

Lagerversuch mit bestrahlten tiefgefrorenen Hähnchen

Dr.-Ing. Th. Grünewald, Institut für Strahlentechnologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe

Die Bekämpfung von Salmonelleninfektionen bei tiefgefrorenen Brathähnchen kann mit ionisierenden Strahlen erfolgen, da hierbei praktisch keine Erwärmung des Gutes auftritt. Tiefgefrorene und mit Strahlendosen bis zu 800 krad bestrahlte Hähnchen wurden zwei Jahre bei -30°C gelagert und regelmäßig sensorisch getestet. Es ergaben sich keine signifikanten Qualitätsunterschiede zwischen den bestrahlten Proben und der unbestrahlten Kontrolle.

Storage tests on irradiated deep-frozen chickens

Salmonellae infections in deep-frozen roasting chicken can be dealt with by ionising rays as this process involves hardly any heating of the product. Deep-frozen chickens irradiated with doses of up to 800 krad were stored at -30°C for two years and were regularly submitted to sensory tests. There was no significant difference in quality between the irradiated samples and the non-irradiated controls.

Essai de stockage avec des poulets congelés, ayant été soumis à un rayonnement

La suppression d'infections de salmonelles de poulets congelés peut être effectuée par des rayons ionisants, étant donné que ce traitement ne provoque pas de chauffage des poulets. On a traité des poulets congelés par des doses de rayons allant jusqu'à 800 krad. Ensuite on a stocké ces poulets à -30°C pendant 2 ans. Pendant cette période, les poulets ont été soumis régulièrement à un contrôle sensoriel. On n'a pas trouvé des différences de qualité significatives entre les poulets soumis au rayonnement et les échantillons-temoins.

1. Probleme der Hygienisierung tiefgefrorener Hähnchen

Die Behandlung von Brathähnchen mit ionisierenden Strahlen kann verschiedene Ziele verfolgen (1, 2). Bei Hähnchen, die frisch auf den Markt kommen und kühl gelagert werden, läßt sich die Lagerfähigkeit im gekühlten Zustand durch Aufbringen einer pasteurisierend wirkenden Dosis von 150 krad von fünf auf etwa 10 Tage verlängern (3 bis 5). Eine wesentliche Verlängerung über zwei Wochen hinaus ist auch mit einer höheren Dosis nicht möglich, da dann bereits ein deutlicher Qualitätsabfall offenbar durch Ranzigwerden des Fettes oder enzymatische Veränderungen eintritt. Die Bestrahlung selbst führt bei der Dosis 150 krad zu keinen Geschmacksänderungen: (6). Frisch geschlachtete Hähnchen, die zur Enzyminaktivierung erhitzt und mittels ionisierender Strahlen sterilisiert wurden, sind als Vollkonserven bei Raumtemperatur lagerfähig (7, 8). Die hierzu erforderliche Dosis von mindestens 2,5 Mrad verursacht jedoch Geschmacksveränderungen (9) und relativ hohe Bestrahlungskosten (10).

Bei dem Angebot an bratfähigen Hähnchen überwiegt auf dem Markt der Bundesrepublik Deutschland das tiefgefrorene Produkt, bei dem es bei Einhaltung der vorgeschriebenen Tiefkühltemperatur innerhalb der möglichen Lagerzeit keine enzymatischen Veränderungen und keinen bakteriellen Verderb gibt (11). Probleme kann jedoch ein Salmonellenbefall derartiger Ware auslösen, der verschiedene Ursachen haben kann (12 bis 14).

Über die Bedeutung des Salmonellenproblems wurde schon oft berichtet und diskutiert. Das Gesundheitsrisiko wird nicht mehr in Frage gestellt. Hier ergibt sich nun die Möglichkeit einer Anwendung ionisierender Strahlen vor allem für gefrorene Produkte, da die für eine Hygienisierung durch Bestrahlung aufgewandte Energie so gering ist, daß keine Erwärmung auftritt (15, 16).

Aufgabe des Versuches, über den im folgenden berichtet wird, war es, zu klären, ob bei einer Bestrahlung und anschließenden Lagerung von tiefgefrorenen Brathähnchen über zwei Jahre Geschmacksänderungen kurz nach der Behandlung oder während der Lagerperiode auftreten, deren Ursache die Bestrahlung ist.

Je nach der Stärke des Befalls wird oft schon durch eine Dosis von 350 krad Salmonellenfreiheit erreicht. Da die Resistenz der Mikroorganismen allgemein mit fallender Temperatur zunimmt (18), fordert Mossel (19, 20) bei gefrorenem Geflügel mindestens 500 krad oder aus Sicherheitsgründen allgemein die Anwendung von 800 krad. Aus diesem Grund wurden von uns vier Bestrahlungsdosen verwendet, die zwischen 250 und 800 krad lagen. Gesundheitliche Probleme hinsichtlich des Verzehrs der bestrahlten Hähnchen bestehen in diesem Dosisbereich nicht (22). Das Verfahren ist jedoch bisher noch nirgends zugelassen.

2. Versuchsgut

Der Versuch wurde mit 75 tiefgefrorenen Hähnchen vorgenommen. Es handelte sich um Odenwald-Jungmasthähnchen Marke „Landgold“ mit einem Gewicht von 1000 g der Handelsklasse A (21), die tiefgefroren am 19. 7. 1971 von der Süddeutschen Eier- und Geflügel AG Heidelberg angeliefert und uns vom Verband der Geflügelindustrie*) zur Verfügung

gestellt wurden. Die Hähnchen wurden nach der Bestrahlung für die Dauer von zwei Jahren in einem Gefrierraum bei -30°C gelagert.

3. Bestrahlungsbedingungen

Die Bestrahlung erfolgte 10 Tage nach der Anlieferung mit 10 MeV-Bremsstrahlung eines Varian-Linearbeschleunigers. Die Dosisverteilung wurde mit Fricke-Dosimetern in Ampullen an einem tiefgefrorenen Hähnchen und einem Agar-Agar-Phantom ausgemessen. Abb. 1 zeigt die Verteilung der Dosimeter bei dem tiefgefrorenen Brathähnchen. Der für die Bestrahlung angegebene Dosiswert ist ein Mittelwert mit einer Standardabweichung von ± 10 Prozent. Das Verhältnis der höchsten zur niedrigsten Dosis beträgt 1,5 : 1.

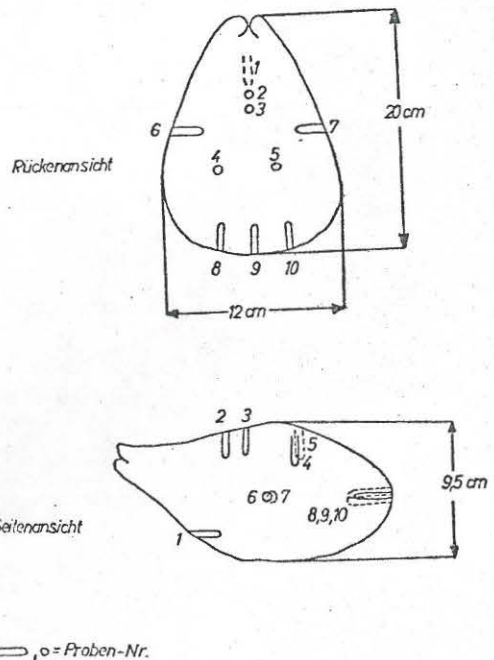


Abb. 1: Verteilung der Fricke-Dosimeter zur Messung der Dosisverteilung in den Hähnchen

Die Dosis wurde in mehreren Durchgängen aufgebracht und zwar pro Durchgang rd. 33 krad. Dabei betrug die Bandgeschwindigkeit 1 cm/s. Die Temperaturkontrolle ergab, daß die Hähnchen zu Beginn der Bestrahlung eine Temperatur von -30°C hatten, und daß am Ende der

*) Wir danken dem Verband der Geflügelindustrie für die großzügige Unterstützung dieses Versuchsvorhabens.

Bestrahlung nirgendwo die Temperatur von -20°C überschritten worden war. Die durch eine Bestrahlung zugeführte Energie könnte selbst bei einer Dosis von 800 krad nur zu einer Erwärmung von maximal 2°C führen. Dies ist von Bedeutung, da auch schon relativ geringe Temperaturanstiege zu starken Qualitätsminderungen führen können (11, 23). Die gelieferten Hähnchen wurden in fünf Chargen à 15 Hähnchen aufgeteilt und wie folgt bestrahlt:

- 0 krad (Kontrolle)
- 250 krad
- 400 krad
- 550 krad
- 800 krad

Bei der Bestrahlung und der anschließenden Lagerung waren die Hähnchen in Folie verpackt.

4. Sensorische Tests

Etwa $1\frac{1}{2}$ Monate nach der Bestrahlung wurde mit den sensorischen Tests begonnen; in Abständen von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Monaten wurden durch eine trainierte Prüfergruppe von 7 bis 8 Prüfern Farbe, Geruch, Geschmack und Konsistenz nach dem die Noten 0 bis 9 umfassenden Karlsruher Bewertungsschema (23) beurteilt. Hierzu wurden die Hähnchen gedampft und ohne weitere Würzung zubereitet. Die unbestrahlte Probe wurde nach Absprache innerhalb des Prüfergremiums benotet.

Die Bewertungsergebnisse wurden statistisch auf signifikante Unterschiede untersucht^{*)}. Um ferner erkennen zu können, inwieweit die Prüfer die Bewertungsskala ausnützten und welcher Notenunterschied bei dieser Prüfergruppe noch als signifikant anzusehen ist, wurden auch die Bewertungen der einzelnen Prüfer statistischen Untersuchungen unterworfen.

5. Ergebnisse

Die Beurteilungen von Farbe, Geruch, Geschmack und Konsistenz wurden auf Lochkarten aufgenommen und in einem Rechner verarbeitet (25). Die Einzelbewertungen sowie das Gesamturteil zeigen den gleichen Trend. Während der zweijährigen Lagerzeit fällt die Beurteilungsnote im Schnitt um nicht mehr als 1 bis $1\frac{1}{2}$ Werte ab. Dabei zeigen die unbestrahlte Charge sowie die mit 550 und 800 krad bestrahlten Chargen, die von besonderem Interesse für den Versuch waren, einen recht gleichmäßigen Verlauf. Lediglich bei den Dosiswerten 250 und 400 krad gab es in der zweiten Hälfte der Lagerperiode ganz vereinzelt Ausreißer, die z. T. dazu führten, daß vor allem bei der Farbe die Bewertungsnoten 5 oder 4 vergeben wurden. Gemäß der Darstellung von Gutschmidt (11) ist bei Bewertung mit 5 das Ende der Lagerzeit erreicht.

Eine Übersicht über die Beurteilung während der Lagerzeit gibt Abb. 2. Während bei Farbe, Geruch und Konsistenz die Kurven so dicht zusammenliegen, daß mit Sicherheit signifikante Unterschiede auszuschließen sind, wurde offensichtlich während der ganzen Lagerperiode die mit 800 krad bestrahlte Probe um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Noten schlechter beurteilt als die unbestrahlte Probe, ohne daß dabei etwa die Grenze der Lagerfähigkeit erreicht wurde.

Abb. 3 zeigt noch einmal den Verlauf der Geschmacksbeurteilung für die beiden Chargen, wobei der tatsächliche Verlauf durch Regressionsgeraden ersetzt wurde.

Die schlechtere Beurteilung der mit 800 krad bestrahlten Probe kann auf verschiedene Weise beeinflußt worden sein. So hatten Tests mit anderen Prüfergruppen ergeben, daß die Notengebung etwas durch die Reihenfolge beeinflußt wird, in der die Proben gekostet werden. Zwiebelproben z. B. wurden im Schnitt bis zu $\frac{1}{2}$ Note schlechter beurteilt, wenn sie statt an erster Stelle als zweite oder dritte gekostet wurden. Da genügend Werte zur Verfügung standen, lag es nahe, diesen unterschiedlichen Verlauf der beiden Kurven auf Signifikanz zu untersuchen.

Dabei war es zunächst interessant zu überprüfen, inwieweit die Beurteilung innerhalb einer Prüfergruppe für gleiche Proben schwankt, so daß sich hieraus schon Streuungen ergeben können.

Für die neun Prüfer, die zum Einsatz kamen, wurden alle abgegebenen Bewertungsnoten unabhängig vom Bewertungsdatum und der Charge einmal getrennt nach den Kriterien Farbe, Geruch, Geschmack und Konsistenz, zum anderen insgesamt zusammengefaßt und hierfür der Mittelwert, Standardabweichung und ausgenutzter Skalenbereich aufgetragen.

Abb. 4 zeigt die Darstellung für die Zusammenfassung aller Noten. Zunächst ist zu erkennen, daß von den verschiedenen Prüfern die Bewertungsskala unterschiedlich ausgenutzt wurde, so z. B. von dem Prüfer Nr. 10 nur der Bereich zwischen 5 und 9, vom Prüfer Nr. 6 dagegen zwischen 1 und 8. Die Mittelwerte liegen im Bereich zwischen 6,3 (Prüfer Nr. 5) und 7,3 (Prüfer Nr. 9).

^{*)} Ich danke meiner Assistentin, Frau Trömel, für die sorgfältige Durchführung der Berechnungen.

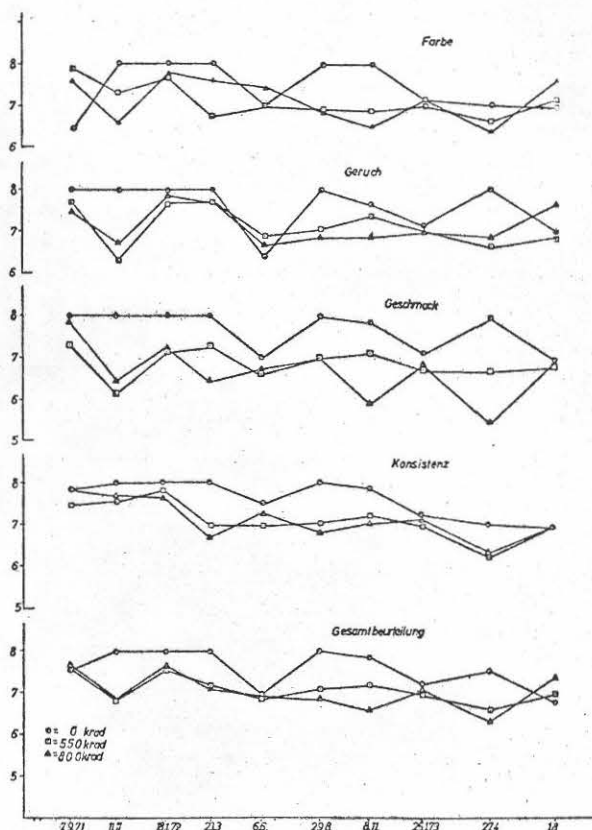


Abb. 2: Sensorische Beurteilung während der Lagerzeit (Mittelwerte aus jeweils 7 oder 8 Bewertungen)

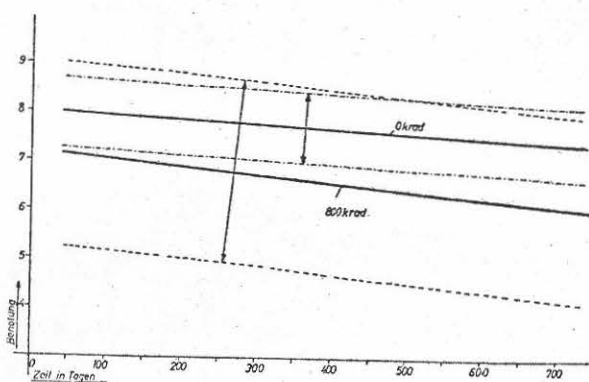


Abb. 3: Verlauf der Geschmacksbeurteilung während der Lagerzeit für die unbestrahlte und die mit 800 krad bestrahlten Proben (Regressionsgeraden)

Die Reihenfolge der Prüfer in bezug auf die Lage der Mittelwerte schwankt, wie Abb. 5 zeigt, in der für einige Prüfer die Lage der Mittelwerte bei den verschiedenen Kriterien angegeben ist. Auffällig ist der Prüfer 10, der Farbe, Geruch und Konsistenz immer überdurchschnittlich gut beurteilte, dessen Geschmacksbeurteilung dagegen unter dem Durchschnitt lag.

Die Mittelwerte streuen durchweg um fast 2 Noten, lediglich bei dem Geschmack beträgt die Streuung nur etwa 1 Skaleneinheit. Der t-Test für die Mittelwerte zeigt jeweils für den höchsten und niedrigsten Mittelwert bei jedem Kriterium einen signifikanten Unterschied. Das bedeutet, daß Abweichungen der Mittelwerte der Beurteilungen von zwei verschiedenen Chargen also z. B. „unbestrahlt“ und „800 krad“ von einer Note auch schon durch die Beurteilungsnoten innerhalb der Prüfergruppe erklärbar sein können.

Es war dann zu prüfen, ob für die verschiedenen Kriterien u. U. der gesamte Kurvenverlauf der Beurteilungen für die unbestrahlten und bestrahlten Proben signifikant voneinander abweicht. Für die einzelnen Dosiswerte und Kriterien wurde der Beurteilungsverlauf durch Regres-

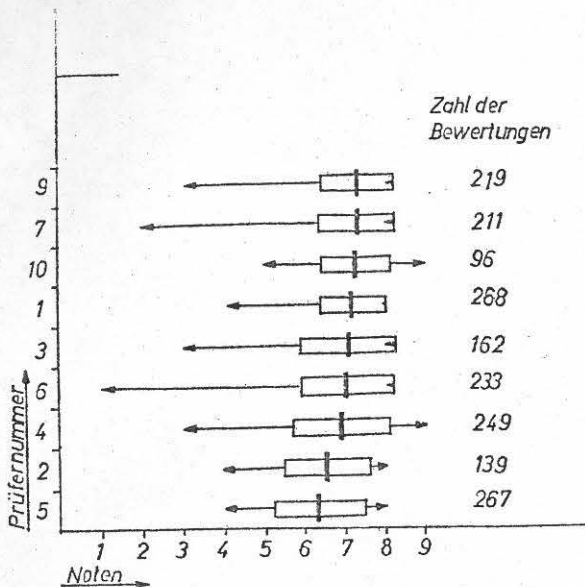


Abb. 4: Mittelwerte (M) der von den verschiedenen Prüfern insgesamt gegebenen Noten sowie Standardabweichungen (S) und ausgenutzter Notenbereich (B)

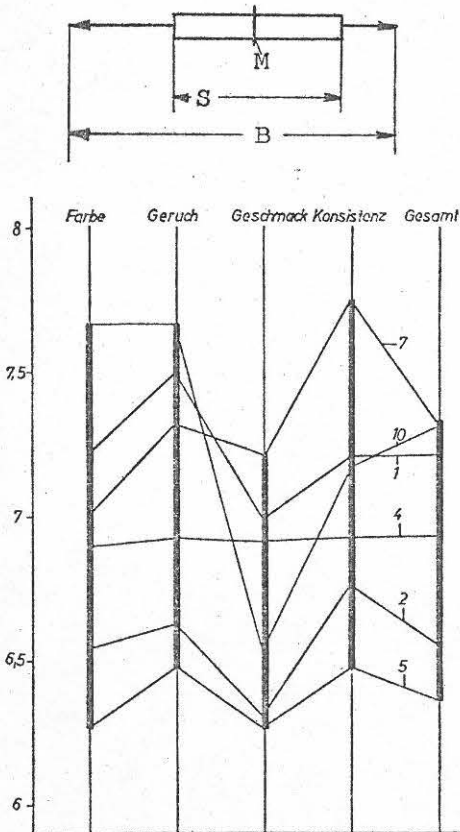


Abb. 5: Mittelwerte der von sechs Prüfern für die verschiedenen Kriterien gegebenen Bewertungsnoten (dicke Linie: Streubereich für das gesamte Prüfergremium)

Regressionsgeraden ersetzt und Kurvenabstände (Achsenabschnitte) sowie die Abstände der Regressionsgeraden mit dem t-Test überprüft. Besonders beachtet dabei der Verlauf der Geschmacksbeurteilung für die unbestrahlte und die mit 800 krad bestrahlte Probe, der allein signifikante Unterschiede erwarten ließ.

Ein t-Test für den Abstand der Geraden zeigt keine signifikante Abhängigkeit. Dies ist leicht verständlich, wenn man wie in Abb. 3 außer

der Regressionsgeraden noch die Vertrauensgrenzen für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 10 Prozent einzeichnet. Schon bei dieser hohen Irrtumswahrscheinlichkeit liegt der Vertrauensbereich für 0 krad praktisch ganz im Vertrauensbereich von 800 krad, so daß eine signifikante Zuordnung der Werte zu einer der beiden Behandlungsarten nicht möglich ist.

Es bleibt dann noch die Frage, ob die Steilheit der Kurven verschieden ist, d. h. ob sich der tägliche Qualitätsabfall bei den verschiedenen Dosiswerten signifikant voneinander unterscheidet. Tabelle 1 zeigt den Qualitätsverlust pro Jahr in Bewertungsnoten für die unbestrahlte Probe und die drei höchsten Dosiswerte. Mit dem t-Test für das Steigungsmaß wurde der Qualitätsabfall für unbestrahlt und 800 krad für die Geschmacksbeurteilung getestet. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied.

Tabelle 1: Jährlicher Qualitätsverlust in Bewertungsnoten des Karlsruher Bewertungsschemas

Dosis	Geschmack	Gesamterteil
0 krad	0,325	0,405
400 krad	+0,037	0,139
550 krad	0,051	0,292
800 krad	0,588	0,318

Da keiner der Tester Geschmacksabweichungen monierte, die auf eine Bestrahlung schließen lassen, und die statistischen Tests auch keine signifikanten Unterschiede zwischen den bestrahlten Proben und der Kontrolle ergaben, kann die Bestrahlung nach dieser Versuchsreihe als geeignetes Mittel für die Salmonellenbekämpfung bei tiefgefrorenen Hähnchen angesehen werden.

Literatur

- Diehl, J. F.: Zur Strahlensterilisierung von Lebensmitteln tierischer Herkunft. Beiheft 11 zum Zentralblatt für Veterinärmedizin (1970) 206—221.
- Grünwald, Th.: Der Stand der Strahlenkonservierung von Fleisch und Geflügel. Die Fleischwirtschaft 47, 5 (1967) 463—469.
- Rhodes, D. N.: Radiation Pasteurization of Broiler Chicken Carcasses. Brit. Poultry Sci. 6 (1965) 256—271.
- Kiss, I. u. J. Farkas: Radurization of Whole Eviscerated Chicken Carcasses. Acta Alimentaria 1, 1 (1972) 73—86.
- Mercuri, A. J., Kobula, A. W. und D. H. Sanders: Low-Dose Ionizing Irradiation of Tray-packed cut-up Fryer Chickens. Food Technology 21, 11 (1967) 1509—1532.
- MacLeod, C. M., F. A. Former u. H. R. Neilson: Organoleptic Evaluation of Low-Dose Irradiated Chicken Stored under Refrigeration Conditions. Food Technology 23, 7 (1969) 104—108.
- Josephson, E. S. u. a.: Radappertization of Meat, Meat Products and Poultry, in Radiation Preservation of Food. IAEA, Wien (1973) STI/PUB/317, 471—489.
- Helligman, F., C. K. Wadsworth u. C. E. Phillips: Development of Radiation-Sterilized Chicken. Food Technology 21, 5 (1967) 108—110.
- Merritt, C. Jr.: Chemical Changes Induced by Irradiation in Meats and Meat Components, in Food Irradiation. IAEA, Wien (1966) STI/PUB/127, 197—209.
- Urban, W. M.: Technical and Economic Considerations in the Preservation of Meats and Poultry by Ionizing Radiation, in Food Irradiation. IAEA, Wien (1966) STI/PUB/127, 397—409.
- Gutschmidt, J.: The Storage Life of Frozen Chickens with Regard to the Temperature in the Cold Chain. Lebensm.-Wiss. u. -Technol. 7, 3 (1974) 137—141.
- Hobbs, B. C.: Contamination of Meat Supplies. I. Salmonella and Staphylococcus. Mon. Bull. Min. Health Lab. Serv. 24 (1965) 123.
- Sadler, W. W. u. a.: Survey of Market Poultry for Salmonella Infection. App. Microb. 9 (1961) 72.
- Wilson, E. u. a.: Prevalence of Salmonellae in Meat and Poultry Products. J. Infect. Dis. 109 (1961) 166.
- Thornley, Margaret, J.: Irradiation of Poultry and Egg Products, in Food Irradiation. IAEA, Wien (1966) STI/PUB/127, 427—437.
- Ley, F. J., B. M. Freeman u. B. C. Hobbs: The Use of Gamma Radiation for the Elimination of Salmonellae from Various Foods. J. Hyg. 61 (1963) 515.
- Ley, F. J. u. a.: Use of Gamma Radiation for Elimination of Salmonella from Frozen Meat. J. Hyg. Camb. 68 (1970) 293—311.
- Comer, A. G., G. W. Anderson und E. H. Garrard: Gamma Irradiation of Salmonella Species in Frozen Whole Egg. Canad. J. Microbiol. 9 (1963) 321.
- Mossel, D. A. A., u. A. P. de Groot: The Use of Pasteurizing Doses of Gamma Radiation for the Destruction of Salmonellae and other Enterobacteriaceae in Some Foods of Low Water Activity. Radiation Preservation of Foods. Proc. Int. Conf., Boston, Mass. (1964) Publ. 1273, Nat. Acad. Sci. Wash. DC (1965) 233.
- Mossel, D. A. A.: Perspectives for the Use of Ionizing Radiation in the Decontamination (Salmonella Radicidation) of Some Frozen Proteinaceous Foods and Dry Mixed Feed Ingredients, in Food Irradiation. IAEA, Wien (1966) STI/PUB/127, 365—380.
- Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für geschlachtetes Geflügel und Geflügelteile. Bundesgesetzblatt I, S. 537 vom 25. 8. 1966 und S. 1345 vom 20. 8. 1971.
- Zeeuw, D. und J. G. van Kooy: Status of Public Health Acceptance of Irradiated Food in the Netherlands, in Radiation Preservation of Food. IAEA, Wien (1973) STI/PUB/317, 753—760.
- Flechtenmacher, W.: Kältetechnologie: Lebensmitteltechnologische Grundlagen des Lagerns und Transportierens von gekühlten oder tiefgefrorenen Lebensmitteln. Ernährungswirtschaft/Lebensmitteltechnik 4 (1972), 210—231.
- Paulus, K., J. Gutschmidt und A. Fricker: Karlsruher Bewertungsschema — Entwicklung, Anwendbarkeit, Modifikationen. Lebensm.-Wiss. u. -Technol. 2 (1969) 132—139.
- Ehlermann, D.: Unveröffentlichtes Rechenprogramm.

Anschrift des Verfassers: Dr.-Ing. Th. Grünwald, Institut für Strahlentechnologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, 7500 Karlsruhe 1, Engesserstraße 20 (Bundesrepublik Deutschland).