

stoffen das Olivenöl und alle anderen in ihrer Fettsäure- und Triglyceridzusammensetzung unterschiedlichen Nahrungsfette umfaßt.

#### 4.2

Fischöl verhält sich trotz seiner speziellen Fettsäure- und Triglyceridzusammensetzung in Kontakt mit Kunststoffverpackungen nicht anders als Olivenöl und die übrigen Nahrungsfette und kann deshalb durch das Prüffett HB 307 ebenfalls gut simuliert werden.

#### Zusammenfassung

Prüffolien, die man aus Polyvinylchlorid (Hart-PVC) unter Zusatz von Stearylalkohol [ $1-^{14}\text{C}$ ] (A I) und aus Polypropylen (PP) sowie Polyäthylen hoher Dichte (HD-PE) unter Zusatz von 3-(3,5-Di-tert.-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionsäure [ $3-^{14}\text{C}$ ]-stearylester (A II) herstellte, wurden 30 Tage bei  $20^\circ\text{C}/65\%$  r. F. einseitig mit Prüffett HB 307, Oliven- und Fischöl in Kontakt gehalten.

Die Mengen an A I, die aus der PVC-Prüffolie in die Kontaktfette einwanderten, lagen in jedem Fall unter  $0,04\%$  und bestätigten, daß die Wechselwirkungen zwischen Hart-PVC und Nahrungsfetten außerordentlich gering sind.

Die Ergebnisse zeigen ferner, daß sich Fischöl gegenüber Packstoffen aus Hart-PVC und Polyolefinen nicht anders als Olivenöl verhält. Es kann folglich ebenso gut wie alle übrigen Nahrungsfette durch Olivenöl oder aber vorteilhafter durch das Prüffett HB 307 simuliert werden.

Die Diskussion der Ergebnisse führt zu der Aussage, daß das synthetische Prüffett HB 307, das eine ähnliche Fettsäure- bzw. Triglyceridzusammensetzung wie Cocosfett besitzt, in seiner Extraktionswirkung gegenüber Kunststoffen alle in ihren Eigenschaften unterschiedlichen Nahrungsfette umfaßt.

#### Summary

Test films made of polyvinyl chloride (rigid PVC) under addition of [ $1-^{14}\text{C}$ ] stearyl alcohol (A I) and of polypropylene (PP) as well as of polyethylene of high density (HD-PE) under addition of 3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-stearyl [ $3-^{14}\text{C}$ ] propionate (A II) were kept in a one-sided contact with test fat HB 307, olive oil and fish oil during 30 days at  $20^\circ\text{C}/65\%$  r. h.

In each case the amounts of A I migrated from the PVC test film into the contact fats were lower than  $0.04\%$  which confirms that interactions between rigid PVC and edible fats are extremely low.

The results also showed that fish oil does not behave different from olive oil towards packaging materials of rigid PVC and polyolefines. Consequently, it may just as well as other edible oils be simulated by olive oil or, more favourably, by the test fat HB 307. The discussion of the results led to the statement that the synthetic test fat HB 307, showing a similar fatty acid and triglyceride

composition as coconut oil, regarding its extraction effect towards plastics is covering all edible fats with their different properties.

#### Résumé

Des feuilles-tests fabriquées en chlorure de polyvinyle (CPV dur) avec adjonction d'alcool de stéaryl [ $1-^{14}\text{C}$ ] (A I) et en polypropylène (PP) ainsi qu'en polyéthylène à haute densité (HD-PE) avec adjonction de l'ester stéarylique [ $3-^{14}\text{C}$ ] de l'acide 3-(3,5-Di-tert.-butyl-4-hydroxyphényl)-propionique (A II) ont été maintenues en contact pendant 30 jours à  $20^\circ\text{C}/65\%$  d'humidité relative, sur une face, avec la matière grasse-test HB 307, de l'huile d'olive et de l'huile de poisson.

Les quantités de A I qui ont migré de la feuille de CPV dans la matière grasse au contact se situaient dans tous les cas au-dessous de  $0,04\%$  et ont apporté la confirmation que les échanges entre CPV dur et matières grasses alimentaires étaient extrêmement réduits.

Les résultats ont montré d'autre part que l'huile de poisson ne se comporte pas autrement que l'huile d'olive par rapport aux emballages en CPV dur et polyoléfines. On peut donc utiliser comme substituant, aussi bien que pour toutes les autres matières grasses alimentaires, de l'huile d'olive ou mieux la matière grasse-test HB 307.

La discussion des résultats a permis de conclure que la matière grasse-test synthétique HB 307 qui possède une composition des acides gras ou des triglycérides similaire à celle de l'huile de coco, englobe dans sa fonction d'extraction vis à vis des matières plastiques toutes les matières grasses alimentaires de propriétés différentes.

Fräulein M. Baustian danken wir für die zuverlässige und gewissenhafte Durchführung der experimentellen Arbeiten.

#### LITERATUR

- 1) Figge, K., Fd. Cosmet. Toxicol. 10, 815 (1972).
- 2) vom Bruck, C. G., K. Figge, H. Piater und V. Wolf, Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 67, 444 (1971).
- 3) Figge, K., S. R. Eder und H. Piater, Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 68, 359 (1972).
- 4) Figge, K., J. Koch, Fd. Cosmet. Toxicol. 11, 975 (1973).
- 5) Figge, K., Fd. Cosmet. Toxicol. 11, 963 (1973).
- 6) vom Bruck, C. G., Ann. Ist. Surper Sanità 8, 358 (1972).
- 7) Figge, K., Kunststoffe-Plastics 24, 54 (1977).
- 8) Figge, K., und H. Piater, Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 67, 110 (1971).
- 9) Figge, K., und H. Piater, Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 67, 154 (1971).
- 10) Figge, K., und H. Piater, Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 67, 235 (1971).
- 11) Figge, K., Kunststoffe 61, 832 (1971).
- 12) Koch, J., und K. Figge, Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 71, 170 (1975).
- 13) Figge, K., und J. Schoene, Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 66, 281 (1970).
- 14) Figge, K., und W. Freytag, Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 73, 205 (1977).
- 15) Eckert, W. R., Vortrag anlässlich der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Fettforschung, Oktober 1971, München; Eckert, W. R., Fette - Seifen - Anstrichmittel 75, 150 (1973); Eckert, W. R., Fette - Seifen - Anstrichmittel 79, 360 (1977).
- 16) Figge, K., und H. Piater, Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 67, 9 (1971); Figge, K., J. Radioanalyt. Chem. 32, 315 (1976).
- 17) Figge, K., und W. Freytag, Veröffentlichung in Vorbereitung.

Aus dem Institut für Biochemie und Technologie der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg

## Die Erfolgsaussichten der Frischfischbestrahlung aus der Sicht der Schwankungsbreite bakteriologischer Faktoren

Von G. Karnop

### Einführung

Frischfisch gehört zu den leicht verderblichen Lebensmitteln, weil er selbst bei Lagerung in schmelzendem Eis rasch seine Qualität einbüßt und nach etwa 12 bis 16 Tagen genußuntauglich wird. Dieser schnelle Verderb hat zur Folge, daß Fischereifahrzeuge beim

Frischfischfang auf weiter entfernt gelegenen Fangplätzen die Reise nach einer bestimmten Zeit oft un- ausgelastet abbrechen müssen, weil der zuerst gefangene Fisch die Frist bis zur Anlandung bestimmt. Daher ist in den letzten Jahren auch in der Bundesrepublik Deutschland an der Konservierung fangfri-

scher Seefische mit ionisierenden Strahlen gearbeitet worden, um deren Haltbarkeit zu verlängern.

Entsprechend den Vorstellungen der deutschen Fischwirtschaft sollte der bestrahlte Fisch als Ganzfisch in üblicher Weise, d. h. ohne Verpackung vor oder nach der Bestrahlung, im Eis lagern<sup>1)</sup>. Zu prüfen war, ob sich auch unter diesen Bedingungen eines erhöhten Risikos für bakterielle Sekundärinfektionen eine Haltbarkeitsverlängerung ergibt.

In mehreren Veröffentlichungen über unsere Versuchsergebnisse legten wir dar, daß bei unverpacktem ganzem Rotbarsch, Kabeljau, Dorsch und Seelachs durch Röntgenbestrahlungen mit 50 bis 150 krad sofort nach dem Fang ebenso wie durch Spätbestrahlung (nach 5 bzw. 7 Eislagerungen) und durch Doppelbestrahlung (zeitlicher Abstand von 6, 8 bzw. 9 Tagen) selten eine Haltbarkeitsverlängerung zu erzielen ist, meist aber gar nicht oder nur andeutungsweise eintritt<sup>2-7)</sup>. Die Diskussion um die Gründe für diese entmutigenden Resultate ist noch nicht abgeschlossen. Teils wird eine ungleichmäßige Dosisverteilung in den Bestrahlungsbehältern vermutet, aber die biologische Dosimetrie kann dies nicht bestätigen (Reduktionsraten der Bakterien und Strahlenselektion). Oder es wird der Gasatmosphäre (Ozonbildung) Bedeutung zugemessen. Unter Berücksichtigung vieler positiver ausländischer Befunde (die jedoch praktisch nur verpackte Fischteile betrafen und auf anderen Bewertungsschemen basieren) könnten andererseits die von uns beschriebenen negativen Ergebnisse teilweise besser bewertet werden, wenn man sich nicht nach der Handelswürdigkeit, sondern nach dem Eintritt eines normalen putriden Verderbs richtet<sup>5, 6, 8)</sup>.

Da Haltbarkeitsverlängerung beim Frischfisch jedoch in erster Linie eine Verminderung der zum Verderb führenden Bakterien bedeutet, soll die Frischfischbestrahlung hier vom rein bakteriologischen Standpunkt und ohne Erörterung verschiedenartig wirksamer strahleninduzierter Nebeneffekte wie autolytische, oxidative oder andere substratchemische Veränderungen betrachtet werden. Letztere gehören zum Bereich der sensorischen und chemischen Qualität, die hier von der rein biologisch zu deutenden Haltbarkeitsverlängerung unterschieden werden soll. Der große Rahmen, in dem die Erfolgchancen der Frischfischbestrahlung bei offener Eislagerung liegen, läßt sich unseren Erkenntnissen nach überwiegend aus den verschiedenen bakteriellen Populationsphasen ableiten, die sich in den aufeinanderfolgenden Behandlungsabschnitten des Fisches zwischen Fang und Eineisung einstellen. Unter diesen Gesichtspunkten ist das Prinzipielle der meisten Versuchsergebnisse zu sehen, denn unterschiedliche Haltbarkeitsspannen haben im Zusammenhang mit der Bestrahlung einen rein bakteriologischen Hintergrund.

#### **Populationsfolge der Fischhautkeime zwischen Fang und Eineisung**

Aus unseren zahlreichen Untersuchungsergebnissen ist zu erkennen, daß für den Erfolg oder Mißerfolg der Bestrahlung in Verbindung mit offener Eislagerung vor allem die stark wechselnden Verhältnisse zwischen vier aufeinanderfolgenden Bakterienpopulationen der Fische verantwortlich zu machen sind, die sich in der Größenordnung und Zusammensetzung voneinander unterscheiden. Der Kontaminationsgrad des Gewebes gestattet selbst bei grober Klasseneinteilung

keine brauchbare Zuordnung zur Lagerfähigkeit des Ganzfisches.

#### **Primärflora**

Solange der Fisch noch in keimarmen nordatlantischen Gewässern lebt, die von unserer Fischerei vorwiegend aufgesucht werden, ist er auf der Haut mit Flavobakterien, Mikrokokken, Moraxellen, Acinetobacter, Brevibakterien, Corynebakterien, Salzwasserkeimen und gelegentlich einigen atypischen Pseudomonaden belastet. Hinzu kommen Bakterien des Darmtrakts, während das Gewebe selbst steril ist. Die Primärbelastung nordatlantischer Fische schwankt etwa zwischen 200 und einigen  $10^4$  Keimen/cm<sup>2</sup> Hautfläche; sie kann in weniger sauberen Gewässern auch  $10^5$ /cm<sup>2</sup> erreichen und dann einen deutlichen Anteil typischer Pseudomonaden enthalten.

Charakteristisch für die meisten Fischhautkeime aus sauberen Fanggründen ist, daß sie nicht verderbspezifisch sind, d. h. nicht zur späteren Standortflora des verderbenden Fisches zählen, sondern während der Süßwassereis-Lagerung von den eigentlichen psychrotrophen Fäulniskeimen mit höherer Affinität zum Fisch nach etwa 7 Eislagerungen fast völlig überwachsen werden (unter 1 % Florenanteil). Eine Ausnahme macht nur Moraxella. Die erwähnten Keime sind jedoch nicht nur für den Verderb unspezifisch; die in Primärfloren vorkommenden Stämme der o. a. Genera besitzen offensichtlich auch in den meisten Fällen nur ein geringes Verderbspotential, d. h. sie greifen das Fischsubstrat nur wenig an.

Das Verderbspotential von Keimen oder kompletten Floren gegenüber dem Fisch ist zwar nur sehr unvollkommen zu bestimmen und bietet eine große Problematik, da Antagonismen, Synergismen etc. berücksichtigt werden müssen, doch kann man die Saprophyten des Fischverderbs, entsprechend ihrem Verhalten gegenüber bis zu 27 Testsubstanzen, die alle auch im Fischgewebe vorkommen, nach der in vitro-Aktivität abstufen und daraus gewisse Schlüsse auf das Verderbspotential ziehen<sup>2, 3, 4, 7)</sup>. Primärfloren sind also in den meisten Fällen relativ harmlos, wenn nicht gerade in unsauberen Gewässern gefischt wird.

#### **Sekundärflora**

Gelangt der Fisch an Bord, wird er während des Sortierens, Schlachtens und Waschens mit der terrestrischen Sekundärflora belastet. Sekundärfloren liegen je nach der Hygiene beim Fang und der Verarbeitung meist in einer Größenordnung von einigen  $10^3$  bis  $10^5$  Keimen/cm<sup>2</sup> Hautfläche. Unter hygienisch einwandfreien Bedingungen sind Keimgehalte von weniger als 200/cm<sup>2</sup> zu erreichen.

Entscheidend ist nicht nur die Menge, sondern auch die Art der Keime, die auf den Fisch gelangen. In diesem Stadium können u. a. die ersten stark putregenen terrestrischen Kaltlagerbakterien auf die Fischoberfläche gebracht werden, d. h. Keime, die auf vielen Testsubstanzen positiv reagieren. Hierzu gehören vor allem die Genera Pseudomonas und Alteromonas, die später einen wichtigen Teil der Standortflora der verderbenden Fische ausmachen, aber auch gewisse sehr aktive Stämme aus den biochemisch heterogenen Genera Flavobacterium, Brevibacterium und Micrococcus, die jedoch für den Verderb überwiegend unspezifisch sind und die Eislagerung ebenso wenig überstehen wie Staphylokokken, die man gelegentlich in diesem Stadium findet.

Tabelle 1

Charakteristika der Bakterienpopulationen des bestrahlten, in Eis gelagerten Ganzfisches während der 4 Stadien zwischen Fang und Eineisung.

Flora	Vorkommen	Keimgehalt pro 1 cm <sup>2</sup> Fischhaut bzw. 1 g Eis	hauptsächliche Zusammensetzung aus Genera	Bedeutung der Floren bzw. Keime für den Verderb	Verderbsaktivität der Floren
primär	lebender Fisch	200 bis einige 10 <sup>4</sup>	Flavobacterium, Moraxella, Acinetobacter, Micrococcus, Corynebacterium, Brevibacterium, Salzwasserkeime, etwas Pseudomonas	unspezifisch. Nur Moraxella spezifisch	gering bis fehlend
sekundär	nach Sortieren, Schlachten und Waschen	200 bis einige 10 <sup>5</sup>	wie Primärflora, zusätzlich terrestrisches Pseudomonas und Alteromonas. Gelegentlich Aeromonas	Nur Moraxella, Pseudomonas und Alteromonas spezifisch	hoch durch terrestrischen Florenanteil
tertiär	nach Bestrahlung	0 bis 10 <sup>3</sup>	Moraxella, Brevibacterium, Micrococcus	Nur Moraxella spezifisch	gering
quartär	während und nach der Eineisung		Mischung aus Tertiär-Eis- und Fischraumflora	unterschiedlich	unterschiedlich

### Tertiärflora

Die Bestrahlung führt zu einer Reduktion der Keimgehalte um 1 bis 3 Zehnerpotenzen, so daß Tertiärfloren meist 0 bis 10<sup>3</sup> Keime/cm<sup>2</sup> Hautfläche enthalten. An diesen Resten der Primär- und Sekundärfloren erkennt man gleichzeitig eine starke Verschiebung des Genuspektrums in Richtung auf Moraxella und Grampositive, und zwar auf Kosten der strahlensensiblen Pseudomonaden. Moraxella ist verderbsspezifisch, besitzt aber nur eine mäßige biologische Aktivität. Auch die übriggebliebenen Grampositiven (ein Teil der Brevibakterien und Mikrokokken) sind weitgehend inaktiv. Das bedeutet, daß die Bestrahlung gerade die gefährlichen, hoch aktiven Saprophyten des Verderbs trifft (Pseudomonas, Alteromonas, Aeromonas) und die Verursacher eines milden, eher sauren Verderbs übrigbleiben.

### Quartärflora

Einige Zeit nach der Eineisung stellt sich auf dem Fisch die Quartärflora ein, die aus Keimen der Tertiärflora, des Eisschmelzwassers, der Lagerkisten und den Keimen aus dem Tauwasserfilm des Fischraumes besteht. Allein das Eis ist je nach Frische mit weniger als 10<sup>1</sup> bis 10<sup>4</sup> Keimen/g belastet, die zu allen bereits erwähnten Genera gehören und über sehr verschiedene Verderbsaktivitäten verfügen können. Für den bestrahlten, offen gelagerten Fisch stellt die Quartärflora die Startlinie des Verderbs dar.

Die Charakteristika der 4 Floren sind noch einmal in Tabelle 1 zusammengefaßt.

### Die Abhängigkeit des Bestrahlungseffektes vom Zusammenspiel verschiedener Bakterienpopulationen

Die Frage, unter welchen Bedingungen von der Bestrahlung eine Haltbarkeitsverlängerung zu erwarten ist und wann nicht, soll an zwei typischen Beispielen geschildert werden, wobei die angeführten Keimgehalte und Populationsangaben keineswegs Extremfälle darstellen.

Damit eine Haltbarkeitsverlängerung erzielt werden kann, müßten etwa folgende Faktoren zusammentreffen:

Es wird in relativ unsauberen Gewässern gefischt, so daß die Primärflora mit einem Keimgehalt in der Größenordnung von einigen 10<sup>4</sup>/cm<sup>2</sup> Hautfläche recht keimreich ist und auch spezifische Fäulniskeime enthält. Fang und vor allem Verarbeitung des Fisches an Bord finden nicht unter optimalen Hygienebedingungen statt, d. h. die Sekundärflora besteht aus 10<sup>4</sup> bis 10<sup>5</sup> Keimen/cm<sup>2</sup> Oberfläche. Durch Aufnahme von Pseudomonaden und Alteromonaden ist die Flora aktiv geworden.

Die Bestrahlung führt nun zu einer mitunter vollständigen Abtötung dieser Keime, weil sie besonders sensibel sind. Es verbleibt ein Rest aus wenigen strahlenresistenten Moraxellen, die jedoch nur schwach putreg sind. Außerdem überleben resistente Grampositive, die zwar teilweise aktiv sind, aber wiederum unter Eislagerbedingungen nicht zur Entwicklung kommen. Die Flora ist also relativ harmlos geworden. Bringt die Quartärflora keine besondere Belastung, weil das Eis nur wenige Tage an Bord ist und Keimgehalte von deutlich unter 100/g aufweist, und weil die hygienischen Bedingungen wenigstens im Fischraum gut sind (Lagerung in desinfizierten Kisten), verläuft die bakterielle Entwicklung wie folgt:

Der unbestrahlte Fisch unterliegt einem mit normaler Geschwindigkeit ablaufendem Verderb, der von einer Startmenge von 10<sup>4</sup> bis 10<sup>5</sup> Keimen/cm<sup>2</sup> ausgeht, von denen viele zu den aktiven Verderbserregern gehören. Die Entwicklung wird durch die gute Qualität des Eises nicht mehr gebremst. Der bestrahlte Fisch beginnt seine Entwicklung dagegen auf einem reduzierten Keimniveau, das sich durch gutes Eis und optimale Fischraumhygiene relativ langsam verändert. Da er in den ersten Lagerphasen hauptsächlich nur wenig aktives Moraxella aufweist und Keime, die unter den Bedingungen der Eislagerung nicht zum Zuge kommen, wird das Verderben verzögert und auch milder verlaufen.

Wann ist andererseits nicht mehr mit einer Haltbarkeitsverlängerung zu rechnen?

Wird der Fisch in sauberen Gewässern gefangen und sauber verarbeitet (Sekundärflora unter  $10^3$  Keimen/cm<sup>2</sup>) und enthält er keine oder nur sehr wenige aktive Fäulniskeime, trifft die Bestrahlung keine reduktionswürdige Keimflora und geht an der Standortflora der verderbenden Fische gleichsam vorbei. Auch der unbestrahlte Fisch würde eine längere Haltbarkeit aufweisen. Da die Entwicklung beim bestrahlten wie auch beim unbestrahlten Fisch von den gleichen Bedingungen ausgeht, verderben beide auch gleich schnell. Der Verderbsablauf hängt bei hygienisch guten Ausgangsbedingungen in beiden Fällen allein von der Eisqualität und der Fischraumhygiene ab.

### Diskussion

Unter praktischen Bedingungen liegt zwischen den beiden oben beschriebenen Fällen der Faktorenwirksamkeit ein weites Feld der Schwankungsbreite, das kaum untersucht werden kann. Wissenschaftliche Untersuchungen können immer nur von experimentell gut realisierbaren Bedingungen ausgehen. So begannen unsere Arbeiten stets mit einer sorgfältigen Auswahl einheitlichen und unbeschädigten Versuchsmaterials und trugen allen Gesichtspunkten einer einwandfreien Hygiene bis hin zur Qualität des frisch gebunkerten Eises Rechnung. Dazu gehörte auch das Einschütten der Fische aus den Bestrahlungsbehältern direkt in das Eis und ein Berühren der Fische mit Händen oder Werkzeugen — soweit notwendig — nur in den Augenhöhlen. Ein anderes Vorgehen wäre nicht möglich gewesen, da nicht definierte, wechselhafte Hygienebedingungen keine Zuordnungen und sachgerechte Beurteilungen mehr zulassen. Durch einwandfreie Hygiene konnten wir Keimgehalte der Rotbarschhaut von nur  $100/\text{cm}^2$  unmittelbar vor der Bestrahlung erreichen, was auch bereits bei den unbestrahlten Fischen zu einer Haltbarkeit von mehr als 20 Tagen führte.

Aus den geschilderten Beispielen ergibt sich, daß bei unsauberer Verarbeitung eine Haltbarkeitsverlängerung durch Bestrahlung denkbar ist, sofern der Fisch unter hygienisch einwandfreien Bedingungen im Eis lagert. Andererseits kann bei sauberem Ausgangsmaterial eine vorbildliche Verarbeitungshygiene weitgehend den möglichen positiven Bestrahlungseffekt ersetzen, so daß mit einer weiteren Haltbarkeitsverlängerung durch Bestrahlung nicht mehr zu rechnen ist. Diese Schlußfolgerung widerspricht dem Postulat, den Fisch möglichst sofort nach dem Fang zu bestrahlen, solange der Keimgehalt noch gering ist<sup>1, 9, 10</sup>). Eine solche Meinung entspringt jedoch der Assoziation „wenig Keime — gute Abtötungschance“, läßt aber gleichzeitig außer Betracht, daß die Keimabtötung in einem allzu frühen Stadium, in dem der Fisch noch nicht durch spezifische Fäulniskeime belastet ist, noch gar nicht lohnend sein kann. Die Forderung hat also dort ihre Grenze, wo die Kontamination durch Eis und Fischraum dem Keimgehalt des unbestrahlten Ausgangsmaterials „äquivalent“ ist, d. h. der bestrahlte Fisch sofort wieder bis zum Ausmaß des unbestrahlten rekontaminiert wird.

Je geringer der Keimgehalt unmittelbar vor der Bestrahlung ist, desto besser muß gleichzeitig auch der bakteriologische Zustand des Eises und des Lager-

platzes sein, damit noch ein positiver Bestrahlungseffekt möglich ist. Nur nach sehr genauer Situationsanalyse über die Schwachpunkte der Hygiene an Bord läßt sich sagen, wie die Verhältnisse unter praktischen Bedingungen im einzelnen sind, wo der Schwellenwert für den Hygienestand auf deutschen Fangschiffen anzusetzen ist, unterhalb dem eine Bestrahlung mit anschließender offener Eislagerung keine Haltbarkeitsverlängerung mehr bringt, und in welcher Entwicklungsphase der Standortflora des verderbenden Fisches der günstigste Bestrahlungszeitpunkt tatsächlich liegt. Es muß auch hier mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß der Fischraum in besonderem Maße zur Drehscheibe der Infektion wird. Wird der Fisch sauber verarbeitet, ist es viel entscheidender, die offene Eislagerung unter vorbildlichen Bedingungen durchzuführen als den Fisch zu bestrahlen. Unsere vielen negativen Bestrahlungsergebnisse bedeuten nichts anderes als eine Bestätigung dieser Auffassung. Längere Zeit gelagertes Eis, das über den Tauwasserfilm Keime des Fischraumes aufgenommen hat, macht jede Bestrahlung von Fischen, die trotz der Verarbeitung keimarm geblieben sind, sinnlos.

Der Einsatz der Bestrahlung zum Zweck der Haltbarkeitsverlängerung von Frischfisch scheint nur dann angezeigt, wenn keine wirksamen Hygienevorkehrungen getroffen oder beim Fischen verschmutzte Fanggründe aufgesucht werden.

### Zusammenfassung

Der Einfluß von Röntgenbestrahlungen auf die Haltbarkeitsverlängerung frischer, unverpackter, ganzer Seefische in Eis wird aus der Sicht von vier aufeinanderfolgenden Bakterienpopulationen diskutiert, die den Fisch vor dem Fang (primär), während der Behandlung an Bord (sekundär), unmittelbar nach der Bestrahlung (tertiär) und während der ersten Eislagerphase (quartär) belasten. Wird der Fisch in sauberen Gewässern gefangen und bis zur Eiseisung hygienisch einwandfrei behandelt, ist eine Haltbarkeitsverlängerung durch Bestrahlung nicht zu erwarten, da diese noch nicht die eigentliche spezifische terrestrische Verderbsflora trifft. Wird in verschmutzten Fanggründen gefangen oder werden keine guten Hygienebedingungen an Bord eingehalten, dürfte die Bestrahlung durch Abtötung verderbsspezifischer und gleichzeitig -aktiver Keime der Primär- und Sekundärflora unter der Voraussetzung einer vorbildlichen Eislagerung eine Haltbarkeitsverlängerung bewirken.

### Summary

The effect of X ray-irradiation on extending the shelflife of fresh unpacked whole marine fish is discussed under the aspects of 4 successive bacterial populations which infect the fish before catching (primary), by handling on board (secondary), immediately after irradiation (tertiary) and during the first storage stage (quartary). No extension of shelflife is expected by irradiation if the fish is caught in clean waters and handled under accurate hygiene conditions, since the specific terrestrial spoilage flora is not yet present on the fish. However shelflife extension may be achieved with fish which is caught in dirty waters or handled under inadequate hygienic precautions, and is iced under very good hygienic conditions. In this case spoilage specific and active bacteria of the primary and secondary populations are killed by irradiation.

### Résumé

On traite d'influence des irradiations par rayons X sur la prolongation de la conservabilité dans la glace des poissons de mer frais, entiers, non emballés, par détection de quatre populations successives de bactéries qui attaquent le poisson avant la prise (primaire), pendant la manipula-



tion à bord (secondaire), aussitôt après l'irradiation (tertiaire) et pendant la première phase de stockage dans la glace (quaternaire). Si le poisson est pêché dans des eaux propres et manipulé jusqu'à la mise dans la glace de façon parfaitement hygiénique, il n'y a pas lieu de s'attendre à une prolongation de la conservabilité par irradiation car celle-ci n'agit pas sur la véritable flore de détérioration terrestre spécifique. Si l'on pêche dans des fonds pollués et si les conditions d'hygiène à bord ne sont pas bonnes, l'irradiation, par destruction des microbes spécifiques et en même temps actifs de détérioration des flores primaire et secondaire, devrait apporter une prolongation de conservabilité, à la condition que le stockage dans la glace soit exemplaire.

#### LITERATUR

- 1) Förderkreis Lebensmittelbestrahlung e. V., Sitz Bremerhaven: Antrag auf Genehmigung der Strahlenpasteurisierung von Seefisch in der Bundesrepublik Deutschland, Bremen, Dez. 1971.
- 2) Karnop, G.: Bakteriologische Untersuchungen zur Bestrahlung von Frischfisch unter Anwendung eines neuen Klassifizierungsschemas für Bakterien der Fischhaut. Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. 4: 40–45, 1975.

- 3) Karnop, G., E. Reinacher, N. Antonacopoulos, V. Meyer: Untersuchungen zur Röntgenbestrahlung von Seefisch an Bord. Arch. Fisch. Wis. 27 (1) 63–87, 1976.
- 4) Karnop, G., N. Antonacopoulos: Einfluß von Röntgenbestrahlungen auf das bakteriologische und chemische Qualitätsverhalten von verpacktem Frischfisch in Eis. Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 73 (7) 217–222, 1977.
- 5) Reinacher, E.: Einfluß der Bestrahlung auf das sensorische Qualitätsverhalten von verpacktem Frischfisch. Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 74 (1) 11–14, 1978.
- 6) Reinacher, E., D. Ehlermann: Einfluß der Bestrahlung an Bord auf die Haltbarkeit von Rotbarsch. I. Sensorische Ergebnisse. Arch. f. Lebensmittelhygiene 29 (1) 24–28, 1978.
- 7) Karnop, G., R. Münzner, N. Antonacopoulos: Einfluß der Bestrahlung an Bord auf die Haltbarkeit von Rotbarsch. II. Bakteriologische und chemische Ergebnisse. Arch. f. Lebensmittelhygiene 29 (2) 49–53, 1978.
- 8) Reinacher, E., N. Antonacopoulos, D. Ehlermann: Die Problematik der Bewertung neuer Technologien am Beispiel der Radurisierung („Strahlenpasteurisierung“) von Frischfisch. Dtsch. Lebensm.-Rdsch. 73 (11) 361–363, 1977.
- 9) Meyer, V.: Mikrobiologische Probleme bei der Bestrahlung von Fisch. Fette, Seifen, Anstr. Mittel 73 (12) 741–743, 1971.
- 10) Wiesner, L.: Technische und wirtschaftliche Aspekte der Strahlenpasteurisierung von Fisch. Fischereiwelt Nr. 1–2 (1968), IX, Beilage zur Allg. Fischw. Z.

Aus dem Institut für Lebensmittelchemie der Technischen Universität, Braunschweig

## Zur raschen Erkennung von mit Sauerteig oder Teigsäuerungsmitteln gebackenen Broten

Von H. Thaler

Herrn Professor Dr. K. G. Bergner zum 65. Geburtstag gewidmet

Vor einiger Zeit hat Jäckl<sup>1)</sup> an dieser Stelle zwei Arbeiten veröffentlicht, deren erste sich mit der Frage befaßte, ob Brote, die Bezeichnungen wie Landbrot, Bauernbrot und ähnliche tragen, mit Sauerteig gebacken sein sollten oder ob zu ihrer Herstellung auch Teigsäuerungsmittel verwendet werden können. Die zweite Mitteilung beschrieb Methoden der enzymatischen Analyse, mittels deren man mit großer Sicherheit feststellen kann, ob ein Teigsäuerungsmittel benutzt wurde und um welche anorganische oder organische Säure es sich handelte.

Es ist sehr erfreulich, daß diese Frage zur Diskussion gestellt wurde und daß Methoden zur Erkennung und Unterscheidung von Sauerteig- oder künstlich gesäuertem Brot zur Verfügung stehen. Wenn auch die Rechtslage bis jetzt noch nicht geklärt ist, so wäre es doch sicher recht aufschlußreich, einmal ein Bild darüber zu bekommen, wie weit Brote, die unter den betreffenden Bezeichnungen im Handel sind, auf die eine oder andere Weise hergestellt werden.

Eine regelmäßige und lückenlose Kontrolle der zahlreichen Brotsorten verschiedenster Namen mittels der von Jäckl im 2. Teil seiner Arbeit beschriebenen enzymatischen Verfahren dürfte jedoch sowohl aus zeitlichen als auch aus finanziellen Gründen kaum möglich sein. Dagegen könnte ein „Sortierungs-Verfahren“, das es erlaubt, die Art der Herstellung eines Brotes qualitativ mit Sicherheit zu erkennen, beträchtliche Vorteile bringen. Ein solches Verfahren müßte allerdings sehr einfach und ohne besonderen Aufwand an Arbeitszeit und Geld durchzuführen sein. Es soll im folgenden beschrieben werden.

Bezeichnend für den Sauerteig sind die Milchsäurebakterien, die in einem nur mit einem Teigsäuerungsmittel

und Preßhefe hergestellten Teig fehlen. Die Bakterienflora eines Sauerteigs ist aber recht charakteristisch und zudem nicht sehr artenreich<sup>2)</sup>. Es kommen nur einige wenige Arten des Stammes *Lactobacillus* bzw. dessen Untergattungen *Streptobacterium* und *Betabacterium*<sup>3)</sup> in Betracht. Sämtliche sind Stäbchen verschiedener Länge, die oft in Paaren sowie auch in kürzeren oder längeren Ketten zusammenhängen<sup>2)</sup>.

Da diese Milchsäurebakterien auch noch im fertigen Gebäck, zwar abgetötet, aber ebenso wie die Hefezellen in ihrer Form unverändert erhalten sind und auf bequeme Weise sichtbar gemacht werden können, so bietet sich damit eine recht einfache Möglichkeit der Kontrolle der Herstellungsart eines Brotes.

Schon 1950 hatte Panzer<sup>4)</sup> eine Färbung der Organismen des Sauerteigs mit Methylenblau und Carbol-fuchsin benützt, um Hefen und Milchsäurebakterien durch Auszählen in einer Zählkammer nach Thoma quantitativ zu bestimmen. Allerdings war er mit der Zugabe der Farbstoffe sehr vorsichtig und bekam daher auch nur ziemlich blasse Färbungen, die aber für die Zwecke einer Betriebskontrolle — denn um eine solche handelte es sich — durchaus genügten. Er fand auf diese Weise in 10 Proben von Sauerteig zwischen 39 und 45 Millionen Hefezellen und 800 bis 860 Millionen Bakterienzellen in einem Gramm Teig. Bemerkenswert ist die verhältnismäßig geringe Schwankungsbreite der letztgenannten Werte. Ein solches Färbeverfahren schien für den vorliegenden Zweck immerhin aussichtsreich zu sein, zumal da sich hier eine Zählung der Organismen erübrigt. Die Feststellung, ob überhaupt Bakterien vorhanden sind, genügt, um die Frage „Sauerteig oder Teigsäuerungsmittel“ mit großer Sicherheit beantworten zu können. Bei