

Kritische Betrachtungen zur Fettzahl-Bestimmung

Martin R.L. SCHEEDER, Hermann BOSSI und Caspar WENK, Institut für Nutztierwissenschaften, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich
 Auskünfte: Martin Scheeder, e-mail: martin.scheeder@inw.agrl.ethz.ch, Fax +41 (0)1 632 11 28, Tel +41 (0)1 632 32 78

Die Fettzahl hat sich in der Schweiz als Kriterium für die Fettqualität von Schweinen etabliert. Im internationalen Vergleich ist es einzigartig, dass ein Fettqualitätsmerkmal im Auszahlungspreis für Schlachtschweine berücksichtigt wird. Dies verlangt von den Schweizer Schweineproduzentinnen und -produzenten und der Futtermittelbranche eine besonders «markt-orientierte» Produktion. Die damit verbundenen erhöhten Anforderungen lassen die Fettzahl oftmals zum Gegenstand scharfer Kritik werden. Die Fettzahlbestimmung ist jedoch eine zuverlässige Methode, wenn die entsprechenden Vorgaben eingehalten werden.

Die Zusammensetzung des Fettgewebes von Schlachtschweinen ist zweifellos von ausschlaggebender Bedeutung für die Qualität daraus erzeugter Fleischprodukte. Um hochwertige Produkte herstellen zu können, wird vom Rohstoff Fett dabei in der Regel eine feste Konsistenz und eine gute Oxidationsstabilität gefordert. Grundlage für die Ausprägung die-

ser Merkmale ist die Fettsäurezusammensetzung der Depotfette. Mit zunehmendem Anteil ungesättigter Fettsäuren bekommt das Fett eine weichere Konsistenz, was zu Problemen in der Fleischverarbeitung und Qualitätsabweichungen in den Produkten führen kann (Abb. 1). In der Regel geht eine weiche Konsistenz auch mit einer höheren Oxidationsanfälligkeit des Fettes einher, was die Produkte schnell ranzig werden lässt, wenn nicht ein besonderer Schutz durch Antioxidantien gegeben ist.

Hinsichtlich technologischer und sensorischer Qualitätsaspekte ist demnach ein hoher Gehalt an ungesättigten, besonders mehrfach ungesättigten, Fettsäuren unerwünscht. Deshalb wurden verschiedentlich Anstrengungen unternommen, die Qualität des Fettgewebes von Schlachtschweinen innert nützlicher Frist nach der Schlachtung oder vor der Verarbeitung erfassen zu können (Hartfiel 1996; Bodis *et al.* 1997).

Die Fettzahl wurde von Prof. A. Prabucki als ein Qualitätskriterium, das diese Bedingungen erfüllt, konzipiert (Häuser und Prabucki 1990) und hat sich in der Schweiz als Instrument der Qualitätssicherung etabliert.

Abb. 1. Links: guter Salami aus konventioneller Produktion. Mitte und rechts: Salami aus Schweinefleisch und -fett aus einem Fütterungsversuch mit Pflanzenölzulagen. Die weiche Konsistenz des Fettes mit hoher Fettzahl führt zum Zusammenkleben beim Mischen und ungleichmässiger Verteilung des Fettes. Wird die Produktionstemperatur verringert, um ein Zusammenkleben zu verhindern, kann dies zu Lochbildung beim Stossen und Zusammenschrumpfen während der Fermentation und Trocknung führen.



Probenahme und Bestimmungsmethode

Bei der Probenahme wird am Schlachtband von den Schweinen eines Postens entsprechend der Vorschrift (z.B.: SBA 1995) an jeweils einer Schweinehälfte eine Fettprobe entnommen. Die Entnahme erfolgt mittels eines etwa 10 cm langen Abstriches mit einem Spachtel von der Fettauflage über der Huft in der Nähe der Schwarte, also von der Aussenschicht des Rückenspeckes. Das Fett wird dann für alle Schweine eines Postens gemeinsam in einem Probenglas in einer Vorlage aus dem Lösungsmittelgemisch Dichlormethan/Methanol (2:1 vv) aufgenommen (Abb. 3).

Hinsichtlich eines potentiellen Einflusses der Probenahme ist davon auszugehen, dass innerhalb eines Schlachtpostens tendenziell mehr Fett von Tieren mit grosser Speckdicke in die Mischprobe gelangt. Da die Fettzahl negativ mit der Speckdicke korreliert, ergibt sich daraus eine mögliche Unterschätzung der Fettzahl, also eine Einschätzung zugunsten der Produzierenden. Gleiches gilt, wenn bei der Probenahme Fett von der inneren Speckschicht, die einen höheren Sättigungsgrad aufweist, in die Mischprobe gelangt. Andererseits muss streng darauf geachtet werden, dass die Proben in dem definierten anatomischen Bereich gezogen werden, da sich die Fettzahl im Verlauf des Rückenspeckes vom Schwanzansatz zum Nacken stark verändert, wobei in der Aussenschicht des Speckes die Fettzahlen im Bereich des Schwanzansatzes und der Huft am niedrigsten lagen (Schwörer *et al.* 1997).

Für die eigentliche Bestimmung wird das Fett mit Dichlormethan/Methanol in einen Rundkolben filtriert. An einem Rotationsverdampfer wird das Lösungsmittel entfernt und die Probe mit 20 ml Aceton nachgetrocknet. Von dem gewonnenen Fett werden 350 bis 360 mg in ein Probenbecher eingewogen und in 20 ml Dichlormethan/Methanol gelöst.

Für die folgende titrimetrische Bestimmung werden von allen Labors, die diese Analyse in der Schweiz durchführen, Titroprozessoren, Dosimaten, Probenwechsler, Platin- und Ag/AgCl-Elektroden sowie Steuergeräte der Firma Metrohm (Herisau) eingesetzt. Dabei werden zunächst 18 ml 0,1 molare methanolische Jodlösung (25,38 g/l), 8 ml Katalysator ($\text{Hg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ in Essigsäure; 25g/l) und 48 ml Wasser zugegeben und gerührt. Nach einer Wartezeit von drei Minuten beginnt die Titration mit 0,1 mol/l Natriumthiosulfat. Dazu werden 12 ml der Lösung vorgelegt (bei der Blindwertbestimmung 25 ml) und mit einer konstanten Rate von 2 ml/min titriert. Die Fettzahl ergibt sich dann aus: $(\text{Verbrauch an Natriumthiosulfat} - \text{Blindwert}) * 1,269 / \text{Einwaage}$.

Im Unterschied zu der verbreiteten Jodzahlbestimmung nach Wijs (z.B. IUPAC 1992) wird bei der Fettzahlbestimmung molekulares Jod verwendet, das in Gegenwart von Wasser und Quecksilberacetat unter Bildung von Jodwasserstoff atomares Jod an die Doppelbindungen der ungesättigten Fettsäuren anlagert (Abb. 4). Der Vorteil dieser Methode liegt in der Geschwindigkeit, denn es kann auf eine lange Reaktionsphase unter Lichtausschluss verzichtet werden, und darin, dass ein Reagenz weniger dosiert werden muss als bei der Methode nach Wijs. Demgegenüber können sich aber Nachteile aus potenziellen Seitenreaktionen ergeben, da sich mit dem Jodwasserstoff ein recht instabiles beziehungsweise reaktionsfreudiges Produkt ergibt.

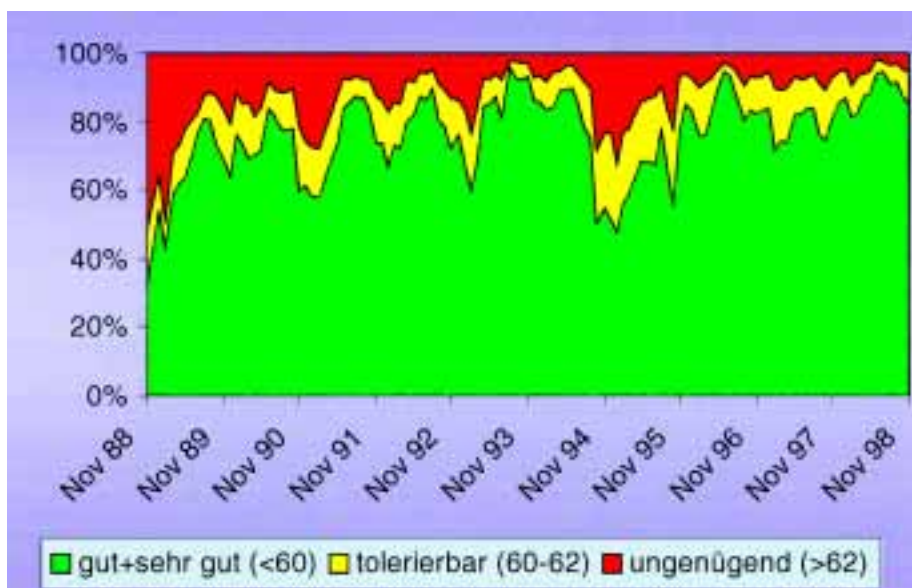


Abb. 2. Verteilung der am Schlachthof St. Gallen im Lauf der letzten zehn Jahre angelieferten Schlachtposten in verschiedene Fettzahlklassen.

Historie und Verdienst der Fettzahl

Im Herbst 1988 begann im Schlachthof St. Gallen die Erprobung der Qualitätserfassung mittels Fettzahl unter Praxisbedingungen (Häuser *et al.* 1989; Häuser und Prabucki 1990) und die bis heute durchgängige Dokumentation der dort an mittlerweile über 30'000 Schlachtposten gemessenen Fettzahlen (Rhyner 1998). Zu Beginn wurde die Fettzahl noch durch manuelle Titration ermittelt; bald aber wurde die Bestimmung unter Mitarbeit der Firma Metrohm AG (CH-9101 Herisau) einer automatisierten Titration angepasst.

In der Ausgangssituation im November 1988 wiesen nur etwa 50 % aller dem Schlachthof St. Gallen angelieferten Schlachtposten eine Fettqualität auf, die den Anforderungen der Abnehmer genügte (Abb. 2). Dadurch dass die Produzentinnen und Produzenten für die Bedeutung der Fettqualität sensibilisiert werden konnten und mit flankierender Fütterungsberatung war es möglich, die Fettqualität innerhalb eines Jahres schnell zu verbessern. Auch im weiteren Verlauf erwies sich die Fettzahl als effizientes Instrument der Qualitätssicherung. So konnte ein drastischer Einbruch der Fettqualität im Spätsommer 1994 anhand der Fettzahl schnell erkannt und im Folgenden auf den breiten Einsatz ungeeigneter Futterfette zurückgeführt werden.

Neben diesem nachhaltigen Qualitätseinbruch 1994 zeigten sich über die Jahre hinweg recht regelmässig wiederkehrende saisonale Verschlechterungen der Fettzahlen im Spätherbst/Winter. Dieses Phänomen kann bis heute nicht sicher erklärt werden. Es könnte aber sein, dass bei den abnehmenden Umgebungstemperaturen im Herbst in den Tieren selbst (durch endogene Regulation der $\Delta 9$ -Desaturase-Aktivität) der Gehalt an Ölsäure besonders in der äusseren Schicht des Rückenspeckes erhöht wird, um dort die Schmelztemperaturen des Fettes zu verringern (Lefaucheur *et al.* 1991). Nicht auszuschliessen ist aber auch, dass die für Schweinefutter zur Verfügung stehenden Komponenten saisonalen Schwankungen unterliegen. Somit ändert ebenfalls die Fettsäurezusammensetzung in den Mastrationen mit entsprechender Konsequenz für die Zusammensetzung des Fettgewebes.

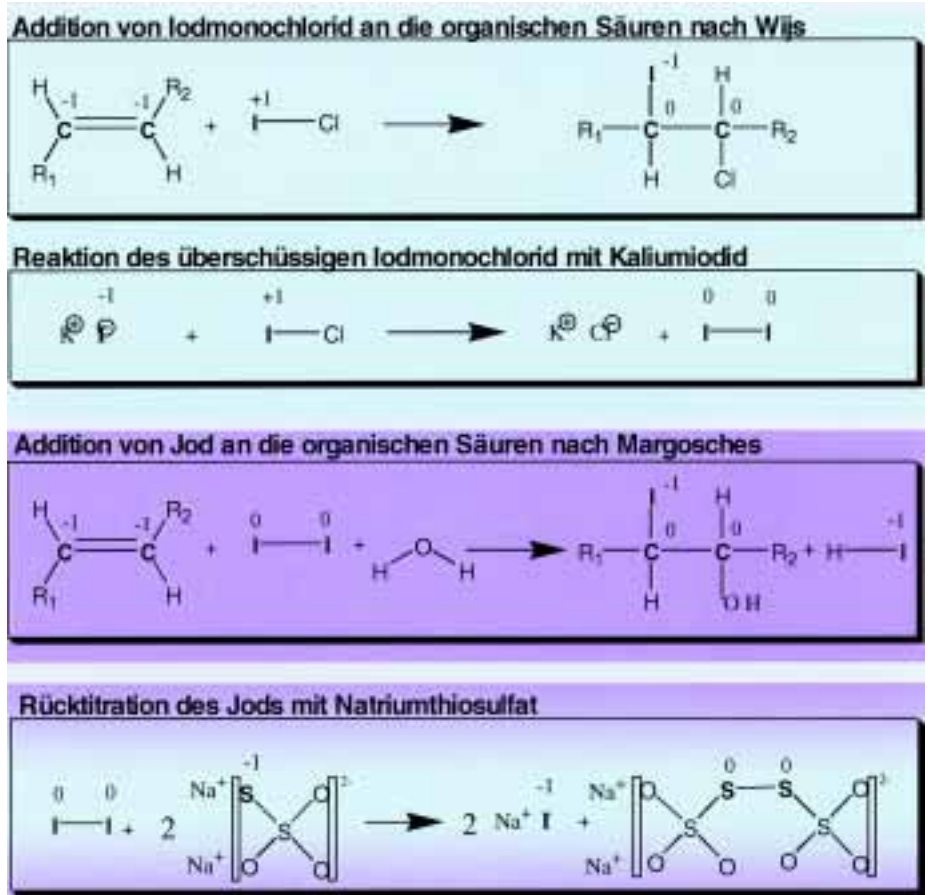
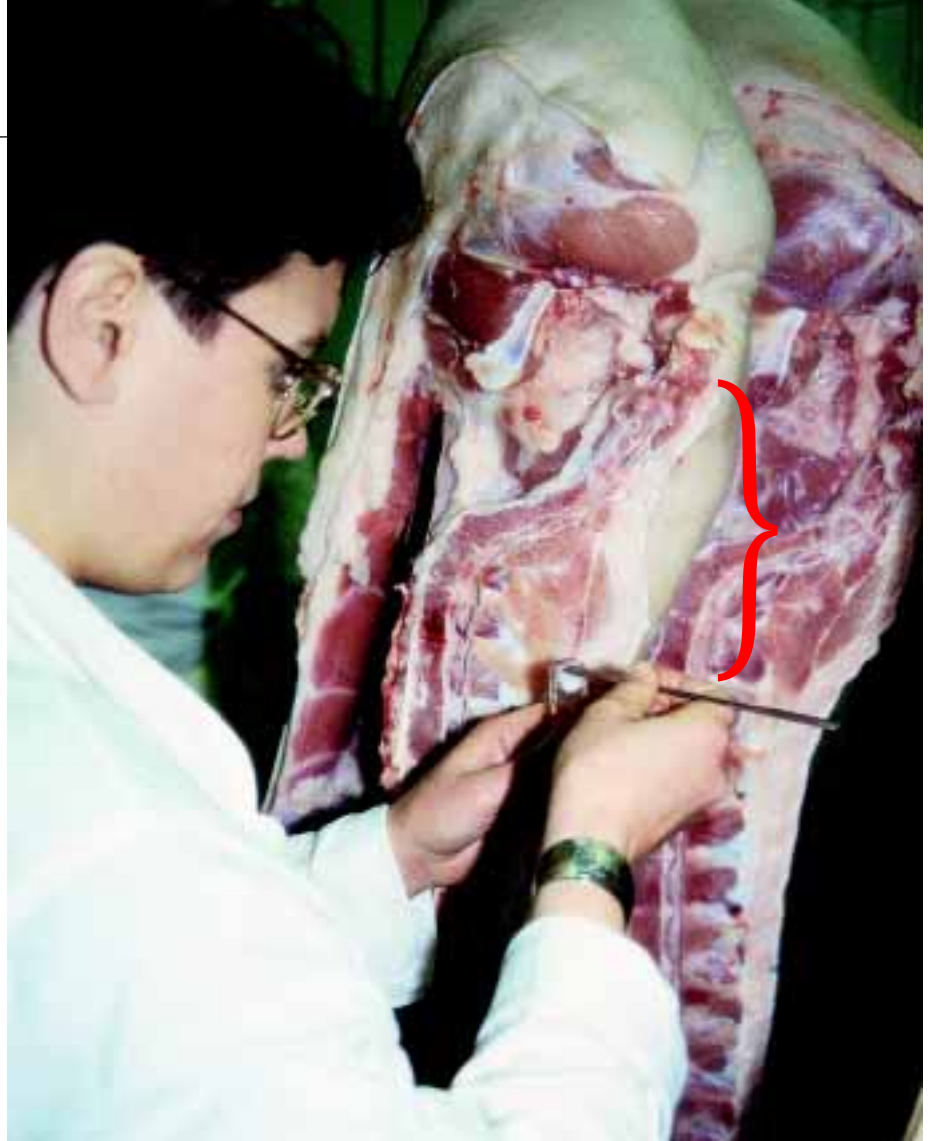
Abb. 3. ▶ Die vorgeschriebene Stelle zur Probenahme ist die äussere Schicht des Rückenspekkes über dem Hüftmuskel (*M. gluteus medius*).

Abb. 4. ▼ Reaktionsschemen, die der Jodzahl nach Wijs (oben, hellblau) und der Fettzahl (unten, violett) zugrunde liegen; die Titration des unverbrauchten Jods ist bei beiden Methoden gleich.

In den vergangenen drei Jahren ist auf jeden Fall eine Konsolidierung der Fettzahlen auf hohem Qualitätsniveau zu beobachten, was wohl den Schluss zulässt, dass die gestellten Bedingungen grundsätzlich noch erfüllbar sind.

Schwierigere Bedingungen - härtere Kritik

Dennoch wird es offenbar immer schwieriger, den Anforderungen an die Fettqualität gerecht zu werden, denn es besteht eine deutliche negative Beziehung zwischen Fettqualität und Fettmenge im Schlachtkörper. So geht ein hoher Fleischanteil mit einem geringeren Sättigungsgrad des Fettes im Rückenspeck einher (Schwörer *et al.* 1996) und es bestehen phänotypische und genetische Korrelationen zwischen dem Gehalt an Linolsäure im Rückenspeck und dem Anteil wertvoller Teilstücke (Schwörer *et al.* 1988). Die Zucht auf hohen Fleisch- und geringen Fettanteil am Schlachtkörper führt also - offenbar durch die Verringerung der *De-Novo*-Synthese von gesättigten und einfach ungesättigten Fettsäuren - zu einer relativen Erhöhung der nutritiv aufgenommen mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Fettgewebe. Seitens der Fütterung wird damit der Spielraum für den Anteil ungesättigter Fettsäuren im Mastfutter immer enger. Besonders unter Schweizer Verhältnissen, wo etwa 40 % des Krafftutteraufwandes in der Nutztierfütterung aus Nebenprodukten der Lebensmittelindustrie und Gastronomie stammen (Chaubert 1995), und unter Berücksichtigung des offenbar lange falsch eingeschätzten Gehaltes an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in Gerste (Wenk *et al.* 1997), wird es schwierig Schweinemastfutter so zusammenzustellen, dass sie den Anforderungen genügen (max. 0,8 g Polyensäuren pro MJ verdauliche Energie, Boltshauser *et al.* 1993; (s.a. Pfirter und Frey 1997). In dieser Situation ist die Fettzahl und der zurzeit



geltende Grenzwert von 62 (Prabucki 1991) unter massive Kritik geraten, wobei im gleichen Zug oftmals nicht nur das methodische Prinzip - die unspezifische Messung von Doppelbindungen ohne Berücksichtigung von Kettenlänge und Sättigungsgrad einzelner Fettsäuretypen - sondern gelegentlich auch die Validität der Messmethode grundsätzlich hinterfragt wird.

Zur Frage des Grenzwertes, ab dem Preisabzüge greifen sollen, werden zurzeit verschiedene Versuche durchgeführt. Erste Ergebnisse daraus wurden bereits vorgestellt (Gläser *et al.* 1998; Scheeder *et al.* 1998), die Untersuchungen sind aber noch nicht abgeschlossen und es sind noch weitere Erkenntnisse als Grundlage für Entscheidungen zu erarbeiten. An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass die Grenze für eine erwünschte Fettqualität von Prabucki bei einer Fettzahl von 60 gezogen und eine zusätzliche Sicherheitsmarge von zwei Fettzahl-Punkten zugunsten der Produzierenden eingeräumt wurde (Häuser 1998).

Möglichkeiten und Grenzen der Methode

Mit dem bei der Fettzahl angewandten methodischen Prinzip ist es nicht möglich, zu unterscheiden, ob die Doppelbindungen aus einfach oder mehrfach ungesättigten Fettsäuren stammen. Damit fallen die mehrfach ungesättigten Fettsäuren entsprechend ihrer Zahl an Doppelbindungen stärker ins Gewicht. Diese lineare Gewichtung entspricht dabei einerseits nicht dem Mass ihrer tatsächlich viel höheren relativen Oxidationsanfälligkeit (Belitz und Grosch 1992), andererseits ist die Konsistenz des Fettes stärker vom Anteil der gesättigten Fettsäuren (oder umgekehrt, einfach der Summe aller ungesättigten Fettsäuren) abhängig, als von der Summe der Doppelbindungen (Davenel *et al.* 1999). In der Fettzahl werden die mehrfach ungesättigten Fettsäuren folglich für die Konsistenz eher zu hoch, für die Oxidationsanfälligkeit zu niedrig eingeschätzt. Gleichzeitig spielt für die tatsächliche Oxidationsstabilität aber auch der Gehalt an pro- und antioxidativen Substanzen, der mit der Fettzahl natürlich nicht beschrieben werden kann, eine zentrale Rolle.

Im Hinblick auf die Oxidationsstabilität ist ebenfalls zu bemerken, dass hochgradig ungesättigte Fettsäuren, wie sie zum Beispiel aus Fischölen stammen können, schon in geringen Anteilen zu einer deut-

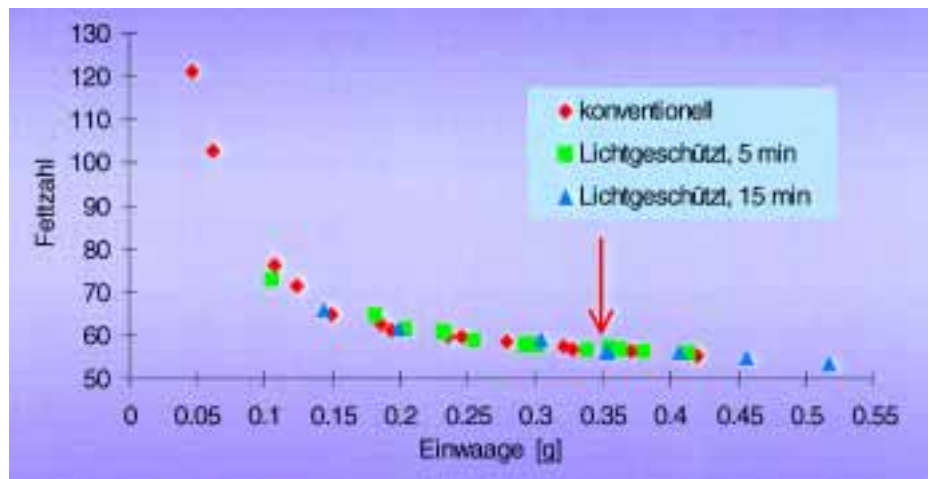


Abb. 5. Abhängigkeit der Fettzahl von der eingewogenen Menge an Fett (→: vorgeschriebene Einwaage); Lichteinfluss und Reaktionszeit spielen offenbar keine Rolle.

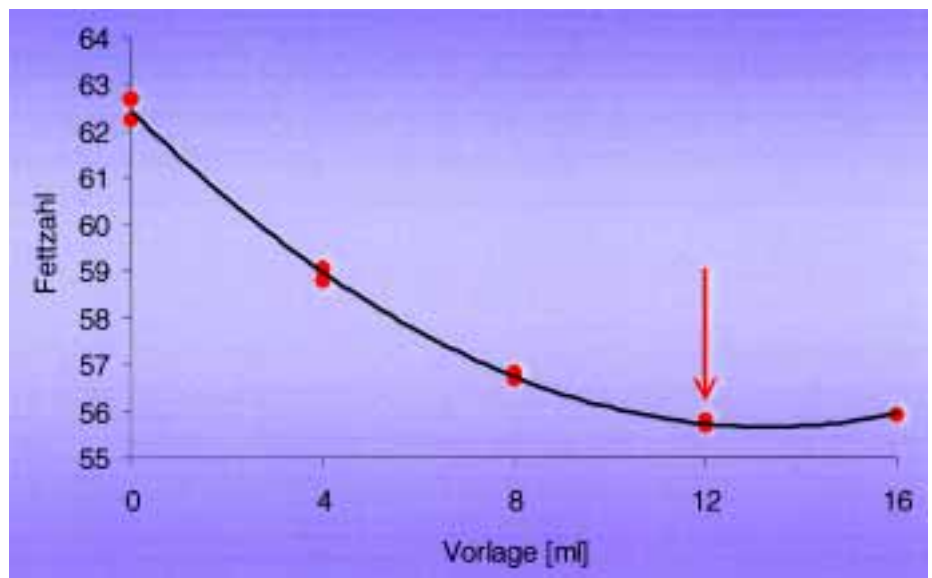


Abb. 6. Abhängigkeit der Fettzahl von der vor dem Start der konstanten Titrationsrate vorgelegten Menge an Thiosulfat-Lösung (→: vorgeschriebene Vorlage).

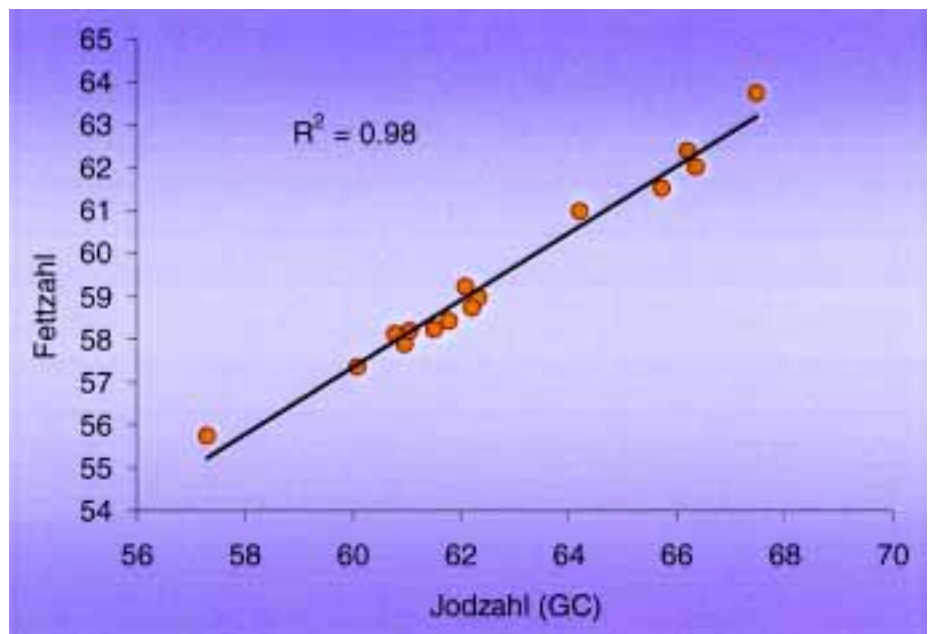


Abb. 7. Beziehung zwischen der Fettzahl und der aus gaschromatographischer Fettsäurebestimmung berechneten Jodzahl.

lichen erhöhten Fettzahl führen, was ihrer Bedenklichkeit im Produkt durchaus entspricht.

Hinsichtlich der einfach ungesättigten Fettsäuren ist darauf hinzuweisen, dass diese auch in der endogenen Fettsynthese gebildet werden und damit einer gewissen Regulation unterliegen. Starke Abweichungen nach oben sind in der Regel nur zu beobachten, wenn sie in sehr hohen Mengen in den Rationen vorkommen, wie dies bei dem experimentellen Einsatz von Olivenöl der Fall war. Abweichungen nach unten erfolgen, wenn im Rückenspeck eine Verdrängung durch mehrfach ungesättigte Fettsäuren erfolgt, wie etwa beim Einsatz von Pflanzenölen mit hohen Anteilen an Linol- und Linolensäure (Gläser *et al.* 1998). Wie in dem Versuch festgestellt wurde, resultierten in beiden Fällen hohe Fettzahlen, die, wie am Beispiel von Salami gezeigt werden konnte, eine weiche Konsistenz widerspiegelte. Die erwarteten negativen Auswirkungen auf die Qualität der Fleischprodukte durch die verminderte technologische Qualität des Fettes bestätigten sich dabei (Scheeder *et al.* 1998).

Insgesamt ist die Fettzahl daher als ein Index für die Fettqualität offenbar durchaus gut geeignet.

Robustheit und Vergleichbarkeit

Es erschien uns dennoch interessant und notwendig, die Robustheit der Methode zu untersuchen (siehe Kasten: Probenahme und Bestimmungsmethode). Dazu veränderten wir in verschiedenen Versuchsreihen gezielt einzelne methodische Parameter, um deren Einfluss auf die Fettzahl zu ermitteln. Als Probenmaterial wurde kommerziell erhältliches Schweineschmalz verwendet sowie selbst hergestellte Mischungen aus diesem Schmalz und verschiedenen Pflanzenölen oder Rindertalg, um den Sättigungsgrad der Proben zu variieren.

Es zeigte sich dabei, dass die Ergebnisse weder durch Licht beeinflusst wurden, - wie bei der Verwendung von molekularem Jod nicht auszuschließen war - noch durch veränderte Reaktionszeiten der Probe mit dem Jod (Abb. 5). Demgegenüber war eine nichtlineare Abhängigkeit

der Fettzahl von der Probeneinwaage und der vorgelegten Menge an Thiosulfat, indirekt also der Zeit bis zum Umschlag, (Abb. 6) zu beobachten. In beiden Fällen sind die methodischen Parameter aber so gewählt, dass geringe, zufallsbedingte Abweichungen von den Vorgaben vernachlässigbar sind.

Im Weiteren wurde untersucht, ob die Ergebnisse der Fettzahlbestimmung durch die Temperatur beeinflusst werden. Dazu wurden die potenziellen Einflüsse einer temperaturabhängigen Volumenänderung der methanolischen Jodlösung, einer erhöhten Lösungsmittelverdunstung oder der Reaktionstemperatur getrennt untersucht. Bei keinem dieser Parameter wurde die Fettzahlbestimmung nennenswert beeinflusst - auch nicht bei Veränderungen, die über den als relevant anzusehenden Bereich hinausgingen. Demnach sind die zeitweilig beobachteten saisonalen Schwankungen der Fettqualität offenbar nicht mit einem Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Analytik zu erklären. Für eine Beurteilung der Methode ist auch die Wiederholbarkeit der Bestimmungen und die Vergleichbarkeit zwischen Labora-

Abb. 8. Das «Fettzahlgerät» - rechts: Probenteller und Haltevorrichtung für Messsonden, Rührer und Bürettenspitzen; mitte: automatische Dosiereinrichtung und Titroprozessor; links: Drucker für Titrationskurven und Messwerte.



torien entscheidend. In einer Auswertung der Ergebnisse von Ringanalysen, die vierjährlich durchgeführt werden, ergaben sich sehr gute Wiederholbarkeiten (berechnet nach EBl 1987) von 0,989 bis 0,994 innerhalb der Laboratorien, die die Fettzahl routinemässig bestimmen. Die Vergleichbarkeit zwischen den Laboratorien (wenn die Messungen an einer Probe in verschiedenen Laboratorien als wiederholte Messung betrachtet wird) ist mit 0,965 ebenfalls als sehr gut zu bewerten.

Darüber hinaus ergaben sich sehr enge Beziehungen zu der Jodzahl, die aus der gaschromatographischen Bestimmung der Fettsäuren abgeleitet wurde (Abb. 7). Im Niveau liegt die berechnete Jodzahl aber, ebenso wie die nach der klassischen Methode von Wijs bestimmte Jodzahl, numerisch deutlich über der Fettzahl.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die Analysenmethode der Fettzahl zuverlässige und zwischen Laboratorien reproduzierbare Bestimmungen zulässt.

Alternativen

Konkrete Kritik an der Bestimmungsmethode kann aber auch von Seiten der Anwenderinnen und Anwender kommen: Der Einsatz eines chlorierten Kohlenwasserstoffes als Lösungsmittel sowie die Verwendung von Quecksilberacetat als Katalysator macht die Fettzahlbestimmung für die Analysierenden ebenso wie für die Umwelt zu einer nicht ungefährlichen Methode, die auch vergleichsweise hohe Entsorgungskosten verursacht. Nicht zuletzt aus diesem Grund lohnt sich ein Blick auf mögliche Alternativen.

Die sogenannte RIC-Box (Rapid Interestification Control) ist ein weiteres Instrument, das für die Bewertung der Qualität von Schweinefett eingesetzt wird (Hartfiel 1996). Mit diesem ebenfalls sehr schnellen Verfahren erhält man einen Wert für das Kristallisationsverhalten von Fetten, indem die Zeit von Beginn des definierten Abkühlens einer geschmolzenen Probe bis zum Einsetzen der Trübung gemessen wird. Somit wird ein Konsistenzmerkmal direkt gemessen; allerdings lässt das RIC-Verfahren keine zuverlässigen Schlüsse auf den Sättigungsgrad der Fette und den Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren zu (Hartfiel 1996).

Nah-Infrarot-Reflexions- beziehungsweise Transmissions-Messungen (NIR/NIT) können bei entsprechender Eichung der Geräte ebenfalls in sehr kurzer Zeit zuverlässige Schätzwerte für die chemische Zu-

sammensetzung von Fetten liefern (Bodis *et al.* 1997). Eine Schwierigkeit bei diesem Verfahren dürfte in der geeigneten Aufbereitung der Proben liegen. Nach Angaben von Schwörer (1999) zeigen sich aber in einer laufenden Untersuchung nicht nur eine gute Übereinstimmung zwischen NIR und gaschromatographischen Messungen der Fettzahl sondern auch vielversprechende Ansätze und Möglichkeiten für die Umsetzung in der Praxis. Nach unserem Kenntnisstand ist dennoch bislang kein NIR/NIT-Verfahren im Einsatz, das eine Erfassung der Fettqualität unter Praxisbedingungen erlauben würde. Nach jüngsten Mitteilungen der Firma SFK Technology A/S (DK-2730 Herlev, Denmark) wurde aber inzwischen mit dem FQM (Fat Quality Meter) ein NIR-Gerät entwickelt, das eine echte on-line Erfassung der Fettqualität ermöglichen soll und kurz vor der Markteinführung steht. Das Gerät misst nach Angaben der Firma die Nah-Infrarot-Reflexion in zwölf Wellenlängen von einer Speckfläche, die zuvor freigelegt werden muss. Es wäre daher auch interessant zu prüfen, ob NIR/NIT-Messungen in Kombination mit Sondengeräten, die zur Ermittlung des Fleischanteils weit verbreitet eingesetzt werden, möglich wären. Denkbar wäre, das anstelle der üblichen Strahlungsquelle Licht im Nah-Infrarot-Bereich eingesetzt wird und über die Reflexionsspektren der intramuskuläre Fettgehalt und die Zusammensetzung des Fettgewebes geschätzt werden könnten.

Für künftige Weiterentwicklungen erscheint uns eine einfache gaschromatographische Methode am vielversprechendsten. Mit heute verfügbaren, sehr zuverlässigen und anwenderfreundlichen Gaschromatographen sowie durch eine einfache und schnelle Probenaufbereitung durch direkte Umesterung sollte es möglich sein, eine deutlich spezifischere Methode der Fettqualitätsbestimmung mit einer, der Fettzahl vergleichbaren, Schlagkraft zu entwickeln.

Bislang bleibt die Fettzahl aber die einzige Methode, die sich über einzelbetriebliche Qualitätssicherungsmaßnahmen hinaus als Qualitätskriterium für Schweinefett etabliert hat.

Fazit und Ausblick

Die Fettzahl ist ein methodisch definiertes Qualitätskriterium. Dementsprechend ist es notwendig, die vorgegebenen Parameter strikt einzuhalten, was die Befolgung der klar definierten Probenahme ein-

schliesst, denn es besteht, offenbar in Abhängigkeit von der anatomischen Entnahmestelle, eine grosse Variation innerhalb Tier. Werden die methodischen Parameter eingehalten, ist die Bestimmungsmethode als zuverlässig und zwischen Laboratorien vergleichbar anzusehen.

Um den ökonomisch relevanten Grenzwert für eine akzeptable Fettqualität einschätzen zu können, werden in laufenden Versuchen weitere Hinweise erarbeitet. Es wird aber in einem marktwirtschaftlich orientierten System letztlich Sache der Abstimmung zwischen den Handelspartnern bleiben, wo diese Grenze zu ziehen ist. Dabei sollte auch überlegt werden, inwieweit die heutige Schweineproduktion bei den Forderungen nach einer guten Fettbeschaffenheit bei gleichzeitig hohen Fleischanteilen an die Grenzen der Machbarkeit stösst und neue Wege zur Überwindung dieses Zielkonfliktes zu suchen sind.

LITERATUR

- Belitz H.-D. und Grosch W., 1992. Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Springer Verlag Berlin. ISBN 3-540-55449.
- Bodis K., Peschke W., Eichinger H.M., Schuster M., Littmann E. und Wittmann W., 1997. Erfahrungen mit der Erfassung der Fettqualität beim Schwein unter LPA-Bedingungen. Vortragstagung der DGfZ/GfT, A16.
- Boltshauser M., Jost M., Kessler J. und Stoll P., 1993. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Schweine. Verlag Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, CH-3052 Zollikofen.
- Chaubert C., 1995. Die Nebenprodukte der Lebensmittelherstellung. *Agrarforschung* 2 (2) 49-52.
- Davenel A., Riaublanc A., Marchal P., und Gander G., 1999. Quality of pig adipose tissue: relationship between solid fat content and lipid composition. *Meat Science* 51, 73-79
- EBl A., 1987. Statistische Methoden in der Tierproduktion. Österreichischer Agrarverlag, Wien. ISBN: 3-7040-0859-1
- Gläser K., Scheeder M.R.L. und Wenk C., 1998. Einfluss von C 18 - Monoen- und Polyenfettsäuren im Futter auf die Fettbeschaffenheit bei Mastschweinen. 5. Tagung Schweine- und Geflügelernährung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Hartfiel W., 1996. Ursachen und Bestimmung einer schlechten Fettkonsistenz bei Schweinen und Geflügel sowie Durchführung des RIC-Schnellverfahrens. *Fleischwirtschaft* 76 (11) 1131-1138.
- Häuser A., 1998. Persönliche Mitteilung.
- Häuser A., Seewer G. und Gajcy R., 1989. Ungesättigte Fettsäuren im Fett: Gaschromatographische

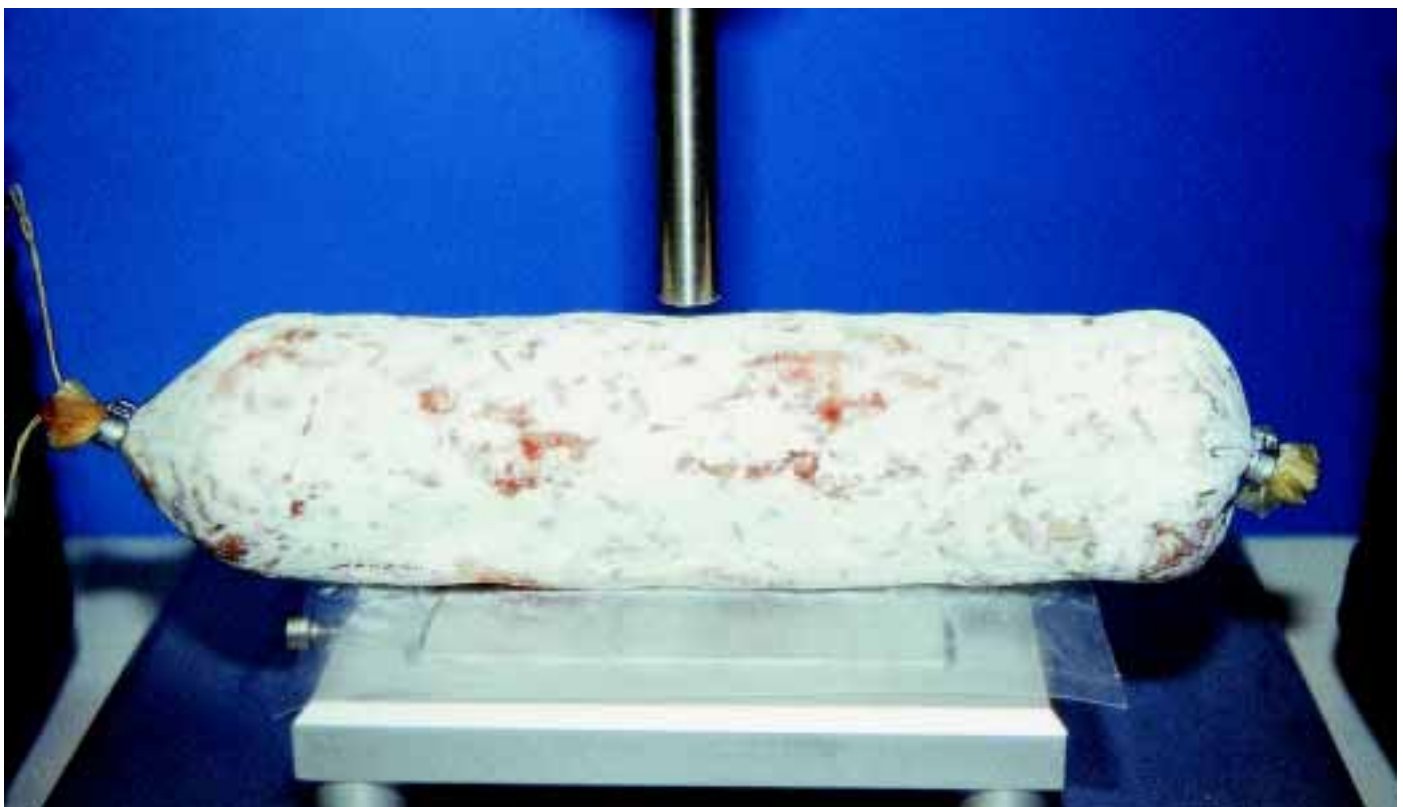
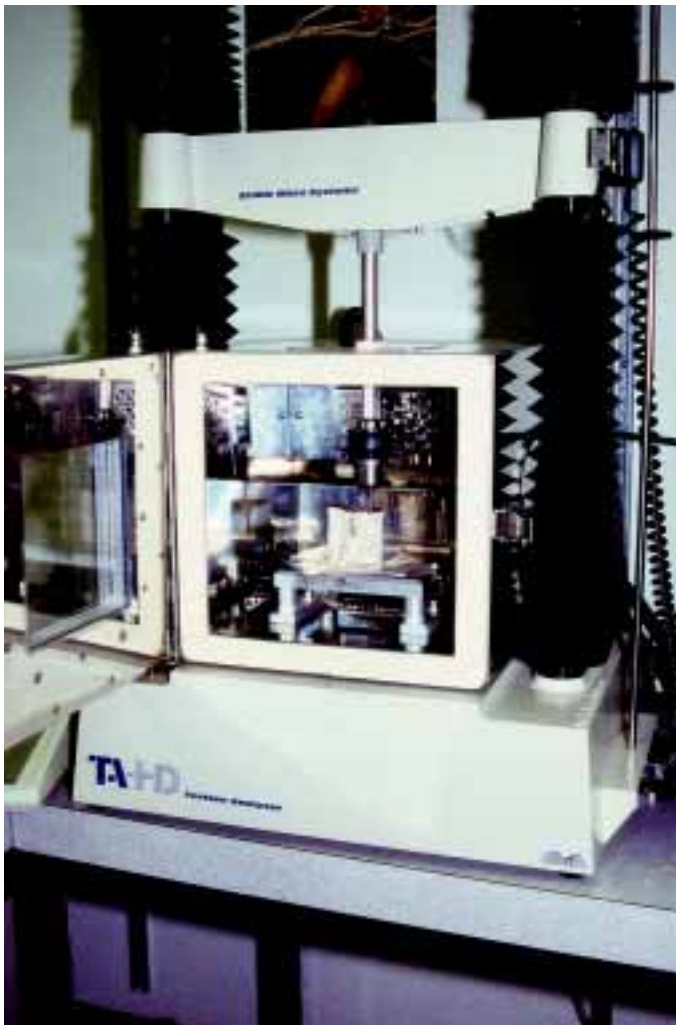


Abb. 9. Texturmessungen an Salami. Oben links: Materialprüfmaschine mit Klimaschrank; am beweglichen Querhaupt sitzt die Messeinrichtung zur Erfassung der Kräfte. Oben rechts: penetrometrische Kraftmessung am Anschnitt von Salami. Unten: Laterale Festigkeitsmessung mit einem Druckstempel.

Ermittlung gegenüber Halogenanlagerung. In: Verwertung von Nebenprodukten der Lebensmittelherstellung als Futtermittel. Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich, Heft 1, 77-79.

■ Häuser A. und Prabucki A.L., 1990. Ergebnisse eines «screenings» betreffend der Fettqualität bei Mastschweinen in schweizerischen Schlachthöfen. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **64**, 36.

■ IUPAC, 1992: 2.205 Determination of the iodine value. In: Standard Methods for the Analysis of oils, fats and derivatives. ISBN 0-632-03337-1.

■ Lefaucheur L., Le Dividiche J., Mourot J., Moinin G., Ecolan P. und Krauss D., 1991. Influence of environmental temperature on growth, muscle and adipose tissue metabolism, and meat quality. *J. Anim. Sci.* **69**, 2844-2854.

■ Margosches B.M., Hinner W. und Friedmann L., 1924. Über eine Schnellmethode zur Bestimmung der Jodzähl fette Öle mit Jod und Alkohol. *Zeitschrift für angewandte Chemie* **37**, 334-336.

■ Pfirter H. P. und Frey M., 1997. Marktkonforme Schlachtkörper: Möglichkeiten und Grenzen der Fütterung. In: (M)ar(k)tgerechte Tierernährung, Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich, Heft 17, 67-74.

■ Prabucki A.L., 1991. Qualitätsanforderungen an Schweinefleisch. In: Schweinefleischqualität - Qualitätsschweinefleisch, Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich, Heft 5, 5-10.

■ Rhyner G., 1998. Persönliche Mitteilungen.

■ SBA, Schlachtbetrieb Basel AG, 1995. QMS-Dokumentation Fettlabor.

■ Scheeder M.R.L., Gläser K., Schwörer D. und Wenk C., 1998. Oxidative stability and texture properties of fermented sausages produced from pork differing in fatty acid composition. Proc. 44th International Congress of Meat Science and Technology, Vol. II, 866-867.

■ Schwörer D., 1999. Persönliche Mitteilung.

■ Schwörer D., Morel P., Prabucki A. und Rebsamen A., 1988. Genetic parameters of fatty acids of pork fat. Proc. 34th International Congress of Meat Science and Technology, Part B, 598-600.

■ Schwörer D., Lorenz D. und Rebsamen A., 1996. Wie wird die Fettqualität im Rückenspeck beeinflusst? *Die Grüne* **1/96**, 23-26.

■ Schwörer D., Lorenz D. und Rebsamen A., 1997. Fettgewebequalität des Rückenspecks. *Suisseporcs-Information* **7**, 4-5.

■ Wenk C., Bee G., Messikommer R., Gebert S. und Saurer W., 1997. Variation des Fettgehaltes und der Fettzusammensetzung bei Sommer- und Winterweizen sowie -gerste unterschiedlicher Herkünfte aus Standortversuchen in der Schweiz. In: Fett in Nahrung und Ernährung. ISBN 3-8047-1510-9, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 74-77.



Abb. 10. Eine andere Vorstellung von Fettqualität: Das Fett der hochgeschätzten iberischen Schinken ist oftmals reich an Ölsäure, die zu einer weichen Konsistenz beiträgt. Zum Schutz vor dem herabtropfenden Öl sind kleine Auffangbehälter in die Schinken gesteckt.

RÉSUMÉ

Considérations critiques sur la détermination de l'indice de graisse

L'indice de graisse est la mesure du nombre de doubles liaisons dans la couche supérieure de la graisse dorsale de porc. La méthode analytique se réfère à l'indice d'iode selon Margosches et al. (1924), modifiée pour la titration automatique. La méthode a été développée par Prabucki (1991) qui instaura aussi la valeur limite de 62. Des indices de graisse plus élevés indiquent un nombre trop important d'acides gras insaturés ayant pour conséquence de diminuer la consistance et la stabilité à l'oxydation de la graisse dorsale. L'indice de graisse chez le porc a été mesuré pour la première fois en Suisse dans un abattoir il y a dix ans. Aujourd'hui, l'indice de graisse est mesuré en routine pour chaque lot dans la plupart des abattoirs en Suisse et est intégré dans le système de paiement des carcasses de porcs. L'enregistrement régulier de l'indice de graisse à l'abattoir de St-Gall a montré qu'il est un bon instrument de contrôle de qualité puisque la proportion de lots avec des indices de graisse trop élevés a passé de 50% au début à clairement moins de 10% en 1998. La fiabilité de la mesure de l'indice de graisse a été démontrée par des comparaisons régulières entre laboratoires et des recherches systématiques des influences sur les paramètres analytiques. Il est cependant essentiel que la prise de l'échantillon de graisse dorsale et la mesure de l'indice de graisse suivent strictement le protocole détaillé.

SUMMARY

A critical view on the fat-score

The fat score (translated from the German term 'Fettzahl') is a measure of the amount of double

bonds in the outer layer of pig back fat. The analytical method refers to the iodine value according to Margosches et al. (1924) and was modified to suit an automated titration. It was developed by Prabucki (1991), who also defined the threshold value of 62. Higher fat scores indicate an undesirable high amount of unsaturated fatty acids, which decrease firmness and oxidative stability of the back fat. Ten years ago, the first slaughter plant in Switzerland started to measure the fat score in pigs. Today, the fat score is routinely recorded for every delivered batch at the main slaughter plants throughout Switzerland and plays part of the payment system for pork carcasses. Continuous records of the slaughter plant at St. Gallen showed that the fat score has been a well working quality control instrument as the proportion of batches with unacceptable fat scores declined from approximately 50% in the beginning to clearly less than 10% in 1998. Regular comparisons among institutions and systematic investigations into the influences of analytical parameters proved the reliability of the fat score measurement. However, it was found to be essential that back fat sampling and fat score measurement strictly follow the defined protocol, which is described in detail.

KEY WORDS: fat-score, pig fat, unsaturated fatty acids

DANK

Wir danken Frau G. Rhyner für die Organisation der Ringversuche und die zur Verfügung gestellten Daten. Unser Dank gilt Ihr und Frau J. Horvath auch für die bereitwillige Hilfe bei der Einführung der Fettzahl-Bestimmung in unserem Labor.