

Tab. 2 zeigt, wie mit zunehmender Dosis das Erreichen von Keimzahlen, die zur Verwerfung der Probe führen würden, hinausgezögert wird. Die Lagerzeiten bis zum Erreichen eines Keimgehalts von  $10^6$  bzw.  $10^7$  stimmen etwa mit den in Tab. 1 zusammengestellten Lagerzeiten bis zum Verlust der I. Qualität bzw. Übergang in den Verderb überein.

Tabelle 2. *Mikrobiologische Beurteilung der Lagerfähigkeit von Forellen in Eis nach einer Strahlenpasteurisierung*

Dosis krad	Lagerzeit in Tagen bis zum Erreichen eines Keimgehalts von	
	$10^6/g$	$10^7/g$
0	12	17
50	18	27
100	21	30
200	24	30
400	28	> 35

### Literatur

1. EHLERMANN, D., u. R. MÜNZNER: Diese Z. **141**, 196 (1969).
2. JOERGENSEN, B. V., u. P. HANSEN: J. Sci. Food Agric. **17**, 140 (1966).
3. HANSEN, P., u. B. V. JOERGENSEN: Microbiological Problems in Food Preservation by Ir radiation, Panel Proceedings Series, S. 133. Wien: IAEA 1967.
4. ANTONA, N.: Bestimmung des flüchtigen basischen Stickstoffs in frischen und gefrorenen Fischen bzw. Fischfilets und „Die gemeinsame Bestimmung des Trimethylaminoxids und des Trimethylamins“. Vorläufige Mitteilungen aus dem Institut für Biochemie und Technologie der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg.
5. DEUFEL, J.: Diese Z. **123**, 354 (1963/64).

## Zur Strahlenkonservierung von Fischen

### III. Mitteilung

#### Karpfen

D. EHLERMANN und R. MÜNZNER\*

Mitteilung aus dem Institut für Strahlentechnologie der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittel-frischhaltung, Karlsruhe

Eingegangen am 18. Juli 1969

### *Radiation Preservation of Fish*

#### III. Carp

#### *Summary*

Freshly slaughtered whole carp (*Cyprinus carpio* L.) were gutted, immediately packed in plastic film impermeable to oxygen and water vapor, irradiated with 10 MeV electrons, and stored under wet ice. Samples were examined for sensorial, chemical and microbiological quality during 5 weeks. Shelf-life of unirradiated controls was 15 days, a dose of 0.5 Mrad prolonged shelf-life,

\* Herrn Professor Dr. KUPRIANOFF zum 65. Geburtstag gewidmet.

to about 35 days. Lower doses caused correspondingly shorter shelflife, higher doses up to 1.5 Mrad only reduced bacterial counts further, but additional shelflife was not achieved; the optimal dose therefore was 0.5 Mrad. No negative effect of irradiation on flavor of carp was observed; some members of the taste panel consistently rated irradiated samples higher than the nonirradiated. In comparison with other freshwater species investigated by us, the chances for practical application of the irradiation process to carp seem particularly favorable.

#### *Zusammenfassung*

Frisch geschlachtete Karpfen wurden ausgenommen und einzeln unter Sauerstoffausschluß in gas- und wasserdampfdichte Folie verpackt, mit 10 MeV-Elektronen bestrahlt und unter schmelzendem Eis gelagert. Über einen Zeitraum von 5 Wochen wurden sensorische, chemische und mikrobiologische Untersuchungen durchgeführt. Unbestrahlte Proben hatten eine Lagerfähigkeit von 15 Tagen, mit 0,5 Mrad bestrahlte Proben eine Lagerfähigkeit von etwa 35 Tagen. Die Anwendung von geringeren Dosen bewirkte eine entsprechend geringere Verlängerung der Haltbarkeit, während höhere Dosen bis zu 1,5 Mrad zwar die Keimzahlen weiter reduzierten, aber keine Haltbarkeitsverlängerung über die Wirkung von 0,5 Mrad hinaus erzielten. Da bei der Dosis von 0,5 Mrad keinerlei Geschmacksbeeinträchtigung festzustellen war, kann dieser Dosiswert als optimal gelten. Karpfen erscheinen im Vergleich zu den anderen von uns untersuchten Süßwasserfischarten besonders gut für die Strahlenkonservierung geeignet, da ihr Geschmack auch durch relativ hohe Strahlendosen nicht ungünstig beeinflusst wird.

In vorhergehenden Arbeiten war über Versuche zur Strahlenkonservierung von Felchen und Forellen berichtet worden (1, 2); dabei ergab sich, daß die optimale Dosis für Felchen bei 100 krad, für Forellen bei 50 krad liegt; durch sie wird bei Eislagerung eine Verbesserung der Lagerfähigkeit um etwa 14 Tage bei Felchen, um etwa 7 Tage bei Forellen erreicht. Höhere Dosen brachten zwar eine weitere Verbesserung der Lagerfähigkeit, verursachten aber eine merkliche Abflachung des Geschmacks. Demgegenüber gibt KARDASHEV (3) für Karpfen an, daß Dosen bis zu 1,5 Mrad keine Geschmacksbeeinträchtigung verursachten. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die optimale Dosis für die Strahlenkonservierung von Zuchtkarpfen festzustellen.

#### **Probenbeschaffung**

Die Karpfen stammten aus einer nahegelegenen Fischgroßhandlung, wo sie für etwa 6 Wochen ohne Futter in Teichen mit fließendem, sehr sauberem Wasser gehalten worden waren. Die Fische wurden an Ort und Stelle geschlachtet, ausgenommen und sofort unter 95% Vakuum einzeln in Schichtfolie (Hostaphan/Polyäthylen) verpackt. Der Transport nach Karlsruhe und die weitere Lagerung erfolgten unter schmelzendem Eis. Die Bestrahlung wurde noch am selben Tage mit dem Elektronenbeschleuniger des Instituts bei 10 MeV Elektronenenergie und bei einer Impulsdosisleistung von  $10^{10}$  rad/s durchgeführt. Zur Bestrahlung wurden die Karpfen in offene Paletten ohne Eis gelegt. Der gesamte Bestrahlungsvorgang dauerte einschließlich der Transportzeiten über das Förderband der Bestrahlungsanlage etwa 2 min, so daß sich die Karpfen in dieser Zeit nur unwesentlich erwärmen konnten. Nach Abschluß der Bestrahlungen wurde ein Teil der unbestrahlten Karpfen, die später als Vergleichsprobe in den Kostproben dienen sollten, tiefgefroren.

#### **Sensorische Bewertung**

Vor der Zubereitung wurde den Karpfen Kopf und Schwanz abgetrennt, der verbleibende Rumpf wurde in einem Dampfdrucktopf gar gekocht.

Die Qualitätserhaltung wurde von einem Gremium von acht trainierten Prüfern beurteilt, wobei als Vergleichsprobe jeweils ein tiefgefroren gelagerter Karpfen diente. Um den ungewöhnlich großen Dosisbereich, bis zu 1,5 Mrad, zu untersuchen, war eine große Zahl von Proben nötig. Da erfahrungsgemäß in einer Bewertungssitzung höchstens 6 Proben gleichzeitig gereicht werden dürfen, ohne die Prüfer zu überfordern, war eine Unterteilung der Bewertungssitzungen erforderlich. Im ersten Teil waren zu beurteilen: die Vergleichsprobe, die in schmelzendem Eis gelagerten unbestrahlten und mit den Dosen 0,1, 0,2, 0,3 und 0,5 Mrad bestrahlten Proben. Im zweiten Teil waren zu beurteilen: die Vergleichsprobe, die in schmelzendem Eis gelagerten, unbestrahlten und die mit den Dosen 0,25, 0,5, 1,0 und 1,5 Mrad bestrahlten Proben. Die Notenskala reichte entsprechend dem Karlsruher Bewertungsschema von 9 (bestmögliche Qualität) bis 1 (total verdorben). Zu bewerten waren Farbe der Haut und des Fleisches, Geruch, Geschmack und Konsistenz. Die Prüfer wußten während der Beurteilung nicht, welche Proben bestrahlt und welche nicht bestrahlt waren. Lediglich die Vergleichsprobe war als solche bezeichnet; die Prüfer verbargen für sie einheitliche Noten, um so einen gemeinsamen Bewertungsmaßstab zu erreichen.

Die *Farbe der Haut* wurde durch die Lagerung und durch die Bestrahlung nicht beeinflußt; eine Veränderung der Fleischfarbe nach 4–6 Wochen Lagerung ins Bräunliche wurde von zu wenigen Prüfern beobachtet, als daß ihr eine Bedeutung zugemessen werden könnte. Außerdem waren zu diesem Zeitpunkt die unbestrahlten Proben längst verdorben, so daß ein Vergleich nicht mehr möglich war.

*Geruchs- und Geschmacksbeurteilungen* fielen wie bei den vorhergehenden Versuchen mit Felchen und Forellen gleich aus. Im Folgenden ist daher nur die Geschmacksbewertung wiedergegeben. Bei den verdorbenen Proben führte der abstoßende Geruch zur Verwerfung der Probe. Da „nicht gekostet“ mit der Note 0 bewertet wurde, bewirkte dies eine schärfere Beurteilung des Geschmacks. Da nach unseren bisherigen Erfahrungen die optimale Dosis im Bereich unter 0,5 Mrad liegen müßte, wurden für den Hauptversuch nur in diesem Bereich bestrahlte Proben verwendet. Um aber auch die in der Literatur gemachten Angaben (3) überprüfen zu können, wurden in einem Nebenversuch auch einige Karpfen mit Dosen bis zu 1,5 Mrad bestrahlt. In Abb. 1 sind die Ergebnisse beider Versuche zusammengefaßt.

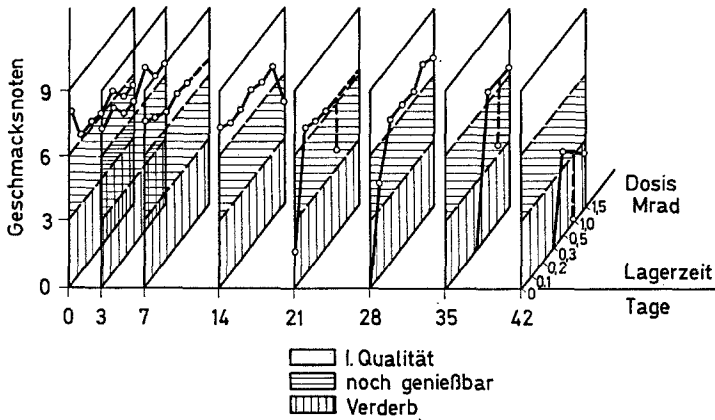


Abb. 1. Die Lagerfähigkeit von Karpfen bei Eislagerung in Abhängigkeit der Strahlendosis

Während der ersten beiden Wochen der Lagerung fielen die Geschmacksnoten unabhängig von der Strahlendosis etwa gleich aus. Die etwas schlechteren Noten am 1. Tage im Vergleich zu späteren Beurteilungen sind dadurch zu erklären, daß die Garzeit der Karpfen (unabhängig davon, ob sie bestrahlt waren oder nicht) unerwartet lang war, und bei der ersten Zubereitung die Fische noch nicht durch und durch gar waren. Auch sofort nach der Bestrahlung wurde von den Prüfern in Übereinstimmung mit den Angaben von KARDASHEV (3) selbst bei 1,5 Mrad kein „Strahlengeschmack“ festgestellt. Dies mag daran liegen, daß der kräftige Geschmack der Karpfen durch den bei so hohen Dosen zu erwartenden „Strahlengeschmack“ vorteilhaft ergänzt wurde, so daß einige der Prüfer erklärten, die hochbestrahlten Karpfen schmeckten ihnen besonders gut.

*Konsistenzveränderungen* konnten in den ersten 4 Wochen der Lagerung bei bestrahlten und unbestrahlten Proben nicht beobachtet werden. Gegen Ende des Versuches, nach 5–6 Wochen Lagerung, als die unbestrahlten und mit Dosen bis zu 0,3 Mrad bestrahlten Karpfen verdorben waren, schien bei den noch verbleibenden Fischen, die mit Dosen von 0,5–1,5 Mrad bestrahlt waren, die Konsistenz des Fleisches weicher als normal zu werden. Im selben Zeitraum erreichten diese Proben

durch Nachlassen der geschmacklichen Qualität die Grenze der Lagerfähigkeit. Es ist seit langem bekannt, daß es nicht genügt, durch Bestrahlung den mikrobiellen Verderb zu verhindern, wenn man eine lange Haltbarkeit erreichen will; vielmehr muß man dann durch Zusatzverfahren auch den enzymatischen Verderb unterbinden (4). Die nach 5–6 Wochen beobachtete Geschmacksverschlechterung und die Erweichung des Fleisches sind wahrscheinlich durch die Wirkung von proteolytischen und lipolytischen Enzymen bedingt. Diese werden durch Bestrahlung allein, selbst mit einer sterilisierenden Dosis, im Gewebe nur teilweise inaktiviert (4). Eine Langzeitlagerung von bestrahlten Karpfen würde daher eine Enzyminaktivierung durch Blanchieren erfordern, wie sie für Fischpasteten (5) und für Kabeljauflets (6) schon erprobt wurde.

Wie in den vorhergehenden Versuchen erhielten auch bei den Karpfen einzelne Proben eine Benotung, die stark von dem erwarteten Verlauf abwich. Inzwischen glauben wir, eine Erklärung dafür darin gefunden zu haben, daß nicht alle Beutel durch eine einwandfrei dichte Schweißnaht verschlossen waren. Beim Einführen der ganzen Fische in den Beutel wird der Rand leicht verschmutzt, wenn man nicht besonders geschickt vorgeht; außerdem wird beim Evakuieren auch etwas Wasser und Fischsaft mitgerissen, wodurch der Beutelrand ebenfalls verschmutzt werden kann. Da bei einigen Beuteln die Schweißnaht nach einiger Zeit fast völlig aufgegangen war, vermuten wir, daß bei anderen Beuteln zumindest feine Undichtigkeiten der Naht das Eindringen von Luft ermöglichten, wodurch der raschere Verderb zu erklären wäre. Bei späteren Versuchen haben wir daher die Schweißnähte besonders sorgfältig überprüft.

Nimmt man das Erreichen der Note 6, bei der die Probe nicht mehr unter I. Qualität eingestuft werden kann, als Kriterium für das Erreichen der Grenze der Lagerfähigkeit, und die Note 3 für den Übergang in den Verderb, so kommt man zu den in Tab. 1 zusammengestellten Ergebnissen. Danach haben Dosen von 0,5–1,5 Mrad die Wirkung, daß sie den Verlust der I. Qualität von 15 auf über 35 Tage, den Übergang in den Verderb von 20 auf über 40 Tage hinauszögern. Bei niedrigeren Dosen ist die Haltbarkeitsverlängerung entsprechend geringer, und da durch die Bestrahlung keine Geschmacksbeeinträchtigung festzustellen war, spricht auch nichts für Dosen unter 0,5 Mrad. Aus anderen Gründen wird man aber auch nicht eine unnötig hohe Dosis wählen, so daß für die Strahlenpasteurisierung von Karpfen eine Dosis von 0,5 Mrad als optimal erscheint.

Tabelle 1. *Sensorische Beurteilung der Lagerfähigkeit von Karpfen in Eis nach einer Strahlenpasteurisierung*

Dosis in Mrad	Lagerzeit in Tagen	
	bis zum Verlust der I. Qualität	bis zum Verderb
0	15	20
0,1	23	30
0,2	28	32
0,3	29	32
0,5	36	43
1,0	(30)	(36)
1,5	36	41

### Chemische Qualitätskontrolle

Von jeweils einem Fisch wurde ein Seitenstück entnommen und dessen Gehalt an basischem Stickstoff nach ANTONA (7) bestimmt.

Die Ergebnisse sind in Abb. 2 zusammengestellt. Danach wird der Verderb durch Dosen im Bereich von 0,1–1,5 Mrad fast völlig unterdrückt, während er bei der unbestrahlten Probe nach etwa 14 Tagen Lagerung kräftig einsetzt. Bei den bestrahlten Proben war also kein Zusammenhang zwischen Geschmacksnoten und Gehalt an basischem Stickstoff festzustellen.

### Mikrobiologische Bewertung

Den Karpfen wurde Kopf und Schwanz abgetrennt, der verbleibende Rumpf wurde je nach Größe des Fisches in 3—4 Stücke quer zur Rückengräte geteilt. Diese Stücke wurden einzeln in Beutel genau wie die ganzen Karpfen verpackt und gelagert. So standen bei gleichzeitiger Kostenersparnis jeweils 5 verschiedene Stücke pro Probe zur Verfügung. Den Stücken wurde Muskelgewebe ohne Haut in der Nähe der Rückengräte entnommen, im übrigen wurde wie für Felchen beschrieben verfahren (1).

Abb. 3 zeigt den Verlauf des Gesamtkeimgehaltes in Abhängigkeit von der Strahlendosis und der Lagerzeit in schmelzendem Eis. Die gestrichelte Extrapolation des Verlaufs soll dabei andeuten, daß in dieser Zeit die Keimzahlen unter 100/g lagen.

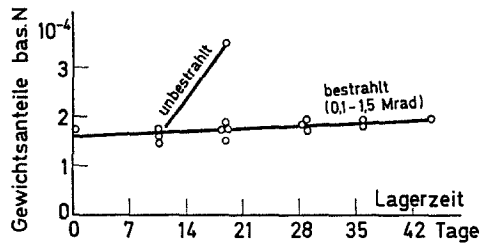


Abb. 2. Verlauf des Gehalts an basischem Stickstoff bei bestrahlten und unbestrahlten Karpfen während der Eislagerung

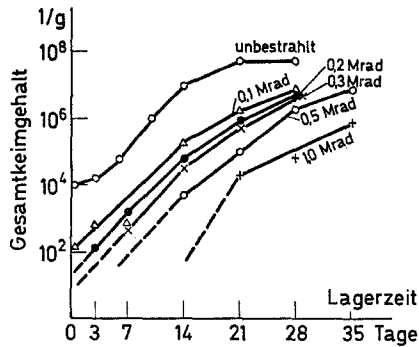


Abb. 3. Verlauf des Gesamtkeimgehaltes bei bestrahlten und unbestrahlten Karpfen während der Eislagerung

In den ersten 3 Wochen der Lagerung lagen die Gesamtkeimgehalte der 0,1 Mrad-Proben um etwa 2 Zehnerpotenzen, die der 0,5 Mrad-Proben um fast 4 Zehnerpotenzen unter denen der unbestrahlten Proben. Nach 4 Wochen Lagerung nähern sich die Keimgehalte der mit Dosen zwischen 0,1 und 0,3 Mrad bestrahlten Proben einander an, bleiben jedoch um etwa 1,5 Zehnerpotenzen unter denen der unbestrahlten Proben. Auch der Abstand der 0,5 Mrad-Probe von der unbestrahlten verringert sich auf etwa 2 Zehnerpotenzen, was vor allem durch den Eintritt der „Sättigung“ bei etwa  $7 \cdot 10^7$  Keimen pro g bei der unbestrahlten Probe zurückzuführen ist.

Dosen über 0,5 Mrad bewirken eine weitere Reduktion der Gesamtkeimzahlen, lassen sich aber nicht ausnützen, da nach Lagerzeiten von über 5 Wochen auf jeden Fall eine geschmackliche Qualitätsminderung und eine Konsistenzverschlechterung

durch enzymatischen Verderb einsetzt. Die in Tab. 2 zusammengestellten Lagerzeiten bis zum Erreichen eines Keimgehaltes von  $10^6$  bzw.  $10^7$  stimmen etwa mit den in Tab. 1 zusammengestellten Lagerzeiten bis zum Verlust der I. Qualität bzw. Übergang in den Verderb überein.

Tabelle 2. *Mikrobiologische Beurteilung der Lagerfähigkeit von Karpfen in Eis nach einer Strahlenpasteurisierung*

Dosis in Mrad	Lagerzeit in Tagen bis zum Erreichen eines Keimgehaltes von	
	$10^6/g$	$10^7/g$
0	11	15
0,1	20	> 36
0,2	23	> 36
0,3	25	> 36
0,5	(27)	(> 36)

### Literatur

1. EHLERMANN, D., u. R. MÜNZNER: Diese Z. **141**, 196 (1969).
2. EHLERMANN, D., u. R. MÜNZNER: Diese Z. **142**, 7 (1970).
3. KARDASHEV, A. A.: In: Application of Food Irradiation in Developing Countries. S. 65. Wien: Int. Atomenergie-Organisation 1966.
4. KUPRIANOFF, J., u. K. LANG: Strahlenkonservierung und Kontamination von Lebensmitteln. S. 75ff. Darmstadt: Dietrich Steinkopff 1960.
5. SINNHUBER, R. O., M. K. LANDERS, T. C. YU, M. SIMON u. F. HELBIGMANN: In: Food Irradiation, Proceedings of a Symposium, Karlsruhe, June 6—10, 1966. S. 535. Wien: Int. Atomenergie-Organisation 1966.
6. SINNHUBER, R. O. u. M. K. LANDERS: J. Food Science **29**, 190 (1964).
7. ANTONA, N.: Bestimmung des flüchtigen basischen Stickstoffs in frischen und gefrorenen Fischen bzw. Fischfilets. Vorläufige Mitteilung aus dem Institut für Biochemie und Technologie der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg.

## Beurteilung pflanzlicher Lebensmittel nach Behandlungen zur Beseitigung der radioaktiven Kontamination

K. PAULUS\*

Mitteilung aus der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe

Eingegangen am 30. Juli 1969

### *Evaluation of Vegetable Foods after Treatment for Radioactive Decontamination*

#### *Summary*

It is examined whether radioactive contaminated fruit and vegetable are suitable for human nutrition after a special decontamination treatment.

The results of the chemical analyses show that the nutritive value is impaired due to leaching and influence of heat, and therefore lower compared with that of normally prepared products. But this decrease does not question the nutritive value.

\* Herrn Professor Dr.-Ing. J. KUPRIANOFF zum 65. Geburtstag gewidmet.