

PACKAGING FRESH AND CURED MEAT

Investigations Concerning Back Fat of Selected Pig Groups.

By
ELLEF VOLD
Norwegian Food Research Institute
1432 As-NLH, Norway.

Summary

The carcass quality, the fatty acid composition in the neutral lipids of the backfat as well as its oxidation and hydrolysis during storage at -20°C , with and without the exposure of atmospheric oxygen, were determined in gilts and barrows in two groups of Norwegian landrace pigs.

Highly significant differences concerning the back fat thickness between these groups were found.

The fatty acid composition in the back fat was strongly influenced by the sex of the animals and the breeding programme.

The quantitative oxidation and hydrolysis of the lipids in pieces of the back fat changed significantly between the two groups during the storage periode.

Examen de lard du dos sur des groupes de porcs sélectionnés

par
ELLEF VOLD
l'Institut Norvégien de Recherche d'Alimentation
1432 As-NLH, Norvège

Résumé

Des examens étaient fait concernant la qualité de carcasse, la composition de l'acide gras dans le lard neutre au lard du dos, ainsi que son oxydation et son hydrolyse, avec et sans exposition de l'oxygène atmosphérique, dont les examens comprenaient emmagasinage en réfrigérateur pendant 5 mois. Les éunuques et les truies étaient examinés en deux groupes de la race de compagnie de Norvège. Entre ces groupes on a trouvé des différences fort significatives en ce qui concerne l'épaisseur de lard du dos.

La composition de l'acide gras dans le lard du dos était fort influencée par le sexe des animaux et le programme de propagation.

La division oxydative et hydrolytique du gras dans les épreuves du lard a apparu très différemment entre les deux groupes pendant la période d'emmagasinage.

Untersuchungen des Rückenspekkes bei selektierten Schweinegruppen.

Von
ELLEF VOLD
Institut für Nahrungsmittelforschung Norwegens
1432 As-NLH, Norwegen.

Zusammenfassung

Die Schlachtkörperqualität, die Fettsäurezusammensetzung des Neutralfettes im Rückenspeck, sowie die oxydative und die hydrolytische Spaltung dieses Fettes, mit und ohne Luftzutritt, während einer fünfmonatigen Tiefkühlagerung, wurde bei Sauen und Kastraten in zwei Gruppen der norwegischen Landrasse untersucht.

Es wurden hoch gesicherte Unterschiede bezüglich der Speckdicke zwischen diesen Tiergruppen festgestellt.

Die Fettsäurezusammensetzung des Rückenspekkes ist von dem Geschlecht der Tiere und der durchgeführten Selektion stark beeinflusst.

Die quantitative oxydative und hydrolytische Spaltung des Fettes der Speckproben während der Tiefkühlagerung war sehr unterschiedlich in den zwei Gruppen.

Резюме

Изучали качество туши, жинокислотный состав нейтральных липидов спинного сала, его окислительное и гидролитическое расщепление с доступом и без доступа атмосферного кислорода во время пятимесячного хранения при -20° в двух группах молодых свиноматок и боровов норвежского ландраса.

Найдены статистически высокодостоверные различия в толщине шпига между этими группами.

На жинокислотный состав спинного сала сильно влияли пол животных и направление селекции.

Количественные определения окислительного и гидролитического расщепления липидов в пробах спинного сала показали различный ход в двух группах во время хранения.

PACKAGING FRESH AND CURED MEAT

untersuchungen des Rückenspekkes
bei selektierten Schweinegruppen

von Ellef Vold
Institut für Nahrungsmittelforschung Norwegens
1432 Ås-NLH, Norwegen

Die Schlachtung erfolgte bei einem Lebendgewicht von 88-92 kg.

3. Probenentnahme und Behandlung der Proben

Nach einer Kühlperiode von 48 Stunden wurden die Schlachtkörper zerlegt und aus jedem wurde ein Teil des Rückenspekkes des Kotelettkammes, zwischen dem ersten und dem dritten Lendenwirbel, entnommen. Bei der Entnahme der Speckproben wurde sorgfältig darauf geachtet, dass die gesamte Speckschicht zwischen der Fascia lumbodorsalis und der Schwarte herausgeschnitten wurde.

Jedes Speckstück wurde in 5 Scheiben geteilt und ihrer Längenschnitt war mit der Querschnittsfläche des Schlachtkörpers parallel.

Das Fett einer dieser Speckscheiben wurde sofort extrahiert. Zwei wurden in Polyäthylentüten (PE-LD, Dicke 35 micron) mit viel Luft drin, gelagert, und die letzten zwei vakuumverpackte man in laminierten Aluminiumbeuteln. Dann erfolgte eine Tiefkühlagerung (bei -20°C), die 3 bzw. 5 Monate dauerte.

4. Untersuchungsmethoden

4.1 **Farbenindex.** Etwa 4-6 cm^3 reines Fettgewebe jeder Speckscheibe wurde abgeschnitten. Der Analysenverlauf folgte demjenigen von Askøe und Madsen (1954).

4.2 **Fettextraktion.** Man entfernte die Schwarte der restlichen Speckscheibe, zerkleinerte sie, und homogenisierte das Fettgewebe eine Minute mit 50 ml Chloroform in einem MSE-Homogenisator. Nach dem Filtrieren wurde das restliche Gewebe zweimal mit 50 ml Chloroform homogenisiert und filtriert.

4.3 **Peroxydzahl und freie Fettsäuren.** Das Verfahren von Hadome und Mitarb. (1965) wurde angewandt.

4.4 **Fettsäurezusammensetzung.** Nach der Entfernung des Extraktionsmittels wurde die Herstellung und die gaschromatographische Trennung der Fettsäuremethylester nach einer von Vold beschriebenen Methode (1973) durchgeführt.

4.5 **Statistische Auswertungen.** Differenzen der Schlachtkörperqualität sowie der Zusammensetzung des Neutralfettes in dem Rückenspeck, zwischen Tiergruppen (HP-Gruppe/LP-Gruppe) sowie zwischen Geschlechtern (Sauen/Kastraten), testete man mittels einer Varianzanalyse. Die Speckqualität während der Tiefkühlagerung wurde mit einer faktoriellen Varianzanalyse geprüft. Die Variationsursachen dieser Analyse waren Tiergruppe, Geschlecht, Verpackungsmethode (Vakuum/Luftzutritt) und Lagerungszeit (0,3 und 5 Monate). Um den Einfluss der Speckdicke auf die Zusammensetzung des Fettes, nach Entfernen der Effekte von Tiergruppe und Geschlecht, zu untersuchen, wurde die least-square-Methode nach Harvey (1960) angewandt.

6. Diskussion der Ergebnisse.

Der Rückenspeck beim Schwein ist von der Fascia trunci superficialis in zwei Schichten geteilt. Das relative Vorkommen ungesättigter Fettsäuren ist am grössten in der äusseren Schicht (Christie und Mitarb., 1972; Vilegas und Mitarb., 1973), und dieselben Autoren haben festgestellt, dass man eine allmählich eintretende Änderung in der Zusammensetzung des Fettes, zwischen der Schwarte und der Fascia lumbodorsalis, findet.

Bei den Schweinen sind die Synthese der Fettsäuren und die Lipogenese der Triglyceride Prozesse, die hauptsächlich in den Fettgeweben stattfinden (O'Hea und Leveille, 1969). Man kann sich vorstellen, dass die Bildung der Fettsäuren selektiv ist, u.a. besteht die Möglichkeit, dass in der Nähe der Schwarte überwiegend ungesättigte Fettsäuren synthetisiert werden (Christie und Mitarb., 1972). Die physiologische Aktivität eines Fettgewebes ist sehr hoch (Wertheimer und Shapiro, 1948), und es wäre auch möglich, dass die Mobilisierung der Triglyceride selektiv ist.

Durch die Kastration der männlichen Ferkel wird ihre innere Sekretion stark beeinflusst. Diese Tatsache dürfte eine Erklärung des grossen Geschlechtseinflusses auf die Fettsäurezusammensetzung des Speckes sein. Bemerkenswert ist festzustellen (Tab. 1), dass grosse Unterschiede bezüglich der Speckdicke, zwischen den Sauen der LP-Gruppe und den Kastraten der HP-Gruppe, praktisch ähnliche Zusammensetzung des Fettes bei diesen Tierkategorien zur Folge hat. In jedem Fall sind keine gesicherten Unterschiede festgestellt worden.

Der gefundene genetische Einfluss auf die Zusammensetzung des Fettes ist in Übereinstimmung mit Wood (1973). Das durchgeführte Zuchtprogramm hat das relative Vorkommen der Grobgewebestanteile der Versuchstiere (Fleisch, Fett, Knochen und Schwarte) verändert, aber gleichzeitig wird auch die Qualität dieser Gewebe beeinflusst.

Rückenspeck als Rohware bei der Herstellung von Fleischwaren besteht aus der äusseren Speckschicht und einem Teil der inneren, bei der Zerlegung sehr magerer Schlachtkörper praktisch nur von dem erst genannten. Auf Grund dieser Tatsache und den Ergebnissen dieser Arbeit wird vorgeschlagen, dass der Speck bei der Produktion fettreicher Fleischwaren, in denen Ranzidität leicht entstehen kann, von Kastratenschlachtskörpern mit grosser Speckdicke genommen wird. Da bekanntlich die Fütterung einen grossen Einfluss auf die Zusammensetzung des Depotfettes beim Schwein hat, ist dies Verfahren keine Garantie für eine befriedigende Qualität des Speckes. Aber die Möglichkeiten dürften am grössten sein.

Eine quantitative Messung der Hydroperoxyde in einem Fettgewebe, während der Lagerung unter Luftzutritt, zeigt, dass die Menge am Anfang steigt, ein Maximum wird erreicht, und dann nimmt sie ab (Kopecky, 1971). Aus der Tabelle 1 geht hervor, dass die Speckproben der Sauen in der HP-Gruppe eine ähnliche Entwicklung zeigen. Die absolute Grösse der Peroxydzahlen dieses Fettgewebes, nach beiden Lagerungszeiten und Verpackungs-

1. Einleitung und Problemstellung

Rohwürste sind fettreiche Fleischwaren. Schweinespeck ist eine übliche Rohware bei der Herstellung, und das Fett dieses Gewebes hat ein grosses relativ Vorkommen mehrfach ungesättigter Fettsäuren (Vold, 1967). Die natürlich vorkommenden Polyensäuren werden unter Luftzutritt leicht oxydiert, wobei Ranzidität in den Produkten entstehen kann. Diese Autoxydation wird von Kochsalz (Ellis und Mitarb., 1963) sowie von Haemoglobin und Myoglobin (Kwoh, 1971) katalysiert.

Bei dem Institut für Haustiergenetik, Norwegische Landwirtschaftshochschule, hat man ein Zuchtprogramm für Schweine, mittels eines Selektionsindex, durchgeführt, welcher auf der täglichen Zunahme der Tiere (mit Ultraschall gemessen) und ihrer täglichen Zunahme während der Mastperiode basiert ist. Die eine Gruppe (HP) ist für dünnen Speck und grosse tägliche Zunahme selektiert worden, und die andere (LP) in die entgegengesetzte Richtung (Standal und Mitarb., 1973). Nach 3-4 Generationen ist die mittlere Rückenspeckdicke, auf Jahresbasis, $24,1 \pm 0,34$ mm bzw. $36,6 \pm 0,34$ mm.

Die Fettsäurezusammensetzung der lipiden Gewebe in dem Schweineschlachtkörper ist von der Fütterung (Chung und Lin, 1965), dem anatomischen Ursprung (Brünn, 1971) sowie von dem Alter und der Rückenspeckdicke (Koch und Mitarb., 1968, Sink und Mitarb., 1964) der Tiere stark beeinflusst. Das Ziel dieser Arbeit besteht darin die Fettsäurezusammensetzung des Rückenspekkes bei Tieren der oben genannten Selektionsgruppen zu untersuchen. Weiter werden Speckproben beider Gruppen vakuumverpackt oder unter Luftzutritt tiefkühlgelagert, und die oxydative und die hydrolytische Spaltung des Fettes nach den Lagerungszeiten 0, 3 und 5 Monaten gemessen.

2. Versuchstiere und Fütterung

Die Versuchstiere (insgesamt 44) gehörten der verdelten norwegischen Landrasse an, und aus je Wurf wurden jeweils paarweise Sauen und Börgen zufällig ausgewählt. Die Kastration der männlichen Ferkel wurde in einem Alter von ungefähr 3 Wochen durchgeführt. Während der Mastperiode (ab 20 kg Lebendgewicht) blieben die Versuchstiere in ihren respektiven Würfen.

Es wurde eine übliche, norwegische Kraftfuttermischung verwendet (Hauptbestandteile 59% Gerstenschrot, 22% Maisschrot und 19% extrahiertes Sojamehl).

5. Ergebnisse.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen gehen aus der Tabelle 1 hervor. Zwischen Tiergruppen (HP/LP) wurden für sämtliche Speckmasse hoch signifikante Unterschiede festgestellt ($P < 0,001$). Ähnliche Resultate fand man für dies Merkmal, zwischen Geschlechtern in der LP-Gruppe ($P < 0,05$), während nur für die Masse "Nacken" und "Slight of lean" dies der Fall in der HP-Gruppe war ($P < 0,05$).

Das relative Vorkommen der Palmitinsäure (C16:0) im Neutralfett des Rückenspekkes bei den Sauen der HP-Gruppe wich hoch signifikant ($P < 0,001$) von jeder der drei übrigen Versuchsgruppen ab ($P < 0,001$), während innerhalb dieser drei keine gesicherten Unterschiede bezüglich dieses Merkmals festgestellt wurden. Der Fettgehalt ist in erster Linie von dem Geschlecht der Tiere bestimmt ($P < 0,001$) aber er ist auch von der durchgeführten Selektion des Speckdickes beeinflusst ($P < 0,05$). Mit abnehmender Rückenspeckdicke ist ein zunehmendes prozentuales Vorkommen an Linolsäure gefunden. Die Differenzen waren am höchsten zwischen den Sauen der HP-Gruppe und jeder der drei übrigen (für sämtliche $P < 0,001$). Der relative Anteil dieser Säure war am niedrigsten bei den Kastraten der LP-Gruppe, und er war gegenüber den Sauen derselben Gruppe sowie den Kastraten der HP-Gruppe signifikant unterschiedlich ($P < 0,01$). Sonst wurden keine gesicherten Unterschiede bezüglich der Fettsäurezusammensetzung, weder zwischen Gruppen noch zwischen Geschlechtern, festgestellt.

Die faktorielle Varianzanalyse bezüglich der Qualitätskriterien in dem Speck während der Tiefkühlagerung zeigte signifikante Effekte von:

Variationsursachen:	Abhängige Variable:
Tiergruppe ($P < 0,001$)	Farbenindex
Lagerungszeit ($P < 0,001$)	"
Tiergruppe x Lagerungszeit ($P < 0,001$)	"
Tiergruppe ($P < 0,001$)	Peroxydzahl
Tiergruppe x Geschlecht ($P < 0,05$)	"
Verpackungsmethode ($P < 0,01$)	"
Tiergruppe x Verpackungsmethode ($P < 0,05$)	"
Lagerungszeit ($P < 0,001$)	"
Tiergruppe x Lagerungszeit ($P < 0,001$)	"
Geschlecht x Lagerungszeit ($P < 0,05$)	"
Tiergruppe x Geschlecht x Lagerungszeit ($P < 0,05$)	"
Tiergruppe ($P < 0,05$)	Freie Fettsäuren
Lagerungszeit ($P < 0,001$)	"

In diesem Versuch hat eine Vakuumverpackung der Speckproben eine oxydative oder hydrolytische Spaltung des Fettes während der Tiefkühlagerung nicht verhindert.

PACKAGING FRESH AND CURED MEAT

methoden, bedeutet, dass er als ranzig betrachtet werden muss^{*)}. Die angewandte Vakuumverpackung hat diese Entwicklung nicht verhindert nur ist die Quantität der Hydroperoxyde vermindert. Die erhöhte Autoxydation des Fettes in den Speckproben dieser Versuchstiere, kann wahrscheinlich durch ihre abweichende Fettsäurezusammensetzung, gegenüber den drei anderen Tiergruppen, erklärt werden.

Die hydrolytische Spaltung des Fettes während der Lagerung wird von Lipasen verursacht, die entweder ein natürlicher Teil des Fettes sind oder aus seiner Mikroflora stammen (Sjöström, 1971). Die Länge der Lagerungszeit sowohl die Tiergruppe übte einen entscheidenden Einfluss auf die Grösse der hydrolytischen Spaltung des Fettes aus. Die Erklärung dieser Befunde dürfte man in erster Linie auf unterschiedliche biologische Qualitätsmerkmale der lipiden Gewebe bei den untersuchten Tiergruppen zurückführen.

7. Literatur

- Askøe, E. und Madsen, J.A.: Chemical test for estimating oily and fishy off-flavour in bacon. Acta Agric. Scand., 4, 266 (1954).
- Brünn, I.I. Die Variabilität der chemischen Zusammensetzung der Depotfette bei Schweinen in Abhängigkeit von deren Topographie. Die Fleischwirtschaft, 151, 1346 (1971).
- Christie, W.W., Mc Ewan Jenkinson, D. und Moor, J.H. Variation in lipid composition through the skin and subcutaneous adipose tissue of pigs. J. Sci. Food Agric., 23, 1125 (1972).
- Chung, R.A. und Lin, C.C. Fatty acid content of pork cuts and variety meats as affected by different dietary lipids. J. Food Sci., 30, 860 (1965).
- Ellis, R., Currie, G.T., Thornton, F.E., Bollinger, N.C. und Gaddis, A.M. Carbons in oxidizing fat. 11. The effect of pro-oxidant activity of sodium chloride on pork tissue. J. Food Sci., 33, 555 (1968).
- Hadome, H., Bieffer, K.W. und Suter, H. Bemerkungen über die jodometrischen Verfahren zur Bestimmung der Peroxidzahl in Speisölen. Z. Lebensmittel - Untersuchung. u. Forsch., 104, 316 (1965).
- Harvey, W.R. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. U.S. Dept. of Agric., ARS 20-8, 151 Seiten (1960).

^{*)} Schwellenwert der oxydativen Ranzidität: 6 milliekv. O₂/kg Fett.

Tabelle 1. Schlachtkörperqualität und Fettsäurezusammensetzung sowie oxydative und hydrolytische Spaltprodukte in dem Rückenspeck bei selektierten Schweinegruppen.

Untersuchungen	Mittelwerte und mittlere Fehler			
	LP-Gruppe		HP-Gruppe	
Anzahl Tiere	Kastraten	Sauen	Kastraten	Sauen
Alter bei der Schlachtung, Tage	181,2 ± 3,4	187,6 ± 5,4	169,7 ± 3,5	178,6 ± 5,8
Schlachtkörpergewicht, kg	65,49 ± 0,94	65,35 ± 0,80	62,56 ± 1,28	63,79 ± 1,12
Rückenspeckmasse: Nacken m.m.	45,5 ± 1,8	40,5 ± 1,5	32,0 ± 1,5	27,1 ± 1,1
Rücken "	29,3 ± 2,4	24,7 ± 2,0	13,0 ± 1,0	10,0 ± 0,5
Kreuzbein m.m.	36,2 ± 2,4	31,6 ± 2,1	21,6 ± 0,9	17,3 ± 0,8
Slight of lean (S.O.L.) m.m.	33,1 ± 2,3	24,6 ± 1,6	16,7 ± 0,5	11,7 ± 0,8
Fettsäurenmethyltester: C10:0, %	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren
C14:0, "	2,0 ± 0,000	1,82 ± 0,12	2,0 ± 0,000	1,64 ± 0,15
C16:0, "	29,18 ± 0,42	29,18 ± 0,35	29,09 ± 0,37	25,36 ± 0,49
C16:1, "	2,82 ± 0,30	2,91 ± 0,16	3,00 ± 0,14	2,36 ± 0,15
C17:0, "	0,27 ± 0,14	0,09 ± 0,09	0,64 ± 0,15	0,55 ± 0,16
C17:1, "	0,27 ± 0,14	0,18 ± 0,12	0,73 ± 0,14	0,55 ± 0,16
C18:0, "	13,36 ± 0,49	13,27 ± 0,45	13,00 ± 0,50	13,09 ± 0,37
C18:1, "	41,45 ± 0,58	41,00 ± 0,65	40,55 ± 0,39	41,64 ± 0,54
C18:2, "	9,00 ± 0,27	10,27 ± 0,33	10,45 ± 0,31	13,64 ± 0,47
C18:3, "	0,64 ± 0,28	0,73 ± 0,14	0,45 ± 0,16	1,00 ± 0,14
C20:1, "	0,73 ± 0,14	0,45 ± 0,16	0,27 ± 0,14	0,64 ± 0,15

Tabelle 1. Fortsetzung.

	Mittelwerte und mittlere Fehler			
	LP-Gruppe		HP-Gruppe	
	Kastraten	Sauen	Kastraten	Sauen
Farbenindex	1) 109,8 ± 9,5	108,18 ± 8,7	173,6 ± 7,5	200,5 ± 9,6
Peroxydzahl	2) 0,64 ± 0,31	1,27 ± 0,57	0,73 ± 0,38	0,82 ± 0,38
Freie Fettsäuren	3) 0,16 ± 0,04	0,16 ± 0,02	0,23 ± 0,03	0,17 ± 0,02
Vakuumverpackung	1) 182,7 ± 13,7	174,4 ± 15,5	223,0 ± 10,9	243,2 ± 13,4
Lagerung bei -20°C,	2) 5,18 ± 0,75	4,00 ± 0,70	7,00 ± 1,18	13,27 ± 3,33
3 Monate	3) 0,15 ± 0,02	0,19 ± 0,04	0,23 ± 0,04	0,23 ± 0,03
Luftzutritt	1) 193,6 ± 15,8	176,1 ± 19,2	197,5 ± 11,0	201,8 ± 8,0
Lagerung bei -20°C,	2) 5,36 ± 0,92	5,36 ± 0,84	10,18 ± 1,31	22,18 ± 5,01
3 Monate	3) 0,18 ± 0,02	0,20 ± 0,02	0,24 ± 0,04	0,48 ± 0,20
Vakuumverpackung	1) 189,1 ± 12,1	197,7 ± 15,5	209,5 ± 13,9	242,7 ± 10,9
Lagerung bei -20°C,	2) 6,91 ± 2,09	5,09 ± 0,87	7,18 ± 1,17	9,27 ± 1,54
5 Monate	3) 0,19 ± 0,03	0,27 ± 0,03	0,31 ± 0,03	0,36 ± 0,06
Luftzutritt	1) 190,5 ± 11,9	221,4 ± 17,0	220,5 ± 16,2	240,0 ± 10,6
Lagerung bei -20°C,	2) 6,36 ± 1,47	5,00 ± 1,12	11,18 ± 2,25	14,73 ± 3,39
5 Monate	3) 0,20 ± 0,03	0,25 ± 0,04	0,31 ± 0,02	0,45 ± 0,09

1) Hellkappe Merks. 2) Milliekv. O₂/kg Fett. 3) mEKOMIR, Fett.

- Koch, D.E., Parr, A.F. und Merkel, R.A. Fatty acid composition of the inner and outer layers of porcine back fat as affected by energy level, sex and sire. J. Food Sci., 33, 176 (1968).
- Kopecky, A. Oxydative Veränderungen im Fettgewebe gekühlt und gefroren gelagerten schweinefleisches. Die Fleischwirtschaft, 51, 559 (1971).
- Kwoh, T.L. Catalyst of lipid peroxidation in meats. J. Am. Oil Chem. Soc., 48, 550 (1971).
- O'Hea, E.K. und Leveille, G.A. Significance of adipose tissue and liver as sites of fatty acid synthesis in the pig and the efficiency of utilization of various substrates for lipogenesis. J. Nutrition, 99, 338 (1969).
- Sink, J.D., Watkins, J.L., Zeigler, J.H. und Miller, R.C. Analysis of fat deposition in swine by gas-liquid chromatography. J. Anim. Sci., 23, 121 (1964).
- Sjöström, G. Fetthydrolysis i livsmedel (Hydrolyse der Fette in Lebensmittel). Livsmedelsteknikk, 24, 125 (1971).
- Standal, N., Vold, E., Trygstad, O. und Poss, I. Lipid mobilization in pigs selected for leanness or fatness. Anim. Prod., 16, 37 (1973).
- Villegas, F.J., Hedrick, H.B., Veum, T.L., McFate, K.L. und Bailey, M.E. Effect of diet and breed on fatty acid composition of porcine adipose tissue. J. Anim. Sci., 36, 663 (1973).
- Vold, E. Fleischproduktionseigenschaften bei Ebern und Kastraten II. Untersuchungen des Rückenspeckes von Ebern und Kastraten. Scient. Rep. Agric. Univer. Norway, 46, Nr. 20.
- Vold, E. Einige Untersuchungen der Fleisch- und Fettqualität bei Renttieren. Vortrag XIX. europäischer Kongress der Fleischforscher. Paris, 1973, 1, 445.
- Wertheimer, E. und Shapiro, B. The physiology of adipose tissue. Physiol. Rev., 28, 451 (1948).
- Wood, J.D. The fatty acid composition of backfat from pietrain and large white pigs. Anim. Prod., 17, 281 (1973).