindberg, J. E. (2003). Effect of fermentation in a liquid diet on nitrogen metabolism in growing pigs. *EAAP publication* 109, 641-644.
- Pluske, J. R. (2001). Morphological and functional changes in the small intestine of the newly-weaned pig. I: Piva, A., Bach Knudsen, K. E. & Lindberg, J. E. (red.), *Gut Environment of Pigs*, pp. 1-27. Nottingham University Press, Manor Farm, Thrumpton, UK.
- Roth, F. X. & Kirchgessner, M. (1998). Organic acids as feed additives for young pigs: Nutritional and gastrointestinal effects. *Journal of Animal and Feed Sciences* 7, 25-33.
- Schlöten, R. H. J., Peet-Schwering, C. M. C. van der, Verstegen, M. W. A., Hartog, L. A. den, 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.
- Tielen, M.J.M., van Schie, F.W., van der Wolf, P.J., Elbers, A.R.W., Koppens, J.M.C.C. & Wolbers, W.B. (1997). Risk factors and control measures for subclinical salmonella infection in pig herds. In: *Proceedings of the second international symposium on epidemiology and control of salmonella in pork. Copenhagen, Denmark, August 20-22*. pp. 32-35. (eds. S. Bech-Nielsen and J.P. Nielsen). Federation of Danish Pig Producers and Slaughterhouses, Copenhagen.
- van der Wolf, P.J., Bongers, J.H., Elbers, A.R.W., Franssen, F.M.M.C., Hunneman, W.A., van Exsel, A.C.A. & Tielen, M.J.M. (1999). Salmonella infections in finishing pigs in the Netherlands: bacteriological herd prevalence, serogroup and antibiotic resistance of isolates and risk factors for infection. *Veterinary Microbiology* 67, 263-275.