Quantitative Bestimmung verschiedener Inhaltsstoffe in Fleischextrakten des Handels

Autor(en): **Sulser, H. / Schenk, P. / Büchi, W.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **58 (1967)**

Heft 3

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-982942

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN
AUS DEM GEBIETE DER
LEBENSMITTELUNTERSUCHUNG UND HYGIENE
VERÖFFENTLICHT VOM EIDG. GESUNDHEITSAMT IN BERN
Offizielles Organ der Schweizerischen Gesellschaft für analytische und angewandte Chemie

TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE
ET D'HYGIÈNE
PUBLIÉS PAR LE SERVICE FÉDÉRAL DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE À BERNE
Organe officiel de la Société suisse de chimie analytique et appliquée

ABONNEMENT:
Schweiz Fr. 22.— per Jahrgang (Ausland Fr. 27.—) Preis einzelner Hefte Fr. 4.— (Ausland Fr. 5.—)
Suisse fr. 22.— par année (étranger fr. 27.—) Prix des fascicules fr. 4.— (étranger fr. 5.—)

Band — Vol. 58 1967 Heft — Fasc. 3

Quantitative Bestimmung verschiedener Inhaltsstoffe in Fleischextrakten des Handels

Von *H. Sulser, P. Schenk* und *W. Büchi*

Forschungs-Institut und betriebsanalytisches Laboratorium der KNORR-Nährmittel AG, Zürich und Thayngen

Auf die schon von LIEBIG vor über 100 Jahren beobachteten günstigen physiologischen Eigenschaften des Rindfleischextraktes, dessen kalorischer Nährwert nur gering ist, wurde auch in neuerer Zeit immer wieder hingewiesen (1). Als altherkömmliches Produkt von gutem Ruf hat er deshalb mit Recht seinen Platz in Haushalt, Medizin und Industrie behaupten können. Die Erarbeitung von analytischen Methoden zur Qualitätsbeurteilung des Fleischextraktes und zu seinem eindeutigen Nachweis in Suppen- und Bouillonprodukten ist für die fleischextraktverarbeitende Industrie, den Konsumentenschutz und die amtliche Lebensmittelkontrolle ein bedeutungsvolles Anliegen. Der hohe und ziemlich konstante Gehalt des Fleischextraktes an Kreatinin hat diese physiologisch und organoleptisch belanglose Verbindung zu einer wichtigen Kenngröße gemacht, deren Bestimmungsmethoden wiederholt bearbeitet wurden (2—7).

Veränderungen des Rindfleischextraktes durch Zugabe fremder kreatininhaltiger Extrakte müssen besonders in Zeiten der Verknappung und ansteigender Preise befürchtet werden. Der Analytiker sollte in der Lage sein, Zusätze im Roh- und Fertigprodukt zu erkennen. Von italienischen Autoren stammen Methoden

zum qualitativen und quantitativen Nachweis von Walfleischextrakt, die auf der Identifizierung des spezifischen Dipeptides Balenin (β-Alanyl-3-methylhistidin) beruhen (8—10). Eigentliche Verfälschungen mit synthetischem Kreatinin, das jetzt leichter zugänglich geworden ist, oder mit billigen kreatininreichen Gemischen, die in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Rindfleischextrakt ähnlich sind, können jedoch mit den gegenwärtig verfügbaren Methoden oft nur schwer aufgedeckt werden. Am meisten Erfolg verspricht die Bestimmung der β-Alanyldipeptide neben Kreatinin, um die Herkunft eines fraglichen Extraktes sicherzustellen. Entsprechende spektrophotometrische und gaschromatographische Methoden wurden ausgearbeitet, so daß es möglich sein sollte, durch Vergleich der Kreatinin- und β-Alanyldipeptid-Gehalte Kreatinin zu ermitteln, das nicht von Rindfleichextrakt stammt (11, 12).

Andere Inhaltsstoffe, z. B. gewisse Fleischbasen, Purine, Pyrimidine usw. sind unseres Wissens entweder zu wenig spezifisch oder in derart geringen Mengen vorhanden, daß sie als analytische Standardgrößen schwerlich in Frage kommen dürften (vgl. 13, 14). Die Brauchbarkeit einer Verbindung, die zu einer analytischen Kenngröße erhoben werden soll, hängt einmal von ihrer Spezifität für das zu untersuchende Material und dann von ihrer mengenmäßigen Streuung im betreffenden Material ab. Zur Erlangung dieser Kenntnisse wurden in 16 Rind- und 6 Walfleischextrakten des Handels[1] Aminosäuren, Dipeptide, Kreatinin, Gesamtstickstoff, Phosphor, Glykogen und Wasser bestimmt.

Resultate und Diskussion

Die Analyseergebnisse sind auf Seiten 164/65 zusammengestellt. Da der Gehalt an freien Aminosäuren in den Extrakten gering ist, wurden die Aminosäuren nur in Hydrolysaten bestimmt. Tryptophan wird bei der sauren Hydrolyse zerstört, Cystin ist wegen seines geringen Gehaltes nicht mit genügender Genauigkeit bestimmbar und wurde deshalb nicht aufgenommen. Die Wertangaben für Aminosäuren und Dipeptide basieren auf Einzel-, die der übrigen Verbindungen auf Doppelbestimmungen. Die zu erwartenden methodisch bedingten Fehler liegen, wie Mehrfach- (3—5)-bestimmungen an ein und derselben Probe ergaben, für Aminosäuren unter 3 %, für Dipeptide zwischen 5—7 % und für die übrigen Verbindungen unter 2 %. Der Grund für die relativ ungenaue Erfassung der Dipeptide liegt einerseits in der geringeren Empfindlichkeit der Ninhydrinreaktion, anderseits in der Breite und Asymmetrie der Elutionskurven (Figuren 1—3). Die errechneten Streuungen (s)[2] müssen im Hinblick auf die Anzahl der untersuchten

[1] Die untersuchten Rindfleischextrakte waren alle südamerikanischer Provenienz. Walfleischextrakt wird hauptsächlich aus Seiwal *(Balaenoptera borealis)* und Finnwal *(Balaenoptera physalus)* produziert, die beide zur Ordnung der Bartenwale gehören.

[2] Streuung $s = \sqrt{\frac{\Sigma (\Delta x_i)^2}{n - 1}}$

Muster und auf den jeweiligen Bestimmungsfehler interpretiert werden. Sie geben z. B. im Falle der Dipeptide, besonders beim Walfleischextrakt (nur 6 Muster), weniger genau die wahren Produktschwankungen wieder als in den übrigen Fällen.

Die geringsten Streuungen finden sich beim Gesamtstickstoff und Kreatinin, während sie bei den meisten Aminosäuren über 10 % liegen. Sie werden nicht kleiner, wenn die Gehaltsangaben auf die Trockensubstanz bezogen werden, was hier aus praktischen Erwägungen nicht geschehen ist. Sehr große Streuungen weisen auch Glykogen und Phosphor (als Phosphat bestimmt), zwei für Extrakte unspezifische Stoffe, auf. Immerhin sind die mittleren Glykogengehalte in Walfleischextrakt etwa 10mal größer als in Rindfleischextrakt, so daß die Glykogenbestimmung in unserem Laboratorium vor Jahren als eine einfache Methode benutzt wurde, welche die Anwesenheit von Walfleischextrakt in Rindfleischextrakt festzustellen und das Mischungsverhältnis zwischen beiden Extrakten auch in Fertigprodukten angenähert zu bestimmen erlaubt, wenn diese frei von Stärke (stört die Glykogenbestimmung) sind.

Nachfolgend sollen β-Alanin, Histidin, seine methylierten Derivate und die Dipeptide, die für Extrakte charakteristischen Komponenten, näher betrachtet werden. Balenin und 3-Methylhistidin kommen ausschließlich in Walfleischextrakt vor. Während 3-Methylhistidin in den untersuchten Mustern in bemerkenswert konstanter Konzentration gefunden wurde ($s = 4{,}4$ %), weist Balenin größere Streuung ($s = 10{,}3$ %) auf. Es kann nicht mit Sicherheit entschieden werden, ob dafür allein die größere Ungenauigkeit in der Bestimmung verantwortlich gemacht werden muß, oder ob die Schwankungen im Gehalt der verschiedenen Muster wirklich größer sind. Daß in Walfleischextrakt geringe und wechselnde Mengen an freiem 3-Methylhistidin festgestellt wurden (wahrscheinlich durch partielle Hydrolyse während des Verarbeitungsprozesses entstanden), deutet aber doch auf reelle Unterschiede der Streuungen.

Beim Rindfleischextrakt sind die Voraussetzungen für eine genaue analytische Erfassung ungünstiger: erstens enthält er kein spezifisches Dipeptid; Carnosin (β-Alanylhistidin) und Anersin und dementsprechend Histidin und 1-Methylhistidin in den hydrolysierten Proben kommen auch in Wal- und anderen Extrakten vor. Ferner weisen diese Verbindungen Streuungen auf, die diejenigen von Kreatinin z. T. beträchtlich übertreffen. Histidin und Carnosin lassen sich, wie 3-Methylhistidin und Balenin, nur bedingt miteinander vergleichen, da neben peptidisch gebundenem auch wenig freies Histidin in wechselnder Menge vorkommt.

β-Alanin als gemeinsamer Bestandteil aller Extraktdipeptide gibt ein Maß für deren Gesamtkonzentration. Die Streuung beträgt für Rindfleischextrakt 10,4 %; für Walfleischextrakt ist sie mit 7,4 % etwas niedriger, was wahrscheinlich auf das anteilmäßig die übrigen Dipeptide stark dominierende Balenin zurückzuführen ist.

Zur Ergänzung dieser Reihenuntersuchungen wurden von Fischextrakt und Spermwalfleischextrakt[3], die beide nicht im Handel sind und wegen ihres stö-

[3] Spermwal *(Physeter mactocephalus)* gehört zur Ordnung der Zahnwale.

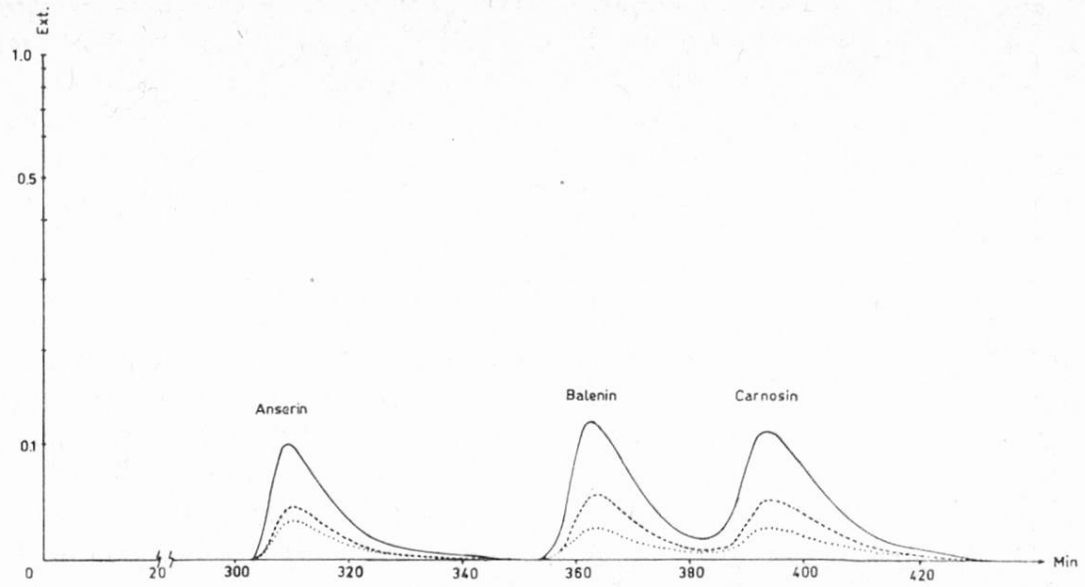
renden Geschmackes schwerlich zum Einsatz gelangen dürften, je ein Versuchsmuster analysiert. Soweit sich an Hand von Einzelanalysen urteilen läßt, unterscheidet sich der Fischextrakt von anderen Säugetierfleischextrakten durch seinen Mangel an typischen Dipeptid-Aminosäuren. Der kreatininreiche Spermwalextrakt gibt sich neben anderen Walfleischextrakten durch seinen Mangel an Balenin, bzw. 3-Methylhistidin, und seinen beträchtlichen Gehalt an Anserin (β-Alanyl-1-methylhistidin), bzw. 1-Methylhistidin analytisch klar zu erkennen. Dieser Unterschied im Chemismus von Extrakten verschiedener Walarten ist vielleicht vom Standpunkt der chemischen Taxonomie beachtenswert. Jedenfalls dürfte die zur Zeit billigste Kreatininquelle vom Analytiker klar aufgedeckt werden können.

Davon abgesehen ergibt sich aus dem Gesagten für die Analytik des Rindfleischextraktes jedoch eine recht ungünstige Situation. Direkte Vergleiche zwischen Kreatiningehalt einerseits und β-Alanin-, Histidin- oder Dipeptid-Gehalten anderseits zur Eruierung von Kreatinin fremder Herkunft erscheinen wegen der großen Streuungen innerhalb der untersuchten Muster wenig geeignet, selbst wenn die störende Anwesenheit des Walfleischextraktes ausgeschlossen werden kann. β-Alanin-dipeptide, Histidin und Histidinderivate kommen auch in anderen Extrakten vor, die in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Rindfleischextrakt sehr ähnlich sind. Auch andere Autoren kommen auf Grund papierchromatographischer Untersuchungen zum Schluß, daß sich Rindfleischextrakt wegen fehlender spezifischer Verbindungen nur schwer von anderen Tierextrakten unterscheiden läßt (15, 16). Die vorliegenden Arbeiten wurden unternommen um abzuschätzen, ob der Aufwand lohnt, Routinemethoden zur Dipeptidbestimmung auszuarbeiten, die gegebenenfalls die Kreatininbestimmung ersetzen oder wenigstens wesentlich ergänzen können. Auf Grund unserer Resultate kommen wir zum Schluß, daß Dipeptidbestimmungen nur von begrenztem Wert sind, da sie keinesfalls der Kreatininbestimmung als gleichwertig zur Seite gestellt werden können. Zweifellos dürften jedoch zusätzliche β-Alanin- oder Carnosinbestimmungen zur Vervollständigung der analytischen Spezifikation bei verdächtigen Mustern zwecks weiterer Abklärung von Nutzen sein.

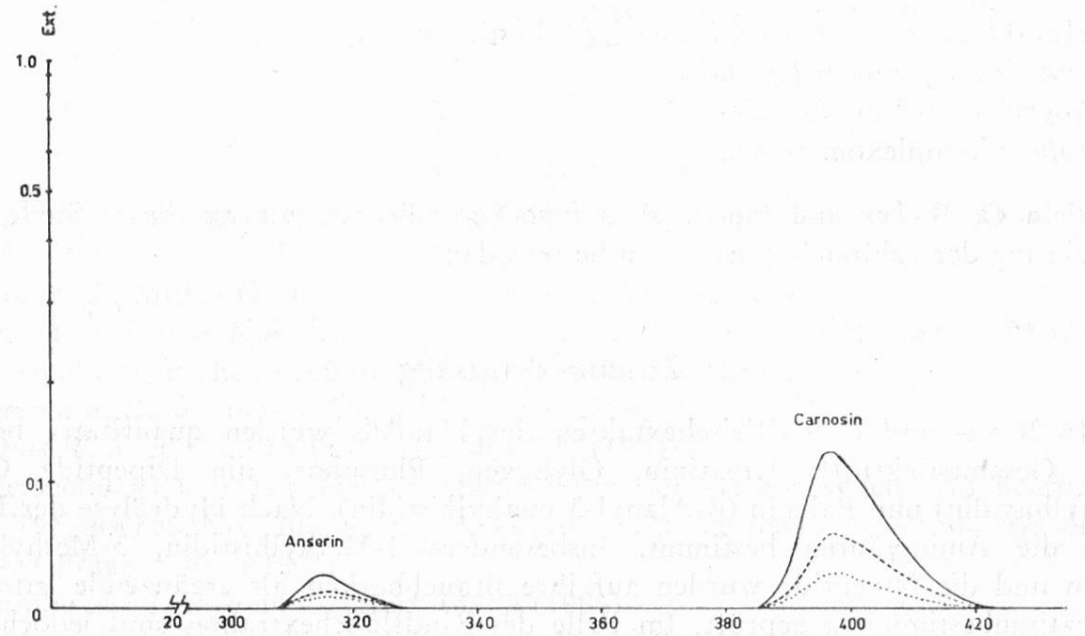
Experimenteller Teil

Aminosäuren: Zur Hydrolyse wurden die Proben in 6-n HCl im Verhältnis 1 : 100 gelöst, und die Lösung während 24 Stunden am Rückfluß gekocht. Die Analyse der Aminosäuren erfolgte mit einem Beckmann/Spinco Analyzer Modell 120 B nach *Stein* und *Moore* (17, 18).

Dipeptide: Zur Analyse der Dipeptide Carnosin, Anserin und Balenin wurden die nicht-hydrolysierten Extraktlösungen (1 ml, entsprechend ca. 0,4 mg Stickstoff) auf die für die Trennung der basischen Aminosäuren vorgesehene 20 cm-Säule (Ionenaustauscherharz Beckmann Typ 15 A) aufgetragen. Die gleichzeitige Auftrennung der Dipeptide geschah ohne den üblichen Wechsel des Puffers und der Säulentemperatur bei 50 ° C mit einem etwas veränderten Zitratpuffer (0,38-n, pH = 3,76) (Figuren 2, 3). Die quantitative Auswertung erfolgte auf Grund einer Standardlösung der reinen Dipeptide (je



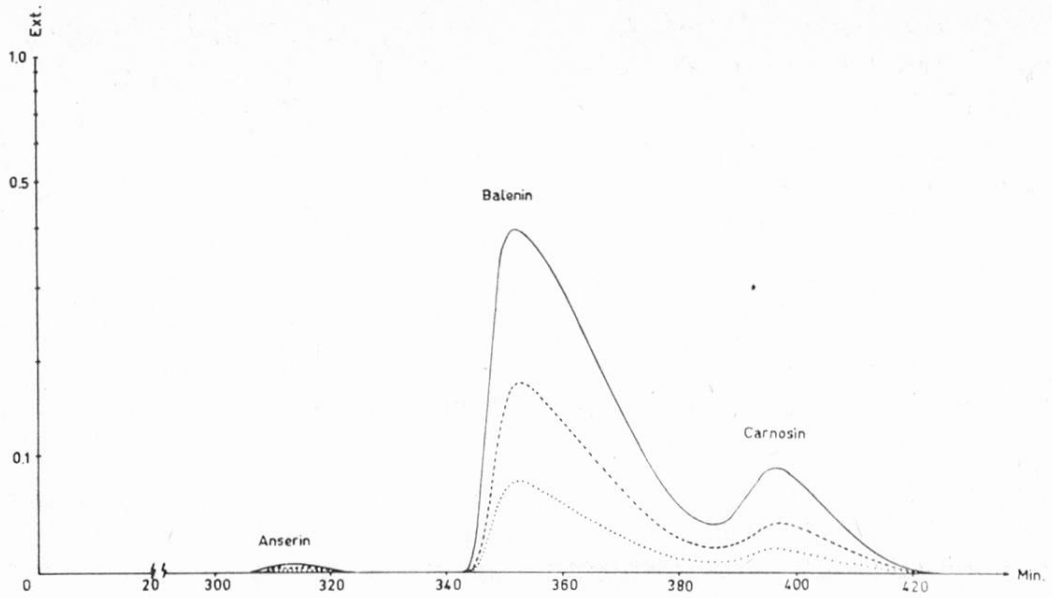
Figur 1 Standardlösung von Carnosin, Anserin und Balenin (1 ml, enthaltend je 2,0 μMol)



Figur 2 Rindfleischextraktlösung 1 ml, enthaltend ca. 0,4 mg N_{tot}

2,0 μM in 1 ml) (Figur 1). L-Carnosin wurde von Koch Light Lab. Ltd., L-Anserinnitrat von Calbiochem, beide in p. A. Qualität, bezogen. Balenin wurde aus Walfleischextrakt durch Chromatographie an einem Kupfer-Chelat-Ionenaustauscher in kristalliner Form isoliert (19).

Anhand einer Konzentrationsreihe wurde ermittelt, daß trotz der nicht normai verteilten Dipeptid-Eluate die übliche Art der Auswertung durch Auszählen der Punkte über der halben Höhe genauere Resultate liefert als die planimetrische Flächenbestimmung. Die Gefahr einer Verfälschung der Resultete durch gleichzeitige Elution unbekannter ninhydrin-positiver Substanzen (Ueberdeckung) konnte durch Verschiebung der Retentionszeiten mittels pH-Variation des Puffers praktisch mit Sicherheit ausgeschlossen werden.



Figur 3 Walfleischextrakt 1 ml, enthaltend ca. 0,4 mg N_{tot}

Trockensubstanz und *Kreatinin:* nach (7) bestimmt.
Gesamtstickstoff: nach *Kjeldahl.*
Glykogen: nach *Van de Vries* (20).
Phosphor: komplexometrisch.

Fräulein O. *Weber* und Herrn *A. Schmocker* möchten wir an dieser Stelle für die Durchführung der zahlreichen Analysen bestens danken.

Zusammenfassung

In 16 Rind- und 6 Walfleischextakten des Handels wurden quantitativ bestimmt: Wasser, Gesamtstickstoff, Kreatinin, Glykogen, Phosphor, die Dipeptide Carnosin (β-Alanylhistidin) und Balenin (β-Alanyl-3-methylhistidin). Nach Hydrolyse der Extrakte wurden die Aminosäuren bestimmt. Insbesondere 1-Methylhistidin, 3-Methylhistidin, β-Alanin und die Dipeptide wurden auf ihre Brauchbarkeit als ergänzende Information zur Kreatininbestimmung geprüft. Im Falle des Rindfleischextraktes sind jedoch die genannten Komponenten nicht spezifisch genug und weisen von Muster zu Muster beträchtliche Schwankungen auf. Deren Bestimmung in Rindfleischextrakten, die mit anderen Extrakten gestreckt sind oder bei denen Verdacht auf Fälschung mit Fremdkreatinin vorliegt, ist daher nur von begrenztem Wert. Der nicht im Handel befindliche Spermwalfleischextrakt enthält kein Balenin bzw. 3-Methylhistidin, dagegen Anserin, bzw. 1-Methylhistidin als charakteristische Komponenten.

Résumé

Les matières suivantes étaient déterminées quantitativement dans 16 extraits de viande et 6 extraits de baleine commercials: l'eau, l'azote totale, la créatinine, le glycogène, le phosphore et les dipeptides carnosine (β-alanylhistidine) et balénine (β-alanyl-3-methylhistidine). Après l'hydrolise des extraits les acides aminés étaient déterminés. Surtout les 1-methylhistidine, 3-methylhistidine, β-alanine et les dipeptides étaient examinés quant

à leur valeur analytique comme information complémentaire à la détermination de la créatinine. Cependant, en cas de l'extrait de viande ces composés ne sont pas assez spécifiques et montrent des variations considérables dans les différents échantillons. Leur détermination dans des extraits de viande, qui sont melangés avec des autres extraits ou sont suspects d'être falsifiés avec de la créatinine étrangère ont par conséquence une valeur limitée seulement.

Summary

The following factors were determined quantitatively in 16 commercial beef extracts and 6 whale meat extracts: moisture, total nitrogen, creatinine, glycogen, phosphorus, the dipeptides carnosine (β-alanyl-histidine) and balenine (β-alanyl-3-methylhistidine). After hydrolysis of the extracts, the amino acids were determined. In particular, 1-methylhistidine, 3-methylhistidine, β-alanine, and the dipeptides were examined for their potential capacity to supplement information obtained from the determination of creatinine. However, in beef extracts these substances are not specific enough and their levels showed considerable variations from sample to sample. Their determination in beef extracts which are mixed with other extracts or additional creatinine is therefore only of limited value in estimating the extent of adulteration. Sperm whale meat extract, which ist not produced commercially, is free from balenine or 3-methylhistidine, respectively. Its caracteristic substances are anserine and 1-methylhistidine, respectively.

Literatur

1. *Steiner P.:* Physiologische Wirkungen und therapeutischer Wert des Fleischextraktes, Basel 1943.
2. *Hadorn H.:* Mitt. Lebensmittelunters. u. Hyg. **37**, 342 (1946).
3. *Hardon H. J.* und *Kok H. A.:* Mitt. Lebensmittelunters. u. Hyg. **53**, 1 (1962).
4. *Müller H.:* Deutsche Lebensmittelrundschau **59**, 356 (1963).
5. *Beyermann K.:* Z. analyt. Chem. **205**, 416 (1964).
6. *Adams W. S.* et al.: Analyt. Chem. **36**, 2209 (1964).
7. Untersuchungsmethoden für die Suppenindustrie; herausgegeben und bearbeitet von der Technischen Kommission der Association Internationale de l'Industrie des Bouillons et Potages, Bern 1961,
8. *Carisano A.:* J. Chromatography **13**, 83 (1964).
9. *Pocchiari F.* et al.: Sci. Repts. Ist. Supper. Sanità **2**, 188 (1962).
10. *Carisano A.* & *Carrà F.:* Industria Conserve (Parma) **38**, 28 (1963).
11. *Carisano A.* & *Carrà F.:* Biochem. J. **81**, 98 (1961).
12. *Carisano A.:* Persönl. Mitteilung.
13. *Wood T.* & *Bender A. E.:* Biochem. J. **67**, 366 (1957).
14. *Bender A. E.* et al.: J. Sci. Food Agric. **9**, 812 (1958).
15. *Crush K. G.:* J. Sci. Food Agric. **15**, 550 (1964).
16. *Crush K. G.:* J. Sci. Food Agric. **15**, 555 (1964).
17. *Moore S.* et al.: Analyt. Chem. **30**, 1185 (1958).
18. *Spackmann D. H.* et al.: Analyt. Chem. **30**, 1190 (1958).
19. *Voogt P.* und *de Vries B.:* Vorgetragen am 4. Int. Symp. über Chromatographie und Elektrophorese, Brüssel 1966.
20. *Van de Vries J.:* Biochem. J. **57**, 410 (1954). Zit. in *R. Grau,* Fleisch und Fleischwaren, Berlin 1960.

*Tabelle**

	Rindfleischextrakt			
	Schwankungsbreite (aus 16 Proben)	Mittelwert	Streuung ∓	Streuung %
Wasser	15,2 —20,5	18,2	1,5	8,2
Gesamtstickstoff	8,3 — 9,9	8,83	0,36	4,1
Kreatinin	6,5 — 7,9	7,35	0,37	5,1
Glykogen	0,42— 1,06	0,68	0,19	27,9
Phosphor	2,50— 3,39	3,08	0,29	9,4
Aminosäuren:				
α-Alanin	1,24— 1,93	1,72	0,18	10,4
Glycin	1,82— 2,51	2,23	0,19	8,5
Leucin	0,43— 0,96	0,77	0,15	19,5
Isoleucin	0,21— 0,45	0,36	0,07	18,4
Methionin	0,11— 0,26	0,19	0,03	17,4
Phenylalanin	0,16— 0,32	0,25	0,04	15,8
Prolin	0,67— 1,03	0,89	0,09	10,5
Serin	0,31— 0,57	0,44	0,08	18,2
Threonin	0,27— 0,54	0,42	0,07	16,8
Tyrosin	0,11— 0,29	0,21	0,06	26,2
Valin	0,29— 0,65	0,51	0,09	18,1
Asparaginsäure	0,60— 1,16	0,94	0,14	14,9
Glutaminsäure	3,12— 4,92	4,36	0,47	10,7
Arginin	0,50— 0,92	0,74	0,10	13,3
Histidin	3,27— 4,66	4,04	0,42	10,5
Lysin	0,62— 1,41	1,08	0,21	19,4
Taurin	0,40— 1,02	0,74	0,20	27,0
1-Methylhistidin	0,44— 0,77	0,63	0,08	12,7
3-Methylhistidin	0	0	0	0
β-Alanin	2,15— 2,98	2,55	0,26	10,4
Dipeptide:				
Carosin	3,57— 5,26	4,50	0,70	15,6
Balenin	0	0	0	0
Anserin	**	**		

* Das volle Zahlenmaterial stellen wir Interessenten auf Anfrage gerne zur Verfügung.
** Nicht quantitativ bestimmbar.

Walfleischextrakt				Sperm-walextrakt (Einzelbest.)	Fischextrakt (Einzelbest.)
Schwankungs-breite (aus 6 Proben)	Mittelwert	Streuung ±	Streuung %		
15,4 —22,9	20,6	2,8	13,6	19,7	18,4
10,6 —11,2	10,91	0,18	1,7	8,9	10,1
4,5 — 5,0	4,80	0,17	3,6	9,1	4,8
6,5 —10,4	8,35	0,15	18,0	—	—
1,33— 2,50	1,80	0,43	23,9	—	—
0,72— 0,92	0,83	0,09	11,1	1,57	3,72
1,39— 1,71	1,48	0,13	8,8	1,80	5,84
0,45— 0,69	0,53	0,12	22,5	0,58	2,28
0,20— 0,26	0,23	0,03	14,6	0,25	0,55
0,12— 0,17	0,14	0,02	16,4	0,21	0,84
0,13— 0,21	0,16	0,04	22,1	0,21	0,90
0,50— 0,72	0,59	0,08	14,1	0,92	2,80
0,23— 0,34	0,28	0,05	17,8	0,35	1,34
0,23— 0,29	0,26	0,03	12,9	0,32	1,31
0,12— 0,15	0,13	0,02	12,0	0,18	0,55
0,24— 0,33	0,29	0,04	13,2	0,42	1,34
0,53— 0,77	0,64	0,11	16,6	0,74	2,92
1,36— 2,04	1,62	0,33	20,1	2,22	6,23
0,37— 0,54	0,45	0,08	17,0	0,57	2,28
2,80— 3,88	3,18	0,35	11,1	3,03	3,64
0,59— 0,91	0,71	0,14	19,6	1,11	2,54
0,12— 0,17	0,14	0,02	14,5	0,45	3,71
0,15— 0,21	0,18	0,02	14,2	1,61	0
14,1 —15,9	14,85	0,66	4,4	0	0
8,97—10,85	9,97	0,73	7,4	3,09	0
3,96— 5,85	4,95	0,80	16,2	ca. 4,5	0
18,0 —22,8	20,72	2,13	10,3	0	0
**	**			ca. 1,6	0

Die Wertangaben bedeuten Gewichtsprozente, bezogen auf Feuchtgewicht.
Die Aminosäuren wurden in Hydrolysaten bestimmt.
Für die Streuungsberechnung siehe Fußnote auf Seite 158.