

werblichen Wirtschaft eine sachgemäße Beurteilung der technischen Möglichkeiten zur Herstellung hochwertiger Erzeugnisse aus Krill zu erlauben und auch die aus der Verarbeitung resultierenden, ökonomischen Parameter abzuschätzen.

Zitierte Literatur

CHRISTIANS, O.; LEINEMANN, M.; MANTHEY, M.: Neue Erkenntnisse über den Fluoridgehalt im Krill (*Euphausia superba* Dana). Inf. Fischw. 28: 70-72, 1981.

CHRISTIANS, O.; LEINEMANN, M.: Über die Fluoridwanderung aus den Schalen in das Muskel-
fleisch bei gefriergelagertem antarktischen Krill (*Euphausia superba* Dana) in Abhän-
gigkeit von der Lagertemperatur und -zeit. Arch. FischWiss. 34: 87-95, 1983.

KARL, H. et al.: Continuous processing of raw Antarctic Krill into food products for
human consumption on a pilot plant scale. Arch. FischWiss. 37 (Beih. 1): 187-198,
1986.

SCHREIBER, W.; FLECHTENMACHER, W.; CHRISTIANS, O.: Die Verarbeitung von Krill zu Lebens-
mitteln. Hamburg: Bundesforschungsanstalt für Fischerei 1981. S. 215.

W. Schreiber
Institut für Biochemie und Technologie
Hamburg

Formaldehyd in Fischprodukten: 2. Nachweis- und Bestimmungsmöglichkeiten

Mit der Analyse von Formaldehyd (FA) in Fischprodukten beschäftigen sich die Le-
bensmittelchemiker schon seit nahezu 70 Jahren (ISHIDA, 1917). Ausgelöst wurden die
Untersuchungen häufig dadurch, daß Lebensmittelüberwachungsbehörden FA in Fischen
und Fischprodukten fanden und vermuteten, daß es sich um unerlaubte FA-Zusätze ge-
handelt haben könnte (AMANO und YAMADA, 1965). Es stellte sich jedoch heraus, daß
der Formaldehyd aus dem Abbau des fischeigenen Trimethylaminoxides (TMAO) stammt
(HEBARD et al., 1982); dieser Prozeß läuft besonders intensiv während der Gefrier-
lagerung von Produkten aus Dorschfischen (Kabeljau, Seelachs, Seehecht u.a.) ab
(REHBEIN, 1986).

Die FA-Bestimmung in Fischprodukten wird dadurch erschwert, daß FA in einer Viel-
zahl unterschiedlich stabiler Bindungsformen an das Fischgewebe fixiert ist. Ver-
einfachend unterscheidet man in der Analytik zwischen freiem FA, in säurelabiler
Form gebundenem FA und irreversibel gebundenem FA. Bevor auf die Bestimmung der
verschiedenen FA-Fraktionen näher eingegangen wird, soll ein einfacher Test zum
Nachweis und zur halbquantitativen Erfassung von freiem FA beschrieben werden, der
auch in den Betrieben der fischverarbeitenden Industrie eingesetzt werden kann, die
über kein eigenes Labor verfügen. Es handelt sich um einen Komparator-Test der Fir-
ma E. Merck (Darmstadt), der kürzlich für die Analyse von Wasserproben auf den
Markt gebracht wurde. Bei diesem Testverfahren wird FA durch Bildung eines purpur-
farbenen Tetrazinfarbstoffes nachgewiesen; durch Vergleich mit einer Farbskala kann
die Formaldehydkonzentration aus der Art und Intensität der Färbung abgeschätzt
werden (Aquamerck 8028). Um diesen Test auf die Analyse von Fischprodukten anwenden
zu können, muß der Formaldehyd zunächst extrahiert werden.

Arbeitsvorschrift zur Bestimmung des Gehaltes an freiem Formaldehyd in Fischproduk- ten mit dem Testsystem "Aquamerck 8028-Formaldehyd"

1. Extraktion des freien FA: 20 g Fischprobe werden in kleine Stücke geschnitten
und mit 180 ml kalter, 6%-iger (G/V) Perchlorsäure homogenisiert (z.B. mit Hilfe
des Krups 3-Mix 3000 mit Messerstab). Die Probeneinwaage kann unter Beibehaltung
der Mengenverhältnisse verringert werden, wenn Materialmangel es erfordert. Zur
Abtrennung der Gewebsreste werden die Extrakte filtriert.

2. Alkalisierung der Extrakte: Man füllt 15 ml Extrakt in ein kleines Becherglas, gibt 5 ml kalte 20%-ige (G/V) Kalilauge hinzu und stellt den Ansatz für 15 min in ein Bad mit Leitungswasser. Es bildet sich ein weißer, feinkristalliner Niederschlag aus Kaliumperchlorat, der sich so gut auf dem Boden absetzt, daß der Überstand ohne Filtration zum Komparator-Test eingesetzt werden kann.

3. Komparator-Test: Der eigentliche FA-Test wird nun nach der Gebrauchsanweisung von Merck, beginnend mit Punkt 3, durchgeführt.

Die Erprobung dieser Methode in unserem Labor ergab folgende Resultate:

1. Bei der Untersuchung reiner FA-Lösungen zeigte es sich, daß die Komparator-Werte nicht genau proportional zum FA-Gehalt anstiegen (Tabelle 1). Diese Differenz beruht teilweise auf Unsicherheiten bei der Farbabschätzung; außerdem muß berücksichtigt werden, daß der Komparator-Test eine diskontinuierliche Skala mit 8 Abstufungen von 0 bis 1,5 ppm FA (in der Testlösung) besitzt.

2. Merck empfiehlt, den Komparator-Wert nach 5 min Reaktionszeit abzulesen; in der Gebrauchsanweisung wird außerdem darauf hingewiesen, daß längere Reaktionszeiten (10 und 15 min) zu einer gesteigerten Empfindlichkeit führen. Wir fanden ebenfalls eine Zunahme der Färbung mit längerer Reaktionsdauer und auch mit steigender Temperatur (Tabelle 2).

3. Fischmuskelextrakte enthielten Substanzen, die die Farbentwicklung hemmten (Tabelle 3); da Ammonium-Ionen und Lysin nur geringfügig inhibierten, muß dieser Effekt überwiegend durch säurelösliche Stoffe mit anderen reaktiven Gruppen als der Aminogruppe verursacht worden sein.

4. Zum Ausgleich für diese Hemmung wählten wir eine Reaktionszeit von 15 min zur Untersuchung von Fischproben bei Raumtemperatur. Die Anwendung des modifizierten Komparator-Tests auf die FA-Bestimmung in tiefgekühlten Fischprodukten (Filets, Fischstäbchen etc. aus Dorschfischen wie Kabeljau, Schellfisch, Seelachs, Alaska Pollock und Argentinischem Seehecht) ergab folgendes Ergebnis:

Wie die Abbildung 1 verdeutlicht, war die Korrelation zwischen den FA-Gehalten, die mit dem Komparator-Test und dem Nash-Test bestimmt wurden, zufriedenstellend. Der Nash-Test, eine photometrische Methode, diente als Referenztest (siehe folgenden Abschnitt); der Korrelationskoeffizient betrug 0,92. Mit folgender Gleichung kann aus dem Komparator-Wert der Gehalt an freiem Formaldehyd in einer Fischprobe abgeschätzt werden:

$$(G1.1) \text{ FA-Gehalt (mg/kg) = Komparator-Skalenwert} \times F + 4,33$$

$$(G1.2) \quad F = F_1 \times F_2 \times F_3 \qquad F = 19,5$$

$F_1 = 196/20$; 20 g Probe, etwa 16 g Wasser enthaltend, werden mit 180 ml Perchlorsäure homogenisiert

$F_2 = 20/15$; Verdünnung beim Alkalisieren von 15 ml Extrakt mit 5 ml Kalilauge

$F_3 = 1,49$; Umrechnungsfaktor zwischen den mit Komparator- und Nash-Test berechneten FA-Gehalten; F_3 ist der Kehrwert der Steigung aus der Geradengleichung von Abb. 1.

Eine Reihe von Produkten (n=7) enthielt so viel Formaldehyd, daß die höchste Farbstufe der Komparator-Skala (1,5 ppm) überschritten wurde; nach Gleichung 1 sind in diesen Proben FA-Gehalte über 33,6 mg/kg zu erwarten. Der Nash-Test ergab die folgenden Werte an freiem FA: 38,9 / 46,2 / 49,3 / 55,6 / 83,6 / 119,7 / 170,6 (mg/kg). Fischprodukte mit hohem Gehalt an freiem FA waren demnach mit dem Komparator-Test gut zu identifizieren.

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen dem abgelesenen Komparator-Skalenwert und FA-Konzentration. Als Folge der gegenüber der Gebrauchsanweisung von 5 min auf 15 min verlängerten Reaktionszeit sind die ermittelten FA-Gehalte zu hoch. Die FA-Gehalte wurden durch Multiplikation der Komparator-Werte mit dem Faktor $20/15 = 1,3$ (Alkalisierung) berechnet. Die längere Reaktionszeit wird in Punkt 4 begründet.

FA-Konzentration in der Probenlösung (mg/L)	Komparator-Skalenwert (ppm) nach 15 min Reaktionszeit	berechneter FA-Gehalt in der Probenlösung (mg/L)
0,12	0,1	0,13
0,25	0,25	0,33
0,37	0,5	0,66

Tabelle 2: Abhängigkeit der Komparator-Werte von Reaktionszeit und -temperatur. Die FA-Konzentration in der Testlösung (d.h. nach Alkalisierung) betrug 0,56 mg/L. Die Farbentwicklung wurde bei der angegebenen Temperatur in jeweils zwei Ansätzen (I, II) 20 min lang verfolgt.

Reaktionszeit (min)	T = 18°C			T = 37°C		
	Komparator-Skalenwerte (ppm)			Komparator-Skalenwerte (ppm)		
	I	II	MW	I	II	MW
5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6
10	0,6	0,4	0,5	0,8	0,8	0,8
15	0,8	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0
20	1,5	1,5	1,5	>1,5	>1,5	>1,5

Tabelle 3: Beeinflussung des Komparator-Tests durch Fischmuskelextrakt. FA, Ammoniumsulfat und Lysin wurden in 6%-iger Perchlorsäure gelöst. Rotbarschextrakt Nr. I enthielt 0,48 mM Ammonium-Ionen, Extrakt Nr. II 1,74 mM (Extrakt aus verdorbenem Rotbarschfilet). Mit dem Komparator-Test ließ sich kein FA in den reinen Rotbarschextrakten nachweisen. Die Komparator-Tests wurden bei Raumtemperatur durchgeführt.

Zusatz zu reiner FA-Lsg. (1,5 mg/L) (1 Vol.-Teil Zusatz + 1 Vol.-Teil FA-Lsg.)	Komparator-Skalenwert (ppm)	
	5 min	15 min
6% (G/V) Perchlorsäure	0,6	1,0
5 mM Ammoniumsulfat	0,4	0,8
5 mM Lysin	0,4	0,8
Rotbarschextrakt Nr. I	0,1	0,25
Rotbarschextrakt Nr. II	0,25	0,4

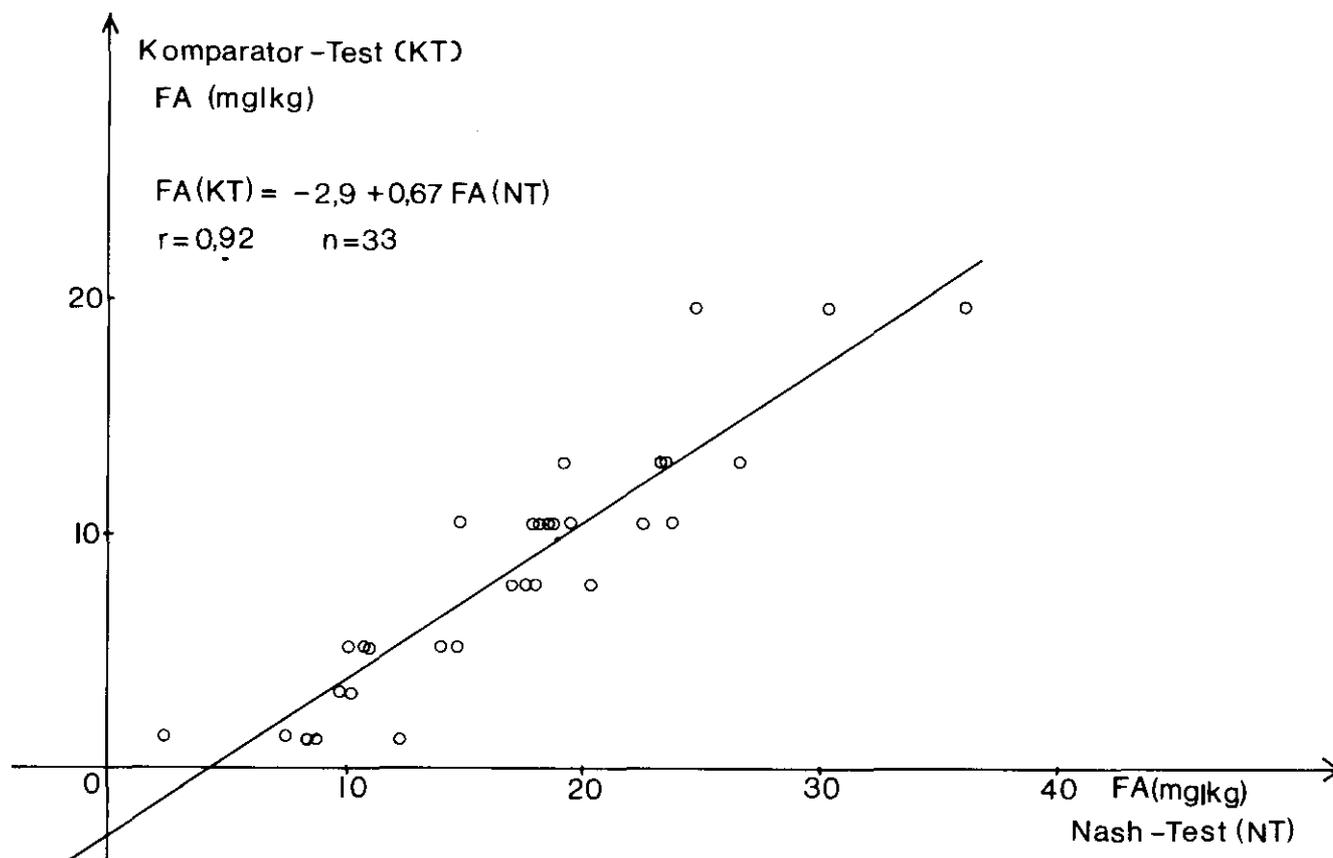


Abb. 1: Vergleich von Komparator-Test und Nash-Test zur Bestimmung des freien Formaldehydes in Fischmuskelextrakten

Bestimmung des Gehaltes an freiem Formaldehyd

Als "freier Formaldehyd" wird die FA-Fraktion bezeichnet, die sich aus einer Probe mit verdünnter Säure (z.B. 6%-iger (G/V) Perchlorsäure oder 7,5%-iger (G/V) Trichloressigsäure) bei niedriger Temperatur (0-25°C) extrahieren läßt. Zur Messung des FA-Gehaltes in Fischmuskelextrakten hat sich die bereits oben erwähnte Methode von NASH (1953) weitgehend durchgesetzt (CASTELL und SMITH, 1973). Das Verfahren ist meßtechnisch wenig aufwendig, sehr spezifisch für FA, zeichnet sich durch milde Reaktionsbedingungen aus (pH im Testansatz = 5,9; T = 60°C; t = 5 min) und ist von ausreichender Empfindlichkeit. Dagegen fanden wir, daß sich die Chromotropsäure-Methode (FAO, 1980) zur Bestimmung des Gehaltes an freiem FA in Extrakten nicht so gut eignete; aufgrund der drastischen Reaktionsbedingungen (50%-ige (V/V) Schwefelsäure im Testansatz; T = 100°C; t = 15 min) kann während des Tests einerseits gebundener FA freigesetzt werden und andererseits freier bzw. freigesetzter FA mit einigen Aminosäuren (Tryptophan, Tyrosin, Cystein) neue, feste Bindungen eingehen und sich so der Bestimmung entziehen (FRAENKEL-CONRAT, BRANDON und OLCOTT, 1947).

Arbeitsvorschrift zur Bestimmung des Gehaltes an freiem Formaldehyd mit dem Nash-Test

1. Extraktion des freien FA: Die Herstellung der Extrakte erfolgt wie für den Komparator-Test beschrieben.

2. Standard-Nash-Test: Der Nash Test beruht auf der Bildung eines gelben Farbstoffes (3,5-Diacetyl-1,4-dihydrolutidin) aus FA, Ammoniak und Acetylacetone; der Extinktionskoeffizient des Farbstoffes beträgt bei 412 nm 8000 (L x mol⁻¹ x cm⁻¹);

da dieser Koeffizient bekannt ist, kann die FA-Konzentration in einer Lösung direkt, d.h. ohne den Umweg über eine Eichgerade, berechnet werden. Zur Überprüfung der Reagentien und des Linearbereiches des photometrischen Tests ist es jedoch empfehlenswert, Meßreihen mit verdünnter Formaldehyd-Lösung durchzuführen.

Zum Nash-Test wird ein Gemisch aus 1 ml Probenlösung und 1 ml Nash-Reagenz in einem verschlossenen Reagenzglas 5 min bei 60°C im Wasserbad inkubiert. Nach Abkühlung des Reagenzglases mit Leitungswasser wird die Extinktionsdifferenz zwischen Probe und Blindprobe bei 412 nm gemessen (ΔE_I); die Blindprobe wird mit 1 ml 4,5%-iger (G/V) Perchlorsäure anstelle 1 ml Probenlösung angesetzt.

Bei Proben mit geringem FA-Gehalt müssen Trübungen und Eigenfärbungen der Extrakte, die gelegentlich in geringem Maße auftreten können, berücksichtigt werden. Dazu wiederholt man die Prozedur mit einem Reagenz, dem Acetylaceton fehlt, so daß der FA-spezifische gelbe Farbstoff nicht gebildet werden kann; man erhält so ΔE_{II} . Der FA-Gehalt wird nach folgender Formel berechnet:

$$(G1.3) \quad \text{FA-Gehalt (mg/kg)} = \Delta E \times F$$

$$(G1.4) \quad \Delta E = \Delta E_I - \Delta E_{II}$$

$$(G1.5) \quad F = F_1 \times F_2 \qquad F = 73,50$$

$F_1 = 7,5$ (mg/L); errechnet aus dem Extinktionskoeffizienten nach dem Lambert-Beerschen Gesetz

$F_2 = 196/20$; 20 g Probe, etwa 16 g Wasser enthaltend, werden mit 180 ml Perchlorsäure homogenisiert.

Das Nash-Reagenz wird hergestellt, indem 150 g Ammoniumacetat in 500 ml destilliertem Wasser gelöst werden; nach Zugabe von 3 ml konzentrierter Essigsäure (mindestens 96%-ig) und 2 ml Acetylaceton füllt man mit destilliertem Wasser auf 1 Liter auf. Das Reagenz ist in einer braunen Flasche im Kühlschrank 2 Wochen haltbar.

Bestimmung des Gehaltes an gebundenem und freiem Formaldehyd

Während der freie Formaldehyd von toxikologischem Interesse ist, wird die Verschlechterung der Qualität eines Fischproduktes durch den gebundenen FA bewirkt. Es konnte gezeigt werden, daß die Reaktion zwischen FA und Fischmuskeleiweißen zu einer Verfestigung der Konsistenz führte (REHBEIN, 1985).

Zur Bestimmung der Summe aus freiem und gebundenem FA wird eine Fischprobe mit Schwefelsäure oder Phosphorsäure versetzt und unter Zusatz von Wasser oder Einleiten von Wasserdampf destilliert. Dabei hat sich die von ANTONACOPOULOS (1960) ent- (1973) zur Bestimmung von FA bzw. Hexamethyltetramin vorgeschlagenen Methode zeigte jedoch, daß die dort angegebene Schwefelsäurekonzentration im Reaktionsansatz zu hoch war; Tabelle 4 zeigt, daß der freie bzw. freigesetzte FA bei Einsatz höherer Schwefelsäurekonzentrationen (20-40%) während der Destillation vom Fischfleisch gebunden wird. Wir haben daher die Schwefelsäurekonzentration gesenkt und die Methode wie folgt verbessert:

Arbeitsvorschrift zur Bestimmung des Gehaltes an gebundenem und freiem Formaldehyd in Fischprodukten durch Wasserdampfdestillation

10 g Fischmus und 30 ml 1%-ige (V/V) Schwefelsäure werden gemischt (Ultra-Turrax), in den Einsatz einer ANTONA-Apparatur gebracht und einer Wasserdampfdestillation bis zur Bildung von 250 ml Destillat unterworfen. Um ein Übersäumen zu verhindern, werden ggf. einige Tropfen Silicon-Entschäumer vor der Destillation zugegeben. Der FA-Gehalt des Destillates wird mit dem Nash-Test ermittelt; die etwas umständlichere Chromotropsäure-Methode liefert hier, anders als im Falle der Extrakte, nahezu identische Ergebnisse, da die Destillate keine störenden Substanzen enthalten (Abbildung 2).

Tabelle 4: Wiederfindungsrate für FA bei der sauren Destillation von gemustem Forellenfilet. Es wurde 10 g Mus mit 30 ml Schwefelsäure der angegebenen Konzentration (Vol.-%) vermischt, FA-Lösung zugegeben und eine Wasserdampfdestillation in der ANTONA-Apparatur durchgeführt. In der Tabelle sind die Mittelwerte und Standardabweichungen für jeweils 2 Destillationen angegeben. Der FA-Gehalt der Destillate wurde mit dem Nash-Test bestimmt.

Reaktionsansatz	pH-Wert im Rückstand nach Destillation		FA-Ausbeute (% der eingesetzten Menge)	
10 g Mus + 30 ml 1% H ₂ SO ₄				
+ 0,2 mg FA	1,25	± 0,03	90	± 11,0
+ 2,0 mg FA	1,27	± 0,04	94	± 0,4
10 g Mus + 30 ml 20% H ₂ SO ₄				
+ 0,2 mg FA	- 0,005	± 0,007	20	± 2,6
+ 2,0 mg FA	- 0,06	± 0,06	36	± 1,1
10 g Mus + 30 ml 40% H ₂ SO ₄				
+ 0,2 mg FA	- 0,35	± 0,02	0	± 0,0
+ 2,0 mg FA	- 0,37	± 0,0	2,1	± 0,3

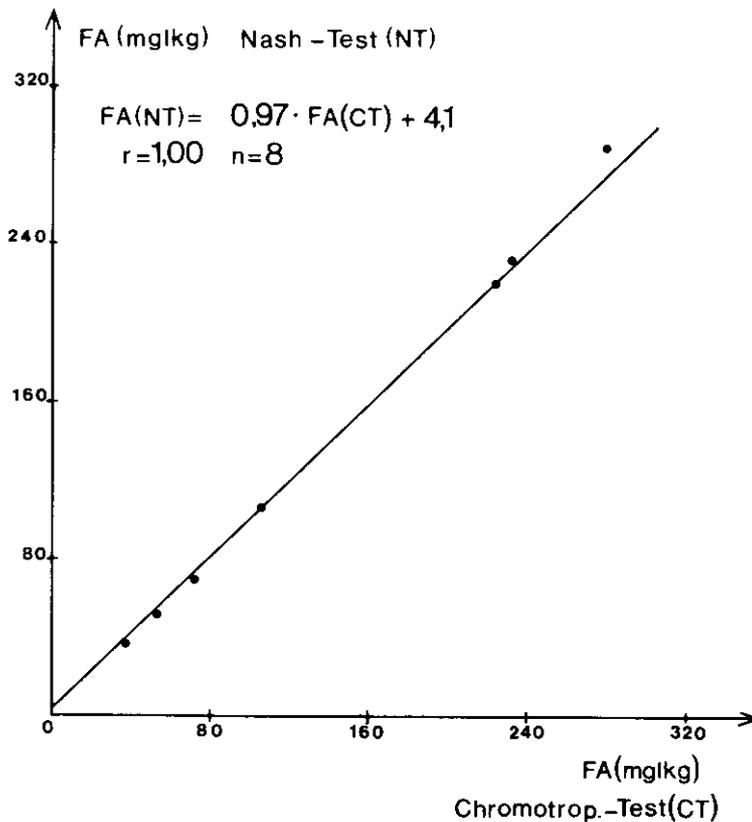


Abb. 2: Vergleich von Nash-Test und Chromotropsäure - Methode zur Bestimmung des Formaldehydgehaltes in Destillaten von tiefkühlgelagertem Mus aus Seehecht bzw. Alaska Pollock.

Tabelle 5: Vergleich verschiedener Destillationsverfahren zur Bestimmung des Gehaltes an gebundenem und freiem FA in Fischprodukten. Der FA-Gehalt der Destillate wurde mit dem Nash-Test bestimmt.

Reaktionsbedingungen	Gehalt an gebundenem + freiem FA (mg/kg) - berechnet aus dem FA-Gehalt der Destillate -	
	Argentinischer Seehecht	Alaska Pollock
ANTONACOPOULOS (1973) 3 g Mus + 10 ml 20% (V/V) H ₂ SO ₄	53,0 ± 4,3 ^{a)}	217,5 ± 2,1 ^{a)}
FAO (1980) 10 g Mus + 100 ml dest. Wasser + 5 ml 10% (G/V) Phosphorsäure	42,2 b)	188,0 b)
Optimiertes Verfahren nach ANTONACOPOULOS 10 g Mus + 30 ml 1% (V/V) H ₂ SO ₄	70,3 ± 3,9 ^{a)}	285,2 ± 14,8 ^{a)}

a) Mittelwert und Standardabweichung, n = 2 Destillationen

b) Einzelbestimmung

Anhand einiger tiefgekühlter Dorschfischprodukte (Farcen aus Argentinischem Seehecht, *Merluccius hubbsi*, und aus Alaska Pollock, *Theragra chalcogramma*) wurde diese Destillationsmethode mit dem von ANTONACOPOULOS (1973) beschriebenen Verfahren und mit einer von der FAO (1980) empfohlenen Methode verglichen. Tabelle 5 verdeutlicht, daß die hier beschriebene Modifikation die höchsten Ausbeuten an FA lieferte. Zum Vergleich wurde auch der Gehalt an freiem FA bestimmt; er betrug bei Seehecht 21% und bei Alaska Pollock 36% der Menge des gebundenen Formaldehyds. Die Berechnung des FA-Gehaltes bei Anwendung des optimierten Destillationsverfahrens in Verbindung mit dem Nash-Test erfolgt nach der Formel:

$$(G1.6) \text{ FA-Gehalt (mg/kg)} = \Delta E \times F$$

$$(G1.7) F = F_1 \times F_2 \times F_3 \qquad F = 187,5$$

$F_1 = 7,5 \text{ (mg/L)}$; FA-Konzentration im Destillat, errechnet aus dem Extinktionskoeffizienten nach dem Lambert-Beerschen Gesetz

$F_2 = 1000/10 = 100$; Umrechnung von 10 g Probe auf 1 kg

$F_3 = 0,25/1 = 0,25$; 10 g Probe ergeben 0,25 L Destillat

Neben dem Nash-Test und der Chromotropsäure-Methode existiert noch eine ganze Reihe anderer FA-Bestimmungsverfahren, die aber für die Analyse von Fischereiprodukten bisher keine große Bedeutung erlangt haben. Es handelt sich um photometrische, chromatographische, enzymatische und polarographische Methoden, die beispielsweise bei der Untersuchung der Atmosphäre, der Raumluft, des Rauches, von Textilien und von Stoffwechselvorgängen in Organismen angewandt werden.

Zitierte Literatur

- AMANO,K.; YAMADA,K.: The biological formation of formaldehyde in cod flesh. In KREUZER,R. (Hrsg.): The Technology of Fish Utilization. London: Fishing News Books, 1965. p. 72-78.
- ANTONACOPOULOS,N.: Verbesserte Apparatur zur quantitativen Destillation wasserdampf-flüchtiger Stoffe. Z. Lebensmitt.-Unters. 113: 113-116, 1960.
- ANTONACOPOULOS,N.: Bestimmung des Hexamethylentetramin. In LUDORFF,W.; MEYER,V. (Hrsg.): Fische und Fischerzeugnisse. Berlin, Hamburg: Parey 1973. S. 231-232.
- CASTELL,C.H.; SMITH,B.: Measurement of formaldehyde in fish muscle using TCA extrac-tion and the Nash reagent. J. Fish. Res. Bd Can. 30: 91-98, 1973.
- FAO: Manuals of food quality control. 2. Additives, contaminants - techniques. Food and Nutrition Paper 14/2. Rom: FAO 1980. p. 24-25.
- FRAENKEL-CONRAT,H.; BRANDON,B.A.; OLCOTT,H.S.: The reaction of formaldehyde with pro-teins. IV. Participation of indole groups. Gramicidin. J. Biol. Chem. 168: 99-118, 1947.
- HEBARD,C.E.; FLICK,G.J.; MARTIN,R.E.: Occurrence and significance of trimethylamine oxide and its derivatives in fish and shellfish. In MARTIN,R.E.; FLICK,G.J.; HEBARD,C.E.; WARD,D.R. (eds): Chemistry and biochemistry of marine food products. Westport, Conn.: AVI Publ. Comp. 1982. p. 149-304.
- ISHIDA,T.: J. Pharm. Soc. Japan 422: 300-310, 1917.
- NASH,T.: The colorimetric estimation of formaldehyde by means of the Hantzsch reac-tion. Biochem. J. 55: 416-421, 1953.
- REHBEIN,H.: Does formaldehyde form cross-links between myofibrillar proteins during frozen storage of fish muscle? In "Storage lives of chilled and frozen fish and fish products" Meeting of the Commissions C2-D3 of the International Institute of refrig-eration, Aberdeen, 1985. Preprints, p. 73-79.
- REHBEIN,H.: Formaldehyde in Fischprodukten: 1. Herkunft und Gehalt. Infv Fischw. 33: 36-43, 1986.

H. Rehbein
Institut für Biochemie und Technologie
Hamburg

RADIOÖKOLOGIE

Auswirkungen des Reaktorunfalls Tschernobyl auf Fisch

Schon bald nach Bekanntwerden des Reaktorunfalls von Tschernobyl begann das Labor für Radioökologie der Gewässer, radioaktive Kontaminationen von Fischen aus der Ost- und Nordsee, der Elbe sowie Binnengewässern Hamburgs und Schleswig-Holsteins zu messen. Es zeigte sich sehr bald, daß die für die Aufnahme durch Fisch entscheidenden Radio-nuklide das kurzlebige J 131 (Halbwertszeit (HWZ) 8 Tage) sowie die langlebigen Cäsium-Isotope Cs 134 (HWZ 2 Jahre) und Cs 137 (HWZ 30 Jahre) waren.

Bei Fischen aus allen untersuchten Gewässern trat J 131 praktisch nur im Mai mit ab-nehmbarer Tendenz im Fischfleisch auf, danach nicht mehr. Der mittlere J 131-Gehalt betrug für alle genannten Gewässer deutlich weniger als 10 Bq/kg Frischsubstanz mit