



Wie beeinflusst das Futter die Fettzahl der Schweine?

Marie-Florence PERDRIX und Peter STOLL, Eidgenössische Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion (FAG), CH-1725 Posieux

Bei Schweinefleisch ist die Fettbeschaffenheit ein wichtiges Qualitätskriterium, wobei die Fütterung eine entscheidende Rolle spielt. Eine vermehrte Zufuhr von Polyensäuren über das Futter verändert das Fettsäurenmuster in den Fettgeweben markant. Die Polyensäurenkonzentration in den einzelnen Fettgeweben hängt von deren anatomischen Lage ab. Die Weibchen weisen aufgrund ihrer geringeren Körperfettmenge höhere Gehalte an Polyensäuren auf als Kastraten.

Tab. 1. Gehalt an gesättigten Fettsäuren und Monoensäuren (in % der gesamten Fettsäuren) der Fettgewebe und des Longissimus dorsi (Langer Rückenmuskel)

	PUFA-Gehalt des Futters (in g/MJ VES)				p ¹⁾
	0,7	1,0	1,2	1,6	
Gesättigte Fettsäuren					
Schmier	55,2	53,6	53,8	50,8	< 0,01
Bauchfett	51,2	49,1	49,0	47,3	0,01
RSI ²⁾	51,4	49,5	49,4	46,4	< 0,01
RSA ³⁾	46,6	45,3	44,5	41,5	< 0,01
Longissimus dorsi	44,3	43,5	45,3	43,5	0,13
Monoensäuren					
Schmier	37,0	36,8	35,0	33,7	< 0,01
Bauchfett	39,5	40,2	37,6	36,0	< 0,01
RSI ²⁾	39,6	39,8	36,5	36,2	< 0,01
RSA ³⁾	42,3	41,5	39,2	37,4	< 0,01
Longissimus dorsi	46,4	46,7	44,6	43,4	< 0,01

1) p: Irrtumswahrscheinlichkeit

2) RSI: innere Schicht des Rückenspeckes 3) RSA: äussere Schicht des Rückenspeckes

Die Fettqualität wird in erster Linie von der Fütterung beeinflusst. Der Gehalt der Fettgewebe an PUFA (siehe Kasten: Wichtige Begriffe) ist für die Fettqualität ausschlaggebend, denn eine zu hohe Konzentration verursacht eine verminderte Oxidationsstabilität und eine weiche Konsistenz der Fettgewebe (Schwörer 1986). Die industrielle Verarbeitung derartiger Gewebe ist problematisch, da die entsprechenden Verarbeitungsprodukte schlechter haltbar sind und bei der Tiefkühlung nach kurzer Zeit ranzig werden.

Der Polyensäuregehalt von Schweinefett und die Zusammensetzung des Futterfettes stehen in einem direkten Zusammenhang (Vogg 1989). Die Polyensäuren und in geringerem Umfang auch die Monoensäuren werden vorwiegend im Depotfett eingelagert, während die gesättigten Fettsäuren als Energiequelle genutzt werden. Das Geschlecht der Tiere ist in bezug auf die Fettsäurenzusammensetzung der Fettgewebe ein weiterer, wichtiger Einflussfaktor (Nürnberg und Ender 1990).

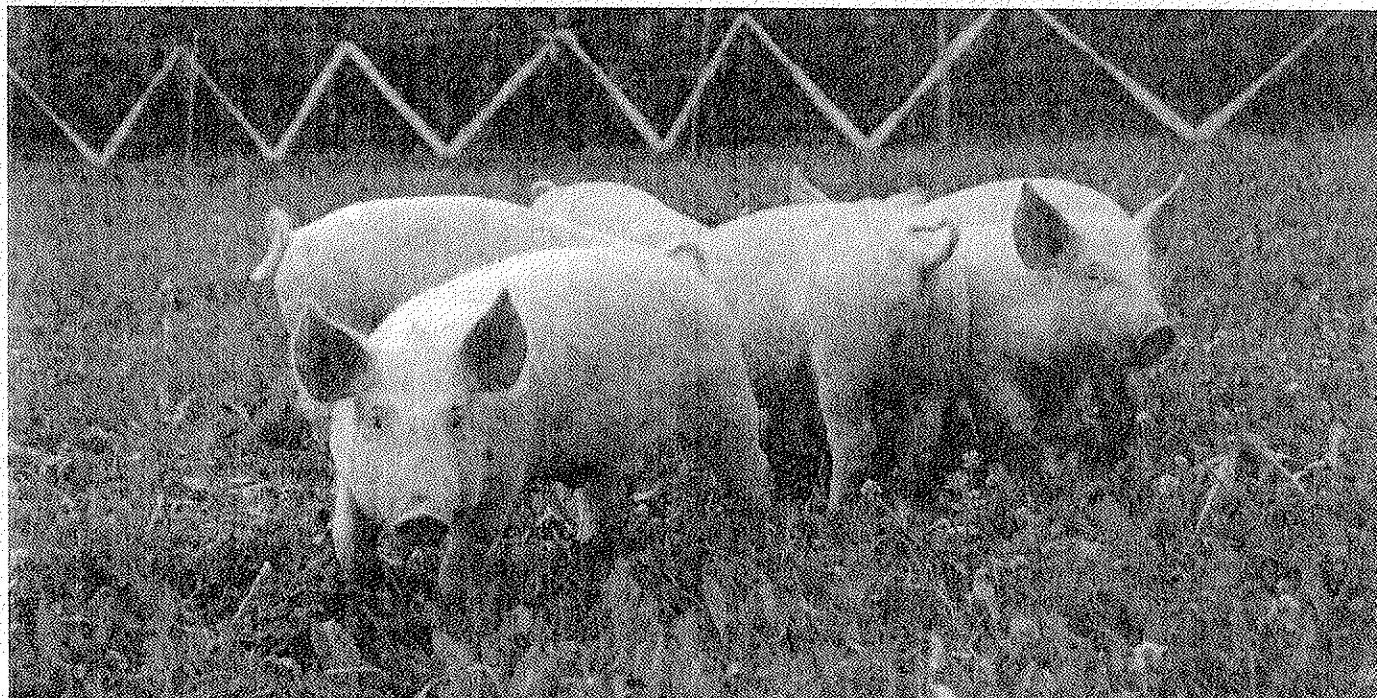


Abb. 1. Gras ist reich an Polyensäuren und erfordert ein entsprechend polyensäurenarmes Ergänzungsfutter.

Tab. 2. Gehalt an PUFA (in % der gesamten Fettsäuren) und Fettzahl der Fettgewebe und des Longissimus dorsi (Langer Rückenmuskel)

	PUFA-Gehalt des Futters (in g/MJ VES)				p ¹⁾
	0,7	1,0	1,2	1,6	
PUFA					
Schmer	7,7	9,6	11,2	15,5	< 0,01
Bauchfett	9,3	10,7	13,4	16,7	0,01
RSI ²⁾	8,9	10,7	14,1	17,5	< 0,01
RSA ³⁾	11,1	13,3	16,3	21,1	< 0,01
Longissimus dorsi	9,3	9,8	10,1	13,1	< 0,01
Fettzahl					
Schmer	43,6	47,1	49,1	56,8	< 0,01
Bauchfett	48,0	51,7	54,9	60,7	< 0,01
RSI ²⁾	47,5	51,3	55,5	62,2	< 0,01
RSA ³⁾	53,2	57,0	61,3	69,7	< 0,01
Longissimus dorsi	54,6	55,7	54,6	59,7	< 0,01

- 1) p: Irrtumswahrscheinlichkeit
 2) RSI: innere Schicht des Rückenspeckes
 3) RSA: äussere Schicht des Rückenspeckes

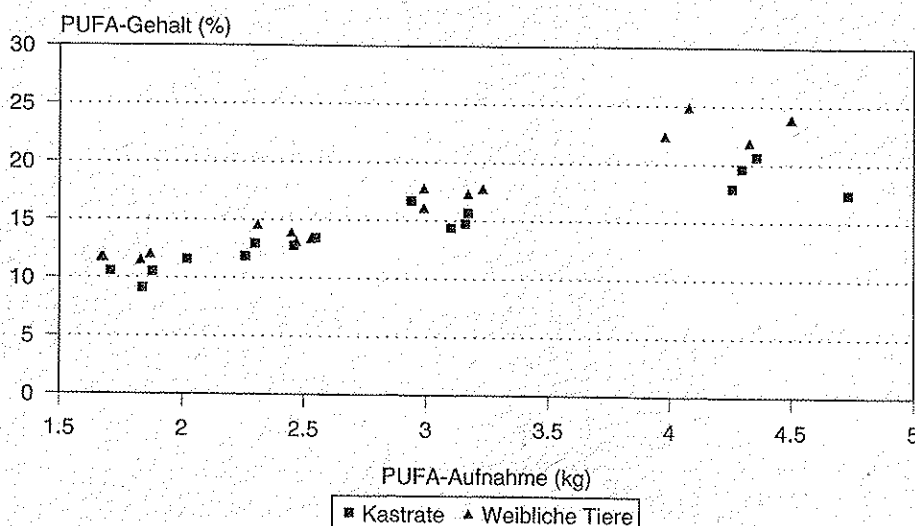


Abb. 2. Beziehungen zwischen der PUFA-Aufnahme über das Futter und dem PUFA-Gehalt der äusseren Rückenspeckschicht.

Im vorliegenden Schweinemastversuch wurden vier Futtermitteln mit unterschiedlichen Gehalten an Polyensäuren miteinander verglichen. Der PUFA-Gehalt schwankte zwischen 0,7 bis 1,6 g/MJ VES. Im Versuch standen 32 Mastschweine. Er erstreckte sich über den Gewichtsbereich von 26 bis 106 kg Lebendgewicht. Weitere Angaben über die Versuchsanordnung sind im Kasten «Versuchsablauf in Kürze» zusammengefasst.

Fettgewebe werden durch das Futter beeinflusst...

Im vorliegenden Versuch wurden von den Fettgeweben Schmer und Bauchfett sowie innere und äussere Rückenspeckschicht untersucht. Der Schmer gehört zum Kör-

perhöhlenfett, während die drei anderen Gewebe dem Unterhautfett zuzuordnen sind. Parallel mit der Erhöhung des Polyensäuregehaltes im Futter veränderte sich die Fettsäurezusammensetzung aller Fettgewebe signifikant (Tab. 1 und 2). Dabei ging der Anteil an gesättigten und einfach ungesättigten Fettsäuren zugunsten der Polyensäuren zurück. Vom tiefsten zum höchsten PUFA-Gehalt im Futter sank der Anteil an gesättigten Fettsäuren und Monoensäuren in den Fettgeweben im Durchschnitt um 4,6 % beziehungsweise 3,7 %. Ein erhöhter Polyensäuregehalt in den Fettgeweben geht, infolge der unterschiedlichen Schmelzpunkte der Fettsäuren, mit einer verminderten Konsistenz einher. Der Schmelzpunkt ist abhängig von der Kettenlänge und dem Sättigungsgrad der Fettsäuren.

So liegt der Schmelzpunkt der PUFA in der Regel unter 0 °C, während die gesättigten Fettsäuren erst bei über 60 °C schmelzen. Die Monoensäuren nehmen eine Mittelstellung ein (Schmelzpunkt: -4 bis 35 °C).

Der Futterverzehr wurde über den ganzen Versuchszeitraum erhoben, so dass Beziehungen zwischen der Polyensäureaufnahme über das Futter und der Polyensäureeinlagerung (Konzentration) in die Fettgewebe erarbeitet werden konnten (Abb. 2). Die gesamthaft aufgenommene Polyensäuremenge schwankte zwischen 1,7 und 4,7 kg (5,9 bis 16,9 mol), und der PUFA-Gehalt der äusseren Rückenspeckschicht lag zwischen 9,1 und 24,9 %¹ (Spannbreite der Einzelwerte). Die Beziehung der beiden Parameter ist sehr eng und entsprechend hoch sind die Korrelationskoeffizienten. Sie betragen für die äussere und innere Rückenspeckschicht je 0,899. Die Korrelation zwischen PUFA-Aufnahme und PUFA-Gehalt des Bauchfettes und des Schmer liegt mit 0,818 beziehungsweise 0,838 in einem vergleichbaren Bereich.

...aber unterschiedlich nach Lage im Körper...

So weist die innere Rückenspeckschicht einen höheren Sättigungsgrad auf als die äussere Rückenspeckschicht, was auf einen höheren Gehalt an gesättigten Fettsäuren und einen entsprechend tieferen Gehalt an Mono- und Polyensäuren zurückzuführen ist (Abb. 3). Die Differenz im Anteil gesättigter Fettsäuren beträgt zwischen den beiden Rückenspeckschichten 4,2 %.

Das Fettsäuremuster des Bauchfettes ist demjenigen der inneren Rückenspeckschicht sehr ähnlich. Die vergleichsweise höchsten Konzentrationen an gesättigten Fettsäuren, gepaart mit den tiefsten Mono- und Polyensäuregehalten, wurden im Schmer nachgewiesen. Dies wirkt sich auf die Fettzahl aus, die im Rückenspeck einen Wert von 57,2 erreicht gegenüber 49,2 im Schmer. Diese Resultate belegen das Vorhandensein eines Konzentrationsgefälles im Sättigungsgrad vom Körperinnern zur Peripherie (Girard *et al.* 1988), was eng mit der Gewebetemperatur zusammenhängt. Die Po-

¹Die Prozentzahlen stützen sich auf die Angaben in mol/kg

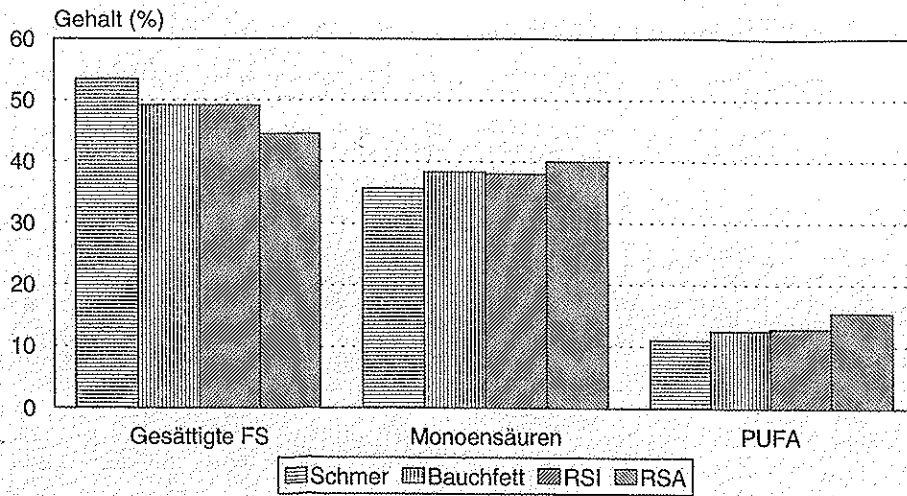


Abb. 3. Das Fettsäuremuster der Fettgewebe (Durchschnitt der vier Verfahren).

Versuchsablauf in Kürze

Im Versuch standen 16 kastrierte männliche und 16 weibliche Edelschweine, die auf acht Blöcke (vier Blöcke Kastraten und vier Blöcke Weibchen) verteilt wurden. In jedem Block kamen die vier Futtermethoden einmal vor. Bis zu einem Lebendgewicht von 20 kg wurden die Tiere in Gruppen gehalten und anschliessend in Einzelbuchten ohne Einstreu umgestellt. Der Versuch begann bei einem Lebendgewicht von 24 bis 29 kg. Bis Versuchsbeginn wurde ein Standardfutter ohne Wachstumsförderer eingesetzt.

Die unterschiedlichen Polyensäuregehalte im Futter wurden durch die Zugabe von Satura® (kristallines Fett, 20 g PUFA/kg) und Leinöl (676 g PUFA/kg) eingestellt. Die Rationen wurden täglich gewogen und in zwei Mahlzeiten verabreicht. Die Futtermenge wurde wöchentlich der Gewichtsentwicklung der Tiere gemäss Rationenplan angepasst.

Die Tiere wurden im Schlachthof der FAG geschlachtet (101 - 110 kg). Nachdem die Schlachtkörper drei Stunden im Kühlraum hingen, wurde die Dichte der Schlachtkörper gemessen und danach die linke Schlachthälfte nach dem Sempachschnitt zerlegt (Gerwig 1966).

Die Daten wurden varianzanalytisch ausgewertet (acht vollständige Blöcke über vier Varianten; zwei Gruppen mit vier Wiederholungen über vier Varianten).

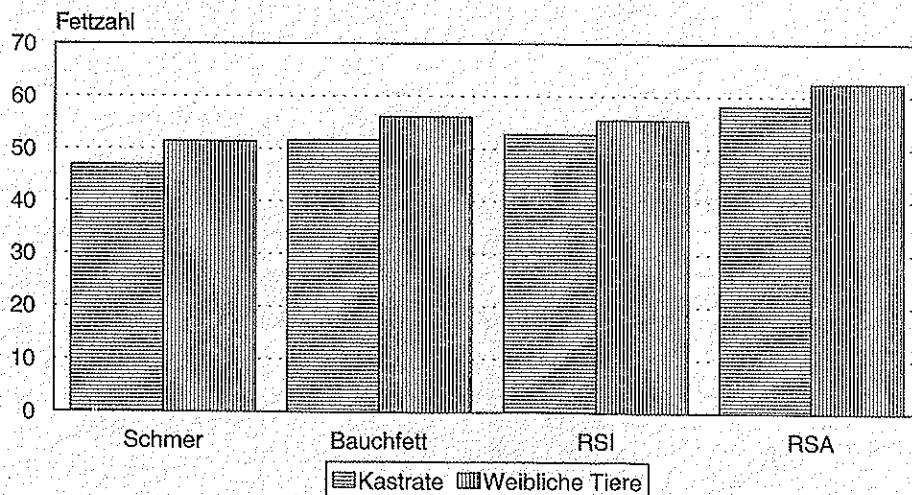


Abb. 4. Fettzahl der Fettgewebe bei den Kastraten und den weiblichen Tieren (Durchschnitt der vier Verfahren).

lyensäuren haben wegen ihres tiefen Schmelzpunktes die Aufgabe, einen gewissen Verflüssigungsgrad des Fettes in den Fettzellen aufrechtzuerhalten. Je höher die Gewebetemperatur ist, desto weniger Polyensäuren braucht es zur Verflüssigung des zellulären Fettes. Die Folge der von der anatomischen Lage abhängigen Fettzusammensetzung ist eine nicht homogene Verteilung der aufgenommenen Polyensäuren auf die verschiedenen Fettgewebe.

...und je nach Geschlecht der Schweine

Die Kastraten und Weibchen haben in den untersuchten Fettgeweben voneinander abweichende Fettsäuremuster. Der Gehalt an gesättigten Fettsäuren ist bei den Kastraten signifikant höher als bei den Weibchen. Zum Beispiel machen die gesättigten Fettsäuren im Schmer der Kastraten 54,9 % der Gesamtfettsäuren aus, während die Weibchen auf 51,8 % kommen. Andererseits enthalten die Fettgewebe der Weibchen mehr Mono- und Polyensäuren, was auch aus der höheren Fettzahl hervorgeht (Abb. 4). Bei den Kastraten wurde für die äussere Rückenspeckschicht im Durchschnitt eine Fettzahl von 58 ermittelt. Die entsprechende Fettzahl bei den Weibchen erreicht einen Wert von 62. Bei gleichem Futterverzehr setzten die Kastraten 2,1 % mehr Auflagefett an als die Weibchen. Die aufgenommenen Polyensäuren wurden dadurch auf eine grössere Fettmenge verteilt eingelagert, was einen Verdünnungseffekt zur Folge hat.

Polyensäuregehalt des ImF wenig beeinflusst

Die vermehrte Zufuhr von Polyensäuren über das Futter hat sich auf das intramuskuläre Fett (ImF) des grossen Rückenmuskels nicht im gleichen Ausmass ausgewirkt wie bei den Fettgeweben. Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, hat der variierende Polyensäuregehalt des Futters den Anteil an gesättigten Fettsäuren im Rückenmuskel nicht beeinflusst. Dagegen konnten fütterungsbedingte Verschiebungen bei den Mono- und Polyensäuren beobachtet werden. Die Auswirkungen waren aber nicht so gross wie bei den Fettgeweben. Der große Rückenmuskel hat im Durchschnitt einen intramuskulären Fettgehalt von 2,3 %. Die

Wichtige Begriffe

Fettsäuren: Grundlegende Bausteine der Lipide. Sie werden durch ihre Kettenlänge (Anzahl Kohlenstoffatome) und ihren Sättigungsgrad (Anzahl Doppelbindungen zwischen den Kohlenstoffatomen) beschrieben.

Gesättigte Fettsäuren: Fettsäuren ohne Doppelbindungen

Monoensäuren oder einfach ungesättigte Fettsäuren: Fettsäuren mit einer einzigen Doppelbindung

Polyensäuren oder mehrfach ungesättigte Fettsäuren (Abkürzung: PUFA = Polyunsaturated fatty acids): Fettsäuren mit mehreren Doppelbindungen

Fettzahl: Masszahl für den Sättigungsgrad eines Fettes

Zusammensetzung des Futterfettes hat somit wenig Einfluss auf die Konsistenz des intramuskulären Fettes (Madsen *et al.* 1992).

Fazit für den Schweinemäster

Bei der Qualitätsbeurteilung der Schlachtkörper im Schlachthof wird allgemein eine Fettzahl von 62 in der äusseren Rückenspeckschicht als obere tolerierbare Limite anerkannt. Für den Mäster ist es wegen der finanziellen Konsequenzen entscheidend, dass die Tiere diesen Grenzwert nicht übersteigen. Aufgrund der vorliegenden Versuchsergebnisse muss der maximale Polyensäuregehalt im Futter bei 0,8 g/MJ VES angesetzt werden, damit die Fettzahl 62 mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit nicht übersteigen wird. Dieser Richtwert bestätigt vorangegangene Empfehlungen.

Die Leistungsunterschiede zwischen Kastraten und Weibchen werden zukünftig nach Geschlecht differenzierte Normen erfordern. Wegen des höheren Fettanteils im Schlachtkörper vertragen die Kastraten grössere Polyensäuremengen als die Weibchen, bevor die Fettzahl in der äusseren Rückenspeckschicht den Wert von 62 überschreitet. Weitere Versuche werden zeigen, um wieviel bei geschlechtsgetrennter Mast der Polyensäuregehalt im Futter für Kastraten gegenüber den Weibchen angehoben werden kann.

Die Umgebungstemperatur ist ein weiterer Einflussfaktor. Die Haltung der Schweine in kalter Umgebung erhöht den Polyensäuregehalt im Unterhautfett, da bei tiefer Gewebetemperatur mehr Polyensäuren benötigt werden, um den erforderlichen Verflüssigungsgrad des zellulären Fettes aufrechtzuerhalten. Andererseits

wird mit einer Erhöhung der Umgebungstemperatur der Polyensäuregehalt dieser Gewebe verringert.

LITERATUR

Gerwig C., 1966. Untersuchungen über die Schlachtkörperqualität von Schweinen bei verschiedenem Mastendgewicht. Diss. ETH Nr. 3736.

Girard J. P., Bout J. et Salort D., 1988. Lipides et qualités des tissus adipeux et musculaires du porc: facteurs de variation. *Journée de la recherche porcine en France* 20, 255-278.

Madsen A., Jakobsen K. and Mortensen H. P., 1992. Influence of dietary fat on carcass fat quality in pigs. A review. *Acta Agric. Scand.* 42, 220-225.

Nürnberg K. und Ender K., 1990. Die Fettqualität bei Schweinen unterschiedlichen Geschlechts. *Fleischwirtsch.* 70 (9), 1099-1102.

Schwörer D., 1986. Was können Mäster und Züchter zur Qualitätserhaltung von Schweinefettgewebe beitragen? *Die Grüne* 17, 23-30.

Vogg D., 1989. Über die Verteilung von Polyensäuren und α -Tocopherol in den Geweben des Schlachtkörpers von Mastschweinen. Diss. ETH Nr. 8876.

RÉSUMÉ

Comment la consistance des tissus adipeux des porcs est influencée par l'alimentation ?

Un apport croissant d'acides gras polyinsaturés (PUFA) par l'aliment modifie fortement la composition en acides gras des tissus adipeux de dépôt (panne, graisse du ventre, couches interne et externe du lard dorsal). Les proportions d'acides gras saturés et d'acides monoéniques diminuent, alors que celle des PUFA augmente. Il existe un gradient positif d'insaturation du centre de la carcasse vers la périphérie; de ce fait la panne est plus saturée que le lard dor-

sal. Les castrats ont des tissus adipeux plus saturés que les femelles, ce qui provient de leur adiposité plus élevée. L'effet de l'alimentation très marqué sur la composition en acides gras des tissus adipeux de dépôt ne se retrouve pas en ce qui concerne la fraction lipidique du long dorsal. Une teneur de 0,8 g de PUFA/MJ Energie digestible porc dans l'aliment doit être respectée, si l'on veut que le 95 % des animaux aient un indice de graisse (indication pour le degré de saturation d'un tissu adipeux) inférieur à 62 (limite supérieure pour le paiement à la qualité).

SUMMARY

Dietary polyunsaturated fatty acids and carcass fat quality in pigs

Fatty acid composition of depot fat (internal fat, belly fat, inner and outer backfat layer) was significantly modified by increasing dietary polyunsaturated fatty acid levels. Altogether, the proportion of saturated fatty acids declined while polyunsaturated fatty acids increased. There exists a negative gradient in the degree of saturation from the centre of the carcass for the periphery, i.e. internal fat contains more saturated fatty acids than backfat. Adipose tissues of castrated pigs have a higher degree of saturation than female pigs due to generally fatter bodies. The very clear effect that varying dietary PUFA levels had on the fatty acid composition of the depot fat was comparatively small in the intramuscular fat of the longissimus dorsi. When dietary PUFA content is limited to 0.8 g/MJ DEP then the probability that no animal exceeds a fat index of 95 is 95 %, which corresponds to the upper limit for quality payment.

KEY WORDS: pigs, fatty acids, fat quality, PUFA