

Aus dem Institut für Nahrungsmittelkunde der
Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. L. Kotter

Zum K-Gehalt in Fleischproben vom Rind und Schwein

von W. Kreuzer, Ch. Ring und K. Schröder

Das zu ca. 0,012 % im Kalium enthaltene radioaktive Isotop ^{40}K muß bei der exakten Bestimmung vor allem niedriger ^{137}Cs -Kontaminationen in so K-reichem Material wie Fleisch unbedingt berücksichtigt werden, da es eine höhere ^{137}Cs -Aktivität vor-täuscht als tatsächlich vorhanden ist. Dies erfordert die quantitative Analyse des Kaliums. Die sehr unterschiedliche gewebliche und chemische Zusammensetzung sowie Kontamination des Probenmaterials machen außerdem die Bestimmung des Wasser-, Eiweiß- und Fettgehaltes im Fleisch notwendig, um eine bessere Interpretation der Meßergebnisse zu ermöglichen.

Ein Teil im Rahmen derartiger Untersuchungen von Fleischproben des Rindes (Schulterblattmuskulatur, Oberschale) und Schweines (Schlegel) angefallenen Ergebnisse wurde auf Unterschiede im Kaliumgehalt sowie dessen Beziehung zum Wasser-, Fett- und Eiweißgehalt untersucht. Nicht zuletzt war damit beabsichtigt zu eruieren, ob Kalium als Kriterium für die Zusammensetzung von Fleischgemengen (z.B. Brät) geeignet ist.

Sehr unterschiedliche K-Angaben für Muskelproben in der Literatur und nur selten vergleichbare Bezugsgrößen gaben außerdem Veranlassung, sämtliche Analysenergebnisse auf ihre Verwendungsmöglichkeit als Bezugsgröße für den K-Gehalt zu prüfen. Nach den Literaturangaben schwankt der K-Gehalt des Fleisches in Abhängigkeit von dessen geweblicher Zusammensetzung beim Rind im allgemeinen zwischen 250 - 400 mg/100 g, beim Schwein zwischen 200 und 400 mg/100 g Frischgewicht. Nur bei extrem fettem und/oder bindegewebsreichem Fleisch wird von niedrigeren, bei besonders fett- und bindegewebsarmen Fleisch von höheren K-Werten berichtet.

Die einzelnen K-Angaben für Rind und Schwein wurden in Tabelle 1 nach Normal- und Extremwerten getrennt zusammengestellt und - soweit vorhanden - durch Angabe des Wassers-, Fett- und Eiweißgehaltes ergänzt.

Wiederholt wurden auch einzelne oder mehrere Fleisch- und Muskelstücke des Tierkörpers auf ihren Kalium- bzw. H_2O -, Fett- und Eiweißgehalt untersucht. Im Hinblick auf das eigene Untersuchungsmaterial interessierten hier nur Angaben über den K-, H_2O -, Fett- und Eiweißgehalt in Oberschale und Schulterblattmuskulatur des Rindes sowie im Schlegel des Schweines. Tabelle 2 zeigt eine Zusammenstellung der Literaturangaben von K-, H_2O -, Fett- und Eiweißwerten aus Rinderoberschale und Schweineschlegel.

In Abhängigkeit von Untersuchungszweck und Interpretation wird Kalium (mg, g, milliäquivalent, % oder bei radiometrischen Untersuchungen in cpm) in der Literatur außer auf Frischfleisch auch auf eine Reihe anderer Analysenwerte bezogen. So wird der Kalium-Gehalt in Nährwertstabellen und ähnlichen Zusammenstellungen häufig nur mit dem eßbaren Anteil des Lebensmittels in Beziehung gesetzt (6, 8, 11, 18). Andere Autoren verwendeten vor allem bei ernährungsphysiologischen Untersuchungen grobge-webliche Bestandteile des Fleisches (fettfreies Fleisch, Fett) oder einzelne Fraktionen dieser Bestandteile (Eiweiß, Stickstoff, Trockenmasse, fettfreie Trockenmasse, Wasser u.a.) als Bezugseinheiten für den Kaliumgehalt (12, 13, 16).

Auf Grund derartiger Gegenüberstellungen wurden z. T. Korrelationen des Kaliumgehaltes mit einzelnen Gewebsfraktionen und chemischen Bestandteilen des Fleisches errechnet (Tabelle 3).

Tabelle 3:

Literaturangaben über Korrelationskoeffizienten zwischen Kalium und anderen Bestandteilen des Fleisches

Autor	Tierart	Anzahl	Muskelprobe	K/fettfreies Fleisch	K/Protein	K/Fett	K/H ₂ O	K/Fleisch
(19)	Rind	4	8 verschiedene Muskeln		0,937 ±0,033			
(10)	Schwein	20	Mischprobe		0,962	-0,975	0,977	
(13)	Rind	16	Round	0,983				0,982
(12)*	Schwein	34	Schlegel	0,96		-0,86		
(11)**	Schwein	34	Schlegel		0,99	-0,99	-0,99	

* K-γ-Aktivität des Fleisches

** β-Aktivität der Fleischasche

Der Kaliumgehalt in Fleischproben schwankt demnach in erster Linie in Abhängigkeit von der geweblichen und chemischen Zusammensetzung. Bindegewebe und in noch stärkerem Maße Fett sind ausgesprochen kaliumarm. Beide Gewebsarten "verdünnen" gewissermaßen den K-Gehalt einer Fleischprobe. Der Bezug des K-Gehalts auf den fettfreien Muskelanteil bzw. fettfreie Trockenmasse eliminiert deshalb K-Schwankungen, die auf unterschiedliche Fett- bzw. Wassergehalte zurückzuführen sind. Eine gewisse Bedeutung für die Höhe des K-Gehaltes scheint auch dem Protein- und Wassergehalt zuzukommen. Hoher Gehalt an Muskeleiweiß bewirkt anscheinend hohe K-Werte.

Die Frage, ob und inwieweit Alter, Geschlecht, Rasse sowie körperliche Belastungen des Tieres vor der Schlachtung die K-Konzentrationen

des Rinder- und Schweinemuskels (insgesamt bzw. einzelne seiner geweblichen und chemischen Hauptbestandteile) beeinflussen, bedarf noch weiterer Klärung.

Eine deutliche Abhängigkeit der K-Konzentration vom Alter des Tieres konnte bis jetzt, zumindest in Fleischproben von Rindern der gleichen Rasse, aber unterschiedlichen Alters (1 Woche - 6 Jahre) und Geschlechts nicht festgestellt werden (13). Beim Schwein wurde zwar im Laufe des postnatalen Wachstums eine geringfügige Zunahme des intrazellulären Kaliums beobachtet; doch scheint diese bei Bezug auf Volumeneinheit Muskel durch die gleichzeitige Vermehrung der kaliumärmeren extrazellulären Gewebsbestandteile (Bindegewebe) (6) und die Umfangsvergrößerung der Muskelzelle bei gleichzeitigem Einbau kaliumarmer Zellbestandteile (6) wieder ausgeglichen zu werden.

Studien an 120 vergleichbar gehaltenen und gefütterten weiblichen und kastrierten männlichen Schlachtschweinen drei verschiedener Rassen (DvL, Holl. v. L., belg. Piétrain) ergaben bei Bezug des Muskelkaliums auf "fettfreie Trockenmasse" im Kaliumgehalt keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Rasse, Geschlecht und Art der untersuchten Muskelprobe (15, 16); ähnliches gilt auch für die Relation Kalium / Stickstoff (15, 16). Unterschiedliche körperliche Belastung vor der Schlachtung scheint den K-Gehalt der Schinkenmuskulatur ebenfalls nicht zu beeinflussen (4).

Eigene Untersuchungen

A. Untersuchungsmaterial

Untersucht wurden beim Rind insgesamt 53 Fleischproben aus der Oberschale (M. semimembranaceus, Mm. adductores, M. gracilis, M. pectineus) und 88 aus der Schulterblattmuskulatur (M. infraspinam, M. triceps brachii, teres major), beim Schwein 63 Proben aus der Oberschale des Rindes vergleichbaren Muskeln des Schlegels. Die 53 Fleischproben aus der Oberschale stammten von 33 einheitlich gehaltenen und gefütterten einjährigen Jung-

bullen eines Mastversuchs (Gruppe I) sowie von 20 z. T. in ihrem Gesundheitszustand erheblich beeinträchtigten weiblichen und männlichen Rindern unterschiedlicher Altersgruppen und Rasse (Gruppe II). Die 88 Proben aus der Schulterblattmuskulatur des Rindes wurden gesunden Kühen, Bullen und Ochsen unterschiedlicher Altersgruppe, Rasse, Haltung und Fütterung entnommen (Gruppe III). Bei den Kühen handelte es sich um vorwiegend ältere Tiere (Wurstkühe). Auf eine genaue Differenzierung des Tiermaterials wurde in dieser Gruppe bewußt verzichtet, um die mögliche Schwankungsbreite des K-Gehaltes innerhalb eines gesamten Tierkollektivs unabhängig von Alter, Geschlecht und Rasse ganz zu erfassen. Die Fleischproben aus der Muskulatur/des Schweineschlegels wurden 63 weiblichen und kastrierten männlichen Schlachtschweinen (ca. 110 kg) der Rassen DvL und Piétrain entnommen (Gruppe IV). Alle Tiere waren ungefähr gleich alt, einheitlich gehalten und gefüttert worden.

Die Gruppen I und IV wurden vor allem deshalb mit in die Untersuchungen einbezogen um an adaequaten Muskelpartien evtl. tierartige Unterschiede des K-Gehalts festzustellen und Gruppe II, weil sie ausgesprochene Extremwerte nicht nur im K-Gehalt erwarten läßt.

B. Methodik

Bei allen Fleischproben wurden grobe Sehnen und anhaftendes Binde- und Fettgewebe entfernt und dann der Gehalt an K, H₂O, Fett, Stickstoff bzw. Eiweiß ermittelt.

Die Bestimmung des K-Gehaltes erfolgte flammenphotometrisch. Dafür stand ein modifizierter PMQ II der Fa. Zeiss mit Flammzusatz (direkter Brenner) zur Verfügung. 15 mg Fleischasche aus der Trockeuveraschung von 300 g Probenmaterial wurden im 20 ml Meßkolben mit 1 ml n HCl versetzt, mit Aqua dest. auf 20 ml aufgefüllt und filtriert. Filtrat, Eich- und Bezugslösung sowie Aqua dest. wurden in der Preßluft-Wasserstofflamme fünf bis sechs mal in der Reihenfolge Aqua dest., salzsaure Eichlösung,

Aqua dest., Analysenlösung, Aqua dest., Bezugslösung, Aqua dest. zerstäubt und die Emission bei einer Spaltbreite von 0,6 mm bei der 769 m μ -K-Linie gemessen. Der Vergleich der Analysenlösung mit einer Bezugslösung, die in ihrer Zusammensetzung den Mineralstoffgehalt des Muskelgewebes nachahmt, war erforderlich um Störeinflüsse anderer Lösungspartner im Filtrat der Fleischasche auf die K-Emission auch in der Größenordnung richtig berücksichtigen zu können. 1 ml der Bezugslösung entspricht dem Mineralstoffgehalt von 15 mg Fleischasche und war wie folgt zusammengesetzt:

5,138	mg	P ₂ O ₄	} als KH ₂ PO ₄
2,830	mg	K	
3,000	mg	K	als KCl
1,111	mg	Na	als NaCl
0,166	mg	Ca	als CaCl ₂ · 6 H ₂ O
2,870	mg	Fe	als FeCl ₃ · 6 H ₂ O

Die Verwendung einer reinen KCl-Lösung als Bezug scheint bei der Ermittlung des K-Gehalts in so phosphorreicherem Material wie Fleisch besonders problematisch. Die Anwesenheit größerer Mengen Phosphor drückt die Extinktion des Kaliums.

Bestimmung von Wasser-, Fett- u. Stickstoffgehalt der Fleischproben erfolgte nach den allgemein üblichen Analysenverfahren (Wasser: Trocknen bei 103°C im Trockenofen bis zur Gewichtskonstanz; Fett: Nach Soxhlet-Henckel (7-stündige Extraktion) Stickstoff: Nach Kjeldahl). Der Eiweißgehalt der Muskelprobe wurde durch Multiplikation des Stickstoffwertes mit dem Faktor 6,25 errechnet.

Zur Ermittlung des Aschegehaltes wurden nicht wie allgemein üblich 10 g Probenmaterial eingewogen, sondern 250 - 300 g und diese in Quarzschalen nach sorgfältiger Vortrocknung bei 450°C im Muffelofen verascht. 250 - 300 g Probenmaterial waren deshalb gewählt worden, weil uns die Repräsentanz einer Muskelprobe bei Einwaage von nur 10 g, selbst nach sorgfältig-

ter Homogenisierung nicht ausreichend gesichert erscheint. Die Verwendung von Quarzschalen schaltet Absorptionsverluste des Kaliums bei der Veraschung weitgehend aus. Da in den Aschen außer K auch ^{137}Cs bestimmt werden sollte, durfte eine Veraschungstemperatur von 450°C nicht überschritten werden; höhere Temperaturen können im allgemeinen zu erheblichen Verflüchtigungsverlusten des ^{137}Cs führen.

Die Reproduzierbarkeit der Analysenwerte betrug bei der Bestimmung von:

Kalium: $\leq 1\%$

Wasser: $\leq 0,5\%$

ätherextrahierbares Fett: $\leq 0,5\%$

Stickstoff: $\leq 0,1\%$

Asche: $\leq 0,3\%$

Ergebnisse:

Die Ergebnisse der chemischen Analysen der Gruppen I - IV sind in Tabelle 4 zusammengefaßt, in Tabelle 5 die errechneten Werte für fettfreies Fleisch, fettfreie Trockenmasse und Trockenmasse. Tabelle 6 gibt die auf 100 Teile fettfreies Fleisch, 100 Teile fettfreie Trockenmasse, sowie Stickstoff bezogenen Kaliumwerte und den Koeffizienten Wasser/Stickstoff wieder.

Besprechung der Ergebnisse:

Tabelle 4 zeigt, daß der K-Gehalt in den untersuchten Rindfleischproben zwischen 247 und 480 mg/100 g Frischgewicht schwankt, im Schweineschlegel zwischen 211 mg und 434 mg/100 g. Den größten Schwankungsbereich wies Gruppe III auf. Die Fleischproben in Gruppe II waren im Durchschnitt am reichsten an Kalium, in Gruppe II beachtlich ärmer als die Proben der übrigen Gruppen; zugleich deuten die relativ hohen Variationskoeffizienten (CV) in den Gruppen I und II auf besonders va-

riable Kaliumwerte des Probenmaterials hin. Die Schwankungen im K-Gehalt der Gruppe I erklären sich wahrscheinlich aus der Tatsache, daß in dieser Gruppe mit Methylthiourazil (MTU) behandelte Tiere und entsprechende Kontrolltiere zusammengefaßt wurden; die MTU-behandelten Tiere wiesen i.d.R. höheren Wasser- und niedrigeren Proteingehalt auf (20). Der sehr hohe CV in Gruppe II dürfte auf das gestörte Allgemeinbefinden eines Teils der Tiere zurückzuführen sein.

Der relativ niedrigste CV des Kaliums in Gruppe IV ist vermutlich nicht nur durch die Ausgeglichenheit des Probenmaterials sondern auch die sehr einheitliche Fütterung und Haltung der Versuchstiere bedingt.

Der ebenfalls niedrige CV des Kaliums in Gruppe III - sie umfaßt im wesentlichen Fleischproben älterer Tiere - läßt vermuten, daß der Kaliumgehalt im Fleisch derartiger Tiere wesentlich weniger schwankt als bei jüngeren, obwohl starke Unterschiede in Rasse, Herkunft, Fütterung und Haltung bestanden hätten.

Der Unterschied im Kaliumgehalt der Fleischproben von Rind und Schwein ist nur geringfügig, wenn sie ähnliche chemische Zusammensetzung aufweisen (siehe Gruppen III und IV).

Die Analysenwerte der Fleischproben für Wasser, Fett und Eiweiß differieren im übrigen in den Gruppen I, III und IV insgesamt nur wenig. Der Wassergehalt in Gruppen I - III bewegt sich zwischen 72,3 und 79,4 %, der Fettanteil zwischen 0,6 und 6,4 % und der Stickstoffgehalt zwischen 3,1 und 3,8 % (bez. auf Frischgewicht); die entsprechenden Werte beim Schwein sind 69,6 - 81,3 %; 1,0 - 7,4 % und 2,8 - 4,0 %.

Die Ausgeglichenheit der Analysenergebnisse dieser Gruppen wird durch die allgemein sehr niedrigen und ausgeglichenen CV erhärtet, nur Fett besitzt innerhalb der Gruppen einen hohen, zwischen den Gruppen aber in der Größenordnung durchaus vergleichbaren CV. Insgesamt gesehen fällt trotz Unterschieden in Tierart, Rasse, Herkunft, Alter, Geschlecht, Fütterung und

Haltung die starke Ausgeglichenheit der chemischen Zusammensetzung des Probenmaterials auf.

Erhebliche Unterschiede zwischen Oberchale und Schulterblattmuskulatur des Rindes waren also genausowenig nachweisbar, wie tierartlich bedingte. Das vorliegende Material ist demnach für eine vergleichende Betrachtung des Muskel-Kaliums gut geeignet. Gruppe II jedoch unterscheidet sich in den Werten für Wasser, Fett und Eiweiß sowie dem K-Gehalt nicht unerheblich von den übrigen Gruppen; der Durchschnittswert für Wasser liegt wesentlich höher, für Fett und Stickstoff bzw. Eiweiß niedriger. Die hohen Standardabweichungen und Variationskoeffizienten bestätigen erneut die Inhomogenität des Probenmaterials in Gruppe II. Trotz der relativ geringen Probenzahl ($n = 20$) zeigte sie ferner, daß gestörtes Allgemeinbefinden von Änderungen der chemischen Zusammensetzung des Muskels begleitet sein kann; Fleischproben mit den höchsten Wasserwerten wiesen fast stets die niedrigsten Eiweiß- und Fettwerte auf.

Wie Tabelle 5 entnommen werden kann, zeigen die Werte für fettfreies Fleisch, Trockenmasse und fettfreie Trockenmasse ähnliche Relationen wie die zugrunde liegenden Wasser-, Fett- und Eiweißwerte. Die Ausgeglichenheit der Durchschnittswerte und Variationskoeffizienten in Tab. 5 rechtfertigt den Bezug des Kaliumgehaltes auf fettfreies Fleisch, fettfreie Trockenmasse und folglich auch auf Stickstoff (Tab. 6).

Durch Bezug des Kaliums auf diese Werte kann der "verdünnende" Einfluß von Fett- und Wassergehalt auf den K-Gehalt der Fleischprobe eliminiert werden. Aus Tabelle 6 geht hervor, daß die ursprünglichen Unterschiede im K-Gehalt der Gruppen I - IV erhalten bleiben; dies spricht für die Abhängigkeit des Kaliums vom Stickstoff- bzw. Proteingehalt einer Fleischprobe. Der Wassergehalt des Fleisches scheint diese Relationen nicht zu beeinflussen. Daraus resultiert, daß sich der Gehalt einer Probe an fettfreiem Fleisch, fettfreier Trockenmasse, Stickstoff- bzw.

Protein allgemein recht gut als Bezugseinheit für den Kaliumgehalt eignet.

Als Maß für den Zusammenhang zwischen Kalium und den Analysenwerten für H_2O , Fett und N wurden in sämtlichen Gruppen Korrelationskoeffizienten (r) errechnet, in den Gruppen I und II auch zwischen K und fettfreier Trockenmasse sowie der Relation H_2O/N (Tabelle 7). Die Berechnungen erfolgten nach der Formel von Bravais-Pearson.

Tabelle 7 ist zu entnehmen, daß die derzeitige Probenzahl zu einer statistischen Sicherung der Beziehungen noch nicht ausreichend ist. Mit 5 % Wahrscheinlichkeit sind lediglich die Beziehungen K/N und K/fettfreier Trockenmasse der Gruppe II zu sichern. Zwischen Fett und Kalium ist trotz der niedrigen Fettwerte ($\approx 3\%$) die Tendenz zur negativen Korrelation erkennbar. Ähnliches ließ sich auch bei hohem Wassergehalt beobachten (Gruppe I und III).

Diskussion

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, daß bei Rind und Schwein selbst innerhalb eines in Alter, Geschlecht, Rasse, Haltung und Fütterung sehr einheitlichen Tierkollektivs erhebliche Schwankungen im Kaliumgehalt gleicher Muskelproben bestehen. Diese Schwankungen müssen in erster Linie auf unterschiedlichen Fett- und Wassergehalt zurückgeführt werden. Für den Kaliumgehalt eines Muskels ist also letztlich der Stickstoffgehalt (Muskeleiweiß) maßgeblich. Tatsächlich wurden die höheren K-Werte in den Muskeln mit einem hohen Eiweißanteil gefunden. Wenn in der chemischen Zusammensetzung ähnliche Proben verglichen werden, differieren die ermittelten K-Werte kaum von Angaben in der Literatur.

Die höchsten K-Werte wiesen die Oberschalen der Jungbullen (Gruppe I) auf. Ob diese Werte jedoch allein von dem höheren N-Gehalt abhängen, kann nicht mit Sicherheit entschieden werden, da ein Einfluß des K-Gehaltes von Alter, Geschlecht und Rasse auf den K-Gehalt bei unseren Untersuchungen nicht ausgeschlossen

werden konnte. Derartige Zusammenhänge konnten zwar beim Menschen (1a) aber noch nicht beim Tier nachgewiesen werden (1, 15, 16). Jedoch zeigte sich, daß ein gestörtes Allgemeinbefinden - wie es bei dem Großteil der Tiere in Gruppe II beobachtet wurde - zur Erniedrigung der K- und Eiweißwerte bei gleichzeitiger Erhöhung des Wassergehalts der Muskulatur führen kann.

Auffallend waren ferner die geringen Unterchiede in der chemischen Zusammensetzung zwischen Oberschale und Schulterblattmuskulatur. Der trotzdem bestehende Unterschied im K-Gehalt beider Gruppen resultiert wahrscheinlich aus dem etwas höheren Bindegewebsgehalt der Schulterblattnuskulatur. Bekanntlich enthält Bindegewebe nur einen Bruchteil des K-Gehaltes von Muskelgewebe. Die ebenfalls in ihrer chemischen Zusammensetzung sehr ähnlichen Muskelproben aus Oberschale des Rindes und Schweineschlegel differieren auch im K-Gehalt nur relativ wenig. Tierartliche Unterschiede konnten bei diesen Untersuchungen also nicht ermittelt werden.

Die in der Literatur angeführten durchwegs engeren Korrelationen K/"fettfreiem Fleisch", K/Protein, K/Fett, K/H₂O und K/Fleisch erklären sich aus den sehr unterschiedlichen Ausgangsbedingungen. So wurden einerseits nur wenige Fälle zur Erstellung der Korrelation verwendet (19), andererseits einer Wurstemulsion ähnliche Gemenge aus dem gesamten Tierkörper (10), also sehr fett- und bindegewebsreiche Proben oder gleiche Mengen Magerfleisch und Fettgewebe gegenübergestellt (11, 12, 13). Den von uns errechneten Korrelationskoeffizienten lag dagegen ein in seiner Zusammensetzung einheitliches, bindegewebs- und fettarmes Probenmaterial zugrunde. Es bestanden also nie große Unterschiede im Fett- und Eiweißgehalt. Die Werte der Gruppe II deuten jedoch an, daß etwas größere Unterschiede in der Zusammensetzung des Materials zu gesicherten Korrelationen führen, wie die Korrelationskoeffizienten K/N und N/fettfreie Trockenmasse beweisen.

Als günstigster Bezug für Kalium bieten sich nach unseren Untersuchungen vor allem Stickstoff bzw. Eiweiß, fettfreie Trockenmasse und fettfreies Fleisch an. Bei sehr bindegewebsreichen Proben erscheint die Relation Kalium/Stickstoff deswegen besonders geeignet, weil sich damit die Fehler bei der Umrechnung des Stickstoffs auf Eiweiß bzw. Bindegewebeeiweiß eliminieren lassen. Wenn bei derartigem Probenmaterial auf einen Bezug des Kaliums / Eiweiß nicht verzichtet werden kann, sollte jedoch im Interesse einer optimalen Interpretation der Bindegewebsanteil am Gesamteiweiß mit angegeben werden.

Wie sich unterschiedliche Bindegewebsanteile in Muskelproben auf den Kaliumgehalt bei Bezug auf Rohprotein auswirken können, ist derzeit Gegenstand besonderer Untersuchungen.

Verschiedentlich wurde vorgeschlagen, den Fettanteil in Fleisch und Fleischgemengen über deren K-Gehalt zu bestimmen.

Bei so geringen Fett- und Bindegewebsanteilen wie in den von uns untersuchten Proben ist jedoch eine Abschätzung des Fett- bzw. Fleischanteils über den K-Gehalt nicht möglich, weil die Erniedrigung des K-Gehaltes innerhalb des statistischen Schwankungsbereichs liegt.

Die Vermutung, daß bereits etwas höhere Fett- und Bindegewebsanteile in Fleisch-Fettgemischen für eine solche Abschätzung ausreichen (3), muß auf Grund der von uns ermittelten K-Schwankungen bezweifelt werden. Bei wesentlich fett- und bindegewebsreicheren Gemengen wie z.B. Wurstbrät dürfte der K-Gehalt jedoch so niedrige Werte erreichen, daß eine grobe Abschätzung des Fett- und Fleischanteils möglich erscheint. Eine genauere Abschätzung des Gehalts an Muskeleiweiß ist nur in fett- und bindegewebsreichen Gemengen denkbar oder wenn der Anteil des Bindegewebes am Gesamteiweiß bekannt ist. Eine Verfälschung des Kaliumwertes durch den Zusatz kaliumhaltiger Umrötungs- und Kutterhilfsmittel vor der Beurteilung muß darüber hinaus ausgeschlossen sein. Nur unter diesen Voraussetzungen käme Kalium

als Kriterium für die gewebliche Zusammensetzung von Fleisch-Fettgemenge in Frage. Außer der Emissionsspektrometrie bietet sich als Bestimmungsverfahren für Kalium - bei weiterer meß-technischer Verbesserung - auch die γ -spektrometrische Erfassung des Kaliums über seinen ^{40}K -Anteil an (5, 10, 11, 12, 13).

Zusammenfassung

In Fleischproben von Rind und Schwein wurden Schwankungsbreite und tierartige Unterschiede des Kaliumgehaltes sowie dessen Abhängigkeit von Wasser, Fett und Eiweiß ermittelt. Untersucht wurden insgesamt 53 Proben aus der Oberschale (Gruppe I und II) und 88 aus der Schulterblattnuskulatur des Kindes (Gruppe III) sowie 63 aus dem Schweineschlegel (Gruppe IV). Gruppe I umfaßt 33 Proben von einheitlich gefütterten und gehaltenen einjährigen Jungbullen eines Mastversuchs, Gruppe II 20 Proben von z. T. in ihrem Gesundheitszustand erheblich beeinträchtigten weiblichen und männlichen sowie in Rasse und Alter sehr unterschiedlichen Rindern, Gruppe III 88 Proben gesunder Kühe, Jungbullen und Ochsen unterschiedlicher Rasse, Altersgruppe, Fütterung und Haltung, Gruppe IV 63 Proben ungefähr gleichaltriger und einheitlich gefütterter Schlachtschweine der Rassen Deutsches veredeltes Landschwein (DvL) und "Pietrain".

In den Proben vom Rind variierte der K-Gehalt zwischen 247 mg und 480 mg/100 g Frischgewicht, beim Schwein zwischen 211 - 434 mg. Mit niedrigem Kalium-, Fett- und Eiweißgehalt sowie erhöhtem Wassergehalt wich die Gruppe II von den auch in der chemischen Zusammensetzung sehr einheitlichen übrigen Gruppen ab. Gestörtes Allgemeinbefinden beeinflusst offensichtlich die chemische Zusammensetzung der Muskulatur.

Muskeln ähnlicher chemischer Zusammensetzung (H_2O , Fett, N) von Schwein und Rind unterschieden sich im Kaliumgehalt nur wenig.

In Fleischproben schwankt K in Abhängigkeit von deren Fett- und Bindegewebsanteil und ist letztlich bestimmt durch den Gehalt an eigentlichem Muskeleiweiß. Als Bezugseinheit für Kalium sind demnach Stickstoff, Eiweiß und fettfreie Trockenmasse besonders geeignet, bei extrem magerem Fleisch sogar das Frischgewicht.

Als Kriterium für die gewebliche Zusammensetzung eines Fleischgemenges dürfte der Kaliumgehalt nur bei fett- und bindegewebsreichen Proben eine gewisse Aussagekraft über den Magerfleischgehalt besitzen.

Summary

Variation of the potassium content and its differences according to species of animals were determined in meat samples of beef and pork, likewise the dependence of potassium level on water, fat and protein.

The research covered 53 samples from the topside (group I and II), 88 samples from the shoulder (bladebone cut) of beef (group III), and 63 samples from the leg of pork (group IV). Group I consisted of 33 bull yearlings all of them uniformly fed and kept during experimental fattening; group II involved 20 samples of cattle, males and females of different breed and age, some of them being in a poor condition of health; group III consisted of 88 sound animals, various breeds of cows, young bulls and steers of different age, fed and kept in different ways. Group IV covered 63 pigs of about the same age, being fed alike, all of them belonging to the breeds "Deutsches veredeltes Landschwein" or "Piétrain".

The potassium content of beef muscle ranged from 247 mg up to 480 mg/100 g, of pork muscle from 211 to 434 mg/100 g weight of fresh meat. Group II differed from the other groups in a lower content of potassium, fat and protein, and in an increased content of water, whereas the rest of the groups showed quite a chemical uniformity. Obviously, disturbed general health seems to influence the chemical composition of muscle.

Pork and beef muscle of about similar chemical composition (H_2O , fat, N) differed only slightly in quantity of potassium. Potassium level in meat samples depends on their fat and connective tissue portion and can be determined by the content of actual muscle protein. Therefore nitrogen, protein and fat-free dehydrated meat are especially suitable for the reference unit of potassium. The same goes for weight of fresh muscle when extremely lean.

The content of potassium as a criterion for tissue composition of meat mixture may be important for meat samples as to the content of lean, but only when they are rich in fat and connective tissue.

Literaturverzeichnis

- 1 a. Anderson, E. C. und W. H. Langham: Average potassium concentration of the Human body as a function of age. *Science* 130 (1959), 713;
1. Arnold, N., Wierbicki, E., und F. E. Deatherage: Post mortem changes in the Interactions of cations and proteins of beef and their relation to sex and diethylstilbestrol treatment. *Food Technol.* 10 (1956), 245;
2. Berman, M. D., und C. E. Swift: Meat curing; the action of NaCl on meat electrolyte binding. *J. Food Sci.* 29 (1964), 182;
3. Blaxter, K. L. und J. A. F. Rook: The indirect determination of energy retention in farm animals, I. The development of method. *J. Agr. Sci.* 48 (1956), 194;
4. Briskey, E. J., Bray, R. W., Hoekstra, W.G., Grummer, R. H., und P. H. Phillips: The effect of various levels of exercise in altering the chemical and physical characteristics of certain pork ham muscles; *J. Animal Sci.* 18 (1959), 153;
5. Brožek, J.: Human body composition, 1. Auflage, Pergamon Press, Oxford, London, New York, Oxford 1965;
6. McCance, R. A., und E. W. Widdowson: The composition of foods, 3. revid. Auflage; Her Majesty's Stationary office London, London 1960;
7. Dickerson, J. W. T. und E. M. Widdowson: Chemical changes in skeletal Muscle during development. *Chem. J.* 74 (1960), 247;

8. W. M.:
Documenta Geigy, Wissenschaftliche Tabellen, 6. Auflage.
J. R. Geigy AG, Basel 1960;
9. Kirton, A. H., und A. M. Pearson:
Comparison of methods of measuring potassium in pork and lamb and prediction of their composition from sodium and potassium. J. Animal Sci. 22 (1963), 125;
10. Kirton, A. H., Pearson, A. M., Porter, R. W., und R. H. Nelson:
The use of natural gamma activity to measure the composition of pork and lamb samples. J. Food Sci. 26 (1961), 475;
11. Kulwich, R., Feinstein, L., und C. Columbic:
Beta radioactivity of the ash in relation to the composition of ham. J. Animal Sci. 19 (1960), 119;
12. Kulwich, R., Feinstein, L., Columbic, C., Hiner, R. L., Seymour, W. R., und W. R. Kauffman:
Relationship of gamma-ray measurements to the lean content of hams. J. Animal Sci. 20 (1961), 497;
13. Kulwich, R., Feinstein, L., und C. Columbic und Seymour, W. R., Kauffman, W. R. und R. L. Hiner:
Relation of gamma-ray emission to the lean content of beef rounds. Food Technol. 15 (1961), 411;
15. Pfeu, A.:
Interpretation of whole body potassium measurements. Human Body Composition, Vol. VII edit. by Brožek, J., 1. Auflage, Pergamon Press, Oxford, London, New York, Oxford 1965;
16. Pfeu, A., Kallistratos, G., Ossowski, B., Hoeck, H., und Z. Zivkovic:
Untersuchungen zur Bestimmung von Körperbestandteilen lebender Schweine über ^{40}K -Gamma-Radioaktivitätsmessungen. I. Der Kaliumgehalt des M. longissimus dorsi und des M. semimembranaceus bei 110 kg schweren Schweinen unter-

- schiedlichen Geschlechts und Rasse. Z. Tierzucht, Züchtungsbiologie 78 (1963);179;
17. Pringle, D. H. und R. Kulwich: ^{40}K Gammas give estimate of lean meat content. Nucleonics 19 (1961), 74;
18. Souci, S. W., Fachmann, W., und H. Kraut: Die Zusammensetzung der Lebensmittel (Nährwert-Tabellen) Band I, 1. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, Stuttgart 1962;
19. Swift, C. E., und M. D. Berman: Factors affecting the water retention of beef. I. Variations in composition and properties among eight muscles. Food Technol. 13 (1959), 365;
20. Terplan, G., Kotter, L., Rolle, B., und H. Geist: Zur Verwendung des Thyreostatikums Methylthiouracil in der Rindermast. Fleischwirtschaft 44 (16) (1964), 457;

Tabelle 1:

Literaturangaben über Kalium- und sonstige Analysenwerte für Rind- und Schweinefleisch

Autor	Tierart	Fleischart	Ge- schlecht	Anzahl der Proben	K mg/100 g Fleisch	H ₂ O in %	Fett in %	Eiweiß in %
(18)	Rind	ganze Hälften			277	53,5	11,1	15,2
"	"	"			276	50,4	18,3	14,7
"	"	"			298	46,8	24,4	13,9
(19)	"	8 Muskeln	♀ + ♂	4	395	73,49	3,54	20,99
(6)	"	Gefrier- fleisch			350	70,3	7,3	20,3
(3)	"	mehrere Muskeln	♀ + ♂	6	398			
(8)	"	Muskel- fleisch mittelfett			338	60,0	21,0	16,9
=====								
(18)	Schwein	ganze Hälften			203	39,0	27,3	11,0
"	"	"			258	34,0	36,5	9,64
(10)	"	"	♀ + ♂	20	224	51,1	33,5	14,5
(16)	"	2 Muskeln	♀ + ♂	120	360,5			
(8)	"	Muskelfl. mittelfett			304	58,0	25,0	16,4
=====								
(18)	Schwein				142	29,4	46,2	8,23
(6)	(Extrem- werte)				400	74,9	2,6	22,4

Tabelle 2:

Literaturangaben über Kalium- und sonstige Analysenwerte für Fleischproben aus Rinderoberschale bzw. -schulterblattmuskulatur und Schweineschlegel

Autor	Tierart	Geschlecht	Anzahl der Proben	Muskelstück	Kmg/100 g H ₂ O Fleisch	in %	Fett in %	Eiweiß in %
(18)	Rind			Keule	340	58,7	10,6	16,6
(19)	"	♀ + ♂	4	m. semi-membranaceus	411	73,9	1,85	22,1
(2)	"	♂	3	Oberschale (Round)	410	73,9		21,78
(20)	"	♂	24	m. adductor femoris	393	75,6	0,8	22,0
(13)	"	♀ + ♂	16	Oberschale (Round)	365			
=====								
(18)	Schwein			Schlegel	281	44,0	25,7	12,6
(16)	"	♀ + ♂	120	m. semi-membranaceus	353			
(12)	"	♀ + ♂	34	Schlegel (Ham)	213	45,6	45,6	

Tabelle 4:

Chemische Zusammensetzung der Fleischproben
in den Gruppen I - IV

Gruppe		I	II	III	IV
Tierart		Rind	Rind	Rind	Schwein
Fleischprobe		Ober- schale	Ober- schale	Schulter- blattmusk.	Schlegel
n =		33	20	88	63
Kalium mg/100g ^{*)}	\bar{X}	378,4	294,0	331,0	338,9
	Schwan- kung	308,0 -431,0	247,0 -365,0	264,0 -480,0	211,0 -434,0
	σ	+ 28,2	+ 34,8	+ 18,2	+ 12,1
	CV %	7,46	11,8	5,5	3,6
H ₂ O in % ^{*)}	\bar{X}	75,0	77,9	74,8	75,4
	Schwan- kung	73,2 - 76,7	75,7 - 83,4	72,3 - 79,4	69,6 - 81,3
	σ	+ 0,8	+ 2,1	+ 1,23	+ 1,87
	CV %	1,07	2,7	1,6	2,47
N in % ^{*)}	\bar{X}	3,4	3,21	3,4	3,4
	Schwan- kung	3,1 - 3,8	2,53 - 3,60	3,0 - 3,7	2,8 - 4,0
	σ	+ 0,05	+ 0,304	+ 0,14	+ 0,2
	CV %	0,15	9,47	4,1	5,9
Eiweiß in % ^{*)} (N x 6,25)	\bar{X}	21,5	20,4	21,3	21,0
	Schwan- kung	19,3 - 23,6	15,6 - 22,9	18,7 - 23,8	17,7 - 25,2
	σ	+ 1,0	+ 1,9	+ 0,8	+ 1,2
	CV %	4,6	9,3	3,6	5,7
Äther- lösliches Fett in % ^{*)}	\bar{X}	1,8	1,1	2,9	2,5
	Schwan- kung	0,7 - 2,9	0,4 - 2,7	0,7 - 6,4	1,0 - 7,4
	σ	+ 0,7	+ 0,6	+ 1,2	+ 1,2
	CV %	38,3	52,3	41,2	48,0

*) bezogen auf Frischgewicht

 \bar{X} = Mittelwert aller Untersuchungen σ = Standardabweichung

Schwankung = Schwank.-Bereich d. Werte

CV = Variationskoeffizient

Tabella 5:

Errechnete Anteile fettfreies Fleisch, Trockenmasse
und fettfreie Trockenmasse im Untersuchungsmaterial

Gruppe		I	II	III	IV	
Tierart		Rind	Rind	Rind	Schwein	
Fleischprobe		Ober- schale	Ober- schale	Schulter- blattmusk.	Schlegel	
n =		33	20	88	63	
fettfreies Fleisch		\bar{x}	97,5	99,4	97,2	97,6
		Schwan- kung	94,6 - 99,7	97,6 - 100,8	93,8 - 99,9	87,5 - 102,1
		σ	\pm 1,1	\pm 0,82	\pm 1,36	\pm 1,96
		CV %	1,1	0,8	1,3	2,0
Trocken- masse in %		\bar{x}	24,3	22,6	25,3	24,6
		Schwan- kung	22,8 - 25,9	17,0 - 24,9	20,8 - 28,1	22,1 - 30,1
		σ	\pm 0,9	\pm 2,13	\pm 1,28	\pm 1,7
		CV %	3,7	9,4	5,1	6,9
fettfreie Trocken- masse in %		\bar{x}	22,5	21,5	22,5	22,11
		Schwan- kung	20,2 - 24,7	16,6 - 24,0	19,8 - 24,6	19,1 - 26,2
		σ	\pm 1,16	\pm 1,54	\pm 0,77	\pm 1,20
		CV %	5,2	7,2	3,4	5,4

Tabelle 6:

Bezug des Kaliumgehaltes der Fleischproben auf ihren Gehalt an fettfreiem Fleisch, fettfreier Trockenmasse und Stickstoff sowie des H₂O-Gehaltes auf Stickstoff

Gruppe		I	II	III	IV
Tierart		Rind	Rind	Rind	Schwein
Fleischprobe		Ober- schale	Ober- schale	Schulter- blattmusk.	Schlegel
n =		33	20	88	63
mg K/100 T fettfreies Fleisch	\bar{X}	388,1	296,0	340,6	348,6
	Schwan- kung	316,0 -439,0	245,8 -370,2	271,0 -495,0	218,0 -434,1
	σ	$\pm 28,9$	$\pm 35,0$	$\pm 46,2$	$\pm 38,6$
	CV %	7,5	11,3	13,6	11,1
mg K/100 T fettfreie Trocken- masse	\bar{X}	168,8	137,7	147,9	153,4
	Schwan- kung	136,5 -200,0	107,8 -168,7	113,3 -229,8	109,2 -188,7
	σ	$\pm 46,3$	$\pm 155,0$	$\pm 204,9$	$\pm 176,0$
	CV %	2,8	11,3	13,9	11,5
K/N	\bar{X}	110,2	90,6	97,0	101,0
	Schwan- kung	90,4 -128,3	70,2 -110,7	74,0 -152,0	70,9 -124,9
	σ	$\pm 9,05$	$\pm 10,3$	$\pm 13,7$	$\pm 11,9$
	CV %	8,2	11,4	14,1	11,7
H ₂ O/N	\bar{X}	21,9	24,2	22,0	22,5
	Schwan- kung	20,2 -24,1	21,2 -32,9	19,2 -26,6	17,7 -27,5
	σ	$\pm 11,5$	$\pm 12,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,6$
	CV %	5,3	0,35	4,5	7,1

Tabelle 7:

Korrelationskoeffizienten (r) bei Bezug des Kalium-
 gehaltes auf H_2O , N, Fett, fettfreie Trockenmasse
 und die Relation H_2O/N

Gruppe	I	II	III	IV
Tierart	Rind	Rind	Rind	Schwein
Fleischprobe	Oberschale	Oberschale	Schulter- blattmusk.	Schlegel
n =	33	20	88	63
K : H_2O	- 0,01	- 0,39	0,20	0,07
K : N	0,16	0,42 ^{*)}	0,15	0,16
K : Fett ^{**)}	- 0,04	- 0,26	- 0,20	- 0,03
K : fettfreie Trockenmasse	0,10	0,45 ^{*)}		
K : H_2O/N	- 0,16	0,41		

^{*)} gesichert mit 5 % Wahrscheinlichkeit (probability) $p = 0,5$

^{**)} = ätherlösliches Fett

r = Korrelationskoeffizient