

Renkött – är det alltid mört, gott och nyttigt?

Eva Wiklund^{1*}, Gunnar Malmfors² & Greg Finstad¹

¹University of Fairbanks Alaska, Reindeer Research Program, P.O. Box 757200, Fairbanks, AK 99775-7200, USA, ²Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för livsmedelsvetenskap, Box 7051, S-750 07 Uppsala, Sverige. *Corresponding author (ffemw2@uaf.edu).

Sammanfattning: Kött med höga pH-värden, DFD-kött (Dark, Firm, Dry), är ett kvalitetsproblem som kan drabba kött från alla djurslag. Detta kött har dålig hållbarhet speciellt i en vakumförpackning, men andra egenskaper som köttets färg, mörhet och vattenhållande förmåga påverkas också av DFD. Höga pH-värden i renkött har visats bero på stress i samband med slakthantering och på dålig näringsstatus hos djuren. Ett flertal undersökningar på t.ex. nö- och lammkött har rapporterat att en variation i pH-värde och glykogeninnehåll har stor betydelse för köttets mörhet. Renkött har däremot visats vara mycket mört oberoende av pH-värde, vilket har förklarats bero på en hög aktivitet av proteinnedbrytning efter slakt men också på små muskelfibrer i renköttet.

Tidigare undersökningar har demonstrerat att fettsyrasammansättningen i kött förändras beroende på vad djuren äter. Allmänt gäller att i kött från betande djur finns en högre andel fleromättade fettsyror (PUFA) jämfört med djur som utfodrats med spannmålsbaserade foder. Renkött har visats ha en relativt hög andel PUFA och särskilt de sk. omega-3 PUFA. En tränad smakpanel bedömde att kött från renar som utfodrats med kommersiellt renfoder smakade mer lever och sött och hade mindre bismaker (som t.ex. gräs, vilt och ren) jämfört med kött från naturbetande renar. I en konsumentundersökning av samma typer av renkött föredrog 50 procent av konsumenterna beteskött och 50 procent föredrog kött från utfodrade renar.

Den senaste forskningen har studerat nya foderblandningar där ingredienser som linfrö och fiskmjöl har utvärderats. Linfrökaka som tillsats i renpellets gav köttet en fettsammansättning som påminde om den i kött från naturbetande renar, d.v.s. köttet innehöll mer PUFA än kött från renar som utfodrats med normala pellets. I försök där fiskmjöl har använts som proteintillskott i renfoder visades ett bra foderutnyttjande och god tillväxt hos renarna och inga negativa effekter på renköttets smak kunde påvisas varken av en tränad smakpanel eller vid en konsumentundersökning. Fettsammansättningen i köttet påverkades marginellt av tillsatsen av fiskmjöl jämfört med normalfodret baserat på sojaprotein. Kött från kontrollgruppen av naturbetande renar hade det signifikant högsta innehållet av PUFA.

Kunskapen om de olika faktorer som påverkar renköttets kvalitet har ökat påtagligt under de senaste 25 åren, men fortfarande saknas en del fakta när det gäller sambanden mellan produktionssystem, slakthantering och köttkvalitet.

Reindeer meat – is it always tender, tasty and healthy?

Abstract: Meat with high pH values, so called DFD (Dark, Firm, Dry) meat, is a persistent quality defect found in all meat species. DFD shortens shelf life, especially for vacuum-packed meat and affects meat colour, tenderness and water-holding properties. High pH values in reindeer meat have been related to pre-slaughter handling stress and poor nutritional status of the animals. There are numerous reports that variation in muscle pH and glycogen content give rise to considerable variations in meat tenderness in species such as beef and lamb. In contrast, reindeer meat has been found to be extremely tender regardless of ultimate pH. This phenomenon has been related to the speed of post mortem protein degradation and the small muscle fibre size in reindeer.

Previous research has demonstrated that the fatty acid composition of meat changes in response to diets. Generally, a higher proportion of long, unsaturated fatty acids were found in meat from grazing animals compared with animals fed a grain-based diet. Reindeer meat has been found to contain moderate amounts of polyunsaturated fatty acids (PUFA), especially so-called *n*-3 (or omega-3) PUFAs. The PUFAs are known to be susceptible to oxidation and may therefore be easily oxidized during processing by techniques like smoking and drying. A trained sensory panel concluded that meat from reindeer fed commercial feed scored higher for liverish and sweet flavours and lower for off-flavour (*i.e.* 'grass', 'wild' and 'game') compared with meat from grazing animals. Consumer preference tests on reindeer meat showed that 50 per cent of the consumers preferred meat from grazing reindeer and 50 per cent meat from pellet-fed animals.

Recent reindeer meat research has included new feed mixtures using ingredients like linseed and fishmeal. Crushed linseed in the feed gave meat with a fat composition similar to that of natural pasture, which meant more PUFA than in meat from reindeer fed the normal grain-based mixture. Fishmeal used as a protein source in reindeer feed mixtures demonstrated good feed conversion and weight gain in the animals, and sensory

evaluation by both a trained panel and consumers did not show any negative effects on flavour attributes of the meat. The fat composition of the meat changed just slightly when comparing fish- and soybean meal, with more PUFA in the meat from fishmeal fed animals. The control group of free-ranging reindeer had significantly highest PUFA content in the meat.

Our knowledge about various factors affecting reindeer meat quality has increased significantly over the last 25 years, but there is still information missing particularly regarding the interaction between production systems, slaughter handling techniques and ultimate meat quality.

Inledning

Smak, mörhet och näringsinnehåll är egenskaper som värderas högt av konsumenter som de viktigaste i förhållande till köttets ätkvalitet och konsumenternas åsikter blir allt viktigare för köttindustrin. Produktionssystem som håller djuren på bete under större delen av året (som också gäller för rennäringen) betraktas som mer djurvänliga och etiska jämfört med den mer kommersiella produktionen av nöt- och griskött eller kyckling. Renkött är en högkvalitativ produkt som också har ett flertal andra egenskaper som tilltalar den hälsomedvetna konsumenten som t.ex. lågt fettinnehåll, fördelaktig fettsammansättning och högt innehåll av mineraler. Olika konsumentgrupper kan naturligtvis föredra olika egenskaper i köttet, men generellt är det viktigt att köttets kvalitet varierar så lite som möjligt, den bör vara den samma vid varje köptillfälle. Följande artikel kommer att ge en översiktlig beskrivning av forskning relaterad till renköttets kvalitet och forskningen har delats in i fyra olika områden: 1. Slakthantering i relation till djurskydd och köttkvalitet, 2. Effekter av kommersiella foder baserade på spannmål och bete på köttets kvalitet, 3. Köttets kemiska sammansättning och produktkvalitet och 4. Sensorisk analys av renkött.

Slakthantering, djurskydd och köttkvalitet

Hantering av renar före slakt innebär ett flertal moment som t.ex. samling och drivning med olika hjälpmedel, skiljning med lasso eller för hand, utfodring före slakt, lastbilstransport till slakteriet och väntan vid slakteriet innan slakt. Vissa av dessa tekniker har diskuterats framförallt ur djurskyddsperspektiv.

De två första studierna publicerade inom området slakthantering av ren och inverkan på köttkvalitet är norska och från 1974 (Skjenneberg *et al.*, 1974) respektive 1984 (Hanssen *et al.*, 1984). Med anledning av en beslutad ändring av Livsmedelsverkets regler för renslakt 1993 (Livsmedelsverket, 1998) startade ett större projekt i Sverige 1991 där ett flertal hanteringsmetoder undersöktes och utvärderades med avseende på köttkvalitet. Projektet avslutades med en doktorsavhandling år 1996 (Wiklund, 1996). Studier av slakthantering och köttkvalitet har också bedrivits i Finland.

pH-värdet är ett bra sätt att mäta köttkvalitet eftersom det ger information om köttets hållbarhet, mörhet, färg och vätskehållande förmåga. Alla dessa egenskaper är viktiga för färskt kött men också för kött som används som råvara till förädlade produkter. Ett normalt pH-värde i kött ligger på 5,5 – 5,7. Värden över 5,8 ger försämrade hållbarhet, speciellt för vakuumpförpackat färskt kött.

I det svenska projektet (Wiklund *et al.*, 1995) demonstrerades att bogkött (*M. triceps brachii*) ofta har höga pH-värden, något som kan försämra kvaliteten på förädlade produkter enligt tidigare finska studier (Niinivaara & Petäjä, 1985). Lastbilstransporter och helikopterdrivning av renar före slakt påverkade inte köttets pH-värde negativt, däremot var lassoanvändning vid skiljning en hanteringsmetod som visade sig mycket påfrestande för renarna (Wiklund *et al.*, 1996a; 1996b). Redan i ett tidigt skede av skiljningen (renar slaktade efter 30 minuters hantering) uppmättes förhöjda pH-värden i köttet, och efter 6 timmars hantering och ytterligare energiförbrukning var pH-värdena ännu högre (Wiklund *et al.*, 1997a). Därför drogs slutsatsen att lassoskiljning är den hanteringsmetod (av de som har undersökts) som är mest negativ med avseende på renköttets kvalitet.



Fig. 1. Stress före slakt kan ge förhöjda pH-värden och försämrad hållbarhet på köttet. Kortisol, ASAT och urea är exempel på stressmetaboliter som ökar i blodet vid hantering, blödningar i löpmagens slemhinna kan också utvecklas snabbt vid akut stress (Foto: E. Wiklund).

I början av 1980-talet publicerades ett antal veterinärmedicinska studier fokuserade på stress och slakt-hantering (t.ex. Rehbinder *et al.*, 1982; Essén-Gustavsson & Rehbinder, 1984). I dessa undersökningar visades att all hantering orsakar förhöjda värden av stressmetaboliter i renens blod. Därför mättes samma stressmetaboliter i det svenska projektet, där det konstaterades att lassoskiljningen orsakade de klart högsta värdena för dessa stressindikatorer (Wiklund *et al.*, 1996b). Dessutom hade de lassoskiljda renarna ofta blödningar i löpmagens slemhinna (magsår), ännu ett tecken på akut stress (Wiklund *et al.*, 1996b). Studierna från 1980-talet försökte hitta samband mellan de förhöjda stressmetaboliterna i blodet och kemiska förändringar i musklerna som kunde förklara ett fenomen kallat 'stress-smak' i köttet. Inget sådant samband har kunnat påvisas (Rogstadkjærnet & Hanssen, 1985; Hanssen & Skei, 1990).

Utvecklingen har gjort att olika moderna hanteringsmetoder (t.ex. biltransport och helikopterdrivning) används alltmer inom renskötsel. Renarna har vant sig vid dessa nya metoder, och är nu inte alls påverkade på samma sätt som för 25 år sedan. Det verkar dock som om lassoskiljning är ett moment som är förknippat med så mycket obehag att det alltid orsakar stress, och att renarna därför inte vänjer sig vid denna hantering.

Utfodring, bete och kondition

Köttets pH-värde är direkt kopplat till musklernas innehåll av energi (glykogen) när djuret slaktas. Om glykogeninnehållet är lågt, blir pH-värdet ofta förhöjt vilket leder till köttkvalitetsproblem som redan har beskrivits. Låga glykogenvärden i musklerna kan bero både på att djuren är i dålig kondition och att de utsatts för fysisk aktivitet och/eller stress före slakt. För slaktren har det demonstrerats att djur i god kondition, som haft tillgång till bra beten eller blivit utfodrade med kommersiella renfoder, ger kött med bra pH-värden (Wiklund *et al.*, 1996a).

Finska rapporter från 1983 (Petäjä, 1983) visade att i stort sett alla renar slaktade under vårvintern gav kött med mycket höga pH-värden ($\text{pH} > 6,2$). Dessa resultat var förmodligen beroende på dåliga betesförhållanden som resulterade i att djuren befann sig i undermålig kondition.

Djurens kondition kan mätas på olika sätt beroende på om dessa mätningar utförs på levande djur eller vid slakt. Levandevikt, olika kroppsmått (t.ex. längd och omfång) och "konditionsskalor" där djurens fett- och muskelansättning bedöms används ofta för levande djur. Vid slakt kan slaktvikt, klassificeringsresultat och mätning av olika fettdepåer på slaktkroppen ge information om djurens kondition. Renslaktkroppar klassificeras i Sverige vid slakt inom det sk. EUROP-systemet där slaktkroppens form (köttinnehåll) och fettinnehåll bedöms subjektivt, d.v.s. genom en bedömning av en utbildad klassificerare (Jordbruksverket, 2004). När det gäller slaktkroppens form står E för det bästa och P för det sämsta resultatet på EUROP-skalan. Den normala variationen i klassificeringsresultat för renslaktkroppar ligger mellan R och P på skalan (se Fig. 2).



Fig. 2. Klassificeringsresultaten för renslaktkroppar varierar normalt mellan R och P på EUROP-skalan.. Från vänster i figuren visas slaktkroppar i grupperna R, O och P (Foto: Jordbruksverket).

Köttets kemiska sammansättning och produktkvalitet

I det föregående stycket konstaterades att bra beten och utfodring med kommersiella foder kan påverka djurens kondition och därmed köttets pH-värde. Vad djuren äter före slakt påverkar också köttets kemiska sammansättning. Naturbetande renar producerar ett kött med högre halt fleromättade fettsyror ("nyttigt fett"), medan kött från renar som har utfodrats med spannmålsbaserade foder har ett mer mättat fett (Wiklund *et al.*, 2001). Renkött innehåller generellt väldigt lite fett, men fettets sammansättning är ändå viktig för köttets hållbarhet och för kvaliteten på förädlade produkter. Som uppföljning till det större svenska projektet på 1990-talet, startade en ny studie i Sverige år 2001 som fokuserades på renköttets kemiska sammansättning. Detta projekt avslutades med en doktorsavhandling 2005 (Sampels, 2005).

Fettet i kött oxideras (härsknar) och bryts ned då köttet lagras. De ämnen som bildas vid oxidation och fettnedbrytning (lipolys) är viktiga för olika produkters typiska karaktär (lukt och smak). För mycket av dessa ämnen försämrar dock produkternas kvalitet. Två vanliga metoder att förädla renkött är rökning och torkning. Enligt nya forskningsresultat verkar torkningen vara en process som kraftigt påskyndar fettets oxidation och lipolys medan rökning visade sig vara en mycket mer skonsam process (Sampels *et al.*, 2004).

Fleromättade fetter är mer känsliga för oxidation jämfört med mättade fetter. Här är skillnaden i fettsammansättning mellan naturbetande och kommersiellt utfodrade djur naturligtvis viktig. Denna information kan med fördel användas av de företag som tillverkar förädlade produkter så att de kan sortera råvaran på det sätt som passar bäst för tillverkning av respektive produkt.

I Sverige tillverkades nyligen ett försöksfoder med exakt samma näringinnehåll som ett vanligt kommersiellt renfoder (Renfor Bas, Lantmännen, Sverige), men med den normala fettblandningen ersatt av linfrökaka. Linfrö innehåller höga halter av den fleromättade fettsyran 18:3 omega-3. Köttet från renar som ätit linfröfodret hade en fettsammansättning som var mycket mer lik den i kött från naturbetande renar jämfört med kött från renar som ätit det kommersiella fodret Renfor Bas (Sampels *et al.*, 2006). I Alaska har ett foder baserat på råvaror producerade i närområdet utvecklats. Det innebär att man har bytt ut soja som proteinkälla och istället använt fiskmjöl. Tre grupper av renar jämfördes för olika köttkvalitetsparametrar; renar som fritt betat naturbete och två grupper som utfodrats ett kommersiellt foder med tillsats av fisk- eller sojaprotein. Fettsammansättningen i köttet påverkades bara marginellt då fisk- och sojadjuren jämfördes, däremot hade köttet från de naturbetande renarna det klart högsta innehållet av fleromättade fetter (Bechtel *et al.*, 2006).

Sensorisk analys av renkött

Sensorisk analys av livsmedel är ett forskningsområde som har utvecklats mycket under de senaste 25 åren. Tidiga smakundersökningar av kött kunde innebära att en grupp slumpmässigt utvalda personer (t.ex. alla medlemmar i en forskningsgrupp) svarade på ett antal frågor om exempelvis mörhet eller färg, utan att först ha blivit tränade och utan att använda ett specialutvecklat frågeformulär.

I mitten på 1990-talet fanns ingen professionell smakpanel i Sverige som hade erfarenhet av att bedöma ren- eller viltkött. Därför inleddes ett samarbete med Matforsk i Ås, Norge, där denna kunskap fanns. Inom samma samarbete kunde senare en smakpanel väljas ut och tränas vid Institutionen för hushållsvetenskap, Uppsala Universitet för att arbeta vidare med renprojektet i Sverige. En tränad smakpanel används för att bedöma olika egenskaper i köttet ”som ett instrument” på en skala från t.ex. 0 – 10 och utan någon värdering kopplad till bedömningen. Ett komplement till en tränad panel är att använda konsumentundersökningar där otränade personer får provsmaka och ge ett omdöme om olika produkter. I de publicerade undersökningarna på renkött har oftast en kombination av dessa metoder använts.

I de svenska studierna utvärderades först den tränade panelen kött från renar som genomgått alla olika hanteringsrutiner och som tidigare analyserats för pH-värden i köttet och stressmetaboliter i blodet. I dessa jämförelser konstaterades att kött från renar som utfodrats med kommersiellt renfoder var det som smakade mest avvikande (Wiklund *et al.*, 2003). Panelen bedömde att kött från naturbetande renar hade ett kött med mera ren- och viltsmak, medan kött från de utfodrade djuren smakade mildare (Wiklund *et al.*, 2003). Konsumenterna kunde uppfatta och beskrev samma skillnader i smak, oberoende av om de var vana att äta renkött eller inte. Femtio procent av konsumenterna föredrog naturbeteskött och femtio procent föredrog kött från renar som utfodrats med kommersiellt foder (Wiklund *et al.*, 2003).

I Alaska utvärderades köttet från renarna som utfodrats med fisk- eller sojaprotein som tillskott i foderblandningen och jämfördes med kött från naturbetande renar. Den tränade panelen hittade inga skillnader i sensoriska egenskaper i köttet från de tre olika grupperna (Finstad *et al.*, 2005). Konsumenternas kommentarer om avvikande smaker i köttet (viltsmak och stark rensmak) gällde endast kött från renarna i gruppen som betat naturbete. Ingen negativ inverkan av inblandning av fiskmjöl i fodret på smaken i renköttet kunde visas (Finstad *et al.*, 2005).

De flesta konsumenter anser att mörhet är en av de absolut viktigaste sensoriska egenskaperna i kött. I mitten av 1990-talet inleddes ett samarbete mellan forskare i det svenska renprojektet och Universitetet i Utrecht, Holland för att undersöka mörhet i renkött. Biokemiska mätningar av mörhetsenzymer och mikroskopiska bedömningar av mörhetsutvecklingen i köttet under lagring gjordes. Renkött visade sig vara mycket mörare än nötkött och behövde inte någon mörhetslagring, d.v.s. slaktkropparna kunde styckas dagen efter slakt och köttet var redan mör (Barnier *et al.*, 1999). Det förklarades bero dels på höga aktiviteter av mörhetsenzymer (Wiklund *et al.*, 1997b) men också på små muskelfibrer (fintrådighet) i renköttet (Taylor *et al.*, 2000).

Pågående renköttforskning och framtiden

Forskning inom området renköttproduktion och kvalitet har alltid varit begränsad men av stort värde för rennäringen eftersom köttproduktion är näringens viktigaste inkomst. För närvarande bedrivs renköttforskning i Alaska och Sverige inom följande projektområden:



Fig. 3. Sensorisk analys är ett viktigt komplement till teknologiska mätningar av köttkvalitet. En kombination av information från en tränad panel och konsumenttester ger den bästa beskrivningen av produktkvalitet (Foto: Reindeer Research Program, University of Alaska Fairbanks).

- Elstimulering och bäckenhängning av renslaktkroppar
- Säsongsvariation i slaktkroppssammansättning och köttkvalitet hos rentjurar (sarvar) och kastrerade tjurar (härkar)
- Utveckling av färdiglagade renköttprodukter i vakuumpförpackning
- Nya foderingsredienser och deras effekter på köttets kvalitet

Renköttets image är ett ämne som har diskuterats mycket under de senaste åren, framförallt inom rennäringsen i Norden. I flera av de nordiska länderna har kvalitetsmärkning inom vissa varumärken varit aktuell för renkött, och det har debatterats vilka kriterier som skulle kunna sättas upp för att mäta och garantera en sådan kvalitet.

För de flesta konsumenter är det mycket viktigt att renkött verkligen är annorlunda jämfört med nöt- och griskött eller kyckling. Rennäringsen framhåller också gärna att egenskaper som ”naturligt”, ”exotiskt”, ”exklusivt” och ”nyttigt” är centrala i marknadsföringen av renkött. Det innebär att alla nya produktionssystem, hanteringsmetoder, utfodringsrutiner, slakttekniker o.s.v. bör avvägas väl så att de passar in i den önskade imagen av renkött som en perfekt produkt för den moderna hälso- och miljömedvetna konsumenten.

Referenser

- Barnier, V. M. H., Wiklund, E., van Dijk, A., Smulders, F. J. M. & Malmfors, G. 1999. Proteolytic enzyme and inhibitor levels in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L) vs. bovine longissimus muscle, as they relate to ageing rate and response. – *Rangifer* 19: 13-18.
- Bechtel, P. J., Wiklund, E., Finstad, G. & Oliveira, A. C. M. 2006. Lipid composition of meat from free-ranging reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) and reindeer fed soybean meal or fishmeal-based rations. – In: *Proceedings 2006 Institute of Food Technologists Annual Meeting*, 24-28 June, Orlando, USA.
- Essén-Gustavsson, B. & Rehinder, C. 1984. The influence of stress on substrate utilization in skeletal muscle fibres of reindeer (*Rangifer tarandus* L). – *Rangifer* 4 (1): 2-8.
- Finstad, G., Bechtel, P., Wiklund, E., Rincker, P. J. & Long, K. 2005. Sensory and technological properties of meat from free-ranging reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) or reindeer fed soybean meal or fishmeal-based rations. – In: *Proceedings 2005 Institute of Food Technologists Annual Meeting*, 16-20 July, New Orleans, USA.
- Hanssen, I. & Skei, T. 1990. Lack of correlation between ammonia-like taint and polyamine levels in reindeer meat. – *Veterinary Record* 127: 622-623.
- Hanssen, I., Kyrkjebø, A. & Opstad, P. K. 1984. Physiological responses and effects on meat quality in reindeer (*Rangifer tarandus*) transported on lorries. – *Acta Vet. Scand.* 25: 128-138.

- Jordbruksverket. 2004. Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 1998:17) om klassificering av slaktkroppar. – *SJVFS 2004:88*. Jordbruksverket, Jönköping, Sverige.
- Livsmedelsverket. 1998. Regulations regarding slaughter, meat inspection and handling of reindeer meat. – *SLVFS 1998:17 (H 197)*.
- Niinivaara, F. P. & Petäjä, E. 1985. Problems in the production and processing of reindeer meat. – In: B. Krol, P.S. van Roon & J. H. Houben (eds.). *Trends in modern meat technology*. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, pp. 115-120.
- Petäjä, E. 1983. DFD meat in reindeer meat. – In: *Proceedings 29th European Congress of Meat Researcher Workers*, Salsomaggiore, Italy, pp. 117-124.
- Rehbinder C., Edqvist, L-E, Lundström, K. & Villafane, F. 1982. A field study of management stress in reindeer (*Rangifer tarandus L.*). – *Rangifer 2 (2)*: 2-21.
- Rogstadkjærnet, M. & Hanssen, I. 1985. Ammonia-like taint and creatine, creatinine and dimethylamine contents in reindeer meat. – *Acta Vet. Scand.* 26: 143-144.
- Sampels, S. 2005. *Fatty acids and antioxidants in reindeer and red deer – emphasis on animal nutrition and consequent meat quality*. Doctoral thesis, Department of Food Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Sampels, S., Pickova, J. & Wiklund, E. 2004. Fatty acids, antioxidants and oxidation stability of processed reindeer meat. – *Meat Science* 67: 523-532.
- Sampels, S., Wiklund, E. & Pickova, J. 2006. Influence of diet on fatty acids and tocopherols in *M. longissimus dorsi* from reindeer (Lipids, in press).
- Skjenneberg, S., Jacobsen, E., & Movinkel, H. 1974. pH-verdien i reinkjøtt etter forskjellig behandling av dyrene for slakt. – *Nordisk Veterinärmedicin* 26: 436-443.
- Taylor, R. G., Labas, R., Smulders, F. J. M. & Wiklund, E. 2002. Ultrastructural changes during ageing in *M. longissimus* from moose (*Alces alces*) and reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). – *Meat Science* 60: 321-326.
- Wiklund, E. 1996. *Pre-slaughter handling of reindeer (Rangifer tarandus tarandus L) - effects on meat quality*. Doctoral thesis, Department of Food Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Wiklund, E., Andersson, A., Malmfors, G., Lundström, K. & Danell Ö. 1995. Ultimate pH values in reindeer meat with particular regard to animal sex & age, muscle and transport distance. – *Rangifer* 15: 47-54.
- Wiklund, E., Andersson, A., Malmfors, G. & Lundström, K. 1996a. Muscle glycogen levels and blood metabolites in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus L*) after transport and lairage. – *Meat Science* 42:133-144.
- Wiklund, E., Barnier, V. M. H., Smulders, F. J. M., Lundström, K. & Malmfors, G. 1997. Proteolysis and tenderisation in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus L*) bull longissimus thoracis muscle of various ultimate pH. – *Meat Science* 46: 33-43.
- Wiklund, E., Johansson, L. & Malmfors, G. 2003. Sensory meat quality, ultimate pH values, blood parameters and carcass characteristics in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus L*) grazed on natural pastures or fed a commercial feed mixture. – *Food Quality and Preference* 14: 573-581.
- Wiklund, E., Malmfors, G. & Lundström, K. 1997a. The effects of pre-slaughter selection of reindeer bulls (*Rangifer tarandus tarandus L*) on technological and sensory meat quality, blood metabolites and abomasal lesions. – *Rangifer* 17: 65-72.
- Wiklund, E., Malmfors, G., Lundström, K. & Rehbinder, C. 1996b. Pre-slaughter handling of reindeer bulls (*Rangifer tarandus tarandus L*) - effects on technological and sensory meat quality, blood metabolites and muscular and abomasal lesions. – *Rangifer* 16: 109-117.
- Wiklund, E., Pickova, J., Sampels, S., & Lundström, K. 2001. Fatty acid composition in *M. longissimus lumborum*, ultimate muscle pH values and carcass parameters in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus L*) grazed on natural pasture or fed a commercial feed mixture. – *Meat Science* 58: 293-298.

Manuskript mottatt 130606

