

Maskering av ornelukt i köttprodukter – Slutrapport

Gunilla Lindahl och **Kerstin Lundström**, Inst. för livsmedelsvetenskap, SLU, Uppsala;

Mål

Projektet syftade till att undersöka och finna möjligheter för användning av kött och fett från okastrerade hangrisar för tillverkning av köttprodukter av hög sensorisk kvalitet. Studierna fokuserade på köttprodukter som huvudsakligen konsumeras kalla. Följande frågeställningar studerades:

- Vilken betydelse har halterna av ämnena skatol och androstenon i kött- respektive fettråvara för produktkvaliteten?
- Hur påverkas halterna av skatol och androstenon, och därmed ornelukten, av processförhållanden?
- Hur kan köttprodukter med kött från hangrisar produceras med lika hög sensorisk kvalitet som med kött från kastrater?

Bakgrund

I de flesta länder kastreras alla hangrisar som används för köttproduktion. Detta sker för att förhindra en mycket obehaglig lukt, s.k. ornelukt eller galtlukt, i köttet. Den obehagliga lukten uppkommer hos en del hangrisar vid könsmognaden. Eftersom slaktvikterna i Sverige är relativt höga, uppnår en stor andel av okastrerade hangrisar könsmognad med risk för att ornelukt hinner utvecklas före slakt. Djurskyddsmässigt och etiskt kan kastrering ifrågasättas. Ingreppet görs utan bedövning 3-4 dagar efter födelsen och innebär viss smärta för grisen. Det tilltagande intresset för djurskyddsaspekter gör att vi kan förvänta ett ökat motstånd mot kastration. Många problem återstår dock att lösa innan kastrering av hangrisar kan upphöra i Europa.

Ornelukt orsakas framför allt av två ämnen, androstenon och skatol, som ansamlas i fett. Androstenon har en urin- eller svettliknande lukt och skatol luktar som grigödsel. Skatol (3-metyldiol) produceras av naturliga bakterier i tarmen hos gris, medan androstenon (5 α -androst-16-en-3-one) syntetiseras i testiklarna. Båda substanserna bryts ned i levern och metaboliterna utsöndras med urinen. Halterna av androstenon och skatol i fett är ofta korrelerade, även om sambandets storlek varierar i olika undersökningar. För att kunna använda slaktkroppar med olika nivåer av ornelukt utan negativa konsumentreaktioner, behövs utveckling av nya processmetoder för köttprodukter. En stor europeisk studie visade att konsumenterna i de olika länderna hade skilda attityder till smaken av hangriskött och att de svenska konsumenterna var mycket kritiska.

Det är känt att processning av kött med ornelukt kan öka konsumenternas acceptans, eftersom processning på olika sätt kan maskera de negativa smakeffekter, som androstenon och skatol kan ge hos vissa konsumenterna. I fermenterade korvar (typ rökt medvurst och salami) bildas under tillverkningsprocessen många aromkomponenter som skulle kunna maskera ornelukten. Organiska syror, som mjölksyra och ättiksyra, bildas från kolhydrater och dessa ger korven en syrlig smak. Genom lipolytisk aktivitet hos enzymer i kött, fett och starterkulturer bildas fria fettsyror tillsammans med aromämnen som aldehyder, ketoner och estrar. Peptider och aminosyror som också bidrar till korvens arom bildas genom proteolytisk aktivitet. Dessutom bidrar kryddor och rökning till aromen. Bildandet av alla dessa aromämnen beror både på processbetingelserna och på vilken startkultur som används.

Hypotesen i föreliggande projekt var att ornelukt kan reduceras betydligt genom lämpligt val av startkultur och processbetingelser vid tillverkning av fermenterade korvar. Projektet syftar

till att öka kunskapen om vilka aromämnen som har potential att maskera ornelukt i köttprodukter och kan ses som ett komplement till pågående norska studier på helt kött.

Material och Metoder

Djurmaterial

Studien utfördes på fettvävnad från hangrisar av Yorkshire (so) × Lantras (galt)-korsning uppfödda i projektet ”Alternativ till kirurgisk kastrering av gris – effekt av immunokastrering, boxyta och skatolsänkande foder på djurvälstånd och ornelukt” med finansiering från Djurskyddsmyndigheten. Eftersom mängden fett med höga skatolhalter var begränsad, kompletterades materialet med fett från danska hangrisar med hög skatolhalt. Fettvävnad från hangrisar med följande kombinationer av androstenon- och skatolhalter planerades att använda: 1) låg androstenon + låg skatol = LL; 2) hög androstenon + hög skatol = HH (ornefett); 3) hög androstenon + låg skatol = HL samt dessutom 4) fettvävnad från hongrisar eller kastrerade hangrisar som kontrollfett (LL). Endast fettvävnad från 2) HH och 4) kontroll (LL) användes i såväl modellstudie (faktor försök) som pilotstudie på grund av begränsad tillgång på fettvävnad med de andra kombinationerna av androstenon och skatol.

Försöksplan

Projektet planerades och genomfördes i tre steg: (1) Studier av mekanismer för maskering av ornelukt utfördes i ett modellsystem som efterliknar fermenterad korv; (2) Implementering i pilot plant och (3) Sensoriska och kemiska analyser samt dataanalys. Baserat på indikationer från studierna i modellsystemet om maskering av ornelukt tillverkades fermenterad korv i pilot-skala. Detta steg syftade till att konfirmera den orneluktsmaskerande effekten i verkliga produkter med bibehållen hög sensorisk kvalitet. Resultaten från steg (1) och (2) analyserades var för sig, men också integrerat.

Genomförda studier

År 1 (2006) utvecklades ett modellsystem som efterliknar fermenterad korv och screeningen av olika starterkulturer genomfördes.

År 2 (2007) genomfördes modellstudien som faktor försök med de tre utvalda starterkulturena samt sensorisk profilering och analys av flyktiga komponenter. Resultaten utvärderades och presenterades som artikel och poster på Köttforskarkongressen (ICoMST) i Peking, Kina (Lindahl et al., 2007) och i en Masteruppsats (Stolzenbach Nielsen, 2007). Dessutom genomfördes den praktiska delen av implementeringen, dvs tillverkning av fermenterad korv i pilotskala samt sensorisk profilering och analys av flyktiga komponenter.

År 3 (2008) genomfördes dataanalysen på resultaten från båda delstudierna och dessa presenterades på en EAAP-kongress (Lindahl et al., 2008) och i en vetenskaplig artikel (Stolzenbach et al., 2008). En sammanfattning kommer också att publiceras i Svensk Gris med knorr.

Modellsystem

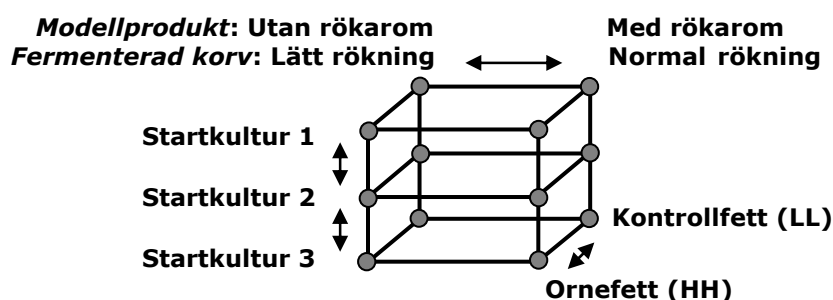
Ett modellsystem som efterliknar fermenterad korv med avseende på ingredienser, sönderdelningsgrad och tid- temperaturförlopp vid fermenteringen utvecklades. En serie startkulturer (vänligen tillhandahållna av Chr. Hansen A/S, Danmark) screenades i modellsystemet för att få fram några kulturer med variation i pH-förlopp, slut-pH och aromprofil. Av dessa valdes tre kulturer ut för de fortsatta studierna (Tabell 1).

Tabell 1. Utvalda startkulturer innehållande mjölksyrabakterie och *Staphylococcus* spp

Startkultur nr	Namn	Mjölksyrabakterie	<i>Staphylococcus</i>
1	T-SC-150	<i>Lactobacillus sakei</i>	<i>S. carnosus</i>
2	F-1	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	<i>S. xylosus</i>
3	F-2	<i>Lactobacillus farciminis</i>	<i>S. carnosus</i> + <i>S. xylosus</i>

Försöksdesign

Båda studierna, modellsystem och pilot plant, genomfördes med samma faktoriella försöksdesign med 3 startkulturer, 2 fettnivåer (kontrollfett och ornefett) och 2 nivåer av rökning (med/utan rökarom i modellstudien resp. lätt/normal rökning i fermenterad korv i pilot plant) enligt Fig. 1.



Figur 1. Försöksdesign. Faktoriell studie med startkultur på 3 nivåer och fett respektive rökning på 2 nivåer.

Tillverkning av modellprodukt och fermenterad korv.

Samma recept (Tabell 2) användes till både modellprodukt och fermenterad korv i pilot skala med ett undantag: vitpeppar tillsattes i pilotskala, men uteslöts i modellförsöket för att enbart studera effekten av startkultur på aromutvecklingen. Rökarom tillsattes i hälften av smetarna i modellstudien, medan de fermenterade korvarna i pilotskalan röktes med rökvätska i klimatskåp under kortare (lätt rökning) och längre (normal rökning) tid. Smetarna fermenterades vid 25°C under 5 dygn. Modellsmetarna stoppades i plastpåsar och fermenterades i termostatskåp, vilket innebar att det inte skedde någon uttorkning under processen. Smetarna i pilotstudien stoppades i naturtarm och fermenterades i klimatskåp med kontrollerad temperatur och luftfuktighet, vilket innebar ca 20 % uttorkning under processen. Fermenteringsförloppen följdes med pH-mätning.

Tabell 2. Ingredienser vid tillverkning av modellprodukt (2 kg satser) och fermenterad korv i pilot plant (6 kg satser)

Ingrediens	Innehåll (%)
Grisbög, renskuren från fett (ej från hangrisar)	70
Ryggsäck (kontrol-l resp. ornefett)	27
Nitritsalt	2,2
Glukos	0,75
Natriumaskorbat	0,05
Mangansulfat ¹ (modellförsök)	0,03
Peppar (pilot-försök)	0,20
Startkultur	0,025

¹ Mangan behövs för startkulturens aktivitet och fås normalt från tillsats av peppar.

Sensorisk analys

En tränad sensorisk panel känslig för androstenon och skatol användes vid den sensoriska analysen. Vid sensorisk profilering av lukt i modellprodukterna användes 13 olika sensoriska termer för att beskriva hela variationen i lukt, men med speciell fokus på ornelukt (androstenon och skatol) med termer som urin/svett, gödsel, gris och stall. I den fermenterade korven utfördes fullständig sensorisk profilering av både lukt och smak med 10 olika sensoriska termer för lukt respektive för smak med samma fokus på ornelukt/-smak.

Analys av flyktiga komponenter

Flyktiga aromkomponenter analyserades i både modellprodukt och fermenterad korv med dynamisk headspace gaskromatografi and masspektrometri.

Övriga analyser

Torrsubstans (TS) bestämdes gravimetriskt genom torkning vid 104°C i 16 timmar. Androstenon och skatol och analyserades med HPLC enligt Chen et al. (2007) efter extraktion med metanol.

Dataanalys

Effekten av startkultur, fetttyp (kontroll/orne) och rökning på pH, torrsubstans samt androstenon- och skatolnivåer analyserades med proceduren MIXED i statistikprogrammet SAS (version 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA). Modellen inkluderade startkultur, fetttyp och rökning som fixa faktorer och signifikanta samspelseffekter togs med. Sensorikdata och flyktiga aromkomponenter analyserades med multivariatanalys med Unscrambler, version 9.1 (CAMO ASA, Norge). Medelvärden över provsmakare och replikat användes vid analys av sensorikdata.

Resultat och Diskussion

Fermenteringsförlopp

Fermenteringsförloppen påverkades inte av om det var kontroll- eller ornefett i produkten, utan bara av startkultur och rökning, vilket innebar att försöksdesignen lämpade sig för studie av ornelukt. De tre startkulturerna hade som väntat olika fermenteringsförlopp i såväl modellprodukt som fermenterad korv. Dessutom påverkades fermenteringen av rökning, med högre slut-pH med rökarom jämfört med utan i modell-produkten. Denna effekt, högre slut-pH i normalrökt jämfört med lättrokt, erhöles bara med en av startkulturerna (F-2) i den fermenterade korven (Tabell 4). Det är känt att startkulturernas tillväxt av mjölksyrabakterier och därmed syrabildningen kan påverkas av rökning (Donnelly et al., 1982).

Tabell 4. Effekt av samspel mellan startkultur och rökning på slut-pH efter 5 dygns fermentering av modellprodukt resp. korv i pilot-skala vid 25°C, least squares means (LSM)

Produkt	Kultur					
	T-SC-150		F-1		F-2	
	Utan rök/ Lättrökt	Med rök/ Normalrökt	Utan rök/ Lättrökt	Med rök/ Normalrökt	Utan rök/ Lättrökt	Med rök/ Normalrökt
Modellprodukt	4.57e	4.70f	4.59e	4.71df	4.55e	4.72f
Fermenterad korv	4.71a	4.73a	4.44bd	4.50b	4.35c	4.43d

Medelvärden med olika bokstäver i samma rad är signifikant åtskilda ($p \leq 0.05$).

Androstenon- och skatolinhåll

Såväl modellprodukt som fermenterad korv med kontrollfett hade före fermentering låg skatolhalt (21 resp. 15 ng/g TS) och androstenon kunde inte detekteras. I modellprodukt och fermenterad korv med ornefett var skatolhalten före fermentering 66 resp 60 ng/g TS och androstenonhalten 1,5 resp. 5,6 µg/g TS.

Sensorisk analys

Multivariatanalys visade att variationen i de tre designvariablerna fettyp, rökning och startkultur beskrevs med 3 principalkomponenter (PC) i både modellprodukt och fermenterad korv.

Modellprodukt. Produkt med rökarom kunde tydligt skiljas från produkt utan rökarom i PC1 och kontrollfett skiljde sig tydligt från ornefett i PC2 (Fig. 2). Rökarom förändrade systematiskt luktkaraktären i såväl produkt med kontrollfett som med ornefett. I fig. 1 syns detta genom att produkt med ornefett utan rökarom (HH-NS) beskrevs med sensoriska luktktermer som urin/svett (urine/sweat-O), gödsel (manure-O) och gris (piggy-O), medan tillsats av rökarom resulterade i att dessa prover var negativt korrelerade till orneluktstermerna och i stället beskrevs med luktktermer som salami (salami-O) och rökt (smoke-O). De sensoriskt analyserade produkterna med ornefett var också korrelerade med kemiskt analyserade androstenon- och skatolhalter. Den sensoriska variationen mellan startkulturerna beskrevs med PC3 som separerade startkultur 3 (F-2) från startkultur 1 (T-SC-150) och startkultur 2 (F-1) (data visas ej). Startkulturerna reducerade ornelukten, men ingen av dem maskerade den fullständigt.

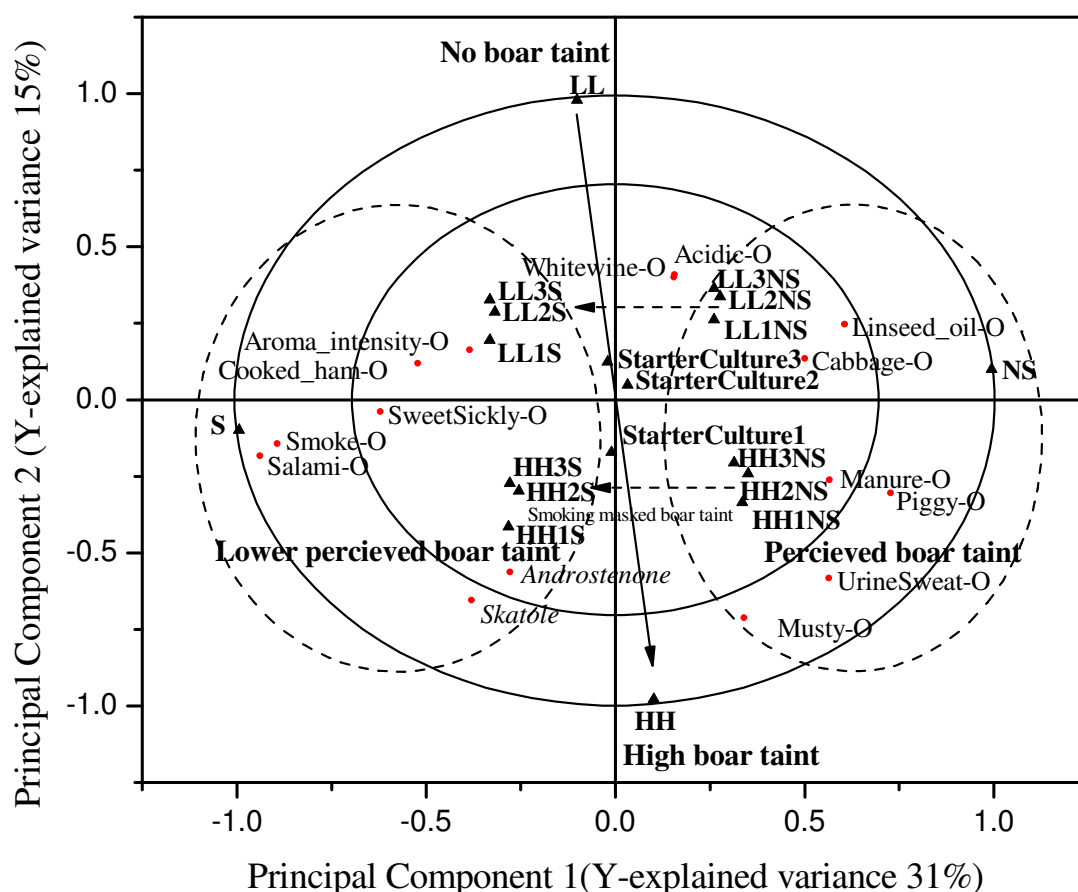
Fermenterad korv. Den största sensoriska variationen i den fermenterade korven beskrevs i PC1 med fettypen, kontroll- mot ornefett (Fig. 3). Variationen mellan startkulturerna beskrevs i PC2 (Fig. 3) med liknande lukt/smakkaraktär som i modellprodukten. Startkultur 2 (F-1) var mest effektiv i att reducera ornelukt/smak. Det fanns ingen tydlig sensorisk skillnad mellan lättrokt och normalrokt korv, vilket indikerar att rökningsnivåerna var alltför lika. Men rökningen minskade dock i viss mån uppfattningen av ornelukt/smak, eftersom korv med ornefett inte var direkt relaterade till de sensoriska orneluktstermerna.

Flyktiga aromkomponenter

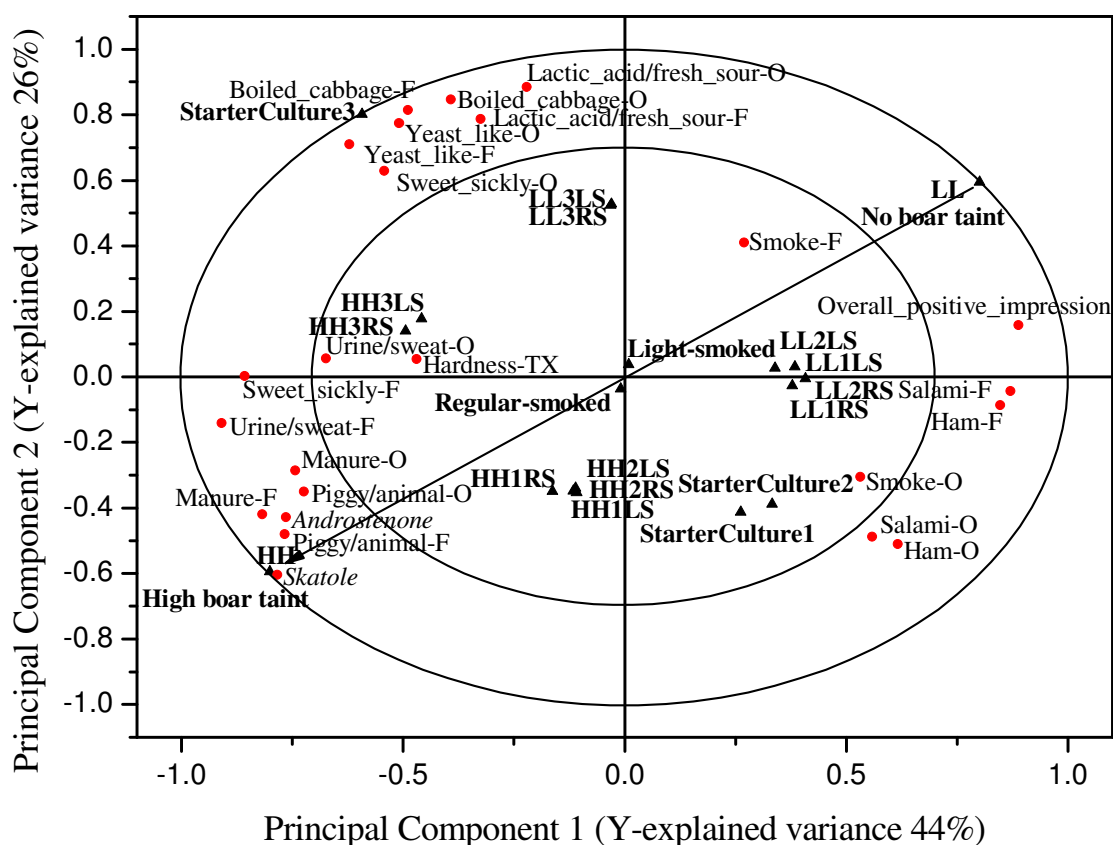
Totalt 70 respektive 78 flyktiga aromkomponenter detekterades i modellprodukten respektive i den fermenterade korven och av dem var 41 respektive 51 relaterade till någon av designvariablerna fettyp, rökning och startkultur. I modellprodukten var fem av aromkomponenterna, 3-metylbutanal, 3-metylbutylacetoacetat, 3-oktanon, 2-etyl-1-hexanol och benzenetanol, positivt korrelerade till ornefettet och åtta flyktiga aromkomponenter, etanol, 3-metylbutanal, 3-metylbutylacetat, 3-metylbutylacetoacetat, 3-metoxifenol, 4-metylfenol och fenol, till rökningen. I den fermenterade korven kunde åtta aromkomponenter korreleras med rökningsintensiteten, 1-hexanol, 2-propanol, 1-(acetyloxy)-2-butanone, 1-(acetyloxy)-2-propanone, 1-hydroxy-2-butanone, 1-hydroxy-2-propanone, 5-metyl-2(3H)-furanone, och 1,3-pentadiene, medan ingen aromkomponent var direkt korrelerad med ornefettet. Mönstret av aromkomponenter som bildades skiljde sig beroende på vilken startkultur som tillsattes. Framförallt var det skillnad mellan startkultur 3 (F-2) och de andra två startkulturerna i både modellprodukt och fermenterad korv, vilket överensstämmer med den sensoriska analysen där kultur 3 (F-2) hade en specifik aromprofil.

Samband mellan sensorisk aromprofil och flyktiga aromkomponenter

Då resultaten från sensorisk profilering och flyktiga aromkomponenter i modellprodukten kombinerades med hjälp av multivariatanalys, kunde de sensoriska luktermerna urin/svett relateras till benzenetanol och 2-etyl-1-hexanol samt gödsel och gris till 2-metyl-1-propanol. Dessa aromkomponenter var också korrelerade med kemiskt analyserad androstenon, medan skatol mest korrelerade till 2-heptanone, 3-metylbutylacetat och pyridine. I den fermenterade korven kunde ingen av de sensoriska termerna för ornelukt/smak (urin, svett eller gris) relateras till någon specifik flyktig aromkomponent. Dessa var i stället associerade med för fermenterad korv mer positiva termer som rök, salami, kokt skinka, syrlighet (filmjolk) och jäst. Den fermenterade korven var troligen alltför komplex när det gäller flyktiga aromkomponenter för att kunna urskilja komponenter som var direkt relaterade till ornelukt, beroende på tillsats av peppar och relativt liten skillnad mellan röningsnivåerna. Modellprodukten saknade peppar och hade en tydlig skillnad i rökning (utan/med rökarom) och här fanns en indikation på vissa komponenter som kan ha betydelse. Det behövs dock ytterligare studier i renodlade system för att härleda vilka flyktiga komponenter som har betydelse för ornelukt och dess maskering. Det är en mycket komplex problematik hur en blandning av olika flyktiga luktämnen samverkar och förstärker, förändrar eller maskerar varandra i ett livsmedel (Lawless & Heymann, 1998).



Figur 2. Modellprodukt. Loadings plot av PC1 och PC2 med design variablerna startkultur, fetttyp och rökning i X-matrisen och sensorik-termerna i Y-matrisen. Designvariabler: startkultur 1 = T-SC-150; startkultur 2 = F-1; startkultur 3 = F-2; kontrollfett = LL ; ornefett = HH; utan rökarom = NS; med rökarom = S. Sensoriktermer: Suffixen -O = lukt.



Figur 3. Fermenterad korv. Loadings plot av PC1 och PC2 med design variablerna startkultur, fettyp och rökning i X-matrisen och sensorik-termerna i Y-matrisen. Designvariabler: startkultur 1 = T-SC-150; startkultur 2 = F-1; startkultur 3 = F-2; kontrollfett = LL ; ornefett = HH; lättrokt = LS; normalrokt = RS. Sensoriktemer: Suffixen -F = flavour, -TX = textur

Slutsatser

Rökning har potential att maskera ornelukt i fermenterad korv. Aromämnen som bildas av startkulturerna bidrar till maskeringen, men de studerade startkulturerna hade i sig inte en tillräckligt maskerande effekt. Det skulle därför vara intressant att studera andra startkulturer i kombination med olika typer av rökning för att optimera den maskerande effekten. Analyserna av flyktiga komponenter indikerade vissa komponenter som kunde relateras till ornelukt, men det behövs fördjupade studier i renodlade system för att härleda vilka flyktiga komponenter som har betydelse för ornelukt/smak och dess maskering.

Publicering

- Lindahl, G., Stolzenbach Nielsen, S., Chen, G., Karlsson, A.H., Lundström, K. & Byrne, D.V. (2007). Masking of boar taint by fermentation and smoking. Paper and poster. Proc. 53rd *International Congress of Meat Science and Technology*, August 5-10, Beijing, China, pp 509-510.
- Stolzenbach Nielsen, S. (2007). Masking of boar taint by fermentation and smoking. *Master Thesis in Food Science and Technology*. Department of Food Science, Faculty of Life Sciences, University of Copenhagen, Denmark.
- Lindahl, G., Stolzenbach Nielsen, S., Chen, G., Lundström, K. & Byrne, D.V. (2008). Smoking – A way to mask boar taint in fermented sausage. Abstract and Oral presentation. *EAAP working group on Production and Utilization of Meat from Entire Male Pigs*, 26-27 March 2008, IRTA-Food Technology, Monells, Girona, Spain.
- Stolzenbach, S., Lindahl, G., Lundström, K., Chen, G. & Byrne, D.V. (2008). Perceptual masking of boar taint in Swedish fermented sausages. *Insänt till Meat Science*.
- Lindahl, G. & Lundström, K. (2008). Kan man använda fett från hangris i köttprodukter utan problem med ornelukt? *Insänt till Svensk Gris med knorr*.

Referenser

- Chen, G., Zamaratskaia, G., Andersson, H.K. & Lundström, K. (2007) Effects of raw potato starch and live weight on fat and plasma skatole, indole and androstenone levels measured by different methods in entire male pigs. *Food Chemistry* 101, 439-448.
- Donnelly, L.S., Zieler, G.R. & Acton, J.C. (1982). Effect of liquid smoke in the growth of lactic starter cultures used to manufacture of fermented sausage. *Journal of Food Science* 47, 2074-2075.
- Lawless, H.T. & Heymann, H. (1998). Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic Publishers Group, The Netherlands, 827p.