



ETH Zürich
Institut für Nutztierwissenschaften (INW)
Ernährungsbiologie

Interner
Schlussbericht zur Untersuchung

**Einfluss der Fütterung von extrudierter Leinsaat auf
die Qualität von Schweinefleisch und -fett sowie die
Akzeptanz landesüblicher Fleischprodukte**

Martin Scheeder und Ivana Sotnikova

Zürich, 30. November 2004

Veröffentlichungen und öffentliche Präsentationen von Daten aus diesem Bericht sind bis auf weiteres nur in Absprache und mit Genehmigung der Autoren gestattet.

Inhaltverzeichnis

1. Einleitung und Fragestellung	1
2. Material und Methoden	2
2.1 Versuchsanordnung	2
2.1.1 Tiermaterial und Haltung	2
2.1.2 Futtermischungen	2
2.1.3 Schlachtung, Zerlegung und Probenvorbereitung	6
2.2 Herstellung der Fleischprodukte	7
2.2.1 Rohessspeck und Rohschinken	7
2.2.2 Salami	7
2.3 Laboranalysen	8
2.3.1 Futteranalysen	8
2.3.2 Fleischfarbe, Garverlust und Textur	8
2.3.3 Analyse der Fettsäuren im Fleisch und in den Fleischprodukten	9
2.3.4 Analyse der Fettsäurezusammensetzung und der Fettzahl im Rückenspeck	9
2.3.5 Festigkeit und Oxidationsstabilität	10
2.4 Sensorische Unterschiedsprüfungen	10
2.5 Statistische Auswertung	11
3. Resultate	12
3.1 Mastleistung und Schlachtkörperwert	12
3.2 Physikalische Merkmale der Fleischqualität	13
3.3 Zusammensetzung des Rückenspeckes	14
3.4 Festigkeit und Oxidationsstabilität des Fettes	16
3.5 Fettzahl	16
3.6 Fettsäurezusammensetzung des Fleisches	18
3.7 Fettsäurezusammensetzungen der Produkte	22
3.8 Sensorische Analysen	28
3.8.1 Sensorische Prüfung vom Nierstück und Hals	28
3.8.2 Sensorische Prüfung der Fleischprodukte	29
4. Diskussion und Folgerungen	31
5. Anhang	35
5.1 Tabellarische Darstellung der Geschlechtseffekte	35
5.2 Beispielformulare für die sensorischen Unterschiedsprüfungen	37
5.3 Summary: Effect of extruded linseed in pig diet on meat quality and fatty acid composition of meat and meat products	39

1. Einleitung und Fragestellung

Omega-3- oder n-3-Fettsäuren haben vielfältige und bedeutende Funktion im Organismus und es werden ihnen verschiedene vorteilhafte Wirkungen für die Gesundheit zugeschrieben. In aktuellen Ernährungsrichtlinien wird daher eine höhere Aufnahme empfohlen. Da bei der so genannten westlichen Ernährungsweise n-6 Fettsäuren in weit höherem Umfang als n-3 Fettsäuren aufgenommen werden und diese teilweise kompetitiv zu den n-3 Fettsäuren wirken, wird gleichzeitig ein Verhältnis von n-6 zu n-3-Fettsäuren in der Diät von max. 5 empfohlen.

Eine Erhöhung des Anteils an n-3 Fettsäuren in Lebensmitteln ist daher aus ernährungsphysiologischer Sicht wünschenswert und kann im Fall von Lebensmitteln tierischer Herkunft durch Einsatz von Leinsamen in der Fütterung erreicht werden. Leinsamen sind eine natürliche Quelle für α -Linolensäure (ALA, C18:3n-3), eine n-3 Fettsäure, die auch als Vorläufersubstanz für die körpereigene Synthese von längerkettigen, hochgradig ungesättigten n-3 Fettsäuren wie Eicosapentaensäure (EPA, C20:5n-3) und Docosahexaensäure (DHA, C22:6n-3) dient. Beim Einsatz von Leinsamen in der Fütterung kann durch Extrusion der Leinsamen die Verfügbarkeit des Öles erhöht werden, ohne dass das Fettsäurenmuster verändert wird. Gleichzeitig wird eine Minimierung toxischer Wirkungen von cyanogenen (HCN) Verbindungen aus den Leinsamen erzielt.

Auf der anderen Seite können die mehrfach ungesättigten n-3-Fettsäuren die Verarbeitungsqualität von Schweinefleisch und -fett durch eine Verminderung von Konsistenz und Oxidationsstabilität beeinträchtigen. Während dies für Frischfleisch und für Fleischwaren, die nicht lange gelagert werden, offenbar von untergeordneter Bedeutung ist, wie die erfolgreiche Vermarktung einer Produktlinie mit n-3 angereichertem Fleisch in Frankreich nahe legt, könnte sich dies in luftgetrockneten Fleischwaren wie Schinken, Rohessspeck und Salami unvorteilhaft auswirken.

Mit vorliegenden Studie sollte also untersucht werden, in welchem Ausmass sich durch Anreicherung von n-3 Fettsäuren ernährungsphysiologisch verbesserte Fleischprodukte herstellen lassen, ohne dass mit Einbussen in technologischen Merkmalen und sensorischen Akzeptanz der Produkte gerechnet werden muss.

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsanordnung

Für die Untersuchung des Einflusses der Fütterung von extrudierter Leinsaat auf die Qualität von Schweinefleisch und -fett wurden 40 Tiere vollständig balanciert auf zwei Fütterungsvarianten verteilt und auf ein möglichst einheitliches Gewicht von 105 kg gemästet. Die Tiere der Versuchsgruppe erhielten bis zur Schlachtung das Versuchsfutter mit 5 % Leinsamenextrudat (Tradilin®). Die Durchführung des Versuches erfolgte in der Schweizerischen Mast- und Schlachtleistungsprüfanstalt für das Schwein (MLP), Sempach. Die Schweine wurden auch an der MLP geschlachtet und die Mastleistungen sowie die Merkmale der Schlachtkörperzusammensetzung und der Fleischqualität wurden dort erhoben. Von 8 Tieren wurden zusätzlich Proben zur Herstellung von luftgetrockneten Rohess-Speck bzw. Bündner Rohschinken und für die Produktion von Salami entnommen. Die Festigkeit und Fettsäurezusammensetzung des Rückenspeckes und das Fettsäuremuster des Fleisches und Fleischproduktes sowie weitere Qualitätsmerkmale wurden im Labor der Gruppen Tierernährung und Ernährungsbiologie des Institutes für Nutztierwissenschaften der ETH Zürich analysiert.

2.1.1 Tiermaterial und Haltung

Für den Fütterungsversuch wurden insgesamt 40 Ferkel der Rasse Edelschwein aus 10 Würfen (je 2 weibliche Tiere und 2 Kastraten) balanciert nach Wurf, Geschlecht und Gewicht in zwei Behandlungsgruppen verteilt und in einem Lebendmassbereich von 30 – 106 kg gemästet. Die Tiere wurden in Zweiergruppen auf Vollspaltenböden gehalten und hatten während der gesamten Mast freien Zugang zu Futter und Wasser.

2.1.2 Futtermischungen

Die Basismischung der beiden Futtervarianten bestand aus Gerste, Reis-Bruch, Sojaextraktions-schrot, Weizen, Kartoffelmehl sowie Aminosäure- und Mineralstoffzusätzen (Tabelle 1). Die Futtermischung der Versuchsgruppe enthielt 5 % Leinsaatextrudat (Tradilin®). Das Futter war auf 13.2 MJ VES/kg und 15.5% Rohprotein kalkuliert. Der Energie- und Fettgehalt des Kontrollfutters wurde mit 1.4 % Schweinefett angepasst. Beiden Futtern wurde 60 mg Vitamin E pro kg Futter zugesetzt. Die Futtermischungen wurden von der Provimi Kliba AG erstellt.

Tabelle 1: Zusammensetzung und kalkulierte Inhaltstoffe den Futtermischungen

	<i>Kontrollmischung</i>	<i>Versuchsmischung</i>
<i>Komponenten (%)</i>		
Gerste	32.7	30.8
Reis-Bruch	15.0	13.9
Sojaschrot 50 % Rohprotein	12.2	10.2
Weizen	10.0	10.0
Kartoffelmehl	10.0	10.0
Eiweisserbsen	5.0	5.0
Melasse, Rüben	4.0	4.0
Kartoffelprotein	2.0	2.0
Weizenstärke	1.1	3.6
Strohmehl	1.5	1.5
Kalk carbonat	1.2	1.2
Lignobond DD	1.0	1.0
Dicalciumphosphat	0.9	0.8
Salz	0.3	0.3
Lupro-cid/Bio-Add	0.3	0.3
VM Mastschweine Ka	0.2	0.2
Lysine	0.1	0.2
Methionine	0.04	0.04
Rübenschnitzel	1.1	
Schweinefett	1.4	
TradiLin		5.0
Natuphos 5000 G		0.01
<i>Nährstoffgehalt (%), berechnet</i>		
Rohprotein	15.5	15.3
Rohfett	2.6	2.3
Rohasche	5.3	5.2
Lysin	0.9	0.9
Verdauliche Energie VES (MJ/kg TS)	13.2	13.2

Die Analysen der Futter wurden in dem Labor des INW, an der ALP in Posieux (Fettgehalt und –zusammensetzung), bei Provimi Kliba in Cossonay und bei Eurofins Scientific AG, Schönenwerd (Aminosäuren) durchgeführt.

Tabelle 2: Nähr- und Mineralstoffzusammensetzung der Versuchsfutter (%), analysiert

Behandlung	Kontrolle	Versuch
Rohwasser		
Rohwasser, Provimi	11.5	12.2
Rohwasser, INW	10.8	12.0
Rohprotein		
Rohprotein, Provimi	15.5	15.9
Rohprotein, INW	15.7	15.2
Rohasche		
Rohasche, Provimi	5.3	5.3
Rohasche, INW	5.4	5.3
Fettgehalt		
Rohfett, Provimi	2.7	3.1
Rohfett, ALP-RAP	2.8	4.5
Rohfett, INW	2.8	2.4
Fett, HCl-Aufschluss, INW	3.1	2.9
Fett ber. aus GC-Analysen	2.87	2.49
Verdauliche Energie (MJ/kg TS)*		
VES, Provimi	13.4	13.2
VES, INW	13.3	13.1
Rohprotein/VES (g/MJ)		
Provimi	1.16	1.21
INW	1.18	1.16
Kalzium, Provimi	0.9	0.9
Phosphor, Provimi	0.5	0.5
Lysin	0.8	0.8
Cystin	0.2	0.3
Methionin	0.3	0.3

*aus analysierten Nährstoffen berechnet

Nach den Analyseergebnissen von Provimi Kliba ergaben sich ein etwas niedrigerer Energiegehalt in dem Versuchsfutter und ein geringfügig höherer Rohproteingehalt (Tabelle 2). Demgegenüber weist das Versuchsfutter nach den Ergebnisse der Analysen vom INW einen etwas geringeren Proteingehalt als das Kontrollfutter und damit auch ein etwas geringeres Protein zu Energie Verhältnis auf. Der analysierte Rohfettgehalt in der Kontrollration stimmte gut überein, während die Werte für das Versuchsfutter wiederum deutlich variierten. Der Versuchsfrage entsprechend enthielt das Tradilin®-Futter deutlich mehr ALA und, bei einem vergleichbaren Anteil an C18:2n-6, insgesamt deutlich mehr PUFA als das Kontrollfutter. Der PUFA-Gehalt lag damit in dem Tradilin®-Futter über der Empfehlung von 0.8 g PUFA/MJ VES, wobei aber nach den Analysen am INW der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren in beiden Futtermischungen der PUFA-MUFA Norm der ALP entsprach (Tabellen 3). Nach den Analyseergebnissen der ALP ist dies nicht mehr der Fall. Der Gehalt an gesättigten (SFA) und einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) lag in dem Tradilin®-Futter etwas niedriger als in dem Kontrollfutter.

Tabelle 3: Fettsäuregehalt (g/kg) im Futter

Behandlung	Kontrolle		Versuch	
	INW	ALP-RAP	INW	ALP-RAP
SFA	9.1	8.0	4.5	5.8
C16:0	5.9	5.5	3.3	4.0
C18:0	2.2	2.1	0.8	1.8
MUFA	9.3	8.5	5.2	6.8
C16:1	0.5	0.5	0.1	0.1
C18:1 n-9	7.9	7.7	4.8	6.5
C18:1 n-7	0.6	-	0.2	-
PUFA	10.3	9.7	15.1	17.8
C18:2 n-6	8.8	8.4	9.1	11.3
C18:3 n-3	1.0	1.1	5.6	6.4
C20:2 n-6	0.05	0.1	0.02	<0.1
C20:4 n-6	0.03	<0.1	0.01	<0.1
MUFA/VES g/MJ	0.70	0.63	0.39	0.52
PUFA/VES g/MJ	0.78	0.72	1.14	1.35
Max. zul. Gehalt nach MUFA/PUFA-Norm				
MUFA/VES g/MJ	0.71	0.75	0.43	0.27
PUFA/VES g/MJ	0.79	0.88	1.19	1.03

Der analysierte Gehalt an Tocopherolen lag in dem Tradilin®-Futter etwas niedriger als im Kontrollfutter, was mit einem etwas erhöhten Verbrauch aufgrund des höheren Anteils an PUFA erklärt werden könnte (Tab. 4).

Tabelle 4: Analyisierte Tocopherolgehalte (ppm in TS) in den Futtermischungen

Behandlung	Kontrolle	Tradilin
a- Tocopherol (ppm)	34.7	28.3
β- Tocopherol (ppm)	0.3	0.3
?- Tocopherol (ppm)	2.3	2.1
d- Tocopherol (ppm)	0.5	0.5

2.1.3 Schlachtung, Zerlegung und Probenvorbereitung

Die Schlachtung der Tiere erfolgte im Schlachtklokal der MLP Sempach, wobei ein möglichst einheitliches Mastendgewicht von 105 kg angestrebt wurde. Die Tiere wurden mittels einer Elektrozanze betäubt, anschliessend gestochen, ausgeblutet und zur Entborstung gebrüht und abgeflammt. Nach der Entnahme der Innereien wurden die Tierkörper entlang der Wirbelsäule in zwei Hälften gespalten. Der Kopf wurde vom Schlachtkörper getrennt und separat gewogen. Beide Schlachtkörperhälften wurden gewogen und die linke Schlachtkörperhälfte wurde bei 0 °C bis zur Zerlegung am Folgetag gekühlt. Die Zerlegung der linken Schlachthälfte erfolgte ca. 30 h *p.m.* nach der routinemässig an der MLP angewendeten Methode u. a. in Hals, Bauch, abgespeckter Schinken, abgespeckte Schulter, Karree, Rückenspeck und Füsse. Der Anteil wertvoller Fleischstücke entspricht der Masse der abgespeckten Schulter, dem abgespeckten Schinken und dem Karree im Verhältnis zur Masse der gesamten linken Schlachtkörperhälfte, wobei in dieser Untersuchung für die Herstellung der Produkte das Auflagefett am Schinken verblieb.

Während der Schlachtung und Zerlegung wurden pH1, pH24 und Farbhelligkeit im langen Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi* – LD) gemessen. Der Fettgehalt im Rückenmuskel (10. Rippe) wurde mittels NIRS (Trichlorethan Extraktion als Referenzmethode) ermittelt. Ein Probenstück des LD sowie ein ca. 3 cm breiter Streifen des Rückenspeckes wurde über der Wirbelsäule entlang des gesamten Schlachtkörpers entnommen und in das Labor des Institutes

für Nutztierwissenschaften verbracht. Zusätzlich wurden von jeweils 4 Tieren pro Behandlung (je 2 Kastraten und Weibchen) Proben vom Hals, Bauch und Schinken zur Herstellung von luftgetrocknetem Rohess-Speck bzw. Bündner Rohschinken entnommen. Von diesen Tieren wurde auch Schulterfleisch und Rückenspeck für die Produktion von Salami bereitgestellt.

2.2 Herstellung der Fleischprodukte

Die Herstellung der Salami erfolgte in den Produktionsanlagen der Traitafina AG in Lenzburg, die Rohess-Speck und Rohschinken wurden von der Sulai AG in Churwalden hergestellt.

2.2.1 Rohessspeck und Rohschinken

Bei der Herstellung der Rohpökelfleischwaren kam die Trockenpökung zur Anwendung. Die Fleischstücke sowie die Speckstücke wurden mit einer Pökelsalzmischung mit Gewürzen (Knoblauch, Ingwer, Pfeffer und Rosmarin) eingerieben, anschliessend in Pökelfässer geschichtet bis zur vollständigen Durchpökung. Nach der Bildung der Eigenlake wurden die Stücke 3-4 Mal umgeschichtet. Nach der Brennphase wurden die Stücke abgewaschen, eingemastet und luftgetrocknet. Beim Rohschinken war die Salz- und Trocknungszeit ca. 3 Monate, wobei der Gewichtsverlust 35 bis 40 % betrug. Beim luftgetrockneten Speck lag der Trocknungsverlust bei ca. 30 %. Nach Abschluss der Prozesse wurden die Produkte unter Vakuum in Siegelrandbeutel verpackt. Die Lagertemperatur bis zur Degustation bzw. chemischen Analysen lag bei 10 – 12 °C.

2.2.2 Salami

Für die Salami wurde Rückenspeck und Schulterfleisch separat auf 3 mm Körnung gewolft und mit Gewürzen (Knoblauch, Pfeffer), Rotwein und Starterkulturen (Laktobazillen, Staphylokokken und Mikrokokken) gemischt. Das Brät wurde in Pferdedärme (Durchmesser 50 mm) gestossen und in eine *Penicillium Chrysogenum* Suspension getaucht. Die Reifung begann bei 20 °C mit der Schwitzphase, während den ersten 6 Tagen wurde die Temperatur auf 14 – 16 °C gesenkt. Die Trocknungsdauer betrug 6 Wochen bei 75 – 85 % Luftfeuchtigkeit. Nach Ende der Trocknungsphase wurde Salami hängend unter Luftzutritt bei 10 - 12 °C gelagert.

2.3 Laboranalysen

2.3.1 Futteranalysen

Die Entnahme der Futterproben für die Analysen am INW erfolgte im Laufe der Mast. Die Futterproben wurden mittels einer Zentrifugalmühle (*Retsch ZM1, Arlesheim, Schweiz*) auf 0.5 mm Siebdurchgang gemahlen und bis zur Analyse bei Raumtemperatur gelagert.

Zur Bestimmung des Fettgehaltes und des Fettsäurenmusters am INW, wurden jeweils ca. 2.5 g Futter durch beschleunigte Lösungsmittel-Extraktion (Accelerated Solvent Extraction) mit einem ASE 200 (Dionex Corporation, Sunnyvale, USA) extrahiert. Die Extraktion erfolgte während 3 Zyklen bei 105 °C und einem Druck 10 MPa. Die so erhaltenen Extrakte wurden unter einem Stickstoffstrom bei 60 °C eingedampft. Die Fettsäuren wurden dann in methanolischer Natronlauge verseift und mit BF₃ in Methanol verestert. Die gaschromatographische Trennung erfolgte auf einer Supelcowax-10 Säule mit einem HP 6890 Gaschromatograph und der HP Chemstation A.04.01 (Hewlett-Packard, Pennsylvania, USA).

Trockensubstanz- und Rohaschegehalte wurden mit einem Thermogravimetrischen Analysator TGA – 500 (*Leco Corporation, St. Joseph, Michigan, USA*) durch Trocknung der Proben bei 104 °C bis zur Gewichtskonstanz und anschliessender Veraschung während 4 h bei 550 °C analysiert.

Die Bestimmung des Tocopherolgehaltes erfolgte mittels HPLC nach vorheriger Verseifung in Anlehnung an Rettenmaier und Schüep (1992). Die einzelnen Tocopherol-Isomere (α, β, γ und δ) wurden anhand eines externen Standards (Tocopherol-Kit, Merck, Darmstadt, Deutschland) identifiziert und quantifiziert.

2.3.2 Fleischfarbe, Garverlust und Textur

Im Labor des INW wurde am Tag nach der Schlachtung die Fleischfarbe am frischen Anschnitt des LD mit einem Farbdifferenz-Messgerät Minolta Chroma-Meter 300-CR gemessen. Dafür wurden die Proben 1 h unter Luftsauerstoff bei 5 °C belassen und anschliessend die Fleischfarbe nach dem L*a*b Verfahren gemessen (L=Helligkeit, a=Rotton, b=Gelbton).

Zur Bestimmung des Fleischsaftverlustes beim Garen, wurde eine 2.5 cm dicke Scheibe des LD geschnitten, unter Vakuum in Siegelrandbeutel verpackt und eingefroren. Später wurden die Proben dann im Siegelrandbeutel in einem 72 °C warmen Wasserbad 1 Stunde lang gegart, unter fliessendem Wasser abgekühlt, abgetrocknet und gewogen. Der Garverlust errechnete sich aus der Masse des Kotelettstückes nach dem Garen bezogen auf die Masse des Kotelettstückes vor dem Verpacken.

Aus den gegarten Probenstücken wurden parallel zum Faserverlauf 6 Zylinder mit einem Durchmesser von 1.27 cm ausgebohrt und eine Texturmessung in Anlehnung an die Warner-Bratzler-Scherkraftmessung mit einem Texture Analyser (TA-XT2, Stabel Micro Systems, Haslemere, Surrey, U.K.) durchgeführt.

2.3.3 Analyse der Fettsäuren im Fleisch und in den Fleischprodukten

Zur Bestimmung der Fettsäurezusammensetzung wurden die gegarten Fleischproben (s.2.4) sowie Salami, Speck und Schinkenproben (ca. 2 g von gut durchmischter Probe) mit Hexan-Isopropanol (3:2 v/v) und mit Triundecanoin C11:0 als interner Standard versetzt und an einem Polytron (PT 45/200, Kinematika, Luzern, Schweiz) homogenisiert. Die Fettsäuren in den extrahierten Lipiden wurden zu Methylestern derivatisiert. Die gaschromatographische Trennung und Quantifizierung der Fettsäuremethylester erfolgte auf einer Supelcowax-10 Säule mit einem HP 6890 Gaschromatograph und der HP Chemstation A.04.01 (Hewlett-Packard, Pennsylvania, USA).

Das intramuskuläre Fett des LD wurde in Neutral- und Phospholipide fraktioniert. Die Fettextraktion aus dem Fleischhomogenat erfolgte ebenfalls mit Hexan-Isopropanol (3:2 v/v). Als interner Standard wurde Tritridecanoin C13:0 und Phosphatidylcholin C11:0 verwendet. Das Lösungsmittel wurde abgedampft und die verbliebenen Lipide in 1 ml Chloroform aufgenommen. Die Fraktionierung erfolgte mit einer Vakuumanlage (VAC Master[®], IST International Sorbent Technology, Hengoed, Mid Glamorgan, UK) über ISOLUTE Aminopropyl-Säulen, welche mit 4 ml n-Hexan konditioniert wurden. Nach dem Auftragen von 0.5 ml Chloroform-extrakt auf die Säule wurde zuerst die Fraktion der Neutrallipide mit 4 ml Chloroform-Isopropanol (2:1) herausgelöst. Anschliessend wurde die verbliebene Phospholipid-Fraktion mit 4 ml Methanol von der Säule gewaschen. Die so erhaltenen Extrakte der Neutrallipid-fraktion wurden abgedampft, verseift und mit BF₃ in Methanol verestert. Die Phospholipid Fraktion wurde durch Zugabe von Schwefelsäure über Nacht bei 50 °C umgeestert. Die gaschromatographische Trennung erfolgte wie oben beschrieben.

2.3.4 Analyse der Fettsäurezusammensetzung und der Fettzahl im Rückenspeck

Von dem Rückenspeck wurde die äussere Schicht isoliert, mittels einer Moulinette homogenisiert, vakuumverpackt und bis zur Fettextraktion tiefgefroren (-22°C) gelagert. Für die Extraktion der Lipide wurde ca. 18 g Fettgewebshomogenat mit 100 ml Hexan-Isopropanol (3:2 v/v) versetzt und an einem Polytron (PT 45/200, Kinematika, Luzern, Schweiz) homogenisiert. Die extrahierten Proben wurden über mit Celite versehene Glasfilternutschen unter Vakuum

abgesaugt. Das Lösungsmittel wurde mittels eines Rotationsverdampfers abdestilliert, die Probe wurde mit Zugabe von Acetone nachgetrocknet und die Lösungsmittelreste wurden unter N₂-Fluss vollständig entfernt. Im extrahierten Fett wurde die gaschromatographische Bestimmung der Fettsäurezusammensetzung durchgeführt, der Rest wurde für die Messungen der Festigkeit und der Oxidationsstabilität in 20 ml Snap-Cap Fläschchen mit einem Durchmesser von 25 mm gefüllt.

Anhand einer Regression aus einer vorangegangenen Untersuchung (Bärlocher, 2001, Schriftenreihe aus dem INW, Band 21) wurde aus der Fettsäurezusammensetzung die Fettzahl-GC berechnet. Da es sich hierbei um eine andere Methode handelt, als die z. Zt. in den Schlachthöfen eingesetzte, ist ein direkter Vergleich mit der routinemässig erhobenen Fettzahl nur eingeschränkt möglich.

2.3.5 Festigkeit und Oxidationsstabilität

Die Festigkeitmessungen im extrahierten Fett des Rückenspeckes wurden mit einem Texture Analyser (TA-XT2, Stabel Micro Systems, Haslemere, Surrey, U.K.) unter Verwendung eines Stempels von 3.5 mm Durchmesser durchgeführt. Dazu wurde das extrahierte Fett in den Snap-Cap Vials nach vollständigem Schmelzen (45 min bei 60 °C) kontrolliert kristallisiert (10 min bei 50 °C, während 660 min auf 0 °C). Die Festigkeit wurde dann als maximale Kraft bei Eindringen des Stempels in das Fett gemessen. Die Messungen erfolgten in einer CO₂-gekühltem Klimakammer bei 0 °C. Der gesamte Vorgang wurde je Probe dreimal wiederholt.

Nach diesen Messungen wurde in demselben Fett die Oxidationsstabilität im Rancimat (Modell 679, Metrohm, Herisau, Schweiz) ermittelt. Dafür wurden ca. 2.5 g des extrahierten Fettes einem Luftstrom von 20 l / h bei 110 °C ausgesetzt und die Induktionszeit bestimmt.

Die Festigkeit des Rohess-Speckes wurde an der Aussenschicht des intakten Speckes durch Druckausübung eines 12 mm Stempels bei 0 °C in CO₂-gekühlter Klimakammer sowie auch bei Raumtemperatur (22 °C) ermittelt, wobei die maximal aufgewendete Kraft erfasst wurde. An jedem Speck wurden fünf Messungen im Abstand von jeweils 2 cm durchgeführt.

2.4 Sensorische Unterschiedsprüfungen

Fleisch (Hals und Nierstück) von insgesamt 8 Tieren wurde bei der Traitafina AG gebraten und von insgesamt 13 Experten degustiert und nach den Merkmalen Farbe, Fleischigkeit, Biss, Konsistenz, Aroma und Gesamteindruck mit Noten von 1 – 4 bewertet.

Salami, Bündner Rohschinken und Rohess-Speck wurden bei Erreichen der Verkaufsfähigkeit in Scheiben geschnitten und bis zu Durchführung der sensorische Vergleiche unter Schutzgas

eingeschweisst bei 10 °C gelagert. Der sensorische Test erfolgte als paarweise Unterschiedsprüfung mit nicht trainierten Konsumenten u.a. anlässlich der „SuisseTier“ 2003 in Luzern und am Institut für Nutztierwissenschaften. Dafür wurden den Proben Zufallsnummern zugeteilt und bei Schinken und Speck innerhalb der Geschlechtsgruppe alle möglichen Paar-kombinationen für den Vergleich Versuch gegen Kontrolle gebildet und in wechselnder Folge zur Verkostung und Bewertung angeboten. Beim Rohess-Speck wurden 602 paarweise Prüfungen durchgeführt und beim Bündner Schinken waren es 363. Die Frage bei der Verkostung der Produkte war, ob ein Unterschied zwischen den Proben eines Paares festzustellen ist und falls ja, welche der Proben geschmacklich bevorzugt werde (s. Formulare im Anhang). An der sensorischen Bewertung der Salami nahmen 190 Personen teil, wobei hier von jeder Person zwei Probenpaare beurteilt wurden.

2.5 Statistische Auswertung

Die Auswertung der Ergebnisse des Fütterungsversuches wurde mit der glm-Prozedur des Programmes SAS (Release 8 for Windows TM, SAS Institute, Cary, NC, USA) durchgeführt. In das varianzanalytische Modell wurde die Versuchsgruppe, Geschlecht und Wurf einbezogen. In den Tabellen sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen sowie die p-Werte zur Beurteilung der Signifikanz dargestellt. Für die Analyse der Effekte auf die Fettzahl wurde zusätzlich der Anteil an Auflagefett in das statistische Modell einbezogen, wobei dann LS-Means angegeben wurden.

Die Auswertung der sensorischen Analysen erfolgte nach Deutsche Norm „Paarweise Unterschiedsprüfung“ DIN 10 954, 1986.

3. Resultate

3.1 Mastleistung und Schlachtkörperwert

Lebendmasse und Alter waren zu Beginn des Versuches für beide Gruppen fast identisch, so dass von vergleichbaren Startbedingungen in beiden Versuchsgruppen ausgegangen werden kann (Tab. 5). Auch das angestrebte Mastendgewicht wurde in beiden Gruppen gut getroffen. Es gab auch keinen signifikanten Unterschied im Alter bei der Schlachtung, obwohl die Tradilin® gefütterten Tiere im Mittel ca. 3 Tage älter als die Kontrolltiere waren, als sie das Mastendgewicht zu erreichen. Die Masttageszunahme der Kontrolltiere waren aber signifikant höher und die Futterverwertung etwas besser als bei den Versuchstieren.

Wie aus der Beziehung zwischen Wachstumsintensität und Fettansatz (Abb. 1) zu erwarten war, hatten die Tradilin® gefütterten Tiere dagegen mit einem geringeren Fettansatz und deutlich höherem Magerfleischanteil eine signifikant bessere Schlachtkörperzusammensetzung (Tab.6).

Tabelle 5: Merkmale der Mastleistung im Vergleich der Kontroll- und Versuchsgruppe

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
Lebendmasse (kg)			
- Einstallung	25.8 ± 3.4	26.4 ± 3.2	0.411
- Prüfbeginn	29.6 ± 2.4	29.7 ± 1.5	0.888
- Prüfende	105.9 ± 2.2	105.4 ± 3.4	0.689
Alter Prüfbeginn (d)	116 ± 3	114 ± 4	0.003
Alter Prüfende (d)	194 ± 9	197 ± 9	0.306
Tägliche Zunahmen (g)	981.5 ± 74.5	916.6 ± 77.2	0.008
Futterverwertung (kg/kg)	2.4 ± 0.1	2.5 ± 0.1	0.042

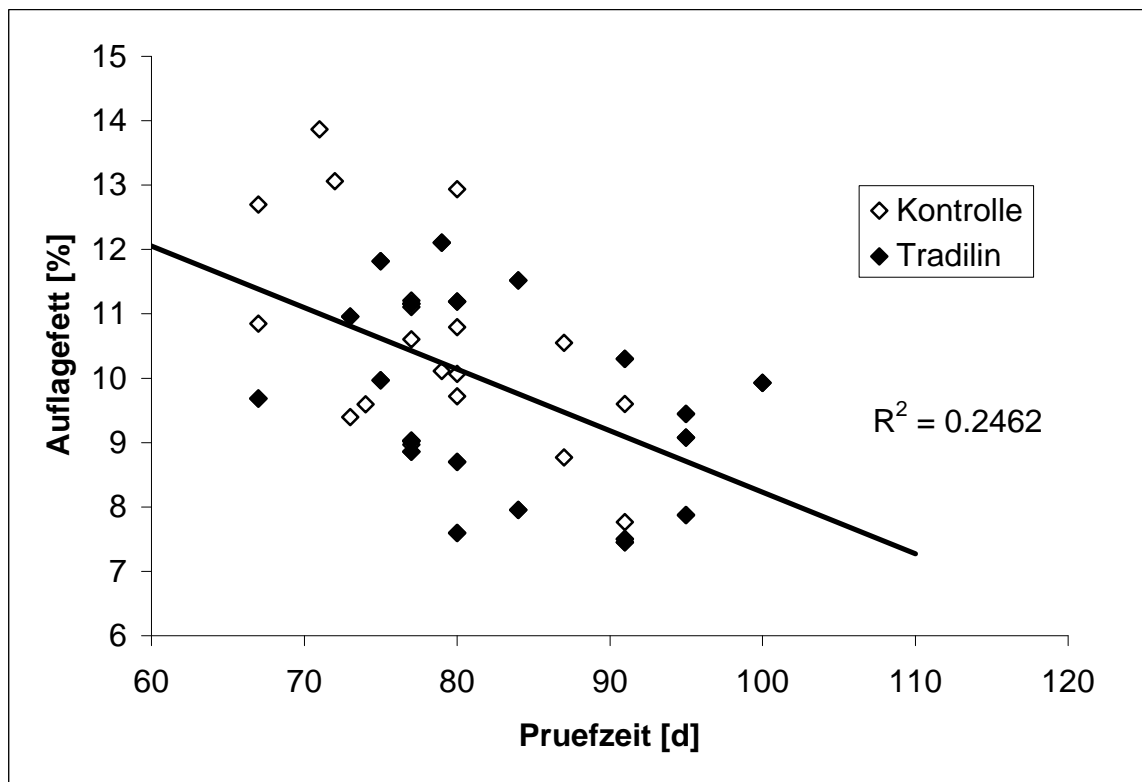


Abb.1: Beziehung zwischen Prüfzeit (30-105 kg LM) und Anteil an Auflagefett im Schlachtkörper

Tabelle 6: Merkmale der Schlachtkörperzusammensetzung

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
Schmer (% Schlachtgew.)	2.3 ± 0.4	2.2 ± 0.4	0.607
MFA (FOM) %	53.8 ± 2.3	55.0 ± 1.8	0.041
Auflagefett ¹ %	10.5 ± 1.6	9.6 ± 1.5	0.029
AWF ¹ (%)	58.8 ± 1.7	60.0 ± 2	0.061

¹Das Auflagefett des Schinkens wurde nicht entfernt

3.2 Physikalische Merkmale der Fleischqualität

In den am *M. longissimus dorsi* erhobenen physikalischen Merkmalen der Fleischqualität zeigten sich mit Ausnahme der Warner-Bratzler Scherkraft keine Effekte der Fütterung. Die pH-Werte lagen insgesamt in einem sehr günstigen Bereich und es wurden keine Fleischbeschaffenheits-

fehler im Sinne von PSE oder DFD festgestellt. Das Fleisch der Tradilin® gefütterten Tiere wies aber eine tendenziell höhere Festigkeit auf (Tabelle 7).

Tabelle 7: Physikalische Merkmale der Fleischqualität

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
pH 1	6.3 ± 0.2	6.3 ± 0.1	0.649
End - pH	5.4 ± 0.03	5.4 ± 0.02	0.820
Farbhelligkeit – (H30)	32.8 ± 2	31.8 ± 2.6	0.186
Farbhelligkeit L	55.1 ± 1.8	54.7 ± 1.4	0.351
Rotton a	9.0 ± 0.9	9.1 ± 0.8	0.908
Gelbton b	7.4 ± 0.7	7.2 ± 0.6	0.571
Garverlust (72 °C) %	27.8 ± 1.3	27.5 ± 1.2	0.433
Warner-Bratzler Scherkraft (N)	47 ± 7.4	52 ± 7.2	0.050

3.3 Zusammensetzung des Rückenspeckes

Wie erwartet, zeigten sich im Rückenspeck deutliche Effekte der Fütterung mit extrudierten Leinsamen (Tab.8a). Der Anteil an gesättigten Fettsäuren (SFA) in der Tradilingruppe war signifikant niedriger als in der Kontrollgruppe, wobei die Anteile an Myristin- (C14:0), Palmitin- (C16:0) und Margarinsäure (C17:0) vermindert waren, der Anteil an Stearinsäure (C18:0) aber unverändert blieb. Auch der Anteil an einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) war im Rückenspeck der Versuchstiere geringer. Demgegenüber lag der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) im Rückenspeck der mit Tradilin® gefütterten Tiere im Mittel 5 Prozentpunkte höher als in der Kontrollgruppe, wobei vor allem der Anteil an ALA annähernd viermal so hoch war und auch die Anteile aller längerkettigen (C20-22) n-3 Fettsäuren ausser DHA signifikant höher lagen. Innerhalb der n-6 Fettsäuren zeigte sich eine leichte Zunahme an C18:2n-6 wohingegen die C20 und C22 n-6 PUFA mit mehr als zwei Doppelbindungen, insbesondere auch Arachidonsäure (C20:4n-6), niedriger lagen. Insgesamt stieg der Anteil an n-3- gegenüber den n-6-Fettsäuren in der Leinsaatvariante weit überproportional an, so dass das Verhältnis von n-6 zu n-3 Fettsäuren stark verringert wurde.

*Tabelle 8a: Fettsäurezusammensetzung der äusseren Schicht des Rückenspeckes
(Fettsäurenangaben in % aller bestimmten Fettsäuremethylester)*

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
SFA	38.0 ± 2.6	36.7 ± 2.3	0.024
- C14:0	1.4 ± 0.1	1.3 ± 0.13	0.003
- C16:0	23.8 ± 1.5	22.8 ± 1.4	0.005
- C17:0	0.3 ± 0.04	0.3 ± 0.04	0.002
- C18:0	12.0 ± 1.2	12.0 ± 1.0	0.751
MUFA	48.6 ± 1.6	45.0 ± 1.3	<.0001
- C16:1	3.2 ± 0.4	2.7 ± 0.3	<.0001
- C17:1	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.1	<.001
- C18:1n-9	41.2 ± 1.5	38.8 ± 1.3	<.0001
- C20:1n-9	0.8 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.001
PUFA	13.3 ± 1.5	18.3 ± 1.9	<.0001
- C18:2n-6	10.6 ± 1.2	12.0 ± 1.3	0.001
- C18:3n-3 (ALA)	1.1 ± 0.2	4.3 ± 0.5	<.0001
- C18:2cis-9, trans-11 (CLA)	0.2 ± 0.02	0.1 ± 0.04	<.0001
- C20:2n-6	0.5 ± 0.06	0.5 ± 0.1	0.168
- C20:3n-6	0.1 ± 0.02	0.1 ± 0.01	0.010
- C20:4n-6 (AA)	0.2 ± 0.03	0.2 ± 0.03	0.0002
- C20:3n-3	0.2 ± 0.03	0.5 ± 0.1	<.0001
- C20:4n-3	0.04 ± 0.01	0.1 ± 0.02	<.0001
-C20:5n-3 (EPA)	0.04 ± 0.01	0.1 ± 0.02	<.0001
- C22:4n-6	0.06 ± 0.01	0.04 ± 0.01	<.0001
- C22:5n-3	0.1 ± 0.02	0.3 ± 0.03	<.0001
- C22:6n-3 (DHA)	0.1 ± 0.03	0.1 ± 0.02	0.791
? n-3	1.6 ± 0.2	5.4 ± 0.6	<.0001
? n-6	11.5 ± 1.3	12.8 ± 1.4	0.001
n-6/n-3	7.1 ± 0.3	2.4 ± 0.1	<.0001

Der Gehalt an Wasser im Rückenspeck lag bei den Kontrolltieren signifikant höher als bei den Versuchstieren. Folglich war der Anteil an organische Substanz des Fettgewebes bei den Versuchstieren etwas höher, wobei sich der Gehalt an Mineralstoffen (Rohasche) zwischen den Varianten nicht unterschied (Tabelle 8b).

Tabelle 8b: Grobchemische Zusammensetzung im Rückenspeck

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
Rohwasser (%)	15.1 ± 2.7	13.3 ± 2.6	0.011
Rohasche (%)	0.2 ± 0.2	0.2 ± 0.2	0.633
Organische Substanz (%)	84.7 ± 2.7	86.5 ± 2.6	0.013

3.4 Festigkeit und Oxidationsstabilität des Fettes

Der höhere Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) bewirkte eine deutlich geringere Oxidationsstabilität und eine signifikant niedrigere Festigkeit des Schmalzes der Leinsaatvariante (Tab.9).

Tabelle 9: Festigkeit und Oxidationsstabilität des extrahierten Fettes

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
Oxidationsstabilität (h)	7.9 ± 2.1	3.8 ± 1.4	<.0001
Festigkeit (N) F max	3.6 ± 1.4	2.1 ± 0.7	<.0001

3.5 Fettzahl

Der erheblich höhere Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren wirkte sich in einer sehr hohen Fettzahl in der Versuchsvariante aus. Aufgrund der engen Beziehung zwischen der Fettzahl (bzw. dem Anteil an PUFA) und dem Anteil an Auflagefett ist die sehr viel höhere Fettzahl zum Teil auch auf den geringern Anteil an Auflagefett in der Tradilingruppe zurück zu führen (Abb. 2). Jedoch auch wenn der Anteil an Auflagefett als Kovariable in das statistische Modell einbezogen wurde, ergab sich immer noch eine Differenz von fünf Fettzahl-Einheiten und der Grenzwert von 62 wurde immer noch weit überschritten (Tab. 10).

Tabelle 10: Mittelwert und Standardabweichung der Fettzahl sowie korrigiert nach unterschiedlichem Anteil an Auflagefett

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
FZ-GC	62.0 ± 2.6	68.4 ± 3.0	<.0001
FZ-GC, korrigiert (LS-mean)	62.6	67.7	<.0001

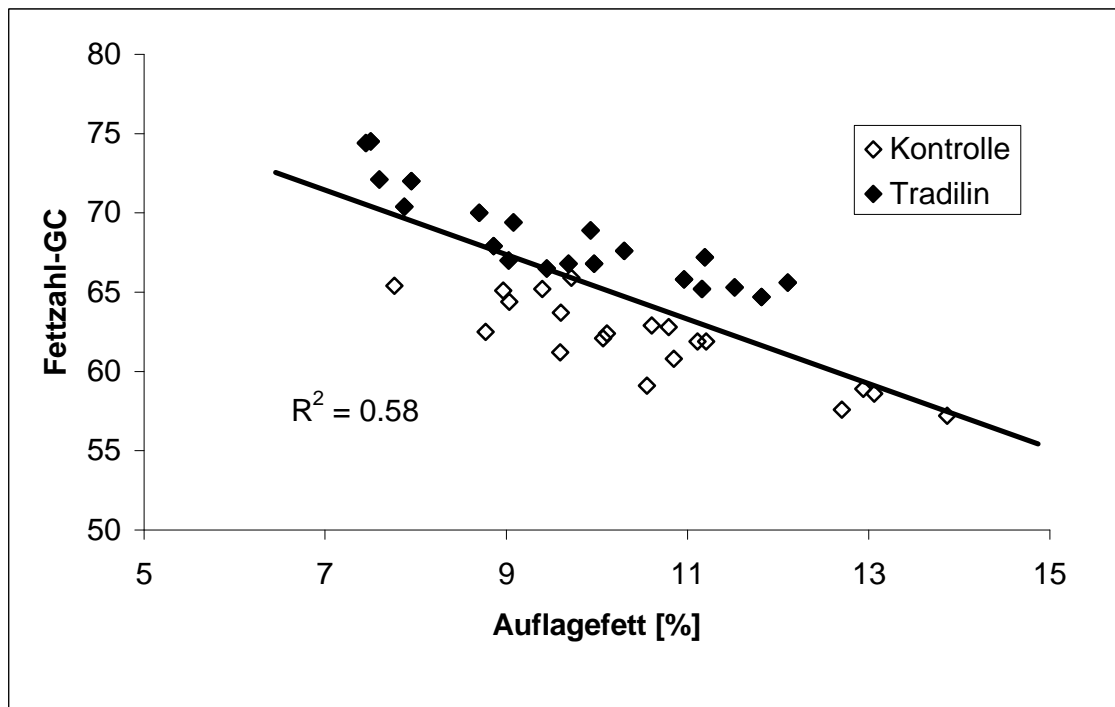


Abb. 2: Beziehung zwischen Anteil an Auflagefett und der aus dem Fettsäurenmuster berechneten Fettzahl

3.6 Fettsäurezusammensetzung des Fleisches

Der Gehalt an intramuskulärem Fett, sowie auch die Gehalte an Neutrallipiden und Phospholipiden waren durch die Leinsaatfütterung nicht beeinflusst (Tabellen 11b, 12, 13). Es ergaben sich aber markante Verschiebungen in der Zusammensetzung des intramuskulären Fettes. Wie im Rückenspeck, war der Anteil an MUFA in Gesamtlipiden und Neutrallipiden des LD der Leinsaatvariante niedriger als in der Kontrollvariante, wobei der Anteil an PUFA erhöht war (Tab. 11a, 12). Der Anteil an SFA in Gesamtlipiden und Neutrallipiden des intramuskulären Fettes war dagegen nicht beeinflusst. Innerhalb der Fraktion der mehrfach ungesättigten Fettsäuren stiegen wiederum die Anteile an ALA und EPA in den Gesamtlipiden, wobei der Anteil und Gehalt an Arachidonsäure vermindert war. In den Neutrallipiden war nur der Anteil an ALA deutlich angehoben, aber die Anteile an EPA waren in den Varianten nicht signifikant unterschiedlich (Tab. 12). Der Anteil an DHA blieb in Gesamtlipiden sowie in Neutrallipiden unverändert, wobei der absolute Gehalt an DHA in Gesamtlipiden der Leinsaatvariante sogar signifikant niedriger.

Ein geringerer Anteil an einfach ungesättigten Fettsäuren und die Zunahme an mehrfach ungesättigten Fettsäuren zeigte sich auch in den Phospholipiden, wobei aber der Anteil an gesättigten Fettsäuren sogar tendenziell zunahm (Tab. 13). Aufgrund des hohen Anteils an PUFA, insbesondere auch der hochgradig ungesättigten C20 und C22 PUFA in den Phospholipiden zeigen sich die charakteristischen Unterschiede zwischen den Fütterungsvarianten hier recht deutlich. Der Anteil an ALA und EPA war in der Tradilingruppe gegenüber der Kontrolle um mehr als das dreifache höher. Demgegenüber war der Anteil an Arachidonsäure um annähernd soviel verringert, wie EPA zunahm. Der signifikant niedrigere Gehalt an DHA in den Gesamtlipiden ist wohl zum grossen Teil auf die tieferen Anteile an DHA in den Phospholipiden der Leinsaatvariante zurück zu führen. Insgesamt wurden aber die n-3-Fettsäuren im Tradilin®-Fleisch beinahe um das Dreifache angehoben, wobei das Verhältnis von n-6 zu n-3 Fettsäuren markant verringert war (Tab. 11b).

*Tabelle 11a: Fettsäurezusammensetzung der Gesamtlipide des intramuskulären Fettes
(Fettsäureangaben in % aller bestimmten Fettsäuremethylester)*

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
SFA	37.8± 1.9	37.8 ± 2.5	0.8467
- C14:0	1.2 ± 0.1	1.2 ± 0.2	0.5784
- C16:0	23.7 ± 1.1	23.5 ± 1.6	<.0001
- C17:0	0.1 ± 0.02	0.1 ± 0.02	0.0452
- C18:0	12.2 ± 0.8	12.4. ± 0.9	0.2888
MUFA	51.1 ± 1.7	49.2 ± 1.4	0.0005
- C16:1	4.1 ± 0.05	3.7 ± 0.1	0.0025
- C17:1	0.2 ± 0.03	0.2 ± 0.02	<.0001
- C18:1n-9	41.8 ± 1.7	40.6 ± 1.6	0.0182
PUFA	11.0 ± 1.9	13.1 ± 3.1	0.0021
- C18:2n-6	6.72 ± 1.14	7.33 ± 1.65	0.0733
- C18:3n-3 (ALA)	0.34 ± 0.04	1.38 ± 0.19	<.0001
- C18:2cis-9, trans-11 (CLA)	0.09 ± 0.01	0.07 ± 0.01	<.0001
- C20:2n-6	0.19 ± 0.03	0.21 ± 0.04	0.0309
- C20:3n-6	0.27 ± 0.06	0.27 ± 0.09	0.9341
- C20:4n-6 (AA)	1.69 ± 0.41	1.45 ± 0.52	0.0329
- C20:3n-3	0.05 ± 0.01	0.2 ± 0.04	<.0001
- C20:4n-3	0.03 ± 0.01	0.05 ± 0.01	<.0001
- C20:5n-3 (EPA)	0.19 ± 0.05	0.54 ± 0.2	<.0001
- C22:4n-6	0.20 ± 0.04	0.13 ± 0.04	<.0001
- C22:5n-3	0.36 ± 0.08	0.63 ± 0.21	<.0001
- C22:6n-3 (DHA)	0.29 ± 0.07	0.27 ± 0.1	0.3454
? n-3	1.0 ± 0.2	2.8 ± 0.6	<.0001
? n-6	9.5 ± 1.7	9.8 ± 2.4	0.5472
n-6/n-3	9.5 ± 0.5	3.4 ± 0.2	<.0001

*Tabelle 11b: Fettgehalt und Gehalt an n-3-Fettsäuren im M. longissimus dorsi
(Fettsäuren in mg/100 g Fleisch)*

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
Intram. Fettgehalt (NIRS)	2.6 ± 0.6	2.6 ± 0.6	0.621
Fettgehalt (g FAME/100 g Fleisch)	2.5 ± 0.7	2.5 ± 0.8	0.932
n-3	24.3 ± 3.6	67.8 ± 10.1	<.0001
C18:3n-3 ALA	8.5 ± 2.0	34.1 ± 8.6	<.0001
C20:4n-6 AA	40.5 ± 4.6	33.2 ± 3.7	<.0001
C20:5n-3 EPA	4.7 ± 0.6	12.5 ± 1.7	<.0001
C22:6n-3 DHA	7.0 ± 1.0	6.2 ± 1.4	0.013

*Tabelle 12: Fettsäurezusammensetzung der Neutrallipide des intramuskulären Fettes des
M. longissimus dorsi (%)*

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
Neutrallipidgehalt (g/100 g Fleisch)	2.1 ± 0.7	2.1 ± 0.8	0.8825
SFA	39.7 ± 2.1	39.4 ± 2.6	0.5886
- C16:0	25.2 ± 1.1	24.8 ± 1.6	0.2969
- C18:0	12.5 ± 0.9	12.6 ± 1.6	0.6254
MUFA	56.1 ± 1.7	55.1 ± 1.7	0.0033
- C16:1	4.4 ± 0.04	4.1 ± 0.04	0.0219
- C18:1	50.8 ± 0.4	50.1 ± 0.5	0.0379
PUFA	4.2 ± 0.5	5.6 ± 1.1	<.0001
- C18:2n-6	3.0 ± 0.4	3.3 ± 0.7	0.0157
- C18:3n-3 (ALA)	0.26 ± 0.04	1.05 ± 0.22	<.0001
- C20:4n-6 (AA)	0.14 ± 0.02	0.13 ± 0.04	0.1101
-C20:3n-3	0.05 ± 0.01	0.18 ± 0.03	<.0001
-C20:5n-3 (EPA)	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.5627
- C22:5n-3	0.06 ± 0.01	0.12 ± 0.02	<.0001
- C22:6n-3 (DHA)	0.05 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.8706

Tabelle 13: Fettsäurezusammensetzung der Phospholipide des des M. longissimus dorsi (%)

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
Phospholipidgehalt(g/100 g Fleisch)	0.43 ± 0.03	0.43 ± 0.02	0.6997
SFA	30.2 ± 1.3	31.1 ± 1.1	0.0487
- C16:0	20.6 ± 0.9	21.2 ± 0.9	0.0469
- C18:0	8.1 ± 0.9	8.5 ± 0.6	0.1268
MUFA	27.6 ± 3.2	22.5 ± 3.6	<.0001
- C16:1	2.8 ± 0.6	2.1 ± 0.5	<.0001
- C18:1	23.9 ± 2.0	19.7 ± 2.0	<.0001
PUFA	42.2 ± 2.7	46.5 ± 3.1	<.0001
- C18:2n-6	25.2 ± 2.4	26.5 ± 1.5	0.0444
- C18:3n-3 (ALA)	0.8 ± 0.1	3.0 ± 0.5	<.0001
-C20:3n-3	0.1 ± 0.02	0.3 ± 0.03	<.0001
- C20:4n-6 (AA)	7.4 ± 0.6	5.7 ± 0.8	<.0001
-C20:5n-3 (EPA)	1.1 ± 0.1	3.1 ± 0.4	<.0001
- C22:5n-3	1.8 ± 0.2	3.0 ± 0.3	<.0001
- C22:6n-3 (DHA)	1.5 ± 0.3	1.3 ± 0.3	0.0140

Tabelle 14: Fettgehalt und Gehalt (mg/100g Fleisch) an wichtigsten Fettsäuren in den gegarten Proben vom Hals und Nierstück

Behandlung	Nierstück		Hals	
	Kontrolle	Tradilin	Kontrolle	Tradilin
n	8	8	8	8
Fettgehalt (g/100g)	8.8 ± 1.8	8.8 ± 1.7	17.3 ± 2.1	16.0 ± 6.1
n-3	86.5 ± 13.1	251.3 ± 47.2	164.7 ± 21.5	486.0 ± 179.8
C20:4n-6 AA	62.5 ± 2.1	48.5 ± 5.9	72.8 ± 4.4	57.0 ± 2.2
C18:3n-3 ALA	43.2 ± 7.7	171.6 ± 36.5	94.7 ± 10.0	356.5 ± 146.9
C20:5n-3 EPA	7.4 ± 1.1	17.6 ± 2.7	9.6 ± 1.1	22.7 ± 4.5
C22:6n-3 DHA	12.4 ± 1.5	10.9 ± 4.4	20.0 ± 2.5	18.3 ± 7.7

3.7 Fettsäurezusammensetzungen der Produkte

Bei der Herstellung der Salami wurde Schulterfleisch mit dem Rückenspeck von jeweils 4 Tieren pro Variante gemischt. Da sich also nur jeweils ein Batch pro Behandlung ergab, konnten für die Fettsäurezusammensetzung der Salami keine Standardabweichungen angegeben werden und keine statistische Auswertung erfolgen. Die Unterschiede in der Fettsäurezusammensetzung der Salami von den unterschiedlich gefütterten Tieren waren erheblich geringer als im Rückenspeck (Tabellen 15a und 15b). Der Anteil an ALA war nicht einmal doppelt so hoch wie in der Kontrolle, was aber dennoch ausreichte, um zu einem n-6/n-3 Verhältnis < 3 zu führen.

In den Fleischprodukten Rohess-Speck und Bündner Rohschinken der Versuchsvariante war der Anteil an SFA gegenüber der Kontrolle unverändert und der deutlich höhere Anteil an PUFA ging vollständig auf Kosten des Anteils an MUFA (Tab.16a, 17a). Im Bündner Schinken lag der Anteil an PUFA allerdings nur numerisch höher, was wohl zum Teil mit dem insgesamt höheren Fettanteil der Teilstücke von den Tradilin® gefütterten Tieren erklärt werden kann. Innerhalb der mehrfach ungesättigten Fettsäuren kam aber zu den erwarteten Verschiebungen, wie die deutlich angehobenen Anteile und Gehalte an n-3 Fettsäuren, vor allem an ALA und EPA, die verringerten Anteile und Gehalte an Arachidonsäure sowie auch das n-6/n-3 und AA/EPA Verhältnis zeigen (Tab.16a,b, 17a,b). Analog zum Rückenspeck und LD, blieb der Anteil und Gehalt an DHA im Bündner Schinken unverändert und war im Rohess-Speck in der Tradilin(R) Variante sogar niedriger.

Bezüglich der Festigkeit des Rohess-Speckes waren keine Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsgruppen zu erkennen, insgesamt war der Speck der Tradilin® gefütterten Tiere sogar tendenziell fester (Tabelle 16c). Dies kann mit dem etwas höheren Anteil an Stearinsäure und dem niedrigeren Anteil an MUFA in Tradilinvariante erklärt werden.

Tabelle 15a: Fettsäurezusammensetzung (%) und Tocopherolgehalt der Salami

Behandlung	Kontrolle	Tradilin
SFA	41.6	41.5
- C14:0	1.3	1.3
- C16:0	25.2	24.9
- C18:0	14.3	14.5
MUFA	47.7	47.0
- C16:1	2.8	2.7
- C18:1n-9	41.1	40.7
- C18:1n-7	2.7	2.6
- C20:1n-9	0.8	0.7
PUFA	10.7	11.6
- C18:2n-6	8.0	7.8
- C18:3n-3 (ALA)	1.3	2.3
- C18:2cis-9, trans-11 (CLA)	0.11	0.08
- C20:2n-6	0.3	0.3
- C20:4n-6 (AA)	0.22	0.19
- C20:3n-3	0.18	0.32
-C20:5n-3 (EPA)	0.03	0.04
- C22:6n-3 (DHA)	0.18	0.15
? n-3	1.86	3.06
? n-6	8.7	8.4
n-6/n-3	4.7	2.8
AA/EPA	6.4	4.7
a- Tocopherol (ppm)	4.7	4.9
β- Tocopherol (ppm)	0.21	0.18
?- Tocopherol (ppm)	0.21	0.19
d- Tocopherol (ppm)	0.17	0.18

Tabelle 15b: Kennzahlen der Tiere bzw. Schlachtkörper aus denen die Produkte hergestellt wurden

Behandlung	Kontrolle	Tradilin
n	8	8
Tägliche Zunahmen (g)	1013 ± 44	988 ± 23
Auflagefett %	10.6 ± 1.8	10.2 ± 1.1
MFA (FOM) %	53.1 ± 2.9	55.0 ± 1.6
Rückenspeck		
Rohwasser %	15.4 ± 3.6	12.8 ± 3.1
SFA %	37.8 ± 3.1	38.3 ± 1.3
MUFA %	48.7 ± 1.6	44.4 ± 1.5
PUFA %	13.5 ± 1.8	17.2 ± 1.0
C18:3n3 ALA %	1.1 ± 0.2	4.0 ± 0.3

Tabelle 16a: Fettsäurezusammensetzung des Speckes (Fettsäurenangaben in % aller bestimmten Fettsäurenmethylester)

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
SFA	41.4 ± 2.5	41.8 ± 1.3	0.689
- C14:0	1.4 ± 0.1	1.3 ± 0.2	0.053
- C16:0	25.3 ± 1.4	25.0 ± 1.1	0.594
- C18:0	14.0 ± 1.2	14.9 ± 0.88	0.008
MUFA	49.9 ± 2.1	46.8 ± 0.88	<.0001
- C16:1n-7	2.7 ± 0.2	2.32 ± 0.48	0.003
- C18:1n-9	42.6 ± 2.0	40.7 ± 0.8	0.006
- C18:1n-7	3.0 ± 0.2	2.4 ± 0.34	<.0001
- C20:1n-9	0.9 ± 0.1	0.8 ± 0.05	<.0001
PUFA	8.6 ± 1.1	11.4 ± 1.1	<.0001
- C18:2n-6	6.7 ± 0.8	7.4 ± 0.7	0.054
- C18:3n-3 (ALA)	0.65 ± 0.09	2.56 ± 0.24	<.0001
- C18:2cis-9, trans-11 (CLA)	0.12 ± 0.01	0.06 ± 0.005	<.0001
- C20:2n-6	0.32 ± 0.05	0.33 ± 0.03	0.298
- C20:3n-6	0.06 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.052
- C20:4n-6 (AA)	0.19 ± 0.04	0.14 ± 0.04	0.002
- C20:3n-3	0.1 ± 0.02	0.37 ± 0.03	<.0001
- C20:5n-3 (EPA)	0.03 ± 0.01	0.06 ± 0.02	<.0001
- C22:4n-6	0.05 ± 0.004	0.03 ± 0.01	<.0001
- C22:5n-3	0.10 ± 0.01	0.17 ± 0.03	<.0001
- C22:6n-3 (DHA)	0.11 ± 0.03	0.08 ± 0.02	0.011
? n-3	1.1 ± 0.2	3.3 ± 0.3	<.0001
? n-6	7.4 ± 0.9	8.0 ± 0.8	0.114
n-6/n-3	6.5 ± 0.2	2.4 ± 0.1	<.0001
AA/EPA	6.3 ± 0.8	2.2 ± 0.2	<.0001

Tabelle 16b: Fettgehalt und Gehalt an n-3 Fettsäuren in Rohessspeck (Fettsäuren in mg/100 g Speck)

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
Fettgehalt [g/100g]	36.7 ± 8.4	37.9 ± 6.2	0.062
n-3	414 ± 92	1272 ± 267	<.0001
C18:3n-3 ALA	237 ± 55	976 ± 209	<.0001
C20:4n-6 AA	70.2 ± 19.4	51.8 ± 19.2	0.037
C20:5n-3 EPA	11.2 ± 2.7	24.6 ± 10.4	0.000
C22:6n-3 DHA	39.7 ± 10.9	32.2 ± 8.9	0.100

Tabelle 16c: Festigkeit des Rohess-Speckes

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
n	4	4	
¹ Festigkeit (N) F max	7.4 ± 1.3	8.1 ± 2.0	0.574
² Festigkeit (N) F max	17.4 ± 3.7	19.6 ± 4.7	0.487

Festigkeit bei ¹⁾ 22°C und ²⁾ 0 °C

Tabelle 17a: Fettsäurezusammensetzung der Rohschinken (%)

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
SFA	37.0 ± 2.6	37.9 ± 1.4	0.526
- C14:0	1.3 ± 0.2	1.2 ± 0.2	0.545
- C16:0	23.3 ± 1.4	23.3 ± 1.3	0.994
- C18:0	11.5 ± 1.2	12.5 ± 1.2	0.093
MUFA	50.7 ± 1.7	47.9 ± 1.5	0.043
- C16:1n-7	3.3 ± 0.4	2.9 ± 0.3	0.311
- C18:1n-9	41.7 ± 1.8	40.1 ± 1.7	0.271
- C18:1n-7	3.9 ± 0.2	3.3 ± 0.2	0.024
- C20:1n-9	0.7 ± 0.05	0.6 ± 0.01	0.118
PUFA	11.9 ± 1.9	13.9 ± 1.0	0.124
- C18:2n-6	8.1 ± 1.1	8.4 ± 1.2	0.642
- C18:3n-3 (ALA)	0.6 ± 0.1	2.19 ± 0.76	<.0001
- C18:2cis-9, trans-11 (CLA)	0.12 ± 0.01	0.08 ± 0.02	0.005
- C20:2n-6	0.3 ± 0.04	0.3 ± 0.05	0.911
- C20:3n-6	0.21 ± 0.05	0.19 ± 0.05	0.647
- C20:4n-6 (AA)	1.16 ± 0.29	0.93 ± 0.28	0.259
- C20:3n-3	0.1 ± 0.02	0.3 ± 0.08	<.0001
- C20:5n-3 (EPA)	0.19 ± 0.06	0.41 ± 0.18	0.017
- C22:4n-6	0.15 ± 0.02	0.09 ± 0.03	0.006
- C22:5n-3	0.39 ± 0.22	0.48 ± 0.16	0.580
- C22:6n-3 (DHA)	0.32 ± 0.09	0.27 ± 0.08	0.347
? n-3	1.7 ± 1.5	3.7 ± 1.0	0.001
? n-6	10.0 ± 0.5	10.0 ± 0.1	0.983
n-6/n-3	6.1 ± 0.9	2.7 ± 0.2	0.001
AA/EPA	4.6 ± 0.3	1.9 ± 0.2	<.0001

Tabelle 17b: Fettgehalt und Gehalt an n-3 Fettsäuren in Rohschinken (mg/100 g)

Behandlung	Kontrolle	Tradilin	p-Wert
Fettgehalt	20.3 ± 6.8	25.6 ± 6.0	0.2871
n - 3	282.4 ± 65.2	947.4 ± 241.5	0.0038
C18:3n-3 ALA	138.7 ± 34.9	677.3 ± 187.3	0.0029
C20:4n-6 AA	109.6 ± 7.02	87.8 ± 7.7	0.01
C20:5n-3 EPA	23.7 ± 2.1	46.9 ± 5.4	0.0004
C22:6n-3 DHA	41.7 ± 7.6	41.5 ± 8.3	0.9728

3.8 Sensorische Analysen

3.8.1 Sensorische Prüfung vom Nierstück und Hals

Bei der Degustation von Kotelett und Hals wurden nur geringfügige Unterschiede in den sensorischen Merkmalen zwischen den beiden Varianten festgestellt (Abb. 3). Insgesamt zeigte sich der Trend zu einer etwas besseren Bewertung des Fleisches aus der Tradilin® Gruppe. Im Einzelnen schnitt das Teilstück Hals der Versuchsvariante in den Merkmalen Aroma ($p = 0.02$) und Gesamteindruck ($p = 0.057$) und beim Kotelett in den Merkmalen Farbe ($p = 0.065$), Konsistenz ($p = 0.033$) und Gesamteindruck ($p = 0.031$) tendenziell besser ab. Aufgrund der hohen Variabilität und der vergleichsweise geringen Anzahl an beurteilten Proben ist aber wohl keine gesicherte Aussage zu machen.

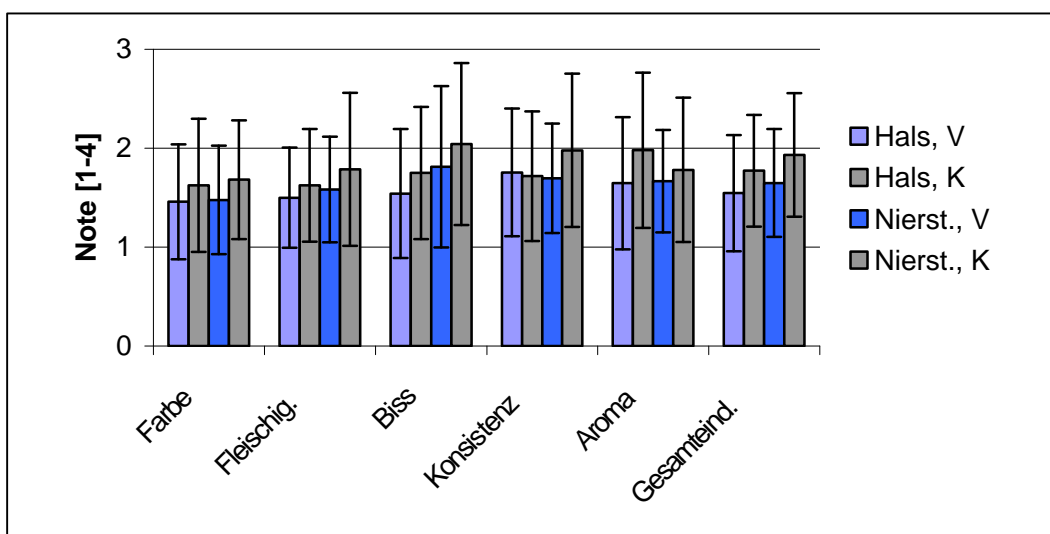


Abb. 3: Ergebnisse der sensorischen Beurteilung des Fleisches durch Experten

3.8.2 Sensorische Prüfung der Fleischprodukte

In der sensorischen Unterschiedsprüfung zeigte sich weder bei der Salami noch bei dem Bündner Schinken eine Bevorzugung von Kontroll- oder Leinsamenvariante. Im Falle der Salami wurde bei ungefähr einem Viertel aller Vergleiche kein Unterschied festgestellt, wobei nur 11.1 % aller Befragten konsistent in beiden verkosteten Paaren keinen Unterschied fanden (Tab.18a). 36.3 % der Befragten bevorzugten in einem der beiden vorgelegten Paaren die eine Herkunft und in dem anderen die andere, entschieden sich also bei der Wiederholung gegensätzlich. Nur jeweils ca. 15 % aller Befragten bevorzugten konsistent die eine oder die andere Variante. Demnach muss geschlossen werden, dass ein potentieller sensorischer Unterschied zwischen den Varianten so gering war, dass er in den hier beschriebenen Konsumententests nicht festgestellt werden konnte. Darüber hinaus bevorzugten von denjenigen Konsumenten, die eine konsistente Beurteilung abgaben, jeweils gleich viele die Kontroll- oder die Tradilin®-Variante.

Tabelle18a: Ergebnisse der sensorischen Konsumententests mit Salami

	Bevorzugung		
	Kein Unterschied	Kontrolle	Tradilin
Von allen Paaren	23.2 %	39.0 %	37.9 %
Konsistente Bewertung in beiden Paaren	11.1 %	15.3 %	14.3 %

Beim Rohess-Speck war eine Doppelbestimmung wie bei dem Test der Salmis nicht möglich, bzw. sinnvoll, da es sich hier um Stückwaren handelt und nicht von einheitlichen Proben ausgegangen werden konnte sondern mit tier- bzw. stückindividuellen Einflüssen gerechnet werden musste. In der Gesamtzahl aller Vergleiche fanden 14.8 % keine Unterschiede zwischen den beiden Proben eines Paares; innerhalb der Gruppe der Kastraten waren es 16 % innerhalb der weiblichen Tiere 13.5 %, so dass – wie bei diesen Stückwaren zu erwarten war – von deutlichen Unterschieden auszugehen war. Diese Unterschiede waren aber offenbar nicht gerichtet, denn innerhalb der Gruppe der Kastraten ergab sich keine Bevorzugung des Speckes aus einer Behandlung. Demgegenüber konnte innerhalb der Proben der weiblichen Tiere eine gewisse Vorliebe für den Speck der Kontrollgruppe ($p < 0.05$) festgestellt werden (Tab.18b). Hier ist hervorzuheben, dass der Speck eines Tieres (931) besonders stark bevorzugt und der eines anderen

(447) besonders stark abgelehnt wurde. Dabei spielte der Fettgehalt und damit auch der sichtbare Anteil an Fettgewebe offenbar keine bedeutende Rolle.

Beim Bündner Schinken zeigte wiederum Probe 931 die beste Bewertung, es ergaben sich aber keine signifikanten Unterschiede in der Bevorzugung (Tab.18c).

Tabelle18b: Ergebnisse des Konsumententests des Rohess-Speckes

Senso-Nr	Geschlecht	Ration	Präferenz Total (%)	p-Wert	Fettgehalt (g/100g)
517	K	K	46.7	ns	43.9
338	K	K	53.2	ns	34.2
578	K	T	52.5	ns	40.3
255	K	T	47.6	ns	41.9
646	W	K	61.0	<0.05	30.7
931	W	K	68.7	<0.05	37.9
447	W	T	31.0	<0.05	32.1
126	W	T	38.9	<0.05	37.2

K-Kastrat, W-weibliches Tier

Tabelle18c: Ergebnisse der sensorischen Prüfung der Bündner Schinken

Senso-Nr	Geschlecht	Ration	Präferenz Total (%)	p-Wert	Sichtbarer Fettanteil*
517	K	K	45.5	ns	21
338	K	K	54.0	ns	24
578	K	T	54.4	ns	15
255	K	T	47.2	ns	28
646	W	K	41.7	ns	12
931	W	K	59.4	ns	11
447	W	T	51.5	ns	19
126	W	T	47.9	ns	20

K-Kastrat, W-weibliches Tier; manuell abtrennbare Unterhautfett

4. Diskussion und Folgerungen

Von der eingangs gestellten Frage ausgehend lassen sich die Ergebnisse des durchgeführten Fütterungsversuches kurz so zusammenfassen: Der Einsatz von 5 % Tradilin® im Mastfutter von Schweinen erhöht den Anteil von n-3-Fettsäuren, insbesondere ALA in dem Masse, dass sich ein n-6/n-3 Verhältnis deutlich kleiner als 5 ergibt, was aus ernährungsphysiologischer Sicht zu einer Verbesserung der Fettzusammensetzung der Produkte führt. Festigkeit und Oxidationsstabilität des Rückenspeckes verringern sich dabei zwar deutlich, im Konsumententest konnte aber keine unvorteilhaften Abweichungen in der sensorischen Qualität der Fleischprodukte festgestellt werden. Demnach wäre es möglich, mit Schweinefleisch, das einen vergleichsweise hohen Anteil an n-3 Fettsäuren enthält, auch luftgetrocknete und lang gelagerte Fleischprodukte herzustellen, ohne dass eine Ablehnung der Produkte durch den Konsumenten zu befürchten wäre. Daraus ergibt sich eine viel versprechende Ausgangslage für eine breitere Umsetzung des Konzeptes, den gesundheitlichen Wert von Schweinefleisch und daraus hergestellten Produkten durch Einsatz von extrudierten Leinsamen zu verbessern.

Im Detail ergeben sich aus den Ergebnissen aber verschiedene Ansatzpunkte für eine tiefer gehende Diskussion insbesondere von Effekten auf wirtschaftlich bedeutende Merkmale wie Mastleistung, Schlachtkörperzusammensetzung und Fettzahl. Auch die Auswirkungen auf die Qualität der Produkte bedürfen trotz ausgebliebener Abweichungen in den Konsumententests einer kritischen Hinterfragung.

Zunächst muss aber auf die Zusammensetzung der Futter, die ja Basis des Versuchs darstellen, eingegangen werden. Ziel war eine ausgeglichenes Alleinfutter mit 5 % Tradilin® und ein Kontrollfutter mit dem möglichst gleichen Energie-, Protein- und Fettgehalt herzustellen. Durch entsprechende mengenmässige Anpassung der Hauptkomponenten und Hereinnahme von Rübenschnitzel und Schweinefett in die Rezeptur der Kontrollration gelang dies weitestgehend. Die an verschiedenen Stellen durchgeführten Analysen ergaben aber in entscheidenden Merkmalen keine einheitlichen Ergebnisse.

Der in drei verschiedenen Labors analysierte Rohfettgehalt ergab in der Kontrollration einen gut übereinstimmenden Gehalt von 2.8 %, was auch dem kalkulierten Gehalt in etwa entsprach. Demgegenüber variierten die Werte für das Tradilin®-Futter deutlich von 2.4 bis 4.5 %, wobei der am INW ermittelte Wert von 2.4 % sowohl mit dem kalkulierten Wert als auch mit den Ergebnissen aus der Fettbestimmung nach HCL-Aufschluss und der als Triacylglycerol berechneten Summe aller Fettsäuren im Einklang stand. Auch die gut übereinstimmenden Doppelbestimmungen (Daten nicht gezeigt) sprechen für die Validität dieser Analysen-

ergebnisse. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass sich die gezogenen Proben an sich unterscheiden und das Tradilin® Futter möglicherweise eine höhere Variabilität aufwies. Dafür sprechen auch die Ergebnisse der Proteinanalysen. Entscheidend ist dies nun in Bezug auf die Berechnung von Grenzwerten des Gehaltes an MUFA und PUFA. Während nach den Analysen am INW die Grenzwerte der MUFA/PUFA-Norm der ALP noch erfüllt wären, ist dies nach den Analyseergebnissen der ALP bei weitem nicht mehr der Fall, auch wenn der an der ALP ermittelte sehr hohe Rohfettgehalt dafür spricht, dass auch der Gehalt an MUFA und PUFA dort eher überschätzt wurde. Dies ist von besonderer Bedeutung, da die Fettzahl in der Tradilin® Gruppe um ca. 5 Einheiten über derjenigen in der Kontrollgruppe lag. Aufgrund dieser unterschiedlichen Analyseergebnisse lässt sich die Anwendbarkeit der MUFA/PUFA-Norm bei Einsatz von Tradilin® aus diesem Versuch also leider nicht ableiten.

Es muss auch bemerkt werden, dass die hier angegebenen Fettzahlen nicht nach der offiziell angewandten Methode und darüber hinaus von Einzeltieren erhoben wurde, was insgesamt zu einer gewissen Überschätzung führen dürfte. Dennoch ist festzuhalten, dass keinesfalls damit zu rechnen ist, mit der Fütterung von Tradilin® in dem hier beschriebenen Umfang, den in der Schweiz noch üblichen Grenzwert für die Fettzahl einhalten zu können.

Aufgrund der etwas unterschiedlichen Futterzusammensetzung lässt sich auch nicht abschliessend beurteilen, ob die geringeren Zunahmen und der höhere Magerfleischanteil der Tiere, die Tradilin® erhielten allein auf die extrudierten Leinsamen bzw. einen Effekt von ALA zurückzuführen war. Durch die nach Wurf und Geschlecht balancierte Verteilung der Tiere auf die Fütterungsgruppen dürfte wenigstens eine Verquickung mit genetischen Effekten auszuschliessen sein. Es bleibt aber zu überprüfen, ob sich der hier festgestellte Effekt auf Mastleistung und Körperzusammensetzung in beschriebenen oder im weiteren durchzuführenden Versuchen bestätigt und inwieweit der höhere Magerfleischanteil die geringeren Zunahmen und die etwas schlechtere Futtermittelverwertung ökonomisch kompensieren kann.

Bemerkenswert ist auch, dass der Wassergehalt im Rückenspeck der Tradilin® gefütterten Tiere geringer war, obgleich der niedrigere Anteil an Auflagefett eher einen höheren Wasseranteil erwarten lassen würde. Aus Sicht der Qualität des Fettgewebes ist ein geringer Wassergehalt positiv zu bewerten und könnte hier sogar dazu beigetragen haben, dass trotz des hohen PUFA Anteils keine technologischen Probleme bei der Herstellung der Fleischprodukte aufgetreten sind.

Die Tiere, aus denen die Produkte hergestellt wurden, waren jedenfalls nach Mastleistung, Fleischanteil und Fettsäurezusammensetzung repräsentativ für die jeweilige Versuchsgruppe.

Die für die Produkte ermittelten Ergebnisse dürften daher ebenfalls als repräsentativ angesehen werden. Es kann also geschlossen werden, dass der höhere Anteil an n-3-PUFA selbst in luftgetrockneten und lange gelagerten Fleischprodukten nicht zu sensorischen Abweichungen führt, die von Laien in einem Unterschiedstest festgestellt werden können oder gar zu einer Ablehnung führen. Dennoch ist zu beachten, dass zwar ein sehr breit angelegter Konsumententest durchgeführt wurde, dem aber nur eine sehr geringe Anzahl an Proben zugrunde lag und dabei recht grosse, probenindividuelle Unterschiede zu verzeichnen waren. Darüber hinaus lässt der eingesetzte Test keine detaillierte Beurteilung spezifischer, möglicherweise geringfügiger, für sensible Konsumenten aber spürbare Einflüsse auf das Aroma zu. Eine detaillierte Untersuchung von etwaigen Auswirkungen auf Aromakomponenten wäre also bedeutsam und von Interesse. Ausserdem könnte überprüft werden, in welchem Umfang die Anreicherung des Futters mit Vitamin E notwendig ist, um eine ausreichende Oxidationsstabilität der Fleischprodukte zu gewährleisten. Es sollte auch anhand einer breiteren Produktpalette untersucht werden, ob nicht doch produktspezifische technologische Probleme auftreten, denn gerade eine verminderte Konsistenz könnte bei der Herstellung von Salami zu Qualitätsabweichungen führen. Dies war in dieser Untersuchung zwar nicht der Fall, wobei aber zu bemerken ist, dass die Fettsäurezusammensetzung der beiden Salami geringere Unterschiede aufwies, als aus den Werten für Rückenspeck und Fleisch der Tiere erwartet werden konnte. Bei einem ALA Gehalt von 4 % in der Tradilin® und 1.1 % in der Kontrollgruppe, ist es erstaunlich, dass die Kontrollsalami im Fett über 1.3 %, also mehr, und die Tradilin® Salami nur 2.3 %, also deutlich weniger ALA als der dazu jeweils verwendete Rückenspeck enthielt.

Eine breitere Einführung dieses Verfahrens zur Verbesserung des ernährungsphysiologischen Wertes von Schweinefleisch in die Produktion sollte wohl besonders im Hinblick auf die Effekte einer geringeren Konsistenz des Schweinefettes bei der Herstellung von Wurstwaren weiter aufmerksam und kritisch begleitet werden.

Hinsichtlich des diätetischen Wertes von Schweinefleisch und daraus hergestellten Produkten wurde klar, dass eine deutliche Verbesserung des n-6/n-3 Verhältnisses zu erreichen war. In Fleisch, Fett und sämtlichen untersuchten Produkten der Tradilin® Reihe lag diese Verhältnis deutlich unter 5. Derartig produzierte Produkte tragen also zu einer Verbesserung des n-6/n-3 Verhältnis in der Gesamtdiät bei. Durch den Einsatz von extrudierten Leinsamen in der Schweinefütterung ist es auch möglich, die Versorgung mit n-3 PUFA, insbesondere auch mit EPA, durch eine Anreicherung in Fleisch und Fleischprodukten ohne eine Umstellung der Ernährungsgewohnheiten zu verbessern. Bei einem üblichen Konsum wird aber weiterhin nur

ein Teil der (teilweise recht hoch angesetzten) empfohlenen tägliche Aufnahme an EPA und insbesondere DHA über Fleisch zu decken sein. Interessant ist nämlich, dass Anteil und Gehalt an DHA durch Tradilin® nicht erhöht wurde. Die endogene Bildung von DHA scheint demnach durch andere Faktoren, als das Angebot an ALA, begrenzt zu sein.

Eine erfolgreiche Herstellung und Vermarktung von Fleischprodukten mit verbessertem n-6/n-3 Verhältnis erscheint daher möglich und wäre dem schlechten Image der tierischen Fette sicherlich nicht abträglich. Offen ist, ob mit feineren analytischen und sensorischen Methoden relevante Unterschiede zwischen konventionell erzeugtem und n-3 angereichertem Fleisch und Fleischprodukten festgestellt werden können und in welchem Umfang Antioxidantien wie Vitamin E einzusetzen sind, um eine ausreichende Oxidationsstabilität der Produkte zu erreichen.

5. Anhang

Mittelwerte von Merkmalen der Mastleistung sowie der Schlachtkörper-, Fleisch- und Fettqualität von weiblichen und kastrierten männlichen Mastschweinen

Der Einfluss des Geschlechtes auf die erhobenen Leistungs- und Qualitätsmerkmale zeigte sich in der erwarteten Weise. So waren die Masttageszunahmen der Kastraten höher, obwohl die Futtermittelverwertung gleichwertig war. Der Anteil an wertvollen Fleischstücken sowie der Magerfleischanteil und Schinkenanteil der weiblichen Tiere war dabei signifikant höher und der intramuskuläre Fettgehalt deutlich niedriger (Tabellen A1 und A2). In Farbe und Zartheit des Fleisches wiesen die Geschlechter keinen signifikanten Unterschied auf. Das Fettsäurenmuster im Speck der weiblichen Tiere wies entsprechend dem geringeren Fettansatz weniger SFA und dafür mehr MUFA und PUFA auf, auch die Festigkeit des extrahierten Fettes war signifikant niedriger, während der Wassergehalt im Rückenspeck höher war als bei Kastraten (Tabelle A3).

Tabelle A1: Merkmale der Mastleistung und Schlachtkörperzusammensetzung

Behandlung	Weibchen	Kastraten	p-Wert
Tägliche Zunahmen (g)	918 ± 74	980 ± 79	0.010
Futtermittelverwertung (kg/kg)	2.5 ± 0.2	2.5 ± 0.1	0.894
Schmer (% Schlachtgew.)	2.1 ± 0.5	2.3 ± 0.3	0.076
Schulter (% Schlachtgew.)	12.3 ± 0.7	12.2 ± 0.5	0.784
Karree (% Schlachtgew.)	25.6 ± 0.9	25.2 ± 0.7	0.095
Schinken mit Fett (%)	22.1 ± 0.9	21.3 ± 0.9	0.006
MFA (FOM) %	55.3 ± 2.0	53.5 ± 1.9	0.005
Auflagefett (o. Sf) %	9.5 ± 1.6	10.7 ± 1.4	0.005
AWF inkl. Schinkenfet(%)	60.0 ± 2.0	58.7 ± 1.7	0.029

Tabelle A2: Merkmale der Fleischqualität

	Weibchen	Kastraten	P - Wert
Intramusk. Fettgehalt [%]	2.4 ± 0.5	2.82 ± 0.57	0.004
pH1	6.3 ± 0.2	6.34 ± 0.12	0.487
End-pH	5.4 ± 0.03	5.4 ± 0.02	0.974
Farbhelligkeit [H30]	32.1 ± 2.2	32.5 ± 2.5	0.547
Farbhelligkeit[L]	54.6 ± 1.6	55.2 ± 1.6	0.257
Rotton[a]	9.2 ± 0.8	8.8 ± 0.8	0.117
Gelbton[b]	7.4 ± 0.6	7.2 ± 0.7	0.449
Garverlust [%]	27.7 ± 1.4	27.6 ± 1.1	0.736
WB-Scherkraft [N]	50.4 ± 6.7	48.6 ± 8.6	0.457

Tabelle A3: Zusammensetzung der äusseren Schicht des Rückenspeckes (%)

	Weibchen	Kastraten	P - Wert
SFA	36.2 ± 2.4	38.6 ± 2.1	0.0003
C16:0	22.6 ± 1.5	23.9 ± 1.3	0.001
C18:0	11.6 ± 1.0	12.5 ± 1.0	0.002
MUFA	47.4 ± 2.3	46.2 ± 2.3	0.01
C18:1n-9	40.5 ± 1.8	39.5 ± 1.7	0.011
PUFA	16.4 ± 3.2	15.2 ± 2.9	0.02
C18:2n-6	11.8 ± 1.5	10.9 ± 1.2	0.015
C18:3n-3 ALA	2.8 ± 1.8	2.6 ± 1.6	0.130
C20:4n-6 AA	0.2 ± 0.04	0.2 ± 0.03	0.012
C20:5n-3 EPA	0.1 ± 0.03	0.1 ± 0.03	0.147
C22:6n-3 DHA	0.1 ± 0.03	0.1 ± 0.02	0.306
? n-3	3.6 ± 2.1	3.4 ± 1.9	0.115
? n-6	12.6 ± 1.5	11.6 ± 1.2	0.014
n6/n3	4.7 ± 2.5	4.7 ± 2.4	0.637
Festigkeit Schmalz [N]	2.5 ± 1.1	3.2 ± 1.5	0.022
Oxidationsstabilität [h]	6.0 ± 2.6	5.8 ± 2.8	0.768
Rohwasser	15.0 ± 2.9	13.4 ± 2.47	0.029
Rohasche	0.2 ± 0.2	0.2 ± 0.2	0.752
Organische Substanz	84.8 ± 2.9	86.4 ± 2.5	0.031

Schinken-Degustation

Wir sind an Ihrem Urteil über die zwei vor Ihnen liegenden Schinkenproben interessiert.

Urteilen Sie bitte spontan, ob Sie einen Unterschied feststellen konnten.

Wenn für Sie kein Unterschied besteht, markieren Sie dies bitte in dem vorgesehenen Kästchen.

Falls Sie einen Unterschied feststellen, machen Sie bitte ein Kreuz unter der Kennnummer der Probe, die Ihnen besser geschmeckt hat.

	Kennnummer:	517	578
Kein Unterschied <input type="checkbox"/>	Falls unterschiedlich, welchen Schinken bevorzugen Sie? (bitte ankreuzen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemerkungen:			

Salami Vergleichs-Degustation

Wir sind an Ihrem vergleichenden Urteil über die beiden vor Ihnen liegenden Paare von Salami interessiert.

Mit Ihrer Bewertung können Sie dazu beitragen, dass in Zukunft noch gesündere und gleichzeitig schmackhafte Fleischprodukte hergestellt werden.

Bitte nehmen Sie sich ungefähr fünf Minuten Zeit für die Verkostung.

Nehmen Sie zunächst eine Scheibe aus der Schale mit der Kennnummer **610** und verkosten Sie diese.

Verkosten Sie dann eine Scheibe aus der Schale mit der Kennnummer **837**.

Urteilen Sie bitte spontan, ob Sie einen Unterschied feststellen konnten.

Wenn für Sie kein Unterschied besteht, markieren Sie dies bitte in dem vorgesehenen Kästchen. Falls Sie einen Unterschied feststellen, machen Sie bitte ein Kreuz unter der Kennnummer der Probe, die Ihnen besser geschmeckt hat.

Fahren Sie dann mit dem zweiten Probenpaar (Kennnummer **192** und **335**) fort.

Kennnummer:	610	837
Kein Unterschied <input type="checkbox"/>	Falls unterschiedlich, welche Salami bevorzugen Sie? (bitte ankreuzen) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemerkungen:		

Kennnummer:	192	335
Kein Unterschied <input type="checkbox"/>	Falls unterschiedlich, welche Salami bevorzugen Sie? (bitte ankreuzen) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemerkungen:		

Angaben zur Person: weiblich männlich

Wie häufig essen Sie Salami?

Mehrmals pro Monat Mehrmals pro Jahr weniger als ca. 4x pro Jahr so gut wie nie

Vielen Dank für Ihre Mithilfe

Effect of extruded linseed in pig diet on meat quality and fatty acid composition of meat and meat products

I. Sottnikova¹, D. Währy², D. Schwörer³, C. Wenk¹ M.R.L. Scheeder¹

¹*Institute of Animal Sciences, Nutrition Biology, ETH Zentrum, CH-8092 Zurich, Switzerland, Email: ivana.sottnikova@inw.agrl.ethz.ch*

²*Traitafina AG, CH-5600 Lenzburg, Switzerland*

³*SUISAG, Allmend, CH-6204 Sempach, Switzerland*

Introduction The long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids, eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5 n-3) and docosahexaenoic acid (DHA, 22:6 n-3), are found to have a wide range of beneficial effects on human health. For this reason, it is recommended to increase the intake of n-3 PUFAs. One possible way to achieve this aim without changing nutritional behaviour could be to provide traditionally consumed food items enriched with n-3 PUFA. Meat and meat products can be fortified with n-3 PUFA by simply feeding n-3 rich feed compounds. Feeding pigs on a diet containing linseed, which is a rich source of α -linolenic acid (ALA, 18:3 n-3), will readily increase n-3 PUFA in muscle and adipose tissues. It is also expected that the supply of higher amounts of ALA, which is the precursor of longer chain n-3 PUFA, will also increase EPA and DHA, although it is known that the conversion is somehow limited. On the other hand, a higher PUFA content may increase the susceptibility to oxidation and decrease the consistency of lard, which is surely undesired. This may particularly affect the quality of processed meat products. The objective of this study therefore was to investigate the effect of a moderate amount of extruded linseed in growing-finishing pig feed on the composition and other quality characteristics of meat and meat products as well as backfat in pigs.

Materials and methods Forty Large White pigs from 10 litters (2 females and 2 castrated males per litter) fattened from 30 kg to 106 kg live weight were used in this study. Pigs were allocated to two treatments, (experimental and control), balanced according to gender, litter and initial weight. The experimental group received 5 % of extruded linseed in the diet. The fat content of the control diet was adjusted to the fat content of the experimental diet by adding 1.4 % lard. Both diets were supplemented with 60 mg vitamin E per kg feed. During carcass cutting, samples of backfat and longissimus muscle (LD) were collected. In addition, belly and ham of the one side of 4 animals per treatment were taken and cured air-dried bacon and ham were produced. From the same animals, shoulder and backfat were taken for salami production. In LD, pH1 and pH24, colour (Lab photometry), cooking loss and texture (Warner-Bratzler shear device mounted on a texture analyzer) was determined. The fatty acid composition (gas chromatography) was analysed in LD (fractionated in neutral and polar lipids), backfat and meat products. Firmness (3.5 mm punch, texture analyzer) and oxidative stability (Rancimat) was measured in lard extracted from the outer layer of backfat. Salami, bacon and ham were subjected to a sensory pairwise comparison in hedonic consumer tests with 190, 602 and 363 participants, respectively.

Results The dietary supplementation of extruded linseed had no significant effect on colour, pH and cooking loss of the meat. Shear force values of cooked pork from linseed treatment was slightly higher than control (52 vs. 47 N, $p=0.05$). As expected, the elevated amount of polyunsaturated fatty acids in backfat considerably decreased oxidative stability (induction period 3.8 vs. 7.9 h, $p<0.001$) and firmness (2.1 vs. 3.6 N, $p<0.001$) of backfat from pigs fed with the linseed diet. A tendency towards lower proportion of saturated fatty acids and mono unsaturated fatty acids in backfat was observed after feeding the linseed diet. Moreover, the n-6/n-3 ratio in the backfat of linseed animals (2.4) was noticeably lower than control (7.1). In addition, the fatty acid composition in the LD showed markedly higher contents of ALA (8.5 vs. 34.1 mg/100g, $p<0.001$) and EPA (4.6 vs. 12.5 mg/100g, $p<0.001$) in the linseed group. In contrast, the content of DHA (7.0 vs. 6.2 mg/100g, $p=0.01$) was even slightly lower in meat of the linseed group. The content of arachidonic acid (20:4 n-6) was also significantly decreased (44.5 vs. 33.2 mg/100g, $p<0.001$) in the linseed group and the n-6/n-3 ratio in the meat consequently dropped from 9.5 to 3.4 ($p<0.001$). In the linseed group, ALA and EPA content increased 4-fold and 2-fold, respectively, in all meat products, but DHA content remained unchanged or decreased slightly. The n-6/n-3 ratio fell in linseed salami, ham and bacon from 4.7, 6.1 and 6.5 to 2.8, 2.7 and 2.8, respectively. Consumer tests showed no difference between control and linseed group for salami and ham. Only for bacon a significant preference for one control sample ($p<0.05$) within female animals was found.

Conclusions The results of the present study showed that meat and meat products can help to optimise the n-6/n-3 ratio and contribute to daily long chain n-3 PUFA supply in human nutrition. We observed no negative effects of extruded linseed supplemented to the diet on meat quality characteristics, despite a slightly tougher texture in pork of the linseed group.

We found a reduced fat firmness and a lower oxidative stability of fat from the linseed group, but no quality losses during processing of meat products, and the consumer tests showed no consistent effect on the acceptability of the n-3 richer meat products. It may be concluded that no severe detrimental effects on the quality even of air-dried meat products must be expected. Nevertheless, further investigations should validate the acceptability of such products with more sophisticated methods.



Einfluss der Fütterung von extrudierter Leinsaat auf die Qualität von Schweinefleisch und -fett sowie die Akzeptanz landesüblicher Fleischprodukte

I. SOTTNIKOVA¹, D. WÄHRY², D. SCHWÖRER³, M.R.L. SCHEEDER¹ und C. WENK¹

¹Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährungsbiologie, ETH Zentrum, CH-8092 Zürich

²Traitafina AG, CH-5600 Lenzburg

³SUISAG, Allmend, CH-6204 Sempach

Einleitung

- Leinsaat ist reich an α -Linolensäure (C18:3n-3, ALA), die Vorläufersubstanz für die Synthese von Eicosapentaensäure (C20:5n-3, EPA) und Docosahexaensäure (C22:6n-3, DHA)
- Über die Fütterung können Fleisch und Fleischprodukte mit wertvollen n-3 Fettsäuren angereichert werden
- Die Fettsäurezusammensetzung und die Qualität der Produkte, sowie die sensorische Akzeptanz wurde untersucht

Material und Methoden

Tiere: 40 Schweine der Rasse Edelschwein aus 10 Würfen, je 2 weibliche Tiere und 2 Kastraten

Futter: 13.2 MJ VES/kg, 155g RP/kg, 60 mg Vitamin E pro kg
 Kontrollfutter: 1.4 % Schweinefett
 Versuchsfutter: 5 % Leinsaatextrudat

Futter und Wasser: ad libitum

Fleisch und Fettproben:

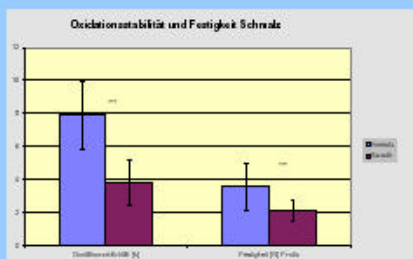
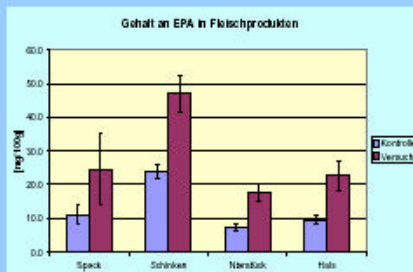
Von allen Tieren: Rückenspeck und Nierstück

Von 8 Tieren: Hals, Bauch und Schinken zur Herstellung von luftgetrocknetem Rohess-Speck bzw. Bündner Rohschinken, Schulterfleisch und Rückenspeck für die Produktion von Salami

Datenerhebung:

- Fettsäuremuster
- Festigkeit und Oxidationsstabilität des Schmalzes
- Sensorische Unterschiedsprüfungen

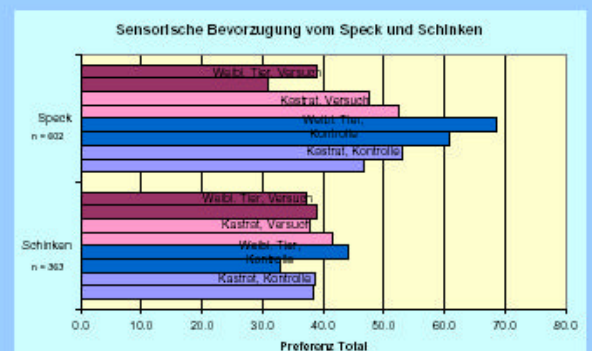
Ergebnisse



- Gehalt an n-3 Fettsäuren, vor allem ALA (C18:3n-3) und EPA (C20:5n-3) in Fleischprodukten der Versuchsvariante wurde deutlich angehoben
- Der höhere Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren wirkte sich in einer deutlich geringeren Oxidationsstabilität und niedrigeren Festigkeit des Schmalzes der Leinsaatvariante aus.
- Im Konsumententest zeigte sich keine konsistente Auswirkung auf die sensorische Akzeptanz des Fleisches und der Fleischprodukte



Rohess-Speck und Salami zur Degustation



Schlussfolgerungen

- Das Fettsäureprofil von Schweinefleisch und daraus hergestellter Fleischprodukte wird durch die Verfütterung extrudierter Leinsamen gesundheitlich verbessert,
- ohne dass offensichtliche Einbußen an sensorischer Qualität in Kauf genommen werden müssen.
- Offen ist, in welchem Umfang Vitamin E einzusetzen ist, um eine ausreichende Oxidationsstabilität der Produkte zu erreichen