

Bestimmung der Schweinefettqualität für die Zuchtwertschätzung

Martina Müller Richli^{1,2}, Daniel Kaufmann² und Martin Scheeder^{1,2}

¹Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen

²SUISAG, AG für Dienstleistungen in der Schweineproduktion, Allmend 8, 6204 Sempach

Auskünfte: Martin Scheeder, E-Mail: msc@suisag.ch



Die Qualität von Rückenspeck ist sehr entscheidend für die Qualität von Fleischprodukten. (Proviande)

Einleitung

Rückenspeck von Schweinen ist ein wichtiger Rohstoff für die Herstellung von Fleischprodukten. Ist das Fett zu weich, kann das zu Verarbeitungsproblemen und ranzigem Geschmack führen (Abb. 1). Das Oxidationspotential (verantwortlich für Ranzigkeit) wird hauptsächlich durch die Menge an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) beeinflusst, die Konsistenz dagegen vor allem durch die Menge der gesättigten Fettsäuren (SFA) (Gläser *et al.* 2004). Es ist bekannt, dass die Rückenspeckqualität stark von der Fütterung abhängt. Es gibt aber auch bedeutende genetische Komponenten. Frühere Untersuchungen an der Mast- und Schlachtleistungsprüfungsanstalt MLP Sempach (Schwörer *et al.* 1988) und neuere Publikationen (Sellier *et al.* 2010; Gjerlaug-Enger *et al.* 2011a) zeigen, dass hohe Erblichkeiten sowohl für den Anteil an einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) als auch für PUFA bestehen. Dem genetischen Einfluss auf diese beiden Merkmale dürften aber unterschiedliche physiologische Mechanismen zugrunde liegen. Die PUFA

kommen als essentielle Fettsäuren zwangsläufig aus dem Futter. Der Anteil an PUFA im Speck wird daher einerseits durch die mit dem Futter aufgenommene Menge beeinflusst. Andererseits auch durch die Fettmenge im Schlachtkörper, da sich die PUFA bei fetten Tieren auf eine grössere Fettmenge verteilen. Der Anteil an MUFA dagegen wird massgeblich durch die Aktivität der körpereigenen Desaturasen bestimmt. Desaturasen fügen Doppelbindungen in Fettsäuren ein und können so z.B. SFA in MUFA umwandeln. Durch eine Zucht auf verminderte Desaturase-Aktivität liesse sich der Zielkonflikt zwischen Magerfleischanteil und Anteil an ungesättigten Fettsäuren im Rückenspeck entschärfen.

In der Schweiz sicherte die Fettzahl, ein durch die analytische Methode definiertes Mass für die Menge an Doppelbindungen im Fett, von 1988 bis 2014 mit ihren bezahlungsrelevanten Grenzwerten die Qualität des Schweinefettes. Da zum einen die zugrunde liegende Methode der Fettzahlbestimmung nicht mehr zeitgemäss ist (Verwendung chlorierter Lösungsmittel und organischer Quecksilberverbindungen) und zum anderen die Grenzwerte kritisch zu hinterfragen waren, wurde im Rahmen eines branchenübergreifenden Projektes ein neues Bewertungssystem für die Schweinefettqualität entwickelt. Dabei stellten sich PUFA und Jodzahl (JZ) als verlässliche Merkmale für die Bewertung der Schweinefettqualität heraus (Scheeder und Müller Richli 2014). Ab 1. Juli 2014 ist das neue Bewertungssystem in Kraft (Proviande 2014). Parallel zu den oben genannten Untersuchungen wurde eine Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)-Schnellmethode zur Bestimmung von Fettqualitätsmerkmalen bei Einzeltieren (Müller Richli und Scheeder 2013) als Grundlage für eine züchterische Bearbeitung der Fettqualität erarbeitet. Die Ziele der vorliegenden Arbeit waren, erstens eine möglichst effiziente beziehungsweise schnelle NIR-Methode zur Bestimmung der Fettqualität bei Einzeltieren zur Anwendung in der Leistungsprüfung zu entwickeln und zweitens für die Fettqualitätsmerkmale SFA, MUFA, PUFA, Jodzahl, Fett- und Wassergehalt die Erblichkeiten und genetischen Korrelationen zu schätzen.

Material und Methoden

Entwicklung der NIR-Schnellmethode

An der MLP in Sempach werden jedes Jahr bei mehr als 3500 Mastschweinen verschiedene Fleischqualitätsmerkmale routinemässig erfasst (Abb. 2). Im Schlachthaus wird dafür an der linken Schlachthälfte dieser Prüftiere ein Stück des Karrées in der Region der fünften bis drittletzten Rippe zusammen mit dem aufliegenden Rückenspeck entnommen. Für die vorliegende Untersuchung wurde bei 191 Tieren dieses Stück Rückenspeck jeweils vom Fleisch getrennt und die Schwarte von der äusseren Fettschicht entfernt (Abb. 3). Auf der freigelegten subkutanen Fettschicht wurden bei Zimmertemperatur mittels Lichtleiterpistole (Fiber Optic Probe, FOP) NIR-Scans mit einem Nahinfrarot-Spektrometer (NIRFlex-N 500, Büchi, Flawil, Schweiz) aufgenommen (Abb. 4).

Als Referenzmethode für die Bestimmung des Fettsäurenusters wurde die Gaschromatographie eingesetzt. Ca. 150 mg homogenisiertes Fettgewebe wurden in 8 ml Hexan gelöst. Davon wurden 4 ml entnommen und mit 2 ml methanolischem 2N KOH versetzt, geschüttelt und zentrifugiert. Von der organischen Phase wurde dann 1 µl in einen GC-2010 plus (Shimadzu, Rheinach, Schweiz), ausgerüstet mit einer Supelcowax-10™-Säule, injiziert. Die Fettsäuretypen wurden als Anteil aller identifizierten Fettsäuremethylester angegeben. Grundlage ist dabei die Fläche der Peaks. Die Ermittlung der Jodzahl erfolgte unter Berücksichtigung der Molmassen von Jod und der jeweiligen Fettsäuremethylester sowie deren Zahl an Doppelbindungen.

Für die Bestimmung des Wassergehaltes im Fett wurde 0,5 g Fett-Homogenat im Trockenschrank getrocknet. Die Bestimmung des Fettgehaltes wurde mit dem Soxtec System HT 1043 (Tecator, Schweden) vorgenommen. Dafür wurde das getrocknete Fetthomogenat in Cellulose-Hülsen mit Petrolether während 15 Minuten gekocht und gespült.

Für die Kalibration wurde die Kalibrations-Software NIRCal 5.5 (Büchi, Flawil, Schweiz) verwendet. Ungefähr zwei Drittel der 191 Proben wurden für das Kalibrationsset, ein Drittel für das Validationsset eingesetzt. Bei der Auswahl der Proben für die Kalibration wurde darauf geachtet, dass alle Fettqualitätsmerkmale mit einer möglichst grossen Streubreite mit gleichmässiger Verteilung abgedeckt wurden (Tab. 1). Die NIR-Spektralkurven wurden einer mathematischen Vorbehandlung unterzogen, wobei stets die erste Ableitung und eine Normalisation zum Einsatz kamen.

Zusammenfassung ■ Bei der Herstellung von Fleischprodukten spielt die Fettqualität eine entscheidende Rolle. Auskunft über die wesentlichen Qualitätskriterien des Schweinefettes, das Oxidationspotential und die Konsistenz, gibt der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) und die Jodzahl. Diese Merkmale sind bei Schweizer Schweinen auch bezahlungsrelevant. Für die Ausprägung von PUFA-Gehalt und Jodzahl spielt neben der Fütterung auch die Genetik eine wichtige Rolle. Um die Fettqualität bei der Zucht berücksichtigen zu können, wurde an der Mast- und Schlachtleistungsprüfungsanstalt MLP in Sempach eine Nahinfrarotspektroskopie-Schnellmethode entwickelt, bei der Einzeltiere routinemässig und schnell auf die Fettqualitätsmerkmale gesättigte, einfach ungesättigte und mehrfach ungesättigte Fettsäuren (SFA, MUFA, PUFA), Jodzahl, Fettgehalt und Wassergehalt untersucht werden können. Mit Hilfe dieser Messmethode wurden annähernd 2000 Prüftiere untersucht. Die daraus berechneten Erblichkeiten liegen im mittleren bis hohen Bereich. Damit ist eine züchterische Bearbeitung dieser Fettqualitätsmerkmale möglich. Die Zucht auf einen geringen PUFA-Gehalt – wie er von den Abnehmern gefordert wird – wird sich aufgrund der positiven Korrelation auch gegen leeres Fettgewebe (hoher Wassergehalt) auswirken. Die eher ungünstige Beziehung zwischen PUFA und Fleischfläche (0,3) ist weniger stark ausgeprägt als die Beziehung zwischen PUFA und Magerfleischanteil (MFA, 0,61). Demnach ist das derzeitige Bestreben der Zucht, den MFA eher durch einen höheren Fleischansatz als durch eine verringerte Fettmenge zu erhöhen auch für die Fettqualität positiv.



Abb. 1 | Ist Rückenspeck zu weich, kann es zu Problemen bei der Herstellung von Fleischprodukten kommen. Hier abgebildet sind Herstellungsschritte von Salami (Foto: Suisag).

Erblichkeiten und genetische Korrelationen

Für die Fettqualitätsmerkmale SFA, MUFA, PUFA, JZ, Fett- und Wassergehalt sowie die in der Zuchtwertschätzung verwendeten Leistungsmerkmale wurden Varianzkomponenten unter Verwendung von Mehrmerkmals-Tiermodellen und REML-Verfahren mit dem Computerprogramm VCE 6.0.2 geschätzt.

Tiere für die Schätzung der Erblichkeiten

Für die Untersuchungen der Leistungs- und Fettqualitätsmerkmale wurden 6792 Tiere der Rasse Edelschwein (ES), Edelschwein-Vaterlinie (ESV) und ESV-Kreuzungen (ESVX) aus der Mast- und Schlachtleistungsprüfung berücksichtigt. Als Leistungsdaten wurden Masttageszunahme (MTZ), Futtermittelverwertung (FV), Fleischfläche (FLF), intramuskulärer Fettgehalt (IMF) und weitere Fleischqualitätsparameter mit einbezogen (Tab. 2). Von diesen Stations-Prüftieren und weiteren 10268 Tieren standen

auch Daten für den Magerfleischanteil (MFA) zur Verfügung. Von den Stations-Prüftieren wurden an 1964 Tieren der Rasse ES, ESV und ESVX zusätzlich die Fettqualitätsmerkmale analysiert. Bei diesen MLP-Tieren wurden die Fettqualitätsmerkmale SFA, MUFA, PUFA, Jodzahl, Fett- und Wassergehalt mit der NIRS-FOP-Methode auf der subkutanen Fettschicht erfasst.

Resultate und Diskussion

Kalibration

Für die Beurteilung der Kalibration können verschiedene Kennzahlen herbeigezogen werden (siehe Tab. 3), wobei die Standardfehler von Kalibration (SEK) und Validation (SEV) von grösster Aussagekraft und Bedeutung sind. Der SEK sollte nicht signifikant kleiner sein als der SEV, denn dann würden nur die Kalibrationsspektren genau ausgewertet, nicht aber die Validationsspektren.

Tab. 1 | Beschreibung der Fettqualitätsmerkmale der für die Kalibration und Validierung eingesetzten Proben

	SFA%	MUFA%	PUFA%	Jodzahl (JZ)	Fett%	Wasser%
Mittel	38,4	48,4	13,1	65,9	80,9	15,8
Minimum	31,8	44,9	9,1	57,9	65,2	9,8
Maximum	43,8	52,4	19,5	76,6	88,7	26,7
Standardabweichung	2,3	1,4	2,3	4,1	4,4	3,2
Anzahl Tiere	191	191	191	191	120	120

SFA: gesättigte Fettsäuren; MUFA: einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA: mehrfach ungesättigte Fettsäuren

Die wichtigsten Merkmale des Fettes sind das Oxidationspotential und die Konsistenz. Das Oxidationspotential wird hauptsächlich durch die Menge an PUFA und die Konsistenz hauptsächlich durch die Menge der SFA beeinflusst (Gläser *et al.*, 2004). Die Jodzahl ist ebenfalls eine aussagekräftige Masszahl für die Konsistenz des Schweinefettes (Gläser *et al.* 2004) und sie ist in der Schweiz bezahlungsrelevant (Proviande 2014). Deshalb ist es wichtig, verlässliche Kalibrationen für SFA, PUFA und Jodzahl zu haben. Im vorliegenden Fall haben PUFA, SFA und Jodzahl robuste Kalibrationen mit REP Werten über 3 (Tab. 4) (Williams und Sobering, 1996). Die Kalibration für MUFA ist weniger gut (REP 2.1, Tab. 4). Frühere Studien (Müller und Scheeder 2008; Gjerlaug-Enger *et al.*, 2011b) zeigen ebenfalls, dass MUFA mittels NIRS weniger exakt als SFA und PUFA geschätzt werden können. Die Kalibrationen für Fettgehalt und Wassergehalt sind nicht sehr robust, was teilweise mit der geringeren Wiederholbarkeit der Referenzmethode erklärt werden kann. Fernandez *et al.* (2003) benutzten für ihre Untersuchungen ebenfalls NIRS mit Lichtleiter. Ihre NIR-Kalibrationen zeigten vergleichbare Standardfehler und Bestimmtheitsmasse.

Erblichkeiten

Jodzahl und PUFA weisen Erblichkeiten von 0,47 und 0,49 auf, MUFA und SFA von 0.42 bzw. 0.43. Fett- und Wassergehalt zeigen Erblichkeit von 0.35 (Tab. 5). Diese Erblichkeiten für die Fettqualitätsmerkmale sind als mittel bis hoch einzuschätzen. Sellier *et al.* (2010) fanden für PUFA ähnlich Erblichkeiten, bei MUFA und SFA etwas höhere. Schwörer *et al.* (1988) berechneten dagegen deutlich höhere Werte. Die genetische Herkunft der Tiere umfasste in all diesen Untersuchungen Landrasse und Edelschwein (Large White). Die Erblichkeits-Berechnungen von Sellier und von Schwörer basieren auf Werten aus der GC-Analyse. Im Unterschied zu den vorliegenden Messungen mit NIRS schlägt dabei kein Schätzfehler der Bestimmungsmethode zu Buche. Gjerlaug-Enger *et al.* (2011a) fanden in ihren Untersuchungen mit Landrasse und Duroc – das Fett wurde mit NIRS analysiert – sehr ähnliche Werte wie in der vorliegenden Arbeit. Fernandez *et al.* (2003) zeigten in ihrer Studie, die ebenfalls auf NIRS basiert, etwas tiefere Erblichkeiten (0,31 – 0,41).

Genetische Korrelationen

Hohe genetische Korrelationen bestehen zwischen Jodzahl und PUFA (+ 0,89), Jodzahl und SFA (- 0.89), Wassergehalt und Fettgehalt (- 0,91), PUFA und Wassergehalt (+ 0,83) (Tab. 5). Daraus kann geschlossen werden, dass eine Zucht auf geringere PUFA-Anteile gleichzeitig zu



Abb. 2 | Die Fettqualität von Mastschweinen wird nicht nur durch Futter beeinflusst, sondern kann auch züchterisch bearbeitet werden. (Foto: Suisag)



Abb. 3 | Für die Untersuchung wird der Rückenspeck vom Fleisch getrennt und die Schwarte von der äusseren Fettschicht entfernt (Foto: Suisag).



Abb. 4 | Auf der freigelegten subkutanen Fettschicht wird bei Zimmertemperatur mittels Lichtleiterpistole die Fettqualität bei Einzeltieren in kurzer Zeit bestimmt (Foto: Suisag)

Tab. 2 | Überblick über die untersuchten Merkmale

Merkmals	Anzahl Tiere	Mittelwert	Stdabw	Minimum	Maximum
Lebendgewicht MLP (kg)	6792	109,3	4,5	81,0	126,4
Masttageszunahme (g/Tag)	6792	986,9	97,2	675,0	1417,7
Futterverwertung (kg /kg)	6778	2,40	0,20	1,88	3,33
Fleischfläche (cm ²)	6377	43,6	4,4	29,2	59,9
intramuskuläres Fett (%)	6376	2,05	0,72	0,73	8,45
pH1 Karree	6415	6,38	0,25	5,33	7,09
PigM ²	6377	0,79	0,19	0,36	2,28
Tropfsaft (%)	2608	3,9	1,7	1,2	12,4
Jodzahl ¹	1964	12,8	2,8	57,7	75,8
PUFA ¹ (%)	1964	18,8	1,5	8,7	19,1
MUFA ¹ (%)	1964	48,8	1,3	43,9	53,3
SFA ¹ (%)	1964	38,3	1,8	31,3	43,3
Wassergehalt ¹ (%)	1964	16,7	2,0	11,2	23,7
Fettgehalt ¹ (%)	1964	80,0	2,7	71,3	88,5
Schlachtgewicht (kg)	17060	85,5	4,9	62,6	102,6
Magerfleischanteil (%)	17060	56,5	2,9	41,7	66,1

¹In der subkutanen Schicht des Rückenspecks; ²PigM = Schätzwert für Pigmentgehalt = Differenz der Absorption bei 525 nm – 730nm.

einer Reduktion von leerem Fettgewebe mit hohem Wasseranteil führen würde. Schwache genetische Korrelationen zeigten sich zwischen MUFA und Jodzahl (0,14), MUFA und PUFA (- 0,33), MUFA und Fettgehalt (0,39). Die negative Korrelation zwischen PUFA und MUFA könnte auf eine physiologische Wechselwirkung zurückzuführen sein, da PUFA die Aktivität der Delta-9-Desaturase und damit die Synthese von MUFA hemmen (Kouba & Mourot, 1998).

Die übrigen genetischen Beziehungen innerhalb der Merkmale SFA, MUFA, PUFA, Wasser- und Fettgehalt und Jodzahl sind mittel bis stark ausgeprägt (0,56-0,89).

Zwischen den Fettqualitätsmerkmalen und den Masttageszunahmen zeigen sich keine genetischen Korrelationen. Futterverwertung und Magerfleischanteil (MFA) weisen ungünstige genetische Beziehungen zum Anteil PUFA auf (-0,60 bzw. 0,61). Die Beziehung zwischen PUFA und Fleischfläche FLF (0,3) ist ebenfalls ungünstig, aber weniger stark als zwischen PUFA und Magerfleischanteil (0,61). Demnach beeinflusst das derzeitige Bestreben der Zucht, den MFA eher durch eine stärkere Bemuskulung als durch einen verringerten Fettansatz zu erhöhen, die Fettqualität positiv. Der MFA steht auch mit der JZ (0,47) und dem Wasser-

gehalt (0,64) in einer ungünstigen Beziehung. Der intramuskuläre Fettanteil IMF dagegen ist zum Anteil PUFA (-0,42), der JZ (-0,37), dem Wasser- und Fettgehalt (-0,44 bzw. 0,44) günstig korreliert (vgl. Tab. 6). Der Tropfsaftverlust DL zeigt zu SFA und MUFA mit 0,13 respektive -0,26 eine nur geringe, im Trend aber ungünstige Korrelation. Die Leistungsmerkmale zeigen zu SFA und MUFA keine bis schwache Korrelationen (0,02-0,32) (Tab. 6).

Schlussfolgerungen

Mit den erarbeiteten NIR-Kalibrationen lassen sich die Fettqualitätsmerkmale SFA, PUFA und Jodzahl im Rückenspeck von Einzeltieren zuverlässig und schnell schätzen. Die Bestimmung der MUFA-, Wasser- und Fettgehalte ist mit dieser Methode möglich, wenn auch nicht so zuverlässig. Die geschätzten Erblichkeiten für die Fettqualitätsmerkmale liegen im mittleren bis hohen Bereich und die Merkmale weisen eine grosse Variation auf. Somit ist eine züchterische Bearbeitung dieser Merkmale möglich. Die Daten zeigen, dass mit der Zucht auf mehr Fleisch (Erhöhung Fleischfläche) und bessere Futterverwertung der MUFA-Gehalt tendenziell sinkt und der PUFA-Gehalt und die Jodzahl tendenziell ansteigen. Letzteres ist ungünstig,

Tab. 3 | Kennzahlen zur Beurteilung einer NIR-Kalibration

Bezeichnung	Beschreibung	Sollwert
SEK (Standardfehler der Kalibration)	Der in der Praxis zu erwartende Fehler liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % innerhalb von ± 2 SEK	Möglichst klein, bzw. der relative Schätzfehler (SEK/Mittelwert *100) sollte weniger als 5 % betragen
SEV (Standardfehler der Validation)	Der in der Praxis zu erwartende Fehler liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % innerhalb von ± 2 SEV	Möglichst klein, bzw. der relative Schätzfehler (SEV/Mittelwert *100) sollte weniger als 5 % betragen
r, Korrelationskoeffizient	Gibt an, wie gut die vorhergesagten Werte im Durchschnitt mit den Referenzwerten übereinstimmen	Nahe bei 1 (ab [0,9] wird eine Korrelation als gut bewertet)
B, Bestimmtheitsmass (%); $B = r^2 * 100$	Varianzanteil der Gesamtvarianz, der durch die Regression (Schätzgleichung) erklärt wird	Akzeptable Schätzfunktionen erklären über 60% der Gesamtvarianz, gute Schätzfunktionen erklären über 80 % der Gesamtvarianz
Bias, Verzerrung	Liefert Informationen über die durchschnittliche Abweichung der vorhergesagten Werte von den „wahren“ Werten der Referenzmethode	Nahe bei Null, sollte die Grössenordnung von 0.5 – 1% des Stichprobenmittelwertes nicht überschreiten
REP (Ratio Performance Deviation); REP = Standardabweichung/SEV	Liefert Informationen über die Genauigkeit einer Kalibration	Werte über 3 sind für analytische Zwecke akzeptabel; bei Werten über 10 kann die NIR-Methode als Referenzmethode eingesetzt werden

Bodis, 1999; Büchi, 2003; Dobrowolski & Branscheid 1997; Williams & Sobering, 1996

Tab. 4 | Charakteristika der Kalibrationen für SFA, MUFA, PUFA, Jodzahl (JZ), Fett- und Wassergehalt geschätzt mit NIRS

	r ² Kalib	r ² Valid	SEK	SEV	Bias	REP
SFA (%)	0,96	0,92	0,52	0,62	-0,06	3,7
MUFA (%)	0,83	0,76	0,63	0,67	0,02	2,1
PUFA (%)	0,94	0,92	0,43	0,49	0,02	4,7
Jodzahl	0,98	0,98	0,68	0,67	-0,04	6,1
Fett (%)	0,86	0,62	1,57	1,97	-0,17	2,3
Wasser (%)	0,71	0,64	1,71	1,67	-0,17	1,9

SFA: gesättigte Fettsäuren; MUFA: einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA: mehrfach ungesättigte Fettsäuren

denn die Abnehmer verlangen einen geringen PUFA-Anteil und eine tiefe Jodzahl. Weiter ist ersichtlich, dass eine Zunahme des MFA mit einer Zunahme der PUFA und des Wassergehaltes einhergeht. Die Tatsache, dass der PUFA-Gehalt bei einer Zucht auf FLF weniger stark ansteigt als bei einer Zucht auf MFA, zeigt, dass es sinnvoll ist, einen höheren MFA künftig verstärkt durch einen höheren Fleischanteil anzustreben. Der Fettgehalt und die PUFA sind mit dem Wassergehalt genetisch sehr eng korreliert. Eine Zucht auf einen geringeren PUFA-Gehalt würde daher gleichzei-

tig gegen «leeres Fettgewebe» wirken. An der MLP in Sempach werden aufgrund der vorliegenden Resultate seit dem 1.1.2015 die Fettqualitätsmerkmale routinemässig bei allen Tieren aus der Endprodukteprüfung und aus der Vollgeschwisterprüfung der Edelschwein Vaterlinie (ESV) erhoben. Wie die Daten in die Zuchtwertschätzung einfließen und gewichtet werden sollen, wird noch überprüft.

Tab. 5 | Mittelwerte und Streuung der Fettqualitätsmerkmale sowie Erblichkeiten (fett), genetische (unterhalb der Diagonale) und phänotypische (oberhalb der Diagonale) Korrelationen

Erblichkeiten und Korrelationen									
n=1964	Mittel	Min	Max	SFA(%)	MUFA (%)	PUFA (%)	Jodzahl	Wasser (%)	Fett (%)
SFA (%)	38,3	31,3	43,3	0,43	-0,60	-0,59	-0,89	-0,21	0,35
MUFA (%)	48,8	43,9	53,3	-0,56	0,42	-0,26	0,22	-0,37	0,18
PUFA (%)	12,8	8,7	19,1	-0,60	-0,33	0,49	0,87	0,63	-0,58
Jodzahl	65,7	57,7	75,8	-0,89	0,14	0,89	0,47	0,46	-0,52
Wasser (%)	16,7	11,2	23,7	-0,25	-0,59	0,83	0,60	0,35	-0,81
Fett (%)	80,0	71,3	88,5	0,32	0,39	-0,70	-0,57	-0,91	0,35

SFA: gesättigte Fettsäuren; MUFA: einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA: mehrfach ungesättigte Fettsäuren

Tab. 6 | Genetische Korrelationen der Fettqualitätsmerkmale mit ausgewählten Leistungs- und Fleischqualitätsmerkmalen

	MTZ g/Tag	FV g/g	MFA %	FLF cm ²	ImF %	DL %
SFA (%)	0,07	0,32	-0,30	-0,06	0,21	0,13
MUFA (%)	0,02	0,24	-0,31	-0,24	0,19	-0,26
PUFA (%)	-0,09	-0,60	0,61	0,30	-0,42	0,17
Jodzahl	-0,06	-0,51	0,47	0,21	-0,37	0,02
Wasser (%)	0,01	-0,52	0,64	0,22	-0,44	0,25
Fett (%)	-0,02	0,53	-0,58	-0,13	0,44	-0,16

MTZ: Masttageszunahme MLP; FV: Futterverwertung; MFA: Magerfleischanteil; FLF: Fleischfläche; ImF: intramuskulärer Fettgehalt; DL: Driploss/Tropfsaftverlust; SFA: gesättigte Fettsäure; MUFA: einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA: mehrfach ungesättigte Fettsäuren; JZ: Jodzahl

Literatur

- Bodis K., 1999. Untersuchungen zur Nah-Infrarot (NIR)-Messmethodik als Möglichkeit zur Schnellbestimmung der Fleisch- und Fettbeschaffenheit beim Schwein. Dissertation. Technische Universität München.
- Büchi, 2003. NIR Einführungskurs und NIR Grundkurs. Zur praktischen Anwendung des FT-NIR-Spektrometer-Systems NIR-Flex N-400 mit der NRCal Software Version 4.21 und 4.30. Flawil.
- Dobrowolski A. & Branscheid W., 1997. Zur statistischen Prüfung von Schätzfunktionen der Schlachtkörperzusammensetzung und der Fleischqualität. *Fleischwirtschaft* **77**, 359–362.
- Fernandez A., de Pedro E., Nunez N., Silio L., Garcia-Casco J. & Rodriguez C., 2003. Genetic parameters for meat and fat quality and carcass composition traits in Iberian pigs. *Meat Science* **64**, 405–410.
- Gjerlaug-Enger E., Aass L., Odegard J., Kongsro J. & Vangen O. 2011a. Genetic parameters of fat quality in pigs measured by near-infrared spectroscopy. *Animal* **10**:5, 1495–1505.
- Gjerlaug-Enger E., Aass L., Odeard J., Kongsro J. & Vangen O., 2011b. Genetic parameters of fat quality in pigs measured by near-infrared spectroscopy. *Animal* **11**:5, 1829–1841.
- Gläser K., Wenk C. & Scheeder M., 2004. Evaluation of Pork backfat firmness and lard consistency using different physicochemical methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **84**, 853–862.
- Kouba M. & Mourot J., 1998. Effect of a high linoleic acid diet on delta 9-desaturase activity, lipogenesis and lipid composition of pig subcutaneous adipose tissue. *Reproduction, Nutrition, Development*. **38** (1), 31–37.
- Müller Richli M. & Scheeder M., 2013. Comparison of sample presentation and analysis modes for the prediction of the fatty acid composition of individual pig carcasses. In: *NIR 2013 Proceedings*. 2–7 June, La Grande-Motte, France, 97–100.
- Müller M. & Scheeder, M., 2008. Determination of fatty acid composition and consistency of raw pig fat with Near Infrared Spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* **16** (3), 305–309.
- Proviande, 2014. Faktenblatt Schweinefettqualität.
- Scheeder M. & Müller Richli M., 2014. Nachhaltige Sicherung der Fettqualität bei Mastschweinen. Abschlussbericht an das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) gemäss Finanzhilfevertrag. Referenz: rad / 2011–08–11 /130, Zollikofen. Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL.
- Schwörer D., Morel P., Prabucki A. & Rebsamen A., 1988. Genetic Parameters of fatty acids of pork fat. In: *34th International Congress of Meat Science and Technology*. Congress Proceedings, Part B. Brisbane, 598–600.
- Sellier P., Maignel L. & Bidanel J., 2010. Genetic parameters for tissue and fatty acid composition of backfat, perirenal fat and longissimus muscle in Lager White and Landrace pigs. *Animal* **4** (4), 497–504.
- Williams P. & Sobering D., 1996. How do we do it: a brief summary of the methods we use in developing near infrared calibrations. In: *Near infrared spectroscopy: the future waves*. NIR Publications (A. Davies & P. Williams), 185–188.

Riassunto**Determinazione della qualità del grasso suino per la stima dei valori genetici**

Nella produzione di carne, la qualità del grasso riveste un ruolo fondamentale. La percentuale di acidi grassi polinsaturi (PUFA) e l'indice di iodio forniscono indicazioni sui criteri qualitativi essenziali del grasso suino, sul potenziale di ossidazione e sulla consistenza. Nel caso dei suini svizzeri queste caratteristiche sono rilevanti anche ai fini della retribuzione. Oltre al foraggiamento, anche la genetica è importante dal profilo del tenore di PUFA e dell'indice di iodio. Per poter tenere in considerazione la qualità del grasso nell'allevamento, presso il Centro degli esami funzionali d'ingrasso e di macellazione (MLP) di Sempach è stato sviluppato un metodo rapido di spettroscopia nel vicino infrarosso con cui è possibile esaminare i singoli animali, velocemente e con una procedura di routine, per rilevare le caratteristiche qualitative del grasso: acidi grassi saturi, monoinsaturi e polinsaturi (SFA, MUFA, PUFA), indice di iodio, tenore di grassi e tenore d'acqua. Con l'ausilio di questo metodo di misurazione sono stati esaminati approssimativamente 2000 animali, riscontrando ereditarietà medio-alte. Di conseguenza, un allevamento selettivo permette di intervenire su queste caratteristiche qualitative del grasso. Questa misura zootecnica permetterà di ottenere un tenore di PUFA basso (come auspicato dagli acquirenti) e, grazie alla correlazione positiva, consentirà di ridurre anche il tessuto adiposo con elevato tenore d'acqua. Il rapporto alquanto sfavorevole tra PUFA e carnosità (0,3) è meno marcato del rapporto tra PUFA e tenore di carne magra (TCM, 0,61). Di conseguenza, oggi nell'allevamento si tende ad aumentare il TCM con una maggiore muscolatura piuttosto che con una minore quantità di grasso, il che permette di ottenere effetti positivi anche sulla qualità del grasso.

Summary**Prediction of the fatty acid composition in backfat of pigs as breeding tool**

Pork fat is a major constituent of many meat products and its quality therefore of high relevance for meat processors. The most important fat quality characteristics - oxidative stability and consistency - are well described by the amount of polyunsaturated fatty acids (PUFA) and the iodine value. In Switzerland, these two traits are even part of the payment system for pig carcasses. The amount of PUFA and the iodine value are not only influenced by the lipid composition of the feed, but also depend on genetic factors. In order to include fat quality traits as selection criteria in the pig-breeding program, a rapid method using near-infrared spectroscopy was developed at the pig performance testing station MLP at Sempach. This method allows for a rapid determination of the fat quality traits saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids (SFA, MUFA, PUFA), iodine value, fat and water content in the backfat of individual pigs. In this way, the fat quality of nearly 2000 fattening pigs was recorded at MLP. Based on this dataset, medium to high heritabilities were estimated for the fat quality traits, indicating a high potential for modifying the fatty acid composition of pig adipose tissue by means of breeding. Breeding for a lower amount of PUFA - as requested by meat processors - will also reduce "empty fat tissue" (high water content) due to the positive genetic correlation. The unfavorable relation between PUFA and loin muscle thickness (0.3) is less strong than the relation between PUFA and lean meat content (0.61). Therefore, the current breeding efforts to increase lean meat content by means of increasing muscle thickness rather than reducing backfat thickness will positively affect the fat quality as well.

Key words: pork fat, fatty acid composition, NIR estimation, breeding, heritability.