

Mitteilung aus der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe

## Über die Möglichkeit einer Behandlung von Trockensuppen mit ionisierenden Strahlen

Von N. Paul\*) und Th. Grünewald und J. Kuprianoff

### A) Einleitung und Aufgabenstellung

Im Zuge der Entwicklung zu Halbfertig- und Fertigerichten („convenience food“) besteht der Wunsch, die Kochzeiten der Lebensmittel möglichst zu verkürzen. Dies gilt auch für Trockensuppen. Von der Firma *Lipton*<sup>1)</sup> wurde vorgeschlagen, die Kochzeit von Trockengemüse und Trockensuppen durch die Anwendung von ionisierenden Strahlen<sup>2)</sup> mit einer Dosis von einigen Mrad herabzusetzen (vgl. auch <sup>3-5)</sup>). Es fehlen aber Angaben darüber, ob bei dieser relativ hohen Dosis nicht eine Verschlechterung in der Qualität der Suppen auftritt.

Aufgabe der Untersuchungen, über die im folgenden berichtet wird, war es, vor allem bei erbsenhaltigen Suppen die Abhängigkeit der Kochzeit von der Bestrahlung auch im Bereich niedriger Dosiswerte zu ermitteln und festzustellen, bis zu welcher Dosis eventuelle Änderungen im Geschmack, Geruch, Farbe und der Säumigkeit noch nicht als störend empfunden werden.

### B) Versuchsdurchführung

#### 1. Versuchsgut

Als Versuchsgut standen zur Verfügung: Erbsenmehlsuppe, Erbsensuppe mit Speck, Ochsenschwanzsuppe, Geflügelcremesuppe. Das Erbsenmehl wurde aus handelsüblichen getrockneten Erbsen hergestellt. Sein Wassergehalt war 8,6%. Die übrigen Suppen waren Handelsware. Nur mit den beiden erbsenhaltigen Suppen wurden ausführlichere Untersuchungen im Bezug auf die Kochzeitverkürzung durchgeführt. Die anderen Suppen wurden nur bestrahlt, um Erfahrungen über das Auftreten von Fremdgeruch und -geschmack zu gewinnen.

#### 2. Bestrahlung

Die Bestrahlung der Trockensubstanz erfolgte in einer dünnen Schicht mittels 1 MeV-Elektronen mit einer Strahlendosis bis zu 5 Mrad. Die mittlere Dosisleistung über die gesamte Bestrahlungszeit wurde dabei so niedrig gehalten, daß in den Proben keine Temperatur über 35°C auftrat. Bei einer spezifischen Wärme von  $0,3 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$  könnte bei sehr hohen Dosisleistungen und damit sehr kurzen Bestrahlungszeiten, in denen praktisch keine Wärmeabgabe möglich ist, eine Dosis von 5 Mrad zu einer Erhöhung der Temperatur um 40°C führen. Bestrahlt wurde vor oder nach dem Mahlen.

#### 3. Lagerbedingungen

Die Proben wurden vor der Bestrahlung in Polyäthylenbeutel von 0,05 mm Dicke verpackt und in Luft oder Stickstoffatmosphäre bei Zimmertemperatur gelagert. Es war zu vermuten, daß eine durch die Bestrahlung angeregte Autoxydation des in den Proben

enthaltenen Fettes bei längerer Lagerung Unterschiede in der Qualität bei Luft oder Inertgas als Atmosphäre ergeben könnte.

Gelagert wurde maximal drei Monate. Zweimal wurden Proben entnommen, das erste Mal binnen eines Monats nach der Bestrahlung, das zweite Mal nach zweieinhalb bis drei Monaten Lagerzeit.

#### 4. Qualitätsbestimmung

Es wurden Geschmack, Geruch, Farbe und Konsistenz geprüft.

##### a) sensorische Methoden

Farbe, Geruch, Geschmack und Säumigkeit wurden von einer Prüfergruppe von acht Personen unter Zugrundelegung einer von 0 bis 9 reichenden Skala im Blindversuch beurteilt, wobei 0 „Verdorben“ und 9 „Sehr gut“ bedeutete. Die Suppen wurden aus 80 g Trockensubstanz und 1 l Wasser hergestellt.

Zur sensorischen Bestimmung der Kochzeit wurden dickere Suspensionen mit 15% Trockensubstanz verwendet. Das Aufkochen erfolgte im Thermostat bei einer Temperatur von 105°C, die Proben wurden alle 30 s entnommen.

##### b) objektive Methoden

Kochzeit und Säumigkeit der Suppe wurden mit einem Rotationsviscosimeter unter Verwendung eines Couette-Meßsystems, bestehend aus einem Meßbecher mit 42 mm Durchmesser und einem sich drehenden Messingzylinder von 30,4 mm Durchmesser, bestimmt. Da es sich bei den Suspensionen um nichtnewtonsche Substanzen handelt, wurde zur Erzielung von vergleichbaren Werten mit konstanter Drehzahl gearbeitet.

Als Parallelversuch zu den sensorischen Tests wurde für alle (etwa 100) Proben die Abhängigkeit der Viskosität von der Temperatur beim Aufheizen von 70°C auf 105°C mit einem Anstieg von  $1,2^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$  aufgezeichnet, um aus dem Kurvenverlauf auf das Verhalten während des Kochvorganges und die durch Kochen erreichte Viskosität schließen zu können<sup>6)</sup>. Zur Bestimmung der Kochzeit wurden die Proben im Meß-

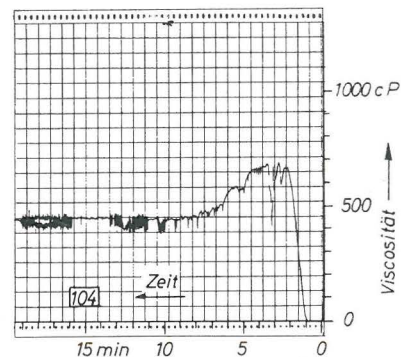


Abb. 1. Objektive Bestimmung der Kochzeit durch Messung der Viskosität bei einer Temperatur von 105°C in Abhängigkeit von der Zeit.

\*) Die Untersuchungen sind Teil einer Diplomarbeit am Lehrstuhl für Technologie der Lebensmittelverarbeitung der Universität Karlsruhe.

gefäß schnell auf  $105^{\circ}\text{C}$  erhitzt und kontinuierlich die Viscosität aufgezeichnet. Die Zeitspanne vom Beginn des Kochens bis zum Konstantbleiben der Viscosität wurde als Kochzeit bezeichnet. Abbildung 1 zeigt eine derartige Kurve. Die Farbe der Trockensuppen in Abhängigkeit von Bestrahlungsdosis, Lagerzeit und Lagerbedingungen wurde mit einem trichromatischen Farbmeßgerät ermittelt.

### C) Ergebnisse

#### 1. Kochzeitverkürzung

Bei reinem Erbsenmehl wurde die Kochzeit bestimmt mit dem Ziel, die Literaturwerte <sup>1, 3-5</sup>) zu überprüfen.

Es ergab sich eine gute Übereinstimmung zwischen den organoleptisch und objektiv ermittelten Kochzeiten. Abbildung 2 zeigt die Kochzeit von Erbsenmehl

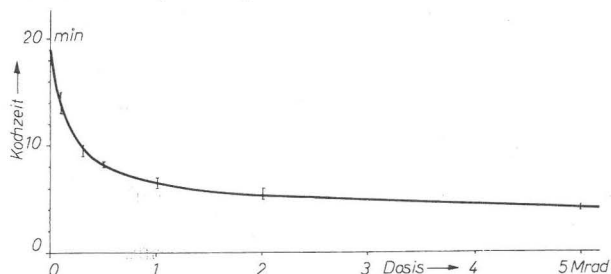


Abb. 2. Kochzeit von Erbsenmehlsuspensionen in Wasser in Abhängigkeit von der Bestrahlungsdosis. Mittelwerte aus objektiven und sensorischen Messungen. Die senkrechten Linien zeigen die Extremwerte an.

in Abhängigkeit von der Dosis. Die Kochzeiten stimmen mit den in den Patentschriften für die hohen Dosen angegebenen Werte überein. Die Abnahme der Kochzeit erfolgte nicht linear, sondern die wesentlichen Kochzeitverkürzungen wurden bereits mit einer Dosis bis 500 krad erzielt; über 500 krad war die zusätzliche Kochzeitverkürzung nur noch gering. Es wurde bei diesen Versuchen bereits deutlich, daß bei Erbsenmehl, das mit einer höheren Dosis bestrahlt war, die Viscosität der gekochten Suppe deutlich niedriger war als bei der unbestrahlten Probe.

#### 2. Qualitätsbestimmung

Unabhängig von den Parametern Dosis, Lageratmosphäre und Reihenfolge zwischen Mahlen und Bestrahlen zeigte die Viscosität in Abhängigkeit von der Temperatur den typischen Kurvenverlauf nach Abbildung 3. Für den Temperaturanstieg von  $70$  auf  $100^{\circ}\text{C}$  werden rund 25 min benötigt. Kurz nach dem Einsetzen des Kochens tritt ein Maximum auf und anschließend ein starker Abfall der Viscosität. Da die Anzeige vom Augenblick des Kochens an sehr stark schwankt, wurde als Kriterium für die erreichbare Viscosität das deutlich auftretende Maximum angesehen. Dies ist berechtigt, denn eine Normierung der Kurven für die verschiedenen Dosiswerte auf den Viscositätswert bei  $100^{\circ}\text{C}$  zeigt, daß der Kurvenverlauf mit zunehmender Dosis zwar immer flacher wird, daß sich aber die Form der Kurve nicht ändert. In Abbildung 4 ist für Erbsenmehl, das in Luft bestrahlt und nur einen Tag gelagert wurde, das Viscositätsmaximum in Abhängigkeit von der Dosis aufgetragen. Bereits bei einer Dosis von  $0,7$  Mrad sinkt die Viscosität

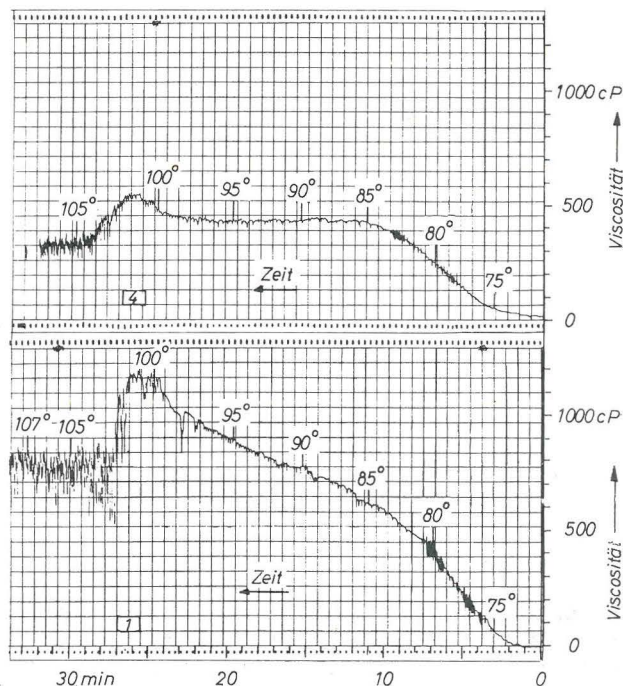


Abb. 3. Viscosität einer Erbsenmehlsuspension in Abhängigkeit von der Temperatur bei langsamem Aufheizen (Schergefälle  $D = 216\text{ s}^{-1}$ ). 1 : unbestrahlt, 4 : mit  $0,5$  Mrad bestrahlt.

auf die Hälfte, was eine wesentliche Qualitätsverschlechterung darstellt. Die nach einer Lagerzeit von zwei Monaten aufgenommene Kurve fällt mit der in Abbildung 4 gezeigten praktisch zusammen. An diesem prinzipiellen Kurvenverlauf ändert sich nichts, ob die Erbsen vor oder nach dem Bestrahlen gemahlen oder ob sie in Luft oder unter Stickstoff bis zu zwei Monaten gelagert wurden. Lediglich die Absolutwerte weichen bei Erbsen unterschiedlicher Sorte und Qualität etwas voneinander ab.

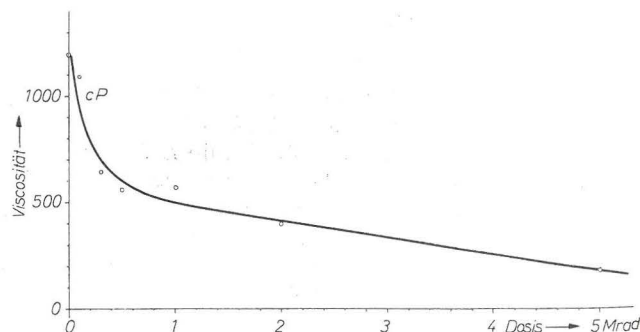


Abb. 4. Beim Aufkochen von Erbsenmehlsuspensionen erreichbare maximale Viscosität in Abhängigkeit von der Dosis.

#### 3. Farbmessungen

Ein weiteres Qualitätsmerkmal, das sich auch objektiv erfassen läßt, ist die Oberflächenfarbe des Pulvers. Die erbsenhaltigen Suppen veränderten sich nicht in der Farbe. Bei anderen bestrahlten Trockensuppen dagegen waren mit dem Auge schwache Farbänderungen zu erkennen, die auch bei den fertigen Suppen in Erscheinung traten. Bei der Ochschwanzsuppe nimmt die Helligkeit geringfügig mit der Dosis zu. Bei der

Geflügelcremesuppe wird die an sich helle Farbe durch die Bestrahlung gelblich.

Die objektiven Farbmessungen zeigten keine Unterschiede in der Farbtonung. Dagegen war eine Änderung der Helligkeit meßbar; sie fiel bei der mit 2 Mrad bestrahlten Geflügelcremesuppe auf 60 % gegenüber 70 % bei der unbestrahlten und stieg bei Ochsenchwanzsuppe bei der mit 2 Mrad bestrahlten Probe auf 32 % gegenüber 28 % der unbestrahlten.

#### 4. Sensorische Tests

Die durch Bestrahlung erzielbare Verkürzung der Kochzeit ist nur dann von Interesse, wenn sie nicht auf Kosten der Qualität geht.

Bei Erbsenmehlsuppe zeigte die einen Tag nach der Bestrahlung abgehaltene Kostprobe, daß bei Bestrahlung in Stickstoffatmosphäre die Proben bis zu 1000 krad im Bezug auf den Geschmack zwischen „Befriedigend“ und „Gut“ beurteilt wurden, während bei Luftatmosphäre ab 300 krad die Bewertung „Mittelmäßig“ gegeben wurde. Nach einer Lagerzeit von drei Monaten hatten sich die in Stickstoff gelagerten Proben der geringeren Qualität der in Luft gelagerten Probe angeglichen.

Bei der handelsüblichen Erbsensuppe zeigten sich diese Unterschiede zwischen Proben mit unterschiedlicher Lageratmosphäre nicht. Nach einer befriedigenden Beurteilung im ersten Monat nach der Bestrahlung trat bei der zweiten Beurteilung nach einer Lagerzeit von drei Monaten ein schneller Abfall der Geschmacksqualität ab einer Dosis von 500 krad auf.

Aufgrund der schlechten Beurteilung der Proben im Bezug auf Geruch und Geschmack unmittelbar nach der Bestrahlung ist es zweckmäßig, die bestrahlten Proben bis zum Verzehr einige Tage liegen zu lassen. Dann sind erbsenhaltige Trockensuppen, die mit Dosiswerten unter 500 krad, vorzugsweise mit 300 krad bestrahlt wurden einerseits gut im Geschmack, und andererseits insofern in der Qualität verbessert als die Kochzeit gegenüber den unbestrahlten Suppen auf die Hälfte verringert ist. Die Abnahme der Sämigkeit der fertigen Suppen als Folge einer Bestrahlung wurde bei 300 krad von den Prüfern noch nicht als wesentliche Qualitätsminderung angesehen.

Aus der Bestrahlung von Ochsenchwanzsuppe konnte die Erfahrung gewonnen werden, daß bis zu einer Dosis von 1 Mrad bei gewürzten Speisen Strahlengeruch und -geschmack nicht so störend empfunden werden wie bei ungewürzten Speisen.

Dies zeigte sich auch bei einer Kostprobe mit bestrahlter Erbsensuppe und Würstchen. Selbst die mit 1 Mrad bestrahlte Suppe wurde im Geschmack zwischen „Befriedigend“ und „Gut“ beurteilt.

Die Untersuchungen bestätigen die Resultate von Scholze und Grönwald<sup>6)</sup>, wonach die zur Insektenbekämpfung erforderliche Dosis von 50 krad keine nennenswerten Einflüsse auf die sensorischen Eigenschaften von Trockenhülsenfrüchten hat.

Eine praktische Anwendung des Verfahrens ist in der Bundesrepublik Deutschland allerdings nur dann möglich, wenn hierzu eine Ausnahmegenehmigung von

dem in § 4c des Lebensmittelgesetzes ausgesprochenen allgemeinen Verbot der Lebensmittelbestrahlung erteilt wird.

### C) Zusammenfassung

Es wurde der Einfluß einer Behandlung mit ionisierenden Strahlen auf die Kochzeit von Suppen auf der Grundlage von Erbsenmehl untersucht. Dabei zeigte sich, daß wesentliche Verkürzungen schon durch eine niedrige Dosis bis 500 krad erzielt werden können.

Die Qualitätsunterschiede wurden objektiv (Farbe, Viskosität) und sensorisch (Geruch, Geschmack, Viskosität, Farbe) bestimmt. Die Messung der Viskosität einer Erbsenmehl-Wasser-Suspension während der Aufheizung von 20 auf etwa 100° C zeigte eine deutliche Abnahme der Viskosität mit zunehmender Dosis. Diese Abnahme wurde ab 1 Mrad als störend empfunden. Deutliche Geschmacksveränderungen traten dagegen schon bei 500 krad auf. Da durch eine Bestrahlung mit 300 krad die Kochzeit bereits von 19 auf 9 Minuten verkürzt wird und bei dieser Dosis noch keine wesentlichen Qualitätsveränderungen auftreten, könnten durch eine Bestrahlung von Erbsensuppe mit etwa dieser Dosis die günstigsten Ergebnisse erzielt werden.

#### Summary

The influence of a treatment with ionizing rays on the cooking time of soups based on pease meal was studied. It was shown that substantial reductions can already be obtained by a low dose up to 500 krad.

The qualitative differences were determined objectively (colour, viscosity) and sensorially (smell, taste, viscosity, colour). The measurement of the viscosity of a pease meal/water suspension during the heating from 20° up to 100° C showed a clear decrease in viscosity with increasing radiation dose. This decrease was considered objectionable from 1 Mrad on. Evident changes of taste, however, occurred already with 500 krad. As by irradiation with 300 krad the cooking time is already reduced from 19 to 9 minutes and no substantial changes in taste occur with this dose, the most favorable result could be obtained by a radiation of pease meal soup with about this dose.

#### Résumé

On a fait des expériences sur l'influence d'un traitement aux rayons ionisants sur le temps de cuisson de soupes à base de farine de pois. On a prouvé que des diminutions essentielles pouvaient être atteintes déjà par une dose basse allant jusqu'à 500 krad. On a déterminé objectivement les différences de qualité d'après la couleur, la viscosité, et de façon sensorielle (odeur, goût, viscosité, couleur). L'évaluation d'une suspension farine de pois-eau pendant une progression de chaleur passant de 20 à environ 100° C montrait une nette diminution de la viscosité par la dose. On a estimé cette diminution gênante lorsqu'elle atteint 1 Mrad. Des changements de goût se manifestent par contre déjà à 500 krad. Puisque par une irradiation de 300 krad le temps de cuisson passe déjà de 19 à 9 minutes et que par cette dose aucun changement essentiel de qualité ne se manifeste, ainsi donc on peut, par une irradiation de soupe de pois avec à peu près ce dosage, obtenir les résultats les plus favorables.

#### LITERATUR

- 1) Lipton, Th. I. Inc., USA-Patent 3 025 171, angem. 11. 12. 1956.
- 2) Diehl, J. F., Stand und zukünftige Möglichkeiten der Nahrungsmittelbestrahlung, aus: „Nahrungsmittelbestrahlung“, S. 14 (Zürich 1967).
- 3) Unilever Ltd., Britisches Patent 874 752, angem. 4. 7. 1958.
- 4) Unilever N. V., Französisches Patent 1 209 316, angem. 28. 7. 1958.
- 5) Battle, M. T., Food Irradiation: Too Little Research, Too Much Regulation, Canner & Packer (Juni 1967) 32.
- 6) Scholze, U., und Th. Grönwald, Qualitätsbeurteilung von bestrahlten Trockenhülsenfrüchten und Graupen, Ind. Obst- u. Gemüseverwert. 53 (1968), 215.