

Mikrobiologische Probleme bei der Bestrahlung von Fisch*

Von Prof. Dr. V. Meyer, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg

Die Zahl der Mikroorganismen auf Seefischen unmittelbar nach dem Fang ist gering; sie finden sich vorwiegend auf der Haut. Die Vornahme der Radiopasteurisation empfiehlt sich unmittelbar nach dem Fang. Es wird über Bestrahlungsversuche an frischgefangenem Ostseedorsch bzw. Rotbarsch mit hoher Anfangskeimbelastung und Auswirkung einer Bestrahlung mit Dosen von 50 und 100 krad bzw. einer 2. Bestrahlung mit 50 krad nach 8 Tagen auf die Keimzahl, Gehalt an flüchtigen Basen und den pH-Wert berichtet. Diskutiert werden die Entwicklungsmöglichkeiten für das *Cl. botulinum* bei dieser Behandlung und anschließender Lagerung in Eis.

Microbiological Problems in the Irradiation of Fish

Sea-fish contain very few micro-organisms immediately after hauling; micro-organisms are located mainly on the skin. It is advisable to carry out the radiopasteurization immediately after the haul. Experiments have been carried out on the irradiation of freshly hauled East Sea cod, and perch with a high microbial content. Effects of a first irradiation at doses of 50 and 100 krad, and those of a second irradiation after eight days at a level of 50 krad on bacterial count, content of volatile bases, and pH-value are reported. The influence of the aforesaid treatment followed by storage in ice on the possible growth of *Cl. botulinum* is discussed.

Fisch gehört nicht unbedingt zu den alltäglichen Grundnahrungsmitteln, insbesondere im Binnenland. Nachstehend sollen deshalb zunächst einige allgemeine Bemerkungen zu dem Thema „Fisch als Lebensmittel“ angeführt werden.

Man unterscheidet u. a. nach Seefischen und Süßwasserfischen. Daneben steht noch eine Gruppe, die im Brackwasser lebt wie Maifische und Flundern bei uns und ferner Aale und Lachse, die entweder im Meer oder im Süßwasser laichen und zur Nahrungsaufnahme im Meer oder Süßwasser leben. Der Süßwasserfisch wurde bislang vorwiegend lebend gehandelt, soweit er in Gewässernähe konsumiert oder im lebenden Zustand auch zu weiter entfernten Plätzen transportiert werden kann. Im Sinne einer Rationalisierung des Absatzes und einer Vermarktung in weiteren Räumen zeichnet sich auch hier eine andere Darbietungsform ab.

Für Seefische ist heute aufgrund der großen Entfernungen vom Fangplatz bzw. der großen Fangkapazitäten unserer Fischereifahrzeuge ein Handel im lebenden Zustand nicht mehr denkbar.

Die Bundesforschungsanstalt für Fischerei in Hamburg und insbesondere das Institut für Biochemie und Technologie befaßt sich im überwiegenden Teil mit Seefischen. Seefisch enthält entgegen einer noch vielfach anzutreffenden Meinung im Muskel trotz des salzreichen Milieus (30 bis 35‰ NaCl) keinen höheren Natriumgehalt als andere Wirbeltiere des Landes. Statt dessen finden wir regelmäßig einen gewissen Gehalt an Trimethylaminoxid. Wie weit eine Diskussion über die Bedeutung des Trimethylaminoxids als Osmoregulator berechtigt ist, möge dahingestellt bleiben. Einige von uns allerdings noch nicht überprüfte Befunde sprechen dafür, daß es sich um einen nahrungsbedingten Inhaltsstoff handelt. Seine durch Mikroorganismen verursachten Abbauprodukte, das Trimethylamin und vielleicht auch

Problèmes microbiologiques dans l'irradiation du poisson

Le nombre des microorganismes sur les poissons de mer immédiatement après la pêche est minime; ils se trouvent en majorité sur la peau. La radiopasteurisation est recommandée immédiatement après la pêche. On expose des essais d'irradiation sur merlus ou petite perche de la Baltique à forte charge microbienne et l'effet d'une irradiation avec des doses de 50 et 100 krad ou d'une seconde irradiation avec 50 krad après 8 jours sur le nombre de microbes, la teneur en bases volatiles et la valeur du pH. On discute des possibilités de développement de *Cl. botulinum* lors de ce traitement et stockage subséquent dans la glace.

Микробиологические проблемы при облучении рыбы.

Число микроорганизмов на морской рыбе непосредственно после улова незначительно. Они встречаются преимущественно на коже. Рекомендуется радиопастеризацию проводить непосредственно после улова. Приводятся результаты опытов по облучению свежешелупленной балтийской трески или морского окуня высокого начального поражения микробами и по влиянию облучения дозами в 50 и 100 крад и вторичного облучения 50 крад после 8 суток на число микробов, содержание летучих оснований и на значение pH. Обсуждаются возможности развития *Cl. botulinum* при такой обработке с последующим хранением на льду.

das Dimethyl- und Monomethylamin, wurden eine Zeitlang als Kriterium für eine Qualitätsminderung von Seefischen herangezogen. Die Ausgangswerte des Trimethylaminoxids schwanken jedoch in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren erheblich. Außerdem können nicht alle Bakterien und insbesondere nicht die Proteolyten Trimethylaminoxid abbauen, so daß die Anwendung dieser Bestimmung fallen gelassen worden ist zugunsten der Bestimmung der flüchtigen Basen (TVBN), in die dessen Werte mit eingehen.

Die auf den Seefischen anzutreffenden Organismen, zumindest diejenigen, die nach der Anlandung noch eine Bedeutung für das Verderben haben, sind nicht unbedingt halophil, jedoch halotolerant. Humanpathogene Formen sind vorwiegend salzempfindlich und fallen bei den Fischen der Hochsee aus. Lediglich in abwässer-verschmutzten Flüssen und denen ihnen unmittelbar vorgelagerten Gewässern wird man mit ihnen rechnen müssen, wenn sie auch nur eine geringe Überlebenschance haben. Nur Sporen der Sporenbildner und hier u. a. die Sporen von *Clostridium botulinum* des Typs E werden gelegentlich in geringen Mengen angetroffen. Ein weiterer limitierender Faktor für die humanpathogenen Formen ist die Umgebungstemperatur. Pathogene Formen sind mesophil, d. h. sie haben ein Wachstumsoptimum oberhalb 32°C und ein Minimum oberhalb 20°C. Die auf den frischgefangenen Seefischen vorkommenden Mikroorganismen sind dagegen psychrotroph und vermögen teilweise noch bei Temperaturen unter 0°C zu wachsen. Die Wassertemperaturen unserer Fanggründe liegen vielfach bei Temperaturen zwischen +1°C und +5°C. Auf dem Fangfahrzeug wird der Fisch nach dem Fang sofort in Eis gepackt, wo er selbst bei etwas höheren Körpertemperaturen sehr schnell solche von 0° bis 3°C annimmt. Pathogene Organismen können daher gar nicht zur Entwicklung kommen bzw. werden von der dort endemischen psychrotrophen Mikroflora überundet.

* Vortrag anlässlich des Symposiums „Wholesomeness of Irradiated Foodstuffs“, Karlsruhe, 29. 6.—1. 7. 1971.

Die Mikroorganismen findet man nur im Darm der fressenden, aber nicht der während der Laichzeit hungernden Fische. Von dort bzw. vom ggf. etwas stärker belasteten Meeresuntergrund gelangen sie auf die schleimige Oberfläche der Haut der Fische, die einen guten Bakteriennährboden darstellt und infolgedessen sehr schnell in Zersetzung übergeht. Die unter der Epidermis liegende Lederhaut (Cutis) dagegen wirkt durch die unregelmäßig orientiert zueinander liegenden Muskelfasern als gutes Bakterienfilter, so daß der Fischmuskel trotz hoher Keimzahl auf der Haut noch relativ lange Zeit keimfrei bleibt. Lediglich die niedrigmolekularen Stoffwechselprodukte der Mikroorganismen gelangen etwas früher in die äußere Schicht des Muskelgewebes. Die natürliche Struktur eines intakten Zellgewebes der Muskulatur ist eine weitere Barriere. Invasionspforten für Mikroben sind Verletzungen jeglicher Art; die weitere Einwanderung der Bakterien erfolgt entlang der Myosepten. Bei einem intakten Fisch bringt daher die Bestimmung des Keimgehaltes im Muskelgewebe nicht unbedingt Hinweise für ein erfolgtes Verderben. Der Effekt einer Bestrahlung auf die Mikroorganismen muß daher in erster Linie auf der Haut untersucht werden. Anders ist es bei Filets, bei denen die Haut entfernt wird, durch den Filetier- und Enthäutungsvorgang nicht nur das natürliche Zellgefüge sehr stark in Mitleidenschaft gezogen wird, sondern die Bakterien zusätzlich hineingearbeitet werden. Hier finden sich erstmalig auch im Muskelfleisch größere Keimzahlen in der Größenordnung von $10^9/g$. Es sei in diesem Zusammenhang an die Bakteriengehalte von frischem Hackfleisch erinnert, die normalerweise Werte von 10^7 erreichen.

Der Anfangskeimgehalt bei Seefischen liegt je nach den Fangplätzen bei etwa 10^3 bis $10^4/cm^2$, bezogen auf die Haut, bei Süßwasserfischen fließender reiner Gewässer noch darunter, in anderen Fällen aber auch bei 10^5 und darüber. Die kritische Keimzahl für ein Verderben von Lebensmitteln allgemein liegt zwischen 10^7 und 10^8 Keimen/g je nach dem Vorliegen schädlicher physiologischer Gruppen. Eine Bestrahlung muß möglichst im Anfangsstadium der Mikroorganismenentwicklung einsetzen, da der Zeitraum bis zur Entwicklung einer bedenklichen Keimzahl noch sehr groß ist. Einen solchen niedrigen Keimgehalt können wir aber nur unmittelbar nach dem Fang antreffen, d. h. wir müssen die Bestrahlungsanlagen auf den Fangfahrzeugen unmittelbar installieren. Die Bundesforschungsanstalt für Fischerei hat daher auf dem FFS „Walther Herwig“ eine Versuchsanlage eingebaut, mit der Anfang 1972 die ersten Versuche gefahren werden sollen. Zwischenzeitlich haben wir in unserer Landanlage einige orientierende Versuche durchgeführt, und zwar speziell mit Ostseedorch, den wir fangfrisch bekommen können. Das Ergebnis der Untersuchungen mögen einige Blockdiagramme zeigen, auf denen die Keimzahlen von je 5 Fischen dargestellt sind (Abb. 1). Zum besseren Verständnis der Auswirkung der Bestrahlung wurde über den Blöcken im Diagramm noch die Anzahl der jeweiligen Teilungen der Bakterien im Vergleich zum Anfangskeimgehalt angegeben. Danach ist eine Bestrahlung mit 50 krad, wenn wir vom Keimgehalt der Haut ausgehen, offensichtlich nicht ausreichend, um eine Verlängerung der Haltbarkeit um 15 Tage zu erreichen. Hier wäre es erforderlich, nach 8 Tagen eine weitere Bestrahlung vorzunehmen oder

von vornherein eine höhere Dosis von 100 krad anzuwenden. Die Werte nach 15 Tagen für die mit 100 krad bestrahlten Fische konnten aus technischen Gründen nicht bestimmt werden. Aufgrund der organoleptischen Befunde ist eine Extrapolierung jedoch gerechtfertigt. Die Keimzahlen dürften dann noch unter dem Wert der zweimalig mit 50 krad bestrahlten Proben liegen. Be-

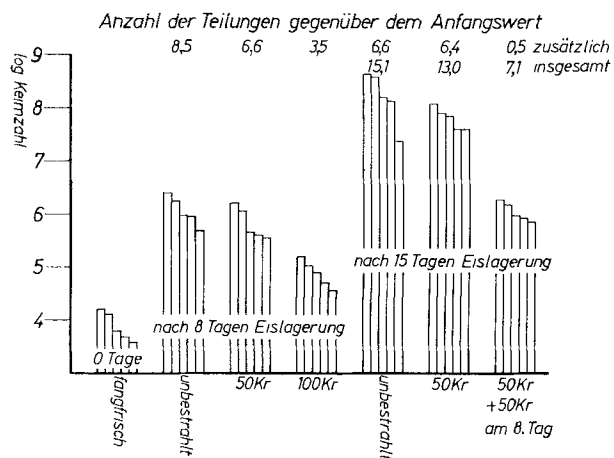


Abb. 1. Auswirkung der Bestrahlung auf den Keimgehalt der Haut von je 5 Ostseedorchen (Werte nach G. Karnop¹)

Tabelle 1

Bestimmung von flüchtigen Basen (TVBN mg/100 g) und pH-Werten in der Muskulatur von bestrahlten Ostseedorchen Mittelwerte von je 5 Fischen nach G. Karnop, 1971

		nach 8 Tagen		nach 15 Tagen	
		TVBN	pH	TVBN	pH
unbestrahlt	a)	22.0	6.5	53.4	7.11
	b)			59.5	7.16
bestrahlt	50 krad	20.9	6.75	24.7	6.76
	" "	+ 50 krad	nach 8 Tagen	20.7	6.65
	100 krad	20.7	6.5		

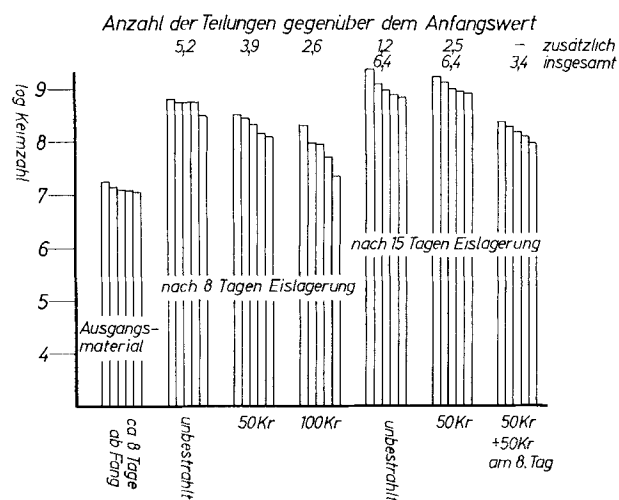


Abb. 2. Auswirkung der Bestrahlung auf den Keimgehalt der Haut von je 5 Rotbarschen (Werte nach G. Karnop¹)

merkenswert ist der organoleptische Befund, der aus dem mit 50 krad bestrahlten Fisch geschnittenen Filets noch beachtlich gut war, was nach den o. a. Bemerkungen über die Filterwirkung der Haut erklärbar ist. Entsprechend sind auch die Befunde der Bestimmung der che-

¹ G. Karnop, unveröffentlicht, 1971.

mischen Daten recht günstig, wie Tab. 1 zeigt, in der die Werte für flüchtige Basen (TVBN) und pH-Werte in der Muskulatur angegeben sind (bis 25 mg/100 g TVBN gute Qualität, bis 35 mg verkehrsfähig, über 40 mg verdorben).

Bei der Bestrahlung des Rotbarsches, der für die Frischfischlieferung von besonderem Interesse ist, bestanden anfangs seines Fettgehaltes wegen erhebliche Bedenken, da hier mit dem Auftreten von Fettoxydationen zu rechnen gewesen wäre. Die bisherigen Landversuche scheinen aber zu zeigen, daß diese Gefahr nicht besteht. Auch hier hatten wir gute Ergebnisse, die zu einigen Hoffnungen berechtigen (Abb. 2). Der Rotbarsch war jedoch nicht fangfrisch, wie aus der hohen Anfangskeimzahl von 10^7 hervorgeht. Die Keimzahlen der Haut nach der Bestrahlung lagen entsprechend hoch und erreichten bereits das Gebiet der kritischen Werte. Das Ergebnis dieser Versuche zeigt deutlich die besondere Wichtigkeit einer Bestrahlung sofort nach dem Fang. (Immerhin war der organoleptische Befund bei den bestrahlten Fischen erstaunlich gut.)

Einer besonderen Betrachtung bedarf die Frage nach der Entwicklungsmöglichkeit für Organismen aus der *Clostridium botulinum* Gruppe. Es wird vielfach befürchtet, daß durch die Maßnahmen der Radiopasteurisation nur die nichtsporenbildenden Organismen vernichtet werden, während Sporenbildner mit ihren Dauerformen erst durch Bestrahlungsdosen in der Größenordnung von mehreren Mrad unschädlich gemacht werden. Die beschriebenen Untersuchungen haben aber gezeigt, daß von der normalen psychrotrophen Flora bei den hier zur Anwendung kommenden Bestrahlungsdosen

noch genügend Keime übrigbleiben, die sich bei entsprechend langer Lagerung vermehren können und die Fische schließlich verderben lassen. Unter der Voraussetzung einer Eislagerung von 0° — 3° C werden die Sporen von *Clostridium botulinum* Typ E nicht zur Auskeimung kommen; sie werden sowieso sehr schnell von der normalen Flora überrundet werden. Hinzukommt, daß die Gehalte an Botulismus-Organismen selbst kontaminierter Randzonen unserer Fanggebiete außerordentlich gering sind, nämlich 0.17 Sporen je g Fisch nach J. T. R. Nickerson² und 0.06—0.005 nach G. Hobbs³.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß durch eine Bestrahlung im Bereich von etwa 100 krad eine Qualitätserhaltung von Fischen möglich und insbesondere eine Zerstörung der naturgegebenen Aromabestandteile durch die Behandlung mit ionisierenden Strahlen nicht zu befürchten ist. Nach ungefährender Schätzung wird die Qualitätserhaltung in Übereinstimmung mit anderen Angaben der Literatur um gut die Hälfte verlängert werden können, was für die Hochseefischerei von entscheidender Bedeutung ist, da die Dauer der Fangreise bei größeren Entfernungen der Fangplätze um den gleichen Betrag ausgedehnt werden kann. Die Dauer einer Reise hängt nämlich von der Haltbarkeit des zuerst gefangenen Fisches ab.

² J. T. R. Nickerson, The effect of gamma rays on haddock and clams inoculated with *Cl. botulinum* type E in: Radiation pasteurization of foods U.S.A.E.C. p. 107, 1965 cit. Hobbs.

³ G. Hobbs, Prospects for the elimination of *Clostridium botulinum* from fish and fishery products by irradiation, in: Elimination of harmful organisms from food and feed by irradiation, p. 101—107, J.A.E.A. Wien 1968.

Die Bedeutung von Mineralstoffen für die Düngung und Fütterung in der Teichwirtschaft

Von Prof. Dr. H. Mann

Aus dem Institut für Küsten- und Binnenfischerei der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg

Wie in der Landwirtschaft hat die Düngung der Teiche mit Mineralstoffen im großen Maße zur Steigerung der Erträge beigetragen. Grundlage jeder Düngung in der Teichwirtschaft ist die Kalkung des Wassers und Bodens. Eine Düngung mit phosphorhaltigen Handelsdüngern hat den Zweck, die Produktion an Fischnahrung auf direktem oder indirektem Wege zu steigern. Von großer Bedeutung ist, daß eine Phosphordüngung sich über längere Zeit günstig auswirkt. Eine Düngung mit Kali hat im Gegensatz zur Landwirtschaft bisher wenig Erfolg gezeigt, auch die Stickstoffdüngung ist von untergeordneter Bedeutung in der Teichwirtschaft. Über die Wirkung von Kobalt, Zink, Mangan und Eisen auf das Wachstum von Fischen liegen nur vereinzelte Untersuchungsergebnisse vor, das gleiche gilt für die Beimischung von Spurenelementen zum Fischfutter.

Significance of Mineral Matter as Manure and Feed in Fish-Farming

As in soil agriculture, so also in fish farming the manuring of ponds with mineral matter has greatly contributed to increase in yield. Use of commercial manures containing phosphorus aims at increasing the fish-feed either directly or indirectly. It is of great significance that phosphorus-containing manures have a favourable action for long periods. In contrast to soil agriculture, little success has been achieved with potassium-containing fertilizers; also nitrogenous fertilizers are of minor significance in fish-farming. Only a few informations are available regarding the action of cobalt, zinc, manganese and iron on the growth of fish; also very little is known about the incorporation of trace elements to fish-feed.

L'importance des matières minérales pour la fumure et le fourrage dans la pisciculture

Tout comme dans l'agriculture, la fumure des étangs avec des matières minérales a contribué dans une large mesure à une élévation des rendements. La base de toute fumure dans la pisciculture consiste en un chaulage de l'eau et du sol. Une fumure avec des engrais commerciaux phosphorés vise à élever par voie directe ou indirecte, la production piscicole. Très important est le fait qu'une fumure au phosphore exerce une action favorable pendant un laps de temps prolongé. Au contraire de l'agriculture, une fumure potassique n'a pas été un succès; il en est de même de la fumure azotée.

Значение минеральных веществ для удобрения и кормления в прудовом хозяйстве.

Как в сельском так и в прудовом хозяйстве удобрение минеральными веществами сильно способствовало увеличению доходности. Основой каждого удобрения в прудовом хозяйстве является известкование воды и почвы. Примененные фосфорсодержащих удобрений имеет целью прямое или косвенное увеличение продукции корма для рыб. Очень значительным является то, что фосфорное удобрение эффективно долгое время. В противоположность к сельскому хозяйству калиевое удобрение до сего времени оказалось мало успешным. Удобрение азотом в прудовом хозяйстве также играет лишь второстепенную роль. О действии кобальта, цинка, марганца и железа на рост рыбы имеются лишь единичные результаты исследования. То же относится к добавке микроэлементов к корму рыбы.