

Aus den Fachgebieten Tierzucht¹ und Tierernährung² der Universität Gießen, Witzgenhausen, der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht, Grub³, und der Staatlichen Lehr-, Versuchs- und Prüfungsanstalt für Tierhaltung, Schwarzenau⁴

GÜNTER BIEDERMANN¹, CHRISTIANE JATSCH², WALTER PESCHKE³,
JOHANN-PETER LINDNER⁴ und WERNER WITTMANN³

Mast- und Schlachtleistung sowie Fleisch- und Fettqualität von Piétrain-Schweinen unterschiedlichen MHS-Genotyps und Geschlechts

2. Mitteilung: Fettsäurenmuster der Depotfette Rückenspeck, Flomen und intermuskuläres Fett sowie der Gesamt- und Phospholipide des *M. long. dorsi*

Summary

Title of the Paper: Fattening and carcass performance and meat- and fat quality of Piétrain pigs of different MHS-genotype and sex. II. Fatty acid pattern of the adipose tissues back fat, leaf fat and intermuscular fat and of the total- and phospholipids of the *M. long. dorsi*

In this investigation the fatty acid pattern of the adipose tissues back fat (divided in dorsal and ventral compartment), leaf fat and intermuscular and the total and phospholipids of the *M. long. dorsi* of different MHS-genotypes and sexes of the Piétrain race have been compared. There were available 60 animals with equal numbers of the three MHS-genotypes (NN, Np, pp) and both sexes (castrates, gilts) (liveweight at the end of fattening: 150 kg).

The decreasing presence of the stress allele p (pp>Np>NN) as well the castrates compared with the gilts were combined with increasing content of saturated and monounsaturated fatty acids and decreasing content of polyunsaturated fatty acids in all adipose tissues and in the total and phospholipids of the *M. long. dorsi* and thus with better technological quality.

The results should additionally cause the selection stress resistant pigs of the Piétrain race.

Key Words: Piétrain, MHS-genotype, sex, fatty acid pattern, back fat, lean fat, intermuscular, total lipids, phospholipids, eye muscle

Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Fettsäurenmuster der Depotfette Rückenspeck, Flomen und intermuskuläres Fett sowie der Gesamt- und Phospholipide des Rückenmuskels unterschiedlicher MHS-Genotypen und Geschlechter der Piétrain-Rasse verglichen. Es standen 60 Mastschweine mit gleichen Anteilen an Schweinen der drei MHS-Genotypen (NN, Np, pp) bzw. der beiden Geschlechter (Kastraten, Sauen) zur Verfügung (Mastendgewicht: 105 kg).

Mit abnehmender Präsenz des Streßallels p (pp>Np>NN) sowie mit Kastraten gegenüber Sauen verbinden sich eine Steigerung des Gehaltes an gesättigten und einfach ungesättigten Fettsäuren, jedoch eine Reduzierung des Anteils mehrfach ungesättigter Fettsäuren in den Fetten aller Fettdepots sowie innerhalb der Gesamt- und Phospholipide des Rückenmuskels und damit günstigere technologische Eigenschaften.

Die Ergebnisse geben weitere Veranlassung, die Streßsanierung der Piétrain-Rasse konsequent zu betreiben.

Schlüsselwörter: Piétrain, MHS-Genotypen, Geschlecht, Fettsäurenmuster, Rückenspeck, Flomen, intermuskuläres Fett, Gesamtlipide, Phospholipide, Rückenmuskel

1. Einführung

Nachteilige Begleiterscheinungen der konsequenten Selektion auf hohe Fleischfülle der Schlachtkörper innerhalb dominierender Schweinerassen während der zurückliegenden Jahrzehnte beziehen sich nicht nur auf die abnehmende Streßresistenz der Schweine, verbunden mit mangelhafter Fleischbeschaffenheit bzw. verminderter Verzehrsqualität des Schweinefleisches. Zudem wurden Veränderungen in der Beschaffenheit des Fettes in Form von durch erhöhten Wassergehalt gekennzeichnetem „leerem Fettgewebe“ sowie dessen verminderte Konsistenz und erhöhte Oxidations- bzw. Verderbnisanfälligkeit beobachtet (ALTMANN et al., 1992).

In zahlreichen Untersuchungen wurde die Qualität der Lipide bzw. ihre Fettsäurenmuster im Hinblick auf deren Bedeutung für Konsistenz und Oxidationsneigung in Abhängigkeit von genetischer Herkunft, Alter bzw. Gewicht und Geschlecht der Tiere, Futter und Fütterungsintensität, Schlachtkörperzusammensetzung sowie der anatomischen Lokalisation nachgewiesen. Soweit Piétrain-Schweine diesbezüglich erfaßt wurden, zeigt sich, daß sie im Durchschnitt zu ungünstigerer Beschaffenheit ihrer Körperfette tendieren als andere Rassen und Kreuzungen.

In der vorliegenden Untersuchung sollte geklärt werden, ob und inwieweit sich der MHS-Status von Piétrain-Schweinen neben deren Geschlecht auch auf die Beschaffenheit von Lipiden unterschiedlicher anatomischer Lokalisation auswirkt. Über entsprechende Effekte auf Mast- und Schlachtleistung sowie auf die durch den intramuskulären Fettanteil bedingte Qualität des Fleisches wurde in der 1. Mitteilung (BIEDERMANN et al., 2000) berichtet.

2. Material und Methoden

Für den Vergleich der drei MHS-Genotypen NN, Np und pp standen insgesamt 60 Piétrain-Schweine, die sich aus 30 Kastraten und 30 weiblichen Schweinen zusammensetzten, zur Verfügung. Innerhalb jeder Geschlechtsgruppe waren jeweils 10 Vertreter der drei Genotypen enthalten. Sämtliche Schweine wurden an der Leistungsprüfungsanstalt Schwarzenau (Unterfranken) entsprechend den Richtlinien für Mast- und Schlachtleistungsprüfungen bis 105 kg gemästet. Weitere Details zu den untersuchten Tieren können der 1. Mitteilung (BIEDERMANN et al., 2000) entnommen werden.

Nach Schlachtung wurden allen Schweinen eine Kotelettprobe (13./14. Brustwirbel) inklusive Rückenspeck sowie das Flomen zum Zwecke der Ermittlung der Fettsäurenmuster im Labor des Fachgebietes Tierernährung an der Universität Gh Kassel/Witzenhausen entnommen.

Alle Proben vom dorsalen und ventralen Rückenspeck, Flomen, intermuskulären Fett (entnommen zwischen dem *M. long. dorsi* und dem *M. iliocostalis*) sowie Rückenmuskel wurden nach Anlieferung homogenisiert und bis zur Durchführung der Analysen tiefgefroren (-24 °C) gelagert. Folgende Analysen wurden durchgeführt:

1. Bestimmung des Gehaltes an Trockensubstanz und Rohasche des Rückenmuskels.
2. Bestimmung des IMF des Rückenmuskels nach der Methode Weibull-Stoldt.
3. Bestimmung des Fettsäurenmusters der Depotfette Rückenspeck dorsal und ventral, Flomen und intermuskuläres Fett: Die Veresterung der extrahierten Depotfette wurde mittels einer Trimethylsulfoniumhydroxyd-Lösung vorgenommen. Die so

erhaltenen Fettsäurenmethylester wurden gaschromatographisch analysiert. Die Zuordnung der Fettsäuren zu den Chromatogrammpeaks erfolgte anhand ihrer Retentionszeiten und Identifizierung durch ein externes Standardgemisch.

4. Bestimmung des Fettsäurenmodells der Gesamt- und Phospholipide des *M. long. dorsi*: Die Lipidextraktion und Derivatisierung sowie die Abtrennung der Phospholipide mittels Festphasenextraktion wurde nach dem Verfahren von BLUNK und STEINHART (1990) und BLUNK et al. (1992) durchgeführt. Die Trennung und Zuordnung der Fettsäurenmethylester erfolgte entsprechend den Angaben unter (3).

Folgende Fettsäuren wurden erfasst:

C _{14:0}	Myristinsäure	C _{20:3}	Eicosatreinsäure	*
C _{16:0}	Palmitinsäure	C _{20:4}	Arachidonsäure	*
C _{16:1}	Palmitoleinsäure	C _{20:5}	Eicosapentaensäure	*
C _{17:0}	Margarinsäure	C _{22:0}	Behensäure	*
C _{17:1}	Heptadecensäure	C _{22:1}	Erucasäure	*
C _{18:0}	Stearinsäure	C _{22:2}	Docosadiensäure	*
C _{18:1}	Ölsäure	C _{22:3}	Docosatriensäure	*
C _{18:2}	Linolsäure	C _{22:4}	Docosatetraensäure	*
C _{18:3}	Linolensäure	C _{22:5}	Docosapentaensäure	*
C _{20:0}	Arachinsäure	C _{22:6}	Docosahexaensäure	*
C _{20:1}	Gadoleinsäure	C _{24:0}	Lignocerinsäure	*
C _{20:2}	Eicosadiensäure			

SAFA saturated fatty acids (Summe der gesättigten Fettsäuren)

MUFA monounsaturated fatty acids (Summe der einfach ungesättigten Fettsäuren, Monoenfettsäuren)

PUFA polyunsaturated fatty acids (Summe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren, Polyenfettsäuren)

* nur für Gesamt- und Phospholipide des Rückenmuskels ermittelt

Die Datenauswertung der Anteile der einzelnen Fettsäuren in den Lipiden erfolgte mittels folgenden Modells:

$$Y_{ijkl} = \mu + MHS_i + SEX_j + JM_k + (MHS \times SEX)_{ij} + b \cdot (SG_{ijkl} - \overline{SG}) + e_{ijkl}$$

Im einzelnen bedeuten:

Y_{ijkl} = Beobachtungswert

μ = Mittelwert

MHS_i = fixer Effekt des MHS-Genotyps i (NN, Np, pp)

SEX_j = fixer Effekt des Geschlechts (Börge, Sau)

JM_k = fixer Effekt der Jahr-Monats-Klasse k des Schlachtermins (97/09, 97/10, 98/01, 98/02, 98/03, 98/04, 98/05, 98/07, 98/08, 98/11, 98/12)

$(MHS \times SEX)_{ij}$ = Interaktion MHS-Genotyp \times Geschlecht

b = partielle lineare Regression auf das Schlachtgewicht (warm)

SG_{ijkl} = Schlachtgewicht (warm) des Tieres l

\overline{SG} = durchschnittliches Schlachtgewicht (warm)

e_{ijkl} = zufälliger Restfehler

Bereits an dieser Stelle sei bemerkt, daß bei keinem Kriterium eine signifikante Wechselwirkung MHS-Genotyp \times Geschlecht nachgewiesen wurde.

Auf eine Berücksichtigung der Väter wurde verzichtet, da ein hoher Anteil der Eber lediglich mit einem Nachkommen vertreten ist.

Die statistische Analyse wurde mit dem Programmpaket SAS (1989) durchgeführt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Depotfette

Topographische Unterschiede zwischen den verschiedenen Fettdepots hinsichtlich ihrer Fettsäurenprofile wurden mehrfach ermittelt (FISCHER et al., 1992; FACHBERGER et al., 1995; FRANCI et al., 1995; JATURASITHA et al., 1996; KUHN, 1997; KUHN et al., 1997). In der Reihenfolge dorsaler Rückenspeck (Tab. 1), ventraler Rückenspeck (Tab. 2), Flomen (Tab. 3) nimmt der Gehalt an gesättigten Fettsäuren zu, wohingegen die Anteile der einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren abnehmen. Damit stimmt die Feststellung von NÜRNBERG und ENDER (1983) sowie SEWER (1993) überein, wonach das Fett um so weicher ist, je näher es an der Körperoberfläche lokalisiert ist. Die Fettsäurenmuster des intermuskulären (Tab. 4) und intramuskulären Fettes (Tab. 5) lassen sich in diese Abstufung nicht einreihen. Sie fallen vor allem durch ihre hohen Anteile an Monoenfettsäuren auf. Ansonsten unterscheiden sie sich voneinander durch ihre Gehalte an Polyenfettsäuren sehr deutlich; während das intermuskuläre Fett, verglichen mit den anderen Fettdepots, die geringsten Anteile an mehrfach ungesättigten Fettsäuren enthält, zeichnet sich das intramuskuläre Fett durch den mit Abstand höchsten Gehalt an Polyenfettsäuren aus. Die Fettsäuren Myristinsäure ($C_{16:0}$), Stearinsäure ($C_{18:0}$), Ölsäure ($C_{18:1}$) und Linolsäure ($C_{18:2}$) nehmen in allen Fällen die maßgeblichen Anteile ein. Die im intramuskulären Fett erfaßten Fettsäuren $C_{20:0}$ bis $C_{22:4}$ liegen in nur verschwindend geringen Gehaltswerten vor, so daß sie vernachlässigt werden könnten. Wie HONKAVAARA (1989) zudem zeigen konnte, unterliegt auch das intramuskuläre Fett hinsichtlich des Fettsäurenusters anatomisch bedingten Unterschieden zwischen verschiedenen Muskeln.

In allen untersuchten Fettdepots weist die Summe der gesättigten Fettsäuren bei den fettreicheren homozygot streßresistenten Schweinen die höchsten, bei den streßlabilen Tieren die geringsten Gehaltswerte auf. Die heterozygoten Schweine nehmen, ähnlich den Kriterien der Schlachtkörperqualität und Fleischbeschaffenheit (1. Mitteilung), eine Mittelstellung ein. Diese Tendenz läßt sich vor allem auf die Stearinsäure ($C_{18:0}$) und zum Teil auf die Palmitinsäure ($C_{16:0}$) zurückführen.

Die Monoenfettsäuren verhalten sich ähnlich wie die gesättigten Fettsäuren, von der geringfügigen Abweichung im dorsalen Rückenspeck abgesehen, indem auch sie von den NN-Schweinen über die Np- zu den pp-Tieren abnehmen, wenngleich die Differenzen zwischen den Gruppen lediglich hinsichtlich des Flomens und intramuskulären Fettes signifikante Ausmaße annehmen. An dieser Tendenz beteiligt sich nur die Ölsäure ($C_{18:1}$), die gleichzeitig maßgeblich innerhalb der einfach ungesättigten Fettsäuren vertreten ist, während die Palmitoleinsäure ($C_{16:1}$), innerhalb des intramuskulären Fettes auch die übrigen einfach ungesättigten Fettsäuren, einer hiervon abweichenden Rangfolge der MHS-Genotypen unterliegen.

In allen Fettkompartimenten verhält es sich mit der Summe der Polyenfettsäuren umgekehrt wie mit den gesättigten Fettsäuren, wobei die beiden essentiellen Fettsäuren $C_{18:2}$ (Linolsäure) und $C_{18:3}$ (Linolensäure), im Falle des intramuskulären Fettes auch alle anderen mehrfach ungesättigten Fettsäuren, mit dieser Tendenz übereinstimmen.

Tabelle 1

Arithmetische Mittelwerte \bar{x} und Standardabweichungen s sowie LSQ-Werte der Fettsäurenanteile im dorsalen Rückenspeck in Abhängigkeit vom MHS-Genotyp und Geschlecht (in % der Gesamtfettsäuren) (Arithmetic means \bar{x} , standard deviations s and LSQ-means of the fatty acid pattern of the dorsal back fat in relation to the MHS-genotype and sex (in per cent of the total fatty acids))

Fettsäuren	\bar{x}	s	NN	Np	pp	F-Test	Börge	Sauen	F-Test
C _{14:0}	1,33	0,16	1,14 ^a	1,24 ^b	1,28 ^b	*	1,35	1,09	***
C _{16:0}	24,49	1,33	25,41	24,97	24,81	-	25,55	24,58	*
C _{16:1}	2,93	0,44	2,73 ^a	2,78 ^a	3,15 ^b	*	2,94	2,84	-
C _{18:0}	11,68	1,27	12,76 ^a	12,05 ^a	11,05 ^b	***	12,03	11,88	-
C _{18:1}	42,71	2,51	43,69 ^{ab}	43,90 ^a	42,37 ^b	*	43,62	43,02	-
C _{18:2}	11,97	1,78	10,78 ^a	11,70 ^a	13,09 ^b	***	11,03	12,69	**
C _{18:3}	0,90	0,22	0,61 ^a	0,80 ^b	0,90 ^c	***	0,75	0,78	-
C _{20:0}	0,61	0,18	0,40 ^a	0,56 ^b	0,58 ^b	***	0,60	0,42	***
SAFA	38,11	2,18	39,70 ^a	38,82 ^a	37,72 ^b	**	39,53	37,96	*
MUFA	45,83	2,43	47,36	47,63	46,44	-	47,49	46,80	-
PUFA	11,32	4,26	7,99 ^a	14,15 ^b	15,97 ^c	***	12,78	12,63	-

*: $p \leq 0,05$; **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$; ungleiche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$)

Dabei machen sich die Veränderungen bezüglich der Polyenfettsäuren bei den pp-Schweinen gegenüber den NN-Tieren wesentlich stärker bemerkbar als bei den gesättigten und einfach ungesättigten Fettsäuren. Die Summe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren erhöht sich bei den streßlabilen Tieren im Vergleich zu den homozygot streßstabilen Schweinen in den Fettdepots um mehr als 25 %, im dorsalen Rückenspeck sogar um nahezu 100 %, woran insbesondere die Linolsäure (C_{18:2}) mit ihrer Steigerung beteiligt ist.

Tabelle 2

Arithmetische Mittelwerte \bar{x} und Standardabweichungen s sowie LSQ-Werte der Fettsäurenanteile im ventralen Rückenspeck in Abhängigkeit vom MHS-Genotyp und Geschlecht (in % der Gesamtfettsäuren) (Arithmetic means \bar{x} , standard deviations s and LSQ-means of the fatty acid pattern of the ventral back fat in relation to the MHS-genotype and sex (in per cent of the total fatty acids))

Fettsäuren	\bar{x}	s	NN	Np	pp	F-Test	Börge	Sauen	F-Test
C _{14:0}	1,27	0,13	1,28 ^a	1,19 ^b	1,31 ^a	**	1,28	1,25	-
C _{16:0}	25,57	1,49	26,56 ^a	25,43 ^b	25,54 ^b	*	26,10	25,58	-
C _{16:1}	2,24	0,36	2,27 ^a	2,15 ^a	2,57 ^b	**	2,37	2,29	-
C _{18:0}	14,36	1,58	14,71 ^a	14,62 ^a	12,69 ^b	***	14,19	13,83	-
C _{18:1}	41,55	2,50	42,49	42,37	41,32		42,31	41,81	-
C _{18:2}	10,50	2,16	9,41 ^a	10,14 ^a	12,51 ^b	***	10,18	11,19	-
C _{18:3}	0,76	0,21	0,63 ^a	0,72 ^a	0,90 ^b	***	0,77	0,73	-
C _{20:0}	0,80	0,22	0,74 ^{ab}	0,81 ^a	0,68 ^b	*	0,67	0,82	-
SAFA	41,94	2,45	43,46 ^a	41,85 ^b	40,20 ^c	***	42,08	41,59	-
MUFA	43,79	2,53	44,76	44,53	43,90		44,68	44,11	-
PUFA	11,25	2,35	10,04 ^a	10,86 ^a	13,41 ^b	***	10,95	11,92	-

*: $p \leq 0,05$; **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$; ungleiche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$)

Vergleichbare Analysen bei Schweinen unterschiedlicher MHS-Genotypen sind bislang nur wenige bekannt. Im Gegensatz zu ALTMANN et al. (1992), die dem PSE-Fleisch mehr ungesättigte Fettsäuren als normalem Fleisch unterstellen, fanden NAKATSU et al. (1980) im intramuskulären Fett keine signifikanten Unterschiede

hinsichtlich der Fettsäuregehalte zwischen PSE- und normalen Schweinen. Ähnlich stellte auch JEREMIAH (1982) keine Wirkung der Streßanfälligkeit auf die Fettsäurenmuster der Depotfette fest. HONKAVAARA (1989) hingegen konnte, in Übereinstimmung mit den Befunden vorliegender Untersuchung, nachweisen, daß streßempfindliche Schweine im Rückenspeck zumindest mehr Linol- und Linolensäure bzw. weniger Palmitinsäure als streßresistente Schweine besitzen. Allerdings haben vorgenannte Autoren die Differenzierung der Schweine mit Hilfe des Halothantests und somit ohne Unterscheidung von homozygot und heterozygot streßstabilen Tieren vorgenommen. In einer neueren Untersuchung haben GARCÍA-MARCÍAS et al. (1996) die Schweine zwar nach den drei MHS-Genotypen differenziert, ohne daß jedoch Differenzen bezüglich der Gehalte der von ihnen erfaßten Fettsäuren $C_{16:0}$, $C_{18:0}$, $C_{18:1}$, $C_{18:2}$ ersichtlich wurden.

Tabelle 3

Arithmetische Mittelwerte \bar{x} und Standardabweichungen s sowie LSQ-Werte der Fettsäurenanteile im Flomen in Abhängigkeit vom MHS-Genotyp und Geschlecht (in % der Gesamtfettsäuren) (Arithmetic means \bar{x} , standard deviations s and LSQ-means of the fatty acid pattern of the leaf in relation to the MHS-genotype and sex (in per cent of the total fatty acids))

Fettsäuren	\bar{x}	s	NN	Np	pp	F-Test	Börge	Sauen	F-Test
$C_{14:0}$	1,38	0,14	1,40	1,34	1,39	-	1,35	1,41	-
$C_{16:0}$	28,21	1,29	28,56	28,15	28,38	-	28,77	27,96	-
$C_{16:1}$	2,03	0,40	2,08	1,98	2,16	-	2,16	1,99	-
$C_{18:0}$	18,55	2,08	19,10 ^a	18,45 ^a	17,11 ^b	*	18,06	18,38	-
$C_{18:1}$	36,12	3,69	38,09 ^a	36,59 ^a	34,60 ^b	**	37,92	34,93	*
$C_{18:2}$	9,88	2,78	8,92 ^a	9,70 ^a	12,55 ^b	***	8,72	12,06	***
$C_{18:3}$	0,73	0,27	0,68 ^a	0,67 ^a	0,93 ^b	***	0,59	0,92	***
$C_{20:0}$	0,51	0,16	0,48	0,49	0,45	-	0,46	0,49	-
SAFA	48,49	2,11	49,11 ^a	48,70 ^{ab}	47,40 ^b	*	48,75	48,06	-
MUFA	38,14	3,77	40,02 ^a	38,34 ^{ab}	36,58 ^b	*	39,77	36,86	*
PUFA	10,62	3,03	9,54 ^a	10,43 ^a	13,49 ^b	***	9,36	12,94	***

*: $p \leq 0,05$; **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$; ungleiche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$)

Beim Vergleich der Börge und Sauen zeigt sich bei letzteren in allen Fettdepots ein geringerer Gehalt an gesättigten Fettsäuren, wobei die Differenzen lediglich bezogen auf dorsalen Rückenspeck, inter- und intramuskuläres Fett statistisch gesichert sind. Auch diesbezüglich scheren mitunter einzelne, allerdings mit nur geringen Konzentrationen beteiligte Fettsäuren aus. Die Anteile der Monoenfettsäuren sind zwischen den Geschlechtsgruppen nur bezogen auf das Flomen signifikant verschieden; ansonsten treten sie, mit Ausnahme im intermuskulären Fett, bei den weiblichen Schweinen mit reduzierten Gehaltswerten gegenüber den Börgen auf. Dem entsprechen auch die Relationen hinsichtlich der einzelnen Fettsäuren. Was die Polyenfettsäuren betrifft, so zeichnen sich die fettärmeren Sauen, abgesehen vom dorsalen Rückenspeck, durch um 9-41 % höhere Gesamtwerte, teilweise signifikanten Ausmaßes, aus. Daran ist wiederum vornehmlich die Linolsäure ($C_{18:2}$) beteiligt. Über ähnliche Relationen zwischen Kastraten und weiblichen Schweinen berichten NÜRNBERG und ENDER (1990) sowie FISCHER et al. (1992).

Die bei Differenzierung der Schweine nach MHS-Status bzw. Geschlecht hinsichtlich der Fettsäurenmuster zutage tretenden Unterschiede, die zwar zwischen den einzelnen

Fettdepots variieren, aber grundsätzlich ähnliche Relationen zwischen den Gruppen erkennen lassen, können mit der jeweiligen geweblichen Zusammensetzung der Schlachtkörper in Zusammenhang gebracht werden. Dementsprechende von den geweblichen Ansatzverhältnissen ausgehende Einflüsse auf die Fettsäurenprofile von Körperfetten der Schweine haben FISCHER et al. (1990, 1992), BURGSTALLER et al. (1992, 1993), KUHN (1997) sowie KUHN et al. (1997) nachgewiesen.

Tabelle 4

Arithmetische Mittelwerte \bar{x} und Standardabweichungen s sowie LSQ-Werte der Fettsäurenanteile im intermuskulären Fett in Abhängigkeit vom MHS-Genotyp und Geschlecht (in % der Gesamtfettsäuren) (Arithmetic means \bar{x} , standard deviations s and LSQ-means of the fatty acid pattern of the dorsal back fat in relation to the MHS-genotype and sex (in per cent of the total fatty acids))

Fettsäuren	\bar{x}	s	NN	Np	pp	F-Test	Börge	Sauen	F-Test
C _{14:0}	1,26	0,16	1,22 ^a	1,12 ^b	1,23 ^a	*	1,21	1,17	-
C _{16:0}	25,94	1,52	26,43 ^a	25,62 ^{ab}	25,08 ^b	*	26,70	24,72	***
C _{16:1}	2,53	0,41	2,55 ^a	2,39 ^a	2,87 ^b	**	2,56	2,64	-
C _{18:0}	14,00	1,75	14,14 ^a	13,95 ^a	12,40 ^b	**	14,30	12,69	*
C _{18:1}	43,85	3,26	45,80	44,78	44,20	-	44,76	45,10	-
C _{18:2}	9,30	2,19	8,35 ^a	9,11 ^a	10,52 ^b	**	8,45	10,20	*
C _{18:3}	0,58	0,24	0,44 ^a	0,54 ^a	0,67 ^b	**	0,47	0,62	-
C _{20:0}	0,54	0,18	0,42 ^a	0,57 ^b	0,58 ^b	**	0,45	0,60	**
SAFA	41,67	2,91	42,26 ^a	41,37 ^a	39,17 ^b	**	42,60	39,27	**
MUFA	46,38	3,33	48,36	47,16	47,06	-	47,32	47,74	-
PUFA	9,87	2,42	8,78 ^a	9,64 ^a	11,19 ^b	**	8,92	10,82	*

*: $p \leq 0,05$; **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$; ungleiche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$)

Bei fleischreicheren bzw. fettärmeren streßlabilen Schweinen und, wenn auch abgeschwächt, bei weiblichen Schweinen können demnach infolge der größeren Anzahl an C-Doppelbindungen Nachteile hinsichtlich der Festigkeit des Fettes und dessen vermehrte Oxidationsneigung erwartet werden. Zudem verbindet sich damit gleichzeitig eine Verminderung des Reinfettgehaltes bzw. eine Erhöhung des Wassergehaltes des Rohfettes (ALTMANN et al., 1992). Polyenfettsäuren unterliegen nicht oder nur in sehr geringem Umfang den katabolen und anabolen Vorgängen des Fettstoffwechsels (BEE und WENK, 1994; BURGSTALLER et al., 1992, 1993). Da sie entsprechend ihrer Gehaltswerte im Futter im Depotfett der Schweine eingelagert werden, ist ihr relativer Anteil im Fettsäurenmuster der Körperfette somit von der Zufuhr über das Futter abhängig. Ein geringerer Fettansatz, wie er bei streßanfälligen Schweinen bzw. bei Sauen vorliegt, ist einerseits mit einer reduzierten de novo-Synthese gesättigter und einfach ungesättigter Fettsäuren verbunden und zieht andererseits einen Konzentrationseffekt hinsichtlich der mehrfach ungesättigten Fettsäuren nach sich. Bezogen auf das intramuskuläre Fett weisen BEE und WENK (1994) zudem darauf hin, daß bei geringerer Fettbildung der Anteil der an mehrfach ungesättigten Fettsäuren besonders reichen Phospholipide (Tab. 6) an den Gesamtlipiden und somit auch dadurch bedingt, der Gehalt an Polyenfettsäuren ansteigt.

Einflüsse seitens der Fütterung auf das Fettsäurenmuster in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Futterfette oder der Fütterungsintensität, wie sie von BURGSTALLER et al. (1992, 1993), FACHBERGER et al. (1995), FISCHER et al. (1990, 1992), FREUDENREICH (1997), KLETTNER (1991), KUHN (1997), KUHN

et al. (1997) und BELLOF et al. (1998) aufgezeigt wurden, können in den vorliegenden Untersuchungen an stationsgeprüften Tieren mit identischer Fütterung bei gleichem Mastendgewicht ausgeschlossen werden. Allerdings lassen sich die zwischen den Gruppen differierenden PUFA-Gehalte zusätzlich mit den Unterschieden im Futteraufwand je kg Zuwachs (1. Mitteilung) erklären. Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zudem zu berücksichtigen, daß nach den Richtlinien für Mast- und Schlachtleistungsprüfungen die Getreidemischung mit Eiweißkonzentrat ergänzt wird und die Gesamtration 4 % Fischmehl enthält.

Tabelle 5

Arithmetische Mittelwerte \bar{x} und Standardabweichungen s sowie LSQ-Werte der Fettsäurenanteile der Gesamtlipide des intramuskulären Fettes (*M. long. dorsi*) in Abhängigkeit vom MHS-Genotyp und Geschlecht (in % der Gesamtfettsäuren) (Arithmetic means \bar{x} , standard deviations s and LSQ-means of the fatty acid pattern of the total lipids of the intramuscular fat in relation to the MHS-genotype and sex (in per cent of the total fatty acids))

Fettsäuren	\bar{x}	s	NN	Np	pp	F-Test	Börge	Sauen	F-Test
C _{14:0}	1,06	0,31	1,21	1,07	1,19	-	1,26	1,05	*
C _{16:0}	24,23	1,79	24,41 ^a	23,43 ^a	22,42 ^b	**	24,55	22,29	**
C _{16:1}	3,68	0,65	4,05	3,59	3,79	-	3,92	3,70	-
C _{17:0}	0,17	0,13	0,18 ^a	0,21 ^a	0,28 ^b	*	0,20	0,24	-
C _{17:1}	0,16	0,12	0,20 ^a	0,21 ^a	0,27 ^b	*	0,20	0,25	-
C _{18:0}	11,75	3,99	10,80	12,98	10,31	-	11,94	10,79	-
C _{18:1}	42,04	4,41	44,27 ^a	40,98 ^b	37,37 ^c	***	42,00	39,74	-
C _{18:2}	10,62	3,51	8,47 ^a	11,13 ^b	13,17 ^c	***	9,19	12,66	**
C _{18:3}	0,55	0,39	0,51 ^a	0,67 ^a	0,92 ^b	**	0,62	0,78	-
C _{20:0}	0,11	0,10	0,09	0,15	0,15	-	0,14	0,12	-
C _{20:1}	0,41	0,22	0,52	0,52	0,58	-	0,51	0,57	-
C _{20:2}	0,30	0,20	0,28 ^a	0,34 ^a	0,50 ^b	***	0,34	0,41	-
C _{20:3}	0,36	0,25	0,34 ^a	0,42 ^a	0,59 ^b	**	0,39	0,51	-
C _{20:4}	1,94	0,94	1,58 ^a	2,15 ^b	3,05 ^c	***	1,76	2,76	***
C _{20:5}	0,44	0,28	0,36 ^a	0,52 ^a	0,73 ^b	***	0,41	0,67	*
C _{22:0}	0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,01	-	0,00	0,01	-
C _{22:1}	0,04	0,08	<0,01 ^a	0,05 ^b	0,04 ^b	*	0,05	<0,01	*
C _{22:2}	0,01	0,03	<0,01	0,01	0,01	-	0,01	<0,01	-
C _{22:3}	<0,01	0,02	<0,01	0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	-
C _{22:4}	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,010	-	<0,01	<0,01	-
C _{22:5}	0,39	0,26	0,35 ^a	0,43 ^a	0,69 ^b	***	0,40	0,58	-
C _{22:6}	0,40	0,25	0,36 ^a	0,49 ^a	0,67 ^b	***	0,45	0,57	-
C _{24:0}	0,15	0,13	0,14 ^a	0,20 ^a	0,28 ^b	**	0,17	0,24	-
SAFA	37,01	2,04	37,16 ^a	36,44 ^a	34,98 ^b	**	37,82	34,56	***
MUFA	46,33	4,58	48,99 ^a	45,34 ^b	42,04 ^c	***	46,68	44,23	-
PUFA	14,92	5,30	12,20 ^a	15,93 ^b	20,33 ^c	***	13,41	18,89	**

*: $p \leq 0,05$; **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$; ungleiche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$)

Aus der Sicht der Humanernährung werden hohe Anteile an mehrfach ungesättigten Fettsäuren, vor allem der essentiellen Fettsäuren Linol- und Linolensäure gewünscht. Hohe Gehalte an Polyenfettsäuren im Schlachtfett lassen jedoch wegen dessen verminderter Konsistenz (LESKANICH et al., 1993) Probleme bei der Verarbeitung und infolge erhöhter Oxidationsneigung Qualitätseinbußen vor allem bei Roh- bzw. Dauerwaren erwarten (PFALZGRAF et al., 1995). FISCHER et al. (1990) betrachten einen Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren von bis zu 15 % als tolerierbar. Nach

schweizerischen Anforderungen (PRABUCKI und HÄUSER, 1990; WENK und PRABUCKI, 1994) sollte ihr Anteil im äußeren Rückenspeck nicht mehr als 13 % betragen (gut: < 12 %; tolerierbar: 12 - 13 %; unbefriedigend: > 13 %).

Legt man die strengeren schweizerischen Grenzwerte zugrunde, so würden, bezogen auf den dorsalen Rückenspeck, lediglich die reinerbig streßresistenten Piétrain-Schweine der vorliegenden Untersuchung diesen genügen. Wendet man diese Maßstäbe auch auf andere Fettdepots an (ventraler Rückenspeck, Flomen, intermuskuläres Fett), würden im Durchschnitt auch die heterozygoten, zum Teil sogar die streßempfindlichen Tiere unterhalb der Toleranzgrenze liegen.

Wie gezeigt werden konnte, verhalten sich die Fettsäurenmuster der Gesamtlipide des intramuskulären Fettes bezüglich ihrer Unterschiede zwischen den MHS-Genotypen und Geschlechtern in vergleichbarer Weise wie jene der Lipide anders lokalisierter Fettdepots. Demzufolge unterliegt die Qualität des intramuskulären Fettes den ähnlichen Effekten, wie sie für die übrigen Fettdepots unterstellt werden können. Auffallend ist lediglich, wie bereits bemerkt, der bei allen MHS-Genotypen und beiden Geschlechtern im Vergleich zu anderen Fettdepots höhere Anteil der Polyenfettsäuren sowie der geringere Gehalt an gesättigten Fettsäuren, so daß sich damit eine geringere Konsistenz und höhere Oxidationsanfälligkeit des Fettes verbindet. Da in Produkten der Fleischverarbeitung das intramuskuläre Fett im Vergleich zu Fetten aus anderen Fettdepots mengenmäßig geringer ins Gewicht fällt, dürfte deren Qualität dadurch weniger beeinträchtigt werden. Andererseits kann die Zusammensetzung des intramuskulären Fettes in ernährungsphysiologischer Hinsicht beim Verzehr von Frischfleisch eher positiv gewertet werden.

3.2. Phospholipide

Sogenannte Komplex- oder Membranlipide treten im Fleisch vorrangig in Form von Phospholipiden auf. Sie sind am Aufbau der Zellen beteiligt und werden in allen Membranen und Zellorganellen angetroffen. FREUDENREICH (1997) bezeichnet ihre Zusammensetzung innerhalb des gleichen Muskels als relativ konstant und genetisch bedingt.

In Tabelle 6 sind die Fettsäurenmuster der Phospholipide im Gewebe des Rückenmuskels enthalten. Die bei ihnen mit durchschnittlich 47 % Anteil an den Gesamtfettsäuren zu beobachtende Dominanz der mehrfach ungesättigten Fettsäuren kann in erster Linie auf den besonders hohen Gehalt an Linolsäure ($C_{18:2}$) zurückgeführt werden. Aber auch die Konzentration der meisten anderen Polyenfettsäuren ist im Vergleich zu den Gesamtlipiden des intramuskulären Fettes teilweise um ein Mehrfaches erhöht. Demgegenüber sind die Summen der gesättigten und insbesondere der einfach ungesättigten Fettsäuren deutlich reduziert. Bei den ersteren sind es vor allem $C_{14:0}$ (Myristinsäure) und $C_{16:0}$ (Palmitinsäure), die mit verringerten Anteilen enthalten sind, während andere Fettsäuren, insbesondere $C_{18:0}$ (Stearinsäure) mit höheren Gehalten als in den Gesamtlipiden vertreten sind. Innerhalb der Monoenfettsäuren fällt besonders die starke Minderung der Ölsäure ($C_{18:1}$) auf.

Die MHS-Genotypen stellen sich nur für die Summe der gesättigten Fettsäuren, die Geschlechter zusätzlich für die mehrfach ungesättigten Fettsäuren als signifikant verschieden heraus. Während die Geschlechtsgruppen zudem ein weitgehend eindeutiges

Bild abgeben, indem, ähnlich wie in den meisten Fettdepots, die fettärmeren Sauen geringere Gehalte an gesättigten und einfach ungesättigten Fettsäuren bzw. höhere Anteile an Polyenfettsäuren als die fettreicheren Kastraten besitzen, macht sich eine entsprechende Tendenz zwischen den MHS-Genotypen lediglich für die Monoenfettsäuren bemerkbar. Diese läßt sich vor allem auf die Veränderungen der Ölsäure (C_{18:1}) zurückführen.

Die Gruppenunterschiede hinsichtlich der Polyenfettsäuren fallen geringer aus als innerhalb der Gesamtlipide des intramuskulären Fettes. Dies trifft in besonderem Maße für die Variation zwischen den MHS-Genotypen zu. Denn streßlabile Schweine verfügen nur über 1,2 % mehr Polyenfettsäuren im Gewebe des Rückenmuskels als mischerbig streßresistente Tiere, wenngleich, bezogen auf die meisten einzelnen Fettsäuren, sehr wohl statistisch gesicherte Differenzen zwischen diesen existieren. Hinzu kommt allerdings, daß die Linolsäure (C_{18:2}) im Gegensatz zu den übrigen mehrfach ungesättigten Fettsäuren von den NN- über die NP- zu den pp-Typen sogar eine rückläufige Veränderung erfährt.

Tabelle 6

Arithmetische Mittelwerte \bar{x} und Standardabweichungen s sowie LSQ-Werte der Fettsäurenanteile der Phospholipide (M. long. dorsi) in Abhängigkeit vom MHS-Genotyp und Geschlecht (in % der Gesamtfettsäuren) (Arithmetic means \bar{x} , standard deviations s and LSQ-means of the fatty acid pattern of the phospholipids (M. long. dorsi) in relation to the MHS-genotype and sex (in per cent of the total fatty acids))

Fettsäuren	\bar{x}	s	NN	Np	pp	F-Test	Börge	Sauen	F-Test
C _{14:0}	0,11	0,09	0,00 ^a	0,14 ^b	0,16 ^b	***	0,11	0,09	-
C _{16:0}	19,39	1,77	20,67 ^a	18,67 ^b	18,68 ^b	***	20,26	18,43	**
C _{16:1}	1,33	0,41	1,37	1,42	1,49	-	1,34	1,51	-
C _{17:0}	0,32	0,16	0,21 ^a	0,44 ^b	0,44 ^b	***	0,37	0,36	-
C _{17:1}	0,20	0,14	0,11 ^a	0,29 ^b	0,25 ^b	**	0,24	0,19	-
C _{18:0}	13,79	0,82	14,54 ^a	13,48 ^b	13,85 ^b	**	13,81	14,10	-
C _{18:1}	14,80	1,67	15,70 ^a	14,49 ^{ab}	13,64 ^b	**	15,32	13,90	-
C _{18:2}	29,23	2,24	30,46 ^a	27,89 ^b	27,58 ^b	***	29,57	27,72	*
C _{18:3}	1,08	0,48	1,01 ^a	1,34 ^b	1,49 ^b	***	1,22	1,34	-
C _{20:0}	0,03	0,06	0,00 ^a	0,01 ^a	0,06 ^b	*	0,02	0,03	-
C _{20:1}	0,09	0,09	0,02 ^a	0,14 ^b	0,14 ^{ab}	***	0,11	0,09	-
C _{20:2}	0,92	0,25	0,75 ^a	1,06 ^b	1,17 ^c	***	0,88	1,11	**
C _{20:3}	1,47	0,42	1,06 ^a	1,68 ^b	1,87 ^c	***	0,37	1,69	*
C _{20:4}	8,90	1,24	8,67 ^a	8,90 ^{ab}	9,47 ^b	*	8,00	10,02	***
C _{20:5}	2,12	0,52	1,79 ^a	2,28 ^b	2,19 ^b	**	1,71	2,45	***
C _{22:0}	0,01	0,03	<0,01	0,02	0,01	-	<0,01	0,02	-
C _{22:1}	<0,01	0,00	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	-
C _{22:2}	<0,01	0,02	<0,01	0,01	0,01	-	<0,01	0,02	-
C _{22:3}	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	-
C _{22:4}	<0,01	0,02	<0,01 ^a	<0,01 ^{ab}	0,01 ^b	**	0,01	<0,01	*
C _{22:5}	2,17	0,56	1,98 ^a	2,34 ^{ab}	2,56 ^b	*	1,88	2,70	***
C _{22:6}	1,56	0,45	1,30 ^a	1,74 ^b	1,72 ^b	*	1,33	1,84	**
C _{24:0}	0,33	0,23	0,48	0,42	0,50	-	0,41	0,52	*
SAFA	34,30	1,86	35,90 ^a	33,63 ^b	34,21 ^b	***	35,62	33,54	***
MUFA	16,38	1,84	17,21	16,33	15,43	-	17,01	15,64	-
PUFA	47,12	2,54	47,00	46,80	47,54	-	45,32	48,90	**

*: p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001; ungleiche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (p<0,05)

Insgesamt scheinen somit unterschiedliche Ansatzverhältnisse diesbezüglich von weit

geringerer Bedeutung zu sein, als dies für die Fettdepots zutrifft. Analog haben ADAM et al. (1989) beim Vergleich halothanpositiver und halothan negativer Schweine ebenfalls keine signifikanten Unterschiede finden können. Andererseits stehen dem die Beobachtungen von JARDON et al. (1980) entgegen, wonach PSE-Schweine höhere Konzentrationen an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in den Phospholipiden besitzen. Dazu gilt es allerdings zu bedenken, daß die streßanfalligen Piétrain-Schweine der vorliegenden Untersuchung nur etwa zur Hälfte PSE-Kondition im Rückenmuskel aufweisen (1. Mitteilung).

Während HORNSTEIN et al. (1961) aus ihren Untersuchungen folgern, daß Phospholipide nicht positiv zum Geschmack des Fleisches beitragen und in extrem magerem Fleisch sogar für schlechtes Aroma sorgen, werden sie infolge ihres hohen Gehaltes an Polyenfettsäuren von BLUNK et al. (1992) sowohl im positiven als auch im negativen Sinne als wesentliche Aromavorstufen angesehen. Mögliche geschmackliche Unterschiede des Fleisches zwischen den MHS-Genotypen dürften sich infolge geringer Gehaltsunterschiede somit kaum mit ihnen in Verbindung bringen lassen. CAMERON und ENSER (1991) weisen allerdings darauf hin, daß vorrangig die gesättigten und einfach ungesättigten Fettsäuren mit der Eßqualität des Fleisches positiv korrelieren, während innerhalb der Polyenfettsäuren lediglich die Linolensäure ($C_{18:3}$) mit der Zartheit, nicht aber mit Aroma und Saftigkeit des Fleisches in positiver Beziehung stehen. Tatsächlich existieren über die den Geschmack des Fleisches beeinflussenden Faktoren bislang noch wenige konkrete Kenntnisse. WAGNER (1986), der sich ausführlich mit dieser komplexen Thematik befaßt, berichtet von mehr als 800 Komponenten, die möglicherweise mit dem Fleischaroma im Zusammenhang stehen können.

3.3. Beziehungen des intramuskulären Fettgehaltes zu den Fettsäurenprofilen
Aus der großen Fülle möglicher Merkmalsbeziehungen des IMF zu den Fettsäurenanteilen wurden für die folgende Betrachtung lediglich jene zu den Summen der Fettsäuregehalte der Lipide verschiedener Lokalisation ausgewählt (Tab. 7).

Tabelle 7

Phänotypische Korrelationen zwischen dem intramuskulären Fettgehalt des Rückenmuskels und den Fettsäurenmustern der Depotfette sowie der Gesamt- und Phospholipide des *M. long. dorsi* (Phenotypic correlations between the intramuscular fat content and the fatty acid pattern of the adipose tissues and the total and phospholipids of the *M. long. dorsi*)

Rückenspeck dorsal		intermuskäres Fett	
SAFA	0,37**	SAFA	0,36**
MUFA	0,44***	MUFA	0,38**
PUFA	- 0,35**	PUFA	- 0,55***
Rückenspeck ventral		Gesamtlipide Rückenmuskel	
SAFA	0,34**	SAFA	0,57***
MUFA	0,46***	MUFA	0,73***
PUFA	- 0,56***	PUFA	- 0,81***
Flomen		Phospholipide Rückenmuskel	
SAFA	0,20	SAFA	0,50***
MUFA	0,62***	MUFA	0,40**
PUFA	- 0,63***	PUFA	- 0,32*

*: $p \leq 0,05$; **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$;

Die Zusammenhänge mit der Summe gesättigter und einfach ungesättigter Fettsäuren

sind ausnahmslos positiver Natur, während die Beziehungen zu den mehrfach ungesättigten Fettsäuren negativ gerichtet sind. Sie erstrecken sich auf den mittleren, teilweise hohen Bereich und bestätigen weitgehend die Ergebnisse von CAMERON (1990), NÜRNBERG und ENSER (1993), EIKELBOOM et al. (1996), FIELKNER-MODIG und TORNBERG (1996) sowie HOFER und SCHWÖRER (1996). Mit genannten Merkmalsbeziehungen kommt einmal mehr zum Ausdruck, daß die höhere Konsistenz der Körperfette bei fleischärmeren bzw. fettreicheren Schweinen, somit vorrangig bei streßstabilen Schweinen bzw. bei Börgen angetroffen wird, die gleichzeitig die günstigere Fleischbeschaffenheit aufweisen.

4. Schlußbetrachtung

In der 1. Mitteilung konnte gezeigt werden, daß sich mit abnehmender Präsenz des Streßallels p sowie mit Kastraten im Vergleich zu weiblichen Mastschweinen höhere Zuwachsraten, bei allerdings sich verschlechternder Futterverwertung, eine verminderte Schlachtkörperqualität in Form höheren Fett- und geringeren Fleischansatzes sowie eine günstigere Fleischqualität verbinden.

In der vorliegenden Untersuchung wird deutlich, daß die Schlachtfette streßresistenter Piétrain-Schweine, ähnlich wie die der Kastraten, aus technologischer Sicht infolge geringerer Gehalte an mehrfach ungesättigten Fettsäuren die günstigeren Voraussetzungen bieten. Damit wird ein weiteres Argument dafür geliefert, daß die Streßanierung der Piétrain-Rasse Vorteile erwarten läßt, die sich insbesondere bei homozygot streßresistenten Tieren bemerkbar machen.

Danksagung

Der Erzeugergemeinschaft und Züchtervereinigung für Zuchtschweine in Bayern e.V. wird für die finanzielle Unterstützung der Untersuchungen freundlichst gedankt.

Literatur

- ADAM, M.; Lengerken G. v.; Olthoff, D.; Schwalbe, M.; Wicke, M.:
Phospholipidgehalt subzellulärer Strukturen im Skelettmuskel nach Halothanbelastung bei Schweinen der Landrasse in Abhängigkeit von Anpaarungsvarianten und Genotyp. Arch. exper. Vet. med. 43 (1989), 293-299
- ALTMANN, M.; Lengerken, G. v.; Pfeiffer, H.:
Intramuskulärer Fettgehalt - Bedeutung, Ermittlung und Selektionsmaßnahmen in der Schweinezucht. Schweinezucht und Schweinemast 40 (1992), 252-254
- BEE, G.; WENK, C.:
Einfluß einer Sojaöl- und Rindertalgzulage in der Mastration auf das Fettsäurenmuster der Lipide im Körper von wachsenden Schweinen. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 71 (1994), 277-288
- BELLOF, G.; GAUL, C.; FISCHER, K.; LINDERMEYER, H.:
Der Einsatz von Grassilage in der Schweinemast. Züchtungskunde, Stuttgart 70 (1998), 372-388
- BIEDERMANN, G.; JATSCH, CH.; PESCHKE, W.; LINDNER, J.-P.; WITTMANN, W.:
Mast- und Schlachtleistung sowie Fleisch- und Fettqualität von Piétrain-Schweinen unterschiedlichen MHS-Genotyps und Geschlechts. 1. Mitt.: Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischqualität. Arch. Tierz., Dummerstorf 43 (2000) 2, 151-164
- BLUNK, H.C.; STEINHART, H.; SCHWARZ, F.J.; KIRCHGESSNER, M.:
Einfluß von Lebendgewicht, Geschlecht, Fütterungsintensität und Fleischreifung auf das Fettsäurenmuster der Phospholipide in Rindermuskeln. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 194 (1992), 244-247

- BLUNK, H.C.; STEINHART, H.:
Separation of phospholipids in bovine tissue with disposable silica gel extraction columns. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 190 (1990), 123-125
- BURGSTALLER, G.; BELLOF, G.; JATSCH, C.:
Zur Mast schwerer Schweine zur Dauerwurstherstellung. 2. Mitt.: Zum Einfluß der Fütterungsintensität und zum Fettsäurenmuster in Abhängigkeit von der genetischen Herkunft. Landwirtsch. Jb. 69 (1992), 710-719
- BURGSTALLER, G.; JATSCH, C.; BEESTEN, L.:
Zur Fettqualität bei schweren Mastschweinen in Abhängigkeit vom Verabreichungszeitraum gleicher Rapsölmengen. Züchtungskunde, Stuttgart 65 (1993), 306-317
- CAMERON, N.D.:
Genetic and phenotypic parameters for carcass traits, meat and eating quality traits in pigs. Livest. Prod. Sci. 26 (1990), 119-135
- CAMERON, N.D.; ENSER, M.B.:
Fatty acid composition of lipid in *longissimus dorsi* muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. Meat Sci. 29 (1991), 295-307
- EIKELENBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A.H.; VAN DER WAL, P.G.:
Die Verzehrsqualität von Schweinefleisch. 2. Einfluß des intramuskulären Fettes. Fleischwirtsch. 76 (1996), 559-560
- FACHBERGER, H.; WETSCHEREK, W.; LETTNER, F.:
Einfluß der Fütterung auf die Fettbeschaffenheit beim Mastschwein. Bodenkultur 46 (1995), 251-262
- FIELKNER-MODIG, S. u. E. TORNBORG:
Intramuscular lipids in *M. longissimus dorsi* from pork, as related to breed and sensory properties. J. Food Quality 9 (1986), 143-160
- FISCHER, K.; FREUDENREICH, P.; HOPPENBROCK, K.H.; SOMMER, W.:
Einfluß produktionstechnischer Bedingungen auf das Fettsäurenmuster im Rückenspeck von Mastschweinen. Fleischwirtsch. 72 (1992), 200-205
- FISCHER, K.; FREUDENSTEIN, P.; RÖHRMOSER, G.:
Zum Einfluß bestimmter Futterfette auf die Fleisch- und Fettqualität beim Schwein. Fat Sci. Technol. 92 (1990), 559-563
- FRANCI, O.; BOZZI, R.; PUGLIESE, C.; POLI, B.M.; PARICI, G.; BALO, F.; GARI, G.:
Comparison among crosses of Large White, Italian Landrace, Belgian Landrace, Duroc, Cinta Senese boars and Large White sows at 130 and 160 kg live weight. 3. Physical-chemical traits of lean and fat of ham. Zootechnica e Nutrizione Animale 21 (1995), 237-247
- FREUDENREICH, P.:
Kritische Sichtung der Methoden zur Bestimmung des IMF-Gehaltes bei Schweinefleisch. IMF-Kolloquium, Jena (1997), 19-25
- GARCÍA-MACÍAS, J.A.; GISPERT, M.; OLIVER, M.A.; DIÉSTRE, A.; ALONSO, P.; MUÑOZ-LUNA, A.; SIGGENS, K.; CUTHBERT-HEAVENS, D.:
The effect of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. Anim. Sci. 63 (1996), 487-496
- HOFER, A.; SCHWÖRER, D.:
Wie wird der intramuskuläre Fettgehalt honoriert und züchterisch verbessert? DGfZ-Schriftenreihe (1996) 4, 207-216
- HONKAVAARA, M.:
Einfluß der Streßempfindlichkeit und Rasse von Schweinen auf die Fettsäurenprofile der subkutanen und intramuskulären Gesamtlipide. Fleischwirtsch. 69 (1989), 1484-1488
- HORNSTEIN, J.; CROWE, P.F.; HEIMBERG, M.J.:
Fatty acid composition of meat tissue lipids. J. Food Sci. 26 (1961), 581-589
- JARDON, O.M.; BARAK, A.; NOFFSINGER, J.K.; CHAPIN, J.; WINGARD, D.W.:
Phospholipid abnormalities in sarcoplasmic reticulum from malignant hyperthermia swine. IRCS Med. Sci. 8 (1980), 618-619
- JATURASITHA, S.; KREUZER, M.; LANGE, M.; KOHLER, P.:
Quality of subcutaneous, intermuscular and intramuscular fat tissue using elevated quantities of medium chain fatty acids in pig fattening. Fett/Lipid 98 (1996), 149-156
- JEREMIAH, L.E.:
Influences of anatomical location and muscle quality on porcine lipid composition. Meat Sci. 7 (1982), 1-7
- KALLWEIT, E.; HENNING, M.; KÖHLER, P.; BAULAIN, U.:
Intramuskulärer Fettgehalt bei verschiedenen Schweinerassen. IMF-Kolloquium, Jena (1997), 105-112

- KLETTNER, P.-G.:
Speckkonsistenz bei den Rassen Duroc und Piétrain nach unterschiedlicher Fütterung. *Fleischwirtsch.* 71 (1991), 39-40
- KUHN, G.; FIEDLER, I.; KÜCHENMEISTER, U.; ENDER, K.:
Untersuchungen zum Nährwert und zur Fleischbeschaffenheit verschiedener Schweineherkünfte. *Fleischwirtsch.* 73 (1993), 1180-1182
- KUHN, M.:
Zum Einfluß der Fütterungsintensität und des Mastendgewichts auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen sowie das Fettsäurenmuster der Gesamt- und Phospholipide des *M. long. dorsi*. 3. Mitt.: Intramuskulärer Fettgehalt und Fettsäurenmuster der Gesamt- und Phospholipide des *M. long. dorsi*. *Züchtungskunde*, Stuttgart 69 (1997), 396-404
- KUHN, M.; BEESTEN, L.; JATSCH, C.:
Zum Einfluß der Fütterungsintensität und des Mastendgewichts auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen sowie das Fettsäurenmuster der Gesamt- und Phospholipide des *M. long. dorsi*. 2. Mitt.: Fettsäurenmuster der Depotfette Flomen, Rückenspeck und des intermuskulären Fettes. *Züchtungskunde*, Stuttgart 69 (1997), 385-395
- LESKANICH, C.O.; NOBLE, R.C.; MORGAN, C.A.:
Effect of long-chain dietary polyunsaturated fatty acid content in pig meat. *Anim. Prod.* 51 (1993), 421
- NAKATSU, S.; OUMOTE, Y.; OCHIAI, I.:
Fatty acid compositions of the lipids in the pork and the soft fat pork. *Bulletin of Agriculture*, Miyazaki University 22 (1980), 115-119
- NÜRNBERG, K.; ENDER, K.:
Die Fettqualität bei Schweinen unterschiedlichen Geschlechts. *Fleischwirtsch.* 70 (1990), 1099-1102
- NÜRNBERG, K.; ENDER, K.:
Zusammensetzung verschiedener Fettgewebe beim Schwein - Literaturübersicht. *Fleisch* 37 (1983), 55-56
- NÜRNBERG, K.; ENSER, M.:
Investigations of intramuscular fat from German pigs in relationship to meat and eating quality. 44th Meeting of EAAP, Aarhus, Denmark (1993)
- PFALZGRAF, A.; FRIGG, M.; STEINHART, H.; KIRCHGEßNER, M.; ROTH, F.X.:
Influence of dietary fat and vitamin E on the lipids in pork meat. *Fat Sci. Technol.* 97 (1995), 13-20
- PRABUCKI, A.L.; HÄUSER, A.:
Die Fettqualität bei Mastschweinen. *Landwirtschaft Schweiz* (1990) 3, 199-200
- SAS INSTITUTE INC.:
SAS/Stat. User's Guide, Version 6, 4th Edition (1989)
- SEWER, G.J.F.:
Lipide im Fettgewebe und Magerfleisch von Mastschweinen aus Kreuzungen bei unterschiedlicher Fütterung. *ETH Zürich, Diss.*, 1993
- WAGNER, H.:
Aromabildende Stoffe in Fleisch. *Kulmbacher Reihe*, Band 6 (1986), 11-133
- WENK, C.; PRABUCKI, A.L.:
Möglichkeiten zur Verbesserung der Fleischqualität durch agronomische Maßnahmen. *Handbuch der tierischen Veredelung* 94, Verlag H. Kamlage, Osnabrück (1994), 151-160

Eingegangen: 08.09.1999

Akzeptiert: 11.01.2000

Anschriften der Verfasser

Prof. Dr. GÜNTHER BIEDERMANN
Fachgebiet Tierzucht, Universität Gh Kassel
Nordbahnhofstraße 1a
D-37213 Witzenhausen

Dr. JOHANN-PETER LINDNER
Lehr- und Versuchsanstalt für
Tierhaltung Schwarzenau
D-97359 Schwarzach

CHRISTIANE JATSCH

Fachgebiet Tierernährung, Universität Gh Kassel
Nordbahnhofstraße 1a
D-37213 Witzenhausen

LLD WALTER PESCHKE, Dr. WERNER WITTMANN
Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub
Prof.-Dürrwächter-Platz 1
D-85586 Poing