

Die durchgeführten Versuche zeigen, daß sowohl zwischen dem Fettgehalt des untersuchten Materials und der Reproduzierbarkeit als auch der Genauigkeit seiner Bestimmung enge Zusammenhänge bestehen. Während bei Fettfischen insgesamt zufriedenstellende Ergebnisse zu erwarten sind, steigt mit Abnahme des Fettgehaltes nicht nur der relative Meßfehler an, zusätzlich treten auf Grund der unterschiedlichen Effektivität der verschiedenen Extraktionslösungen methodisch bedingte Differenzen auf. Des weiteren hängt die Qualität und Zusammensetzung der Fettphase von der Art der Abtrennung ab. Diese Einflußgrößen sollten bei der Wahl einer Extraktionsmethode für fischanalytische Zwecke berücksichtigt werden.

Die genauen Arbeitsvorschriften für die angegebenen Fettbestimmungsmethoden können über das Institut für Biochemie und Technologie angefordert werden.

M. Manthey und W. Schreiber
Institut für Biochemie und Technologie
Hamburg

Trimethylaminoxid- Demethylase- (TMAOase-) Aktivität in
Meeresfischen: Vorkommen des Enzyms und seine Bedeutung
für den Fischverderb

Die Muskulatur zahlreicher mariner Fischarten enthält Trimethylaminoxid (TMAO) in zum Teil beträchtlichen Mengen (Tabelle). Bei der Tiefkühl Lagerung von Filets und Farce aus Fischen der Ordnung Gadiformes (Dorschfische) wird aus TMAO Dimethylamin (DMA) und Formaldehyd (FA) gebildet. Der TMAO-Abbau ist abhängig von der Fischart, der Lagertemperatur und Zusätzen zur Fischfarce (1). Das Abbauprodukt Formaldehyd kann durch die Reaktion mit Fischmuskeleiweiß eine Verschlechterung der Textur, beschreibbar als: strohig, krümelig, trocken, und möglicherweise auch des Nährwertes (2) bewirken. Während der TMAO-Zerfall in hitzebehandeltem Fischfleisch (Konserven) und getrockneten Fischprodukten nicht unter enzymatischer Beschleunigung abläuft, wird die TMAO-Spaltung in eis- oder tiefkühl gelagerten Fischprodukten durch das Enzym Trimethylaminoxid - Demethylase (TMAOase) katalysiert (3). Diesem Enzym kommt bei zahlreichen kommer-

ziell genutzten Fischarten eine Schlüsselstellung für den Verderb von Gefrierfischprodukten zu.

Tabelle

Fischart	TMAO-Gehalt in der Muskulatur ^{a)}	TMAOase - Aktivität ^{c)}					
		Muskel	Blut	Niere	Milz	Leber	Pylorusanhänge
Kabeljau (<i>Gadus morhua</i>)	0,47 WM	+	+	++	++	+	+
Wittling (<i>Merlangius merlangus</i>)	0,34 WM	-	+	++	NB	NB	NB
Schellfisch (<i>Melanogrammus aeglefinus</i>)	0,16 WM	-	+	++	+	+	+
Blauer Wittling (<i>Micromesistius poutassou</i>)	NB ^{b)}	+	+	++	+	-	+
Seelachs (<i>Pollachius virens</i>)	0,27 WM	-	+	++	+	+	++
Blauleng (<i>Molva dypterygia d.</i>)	0,49 WM	+	+	++	++	+	+
Leng (<i>Molva molva</i>)	NB	+	NB	+	++	++	+
Seehecht (<i>Merluccius merluccius</i>)	0,47 WM	-	+	++	NB	NB	NB
Lumb (<i>Brosme brosme</i>)	NB	+	++	++	++	+	++
Grenadierfisch (<i>Coryphaenoides rupestris</i>)	NB	-	+	++	+	+	+
Katfisch (<i>Anarhichas minor</i>)	0,35 F	-	NB	-	+	-	NB
Makrele (<i>Scomber scombrus</i>)	0,12 F	NB	-	-	-	-	-
Hering (<i>Clupea harengus</i>)	0,32 F	-	-	+	-	-	-
Rotbarsch (<i>Sebastes marinus</i>)	0,50 WM	-	-	-	-	-	-
Schnabelbarsch (<i>Sebastes mentella</i>)	0,77 WM	-	-	-	-	-	-

a) Angaben in % Feuchtgewicht; F = Filet; WM = weiße Muskulatur

b) NB: nicht bestimmt

c) - / + / ++ : keine / geringe / mittlere / hohe Aktivität

Einige Eigenschaften dieses Enzym und sein Vorkommen in Organen von Fischen aus dem Nordost-Atlantik wurden daher untersucht. Zunächst konnte bestätigt werden, daß die TMAOase-Aktivität durch Sauerstoff gehemmt wird; so wird verständlich, daß FA und DMA aus TMAO bei der üblichen Eislagerung von Fischen oder Filets nur in geringem Ausmaß gebildet werden, aber daß bei Lagerung vakuumverpackter Proben TMAO erheblich schneller abgebaut wird.

TMAOase-Aktivität konnten wir nur in Organen aus Fischen der Ordnung Gadiformes nachweisen (Tabelle). In folgenden Fischarten anderer Ordnungen konnte keine oder in Einzelfällen eine nur sehr geringe TMAOase-Aktivität nachgewiesen werden: Katfisch, Makrele, Hering, Rot- und Schnabelbarsch. Die Tabelle zeigt, daß die TMAOase in Niere und Milz die höchsten Aktivitätswerte aufwies, während in der Muskulatur nur relativ geringe Aktivitäten meßbar waren. Für die Fischverarbei-

tung von Bedeutung sind die TMAOase-Gehalte in Blut, die im mittleren Bereich lagen. Dorschfische sollten daher vor der Verarbeitung nicht nur zur Verbesserung der optischen Eigenschaften der Produkte, sondern auch zur Erhaltung einer guten Textur möglichst weitgehend ausgeblutet werden. Der hinreichend bekannte, schädliche Einfluß, den Reste von Nierengewebe in Produkten aus zerkleinertem Fischmuskel haben, läßt sich auf die sehr hohe TMAOase-Aktivität der Niere zurückführen.

Am Beispiel des Roten Seehechtes (Urophycis chuss) wird deutlich, daß die Kenntnis der TMAOase-Aktivität einer Fischart von Nutzen bei der Prüfung von Lagerbedingungen und bei der Produktentwicklung sein kann: diese Fischart enthält auch in ihrer Muskulatur beträchtliche TMAOase-Aktivität (3) und ist bekannt für die rasche Texturverschlechterung während der Gefrierlagerung. Man fand, daß während der Lagerung bei -7°C Filets, die zur Verhinderung der Ranzidität Tauchbäder mit Erythorbat (reduzierendes Antioxidans) / Citrat passiert hatten oder vakuumverpackt waren, mehr DMA als die unbehandelten Kontrollen entwickelten. Bei Lagerung von Rotem Seehecht unter modifizierten, CO_2 -haltigen Atmosphären in Eis wurde die Textur nach längerer Lagerzeit als ähnlich zäh wie bei Frostfisch beschrieben.

Diese beiden Befunde sind durch die bereits erwähnte höhere Aktivität der TMAOase in einem sauerstoffarmen, reduzierenden Milieu erklärbar.

Der negative Einfluß der TMAOase auf die Qualität von Seehechtfilet ließ sich dadurch verringern, daß die Fische von der Verarbeitung 5 Tage auf Eis gelagert und dann erst filetiert und gefrostet wurden; die TK-Lagerung sollte unterhalb der für diesen Fisch kritischen Temperatur von -15°C durchgeführt werden.

Zitierte Literatur

- (1.) 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.
- (2.) POULTER, R.G.; LAWRIE, R.A.: Studies on fish muscle protein: nutritional consequences of adding low concentrations of formaldehyde and/or linoleic acid to cod muscle. Lebensmittel-Wiss. Technol. 12: 47-51, 1979.
- (3.) LUNDSTROM, R.C.; CORREIA, F.F.; WILHELM, K.A.: Dimethylamine and formaldehyde production in minced american plaice and blackback flounder mixed with a red hake TMAO-ase active fraction. J.Food.Sci. 47: 1305-1310, 1982.

H. Rehbein und G. Kress
Institut für Biochemie und Technologie
Hamburg