Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 86 (1995)

Heft: 2

Artikel: Die Auswirkungen der Mikrowellen auf den Nährwert und deren Unbedenklichkeit für Nahrungsmittel = Nutritional values and safety of microwave-heated food

Autor: Finot, Paul André

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-983628

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **86**, 128–139 (1995)

Die Auswirkungen der Mikrowellen auf den Nährwert und deren Unbedenklichkeit für Nahrungsmittel*

Nutritional Values and Safety of Microwave-heated Food

Key words: Microwave, Food, Vitamins, Proteins, Lipids

Paul André Finot
Nestec AG Forschungszentrum, Vers-chez-les-Blanc, Lausanne

Einleitung

Das bequeme und schnelle Aufwärmen oder Garen von Lebensmitteln verhalf dem Mikrowellenherd zu einer schnellen Verbreitung. Der Verbraucher, der seinen Herd benutzt, ohne dessen Wirkungsweise genau zu kennen, ist oft darüber beunruhigt, wie sich die Mikrowellen auf seine Gesundheit auswirken. Durch ein besseres Verständnis der Funktionsweise der Mikrowellen lassen sich die Unterschiede in den Temperaturprofilen im Vergleich zu herkömmlichen Erhitzungsverfahren verdeutlichen, die Auswirkungen dieses Verfahrens auf die organoleptischen Eigenschaften der erwärmten Nahrungsmittel und die Nähreigenschaften besser erläutern. Ferner wird die Unbedenklichkeit der Mikrowellen klar.

Wirkungsweise der Mikrowellen

In den Nahrungsmitteln wird die Mikrowellenenergie hauptsächlich von den Wassermolekülen absorbiert, die Dipole bilden, welche sich auf der Frequenz (2450 MHz) der Mikrowellen hin- und herbewegen. Geladene Teilchen, wie zum Beispiel Ionen, die sich im Feld bewegen, nehmen diese Energie ebenfalls auf. Diese Bewegungen verursachen Reibungen und Kollisionen, welche dazu führen, dass sich die Temperatur des Nahrungsmittels erhöht (1).

* Vortrag gehalten an der 27. Arbeitstagung der Schweiz. Gesellschaft für Lebensmittelhygiene und ETH, Zürich, 24. November 1994

Ablauf der stattfindenden Schritte: Absorption der Mikrowellenenergie, Umwandlung in Wärme und Abgabe der Wärme an das Nahrungsmittel. Diese Wärmeabgabe hängt von den physikalischen Charakteristika des jeweiligen Lebensmittels ab: Dielektrizitätskonstante, thermische Leitfähigkeit, spezifische Wärme und elektrische Leitfähigkeit. Alle Schritte lassen sich in einem Schema wie in Abbildung 1 darstellen.

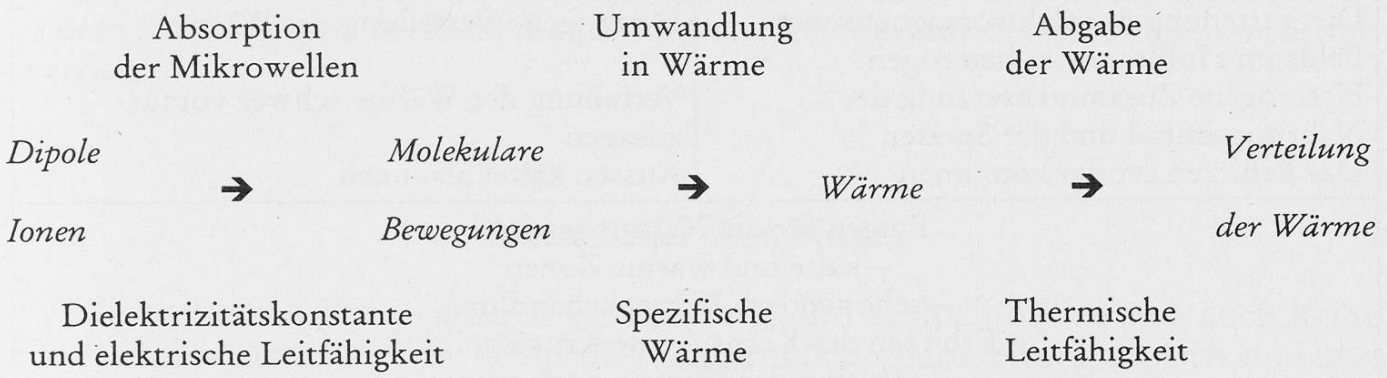

Abb. 1. Art und Weise, wie die Mikrowellen Nahrungsmittel erwärmen

Auswirkungen auf die Temperaturprofile

Die Erwärmung durch Mikrowellen führt zu anderen Temperaturprofilen als herkömmliche Verfahren. Diese für die Mikrowellen spezifischen Temperaturprofile (Tabelle 1) wirken sich sowohl auf die organoleptischen Eigenschaften der Nahrungsmittel als auch auf ihre Nähreigenschaften und ihre Unschädlichkeit aus.

Einfluss auf die organoleptischen Eigenschaften

Im Vergleich zu nach herkömmlichen Verfahren zubereiteten Nahrungsmitteln erscheinen mit Mikrowellen zubereitete Speisen oft weniger appetitlich.

Keine Krustenbildung

Da die mit Mikrowellen zubereiteten Speisen an der Oberfläche kalt bleiben, bilden sie nicht die typischen Krusten, die bei im Backofen gebratenen, gebackenen oder gekochten Nahrungsmitteln entstehen. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die Erwärmung von innen erfolgt und dass die Temperatur des Herdes sehr niedrig bleibt, was eine gewisse Wasserkondensation auf der Oberfläche der Nahrungsmit-

Tabelle 1. Spezifität der Erwärmung durch Mikrowellen, Auswirkungen auf die Temperaturprofile und die Verteilung der Wärme; Folgen für die Nahrungsmittel

Spezifität der Mikrowellen	Auswirkungen auf die Temperaturprofile
Die Nahrungsmittel bestehen hauptsächlich aus Wasser	Niedrige Temperaturen (Sieden von Wasser)
Die Umwandlung der Mikrowellenenergie in Wärme erfolgt unmittelbar	Schnelles Erhitzen
Die Verteilung des elektromagnetischen Felds im Hohlraum ist heterogen	Heterogene Verteilung der Wärme
Heterogene Zusammensetzung der Nahrungsmittel und der Speisen	Verteilung der Wärme schwer vorauszusagen
Das Erhitzen erfolgt von innen	Aussen kälter als innen
Folgen für die Nahrungsmittel: – kalte und warme Zonen – schonendere Wärmebehandlung – Erhitzen des Kerns, keine Krustenbildung – Diffusion des Wassers nach aussen	

tel begünstigt. Das Fehlen einer Kruste weist auf das geringe Vorhandensein von Aromen hin, die aus der Maillard-Reaktion entstehen.

Warme Stellen – kalte Stellen

Aufgrund der Heterogenität des elektromagnetischen Feldes im Ofen und der heterogenen Zusammensetzung der Nahrungsmittel verteilt sich die Wärme ungleichmässig. Es bilden sich warme und kalte Stellen, deren Verteilung meist schwerer vorherzusehen ist als bei herkömmlichen Verfahren. Um diesen Nachteil, der die organoleptischen Eigenschaften einer Speise beeinflusst, zu beseitigen, empfiehlt es sich, zwischen der Zubereitung im Mikrowellenherd und dem Verzehr der Nahrung eine gewisse Zeit verstreichen zu lassen, damit sich die Temperaturen gleichmässig verteilen können.

Erhitzen des Kerns

Da die Mikrowellen bei der Durchdringung der Nahrungsmittel graduell Energie verlieren, ist das Nahrungsmittel innen schneller heiss als aussen. Dieses Erhitzen des Kerns führt nicht zu den gleichen organoleptischen Charakteristika, die einige unserer traditionellen Gerichte aufweisen (Fleisch, das innen noch blutig ist),

und ist für die Diffusion des Wassers von innen nach aussen und somit für die feuchten Oberflächen verantwortlich.

Der heisse Kern kann zu Verbrennungen der Mundhöhle führen, wenn Speisen verzehrt werden, deren Oberflächentemperatur gering ist und dadurch die weitaus höhere Innentemperatur verkannt wird. Dies kann mit Fläschchen für Säuglinge geschehen, da bei fehlender Konvektion heterogene Temperaturgradienten beobachtet werden, und das Fläschchen aussen kalt bleibt, obwohl der Inhalt kochend heiss ist. Es ist unbedingt erforderlich, das Fläschchen gut zu schütteln, bevor man es dem Säugling gibt. So kann die tatsächliche Temperatur der Flüssigkeit ermittelt werden.

Natürlicher Geschmack

Die erreichten Temperaturen sind niedrig, und deshalb bilden sich auch keine Krusten. Die Aromen, welche für die herkömmliche Zubereitung typisch sind und durch die Maillard- und die Pyrolyse-Reaktion entstehen, bilden sich daher nicht. Dies ist ein Vorzug für all diejenigen, die den natürlichen Geschmack bevorzugen, der von einer Überhitzung nicht verändert wurde.

Veröffentlichungen zum Thema: Auswirkungen der Mikrowellen

Seitdem die Fähigkeit der Mikrowellen, Nahrungsmittel zu erhitzen, entdeckt wurde, untersuchen Wissenschaftler deren Auswirkungen auf den Nährwert der Nahrungsmittel und die Folgen für die Gesundheit. Solche Arbeiten werden laufend veröffentlicht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen keine schädlichen Auswirkungen der Mikrowellenzubereitung.

1971: Biological effects of microwave radiation (49 Referenzen) (2)
1973: Microwave heating of foods – use and safety considerations (26 Referenzen) (3)
1976: Microwave heating of foods – changes in nutrient and chemical composition (85 Referenzen) (4)
1980: Effects of microwaves on microorganisms in foods (78 Referenzen) (5)
1982: The effects of microwaves on nutrient value of foods (101 Referenzen) (6)
1983: Einfluss der Mikrowellenerwärmung auf den Nährwert tierischer Lebensmittel (150 Referenzen) (7)
1989: Vitamin losses with microwave cooking (36 Referenzen) (8)
1992: Conséquences nutritionnelles des traitements par les micro-ondes (64 Referenzen) (9)
1993: Nutritional and safety aspects of microwaves. History and critical evaluation of reported studies (69 Referenzen) (10)

Folgen für die Nähreigenschaften

Schonendere Wärmebehandlung

Das durch die Mikrowellen ermöglichte, im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren schnellere Erwärmen bei niedrigeren Temperaturen führt zu einer schonenderen Wärmebehandlung. Die Nährstoffe bleiben daher besser erhalten als bei den herkömmlichen Methoden. Dies lässt sich allerdings in der Praxis schwer belegen, da jeder Zubereitungstyp ein eigenes charakteristisches Temperaturprofil entwikkelt und die Intensität der Wärmebehandlung sehr unterschiedlich ist. Trotz dieses experimentellen Handikaps ergeben alle Abhandlungen, dass die Mikrowellenzubereitung für hitzeempfindliche Nährstoffe nicht schädlicher ist als herkömmliche Behandlungen. In einigen Fällen schnitt die Mikrowellenzubereitung sogar besser ab.

Die Auswirkungen der Mikrowellen auf Nahrungsmittel wurden anhand verschiedener Lebensmittelgruppen untersucht: Fleisch, Milch, Fisch und Geflügel, Gemüse, Getreide und Hülsenfrüchte, frisch zubereitete und tiefgekühlte Gerichte und mit allen anderen herkömmlichen Zubereitungsweisen verglichen. Die repräsentativsten Ergebnisse sind im folgenden zusammengefasst.

Proteine

Denaturierung

Die Denaturierung der Proteine, die von Laien häufig als negativ betrachtet wird, ist ein natürlicher Prozess, der während der Verdauung der Nahrung einsetzt und der durch das Kochen begünstigt wird. Diese Denaturierung führt zur Verminderung der Enzymaktivität sowie zu einer Reduktion der immunologischen und antiphysiologischen Aktivitäten. Die Geschwindigkeit und der Grad der Denaturierung sind von den Faktoren Zeit/Temperatur abhängig. Die Mikrowellenzubereitung ist in diesem Aspekt, im Vergleich zu den herkömmlichen Zubereitungsweisen, verschieden. Die Geschwindigkeit der Denaturierung der Trypsininhibitoren ist verändert, die Löslichkeit der mit Mikrowellen bestrahlten Sojaproteine ist ebenso verschieden. Diese Differenzen beruhen auf unterschiedlichen Temperaturprofilen. Die Mikrowellenzubereitung weist gegenüber der Dampfzubereitung oder dem Erhitzen im Autoklaven keine Anomalien auf.

Die Mikrowelle wird häufig in Krankenhäusern eingesetzt, wo sie dazu dient, Plasma oder Muttermilch schnell aufzutauen, um gegenüber dem herkömmlichen Wasserbad Zeit einsparen zu können. Wenn die Produkte richtig aufgetaut werden, wird die Koagulation des Plasmas oder die antibakterielle Wirkung der Muttermilch nicht beeinträchtigt.

Gute Verdaulichkeit durch die Proteasen

Beim In-vitro-Verdauungsprozess von mit Mikrowellen zubereiteten Fisch- und Fleischproteinen wurden ebenso wenig Anomalien festgestellt wie bei der Verdaulichkeit von mit Mikrowellen erhitztem Kasein in vivo (Tabelle 2) (11).

Tabelle 2. Gute Verdaulichkeit (*V*), biologischer Wert (*BW*) und Koeffizient der Eiweissverwertung (*KE*) von unbehandeltem Casein beim Erhitzen in der Mikrowelle oder bei herkömmlicher Erwärmung

Behandlung des Caseins	*V* (%)	*BW* (%)	*KE* (Durchschnitt und Standardabweichung)
nicht erhitzt	100	61	61,1 ± 2,7
Mikrowelle 1x	100	62	61,6 ± 5,4
Herkömmlich 1x	100	65	65,1 ± 2,6
Mikrowelle 3x	100	63	62,5 ± 2,8
Herkömmlich 3x	100	70	70,1 ± 2,8

1x = 1 Behandlung; 3x = 3 aufeinanderfolgende Behandlungen

Auswirkungen auf die Aminosäuren

Die Erwärmung der in der Nahrung enthaltenen Proteine durch die Mikrowellen verändert die Aminosäurenzusammensetzung nicht mehr als andere Formen des Erhitzens. Dies konnte bei Gemüsen, Erbsen, Kartoffeln, Fleisch und Fisch nachgewiesen werden. Die Modifikationen sind sogar geringer, da die Behandlung mit Mikrowellen schonender ist. Dies gilt insbesondere für die Maillard-Reaktion, die sich langsamer vollzieht und durch die geringere Produktion von typischen Aromen belegt wird. Auf diese Art und Weise wird auch der Nährwert der Proteine besser erhalten.

Eine kürzlich geführte Kontroverse betraf die Razemisierung (Umwandlung der natürlichen Form der Reihe L in ihr unnatürliches Isomer der Reihe D) von zwei Aminosäuren, dem Prolin und dem Hydroxyprolin, bei der Erwärmung von Milch oder Menüs für Kinder in der Mikrowelle. Nach dieser alarmierenden Publikation widerlegten andere, besser kontrollierte Untersuchungen diese Beobachtung (Tabelle 3) (12).

Nähreigenschaften

Der Proteinnährwert hängt von der guten Proteinverdaulichkeit sowie der Aminosäurenzusammensetzung ab. Dieser wird mit Hilfe standardisierter biologischer Tests ermittelt. Bei allen Verfahren, bei denen der Nährwert mit Mikroorganismen (Fleisch), Hähnchen (Soja) sowie Ratten (verschiedene Nährstoffe, Soja, Casein) getestet wurden, konnte keinerlei Beeinflussung des Proteinnährwertes durch Mikrowellen nachgewiesen werden (Tabelle 3) (11).

Tabelle 3. Bestimmung der Aminosäuren der Reihe D in den hydrolisierten Proteinen eines Kindermenüs (12)

Aminosäuren	unbehandelt	Mikrowellen 95 °C	Wasserbad 80 °C
Threonin	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Serin	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Glutamin	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Alanin	0,7	0,7	0,7
Valin	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Methionin	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Leucin	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Phenylalanin	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Prolin	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Lipide

Zusammensetzung aus Fetten und Fettsäuren

Die Fett- und Fettsäurezusammensetzung sowie der Hydrolysewert der Triglyceride wurden in verschiedenen Fleischsorten, im Eigelb, in Speisen mit Eigelb, in Soja, im Fett von Hühnchen und im Schinken sowie in verschiedenen Ölen gemessen.

Oxidation – Produktion von freien Radikalen

Bei der Oxidation von mehrfach ungesättigten Fettsäuren werden freie Radikale gebildet. Wegen dieser Radikalbildung werden Lebensmittel ranzig. Dieses Phänomen wurde im Fleisch, Eigelb, in Hühnchen sowie in synthetischen Ethylestern untersucht. Die Messung des entstandenen Malondialdehyds – eine der Möglichkeiten, die Oxidation von Fetten zu kontrollieren – zeigt keine wesentlichen Abweichungen (Tabelle 4).

Tabelle 4. Anhand des Malondialdehydanteils gemessene Oxidation der Fette (mg/kg Gewebe) (6)

Schweinefleisch	frisch gebraten	herkömmlich aufgewärmt	in der Mikrowelle aufgewärmt
Malondialdehyd	3,31	4,97	4,01

Cis-trans-Isomerisierung

Die Cis-trans-Isomerisierung von mehrfach ungesättigten Fettsäuren wurde nach der Bestrahlung durch Mikrowellen in Hühnerfett, Rinder- und Schweinefett sowie in Forellenfilets, Kartoffeln und in Erdnussöl gemessen (13).

Alle Studien über die Lipide zeigen, dass die Erwärmung durch Mikrowellen die Fette nicht mehr verändert als herkömmliche Zubereitungsweisen. Insbesondere erzeugen die Mikrowellen keine freien Radikale, wie das bei ionisierenden Strahlungen der Fall ist.

Vitamine

Fettlösliche Vitamine

Die Vitamin-A-Stabilität im mit Mikrowellen erhitzten Fleisch unterscheidet sich nicht wesentlich von herkömmlichen Zubereitungsweisen. Die Vitamin-E-Stabilität wurde in verschiedenen Ölen, Fettsäuremethylestern und in Soja untersucht. Die Zerstörung der Tocopherolisomere hängt von der Intensität der Behandlung, vom Produkt und hier insbesondere von der Kohlenstoffkettenlänge sowie der Anzahl der mehrfach ungesättigten Bindungen ab. Die veröffentlichten Werte zeigen, dass der Zerstörungsgrad der Tocopherole in den Nahrungsmitteln mit dem bei herkömmlichen Verfahrensweisen durchaus vergleichbar ist.

Wasserlösliche Vitamine

Die Stabilität der wasserlöslichen Vitamine wurde in Fleisch, Fisch, Milch, Erbsen, Kartoffeln, Brokkoli, Kohl, Blumenkohl usw. analysiert. Die Abweichungen in der Vitaminstabilität beruhen auf den unterschiedlichen Temperaturprofilen, die jeder Zubereitung eigen sind.

Das Aufwärmen von Milchspeisen in der Mikrowelle führt zu keiner Verminderung des Gehalts an Vitamin B_2 und Vitamin C (14). Die Untersuchung der Stabilität der synthetischen Vitamine B_1 und B_2 und der verschiedenen Formen der Folsäure konnte in einer Wasserlösung weitaus besser kontrolliert werden. Bei gleicher Konzentration, gleichem pH, gleicher Temperatur und Dauer erzielte die Mikrowellenbehandlung vergleichbare Ergebnisse: keinen Unterschied beim Vitamin B_1 und eine Abweichung von 2% beim Vitamin B_2, keine Abweichungen bei den zwei Typen der Folsäure, der Pteroylmonoglutaminsäure sowie der 5-Formyltetrahydrofolsäure. Allerdings zersetzte sich eine sehr labile Form der Folsäure, die 5-Methyltetrahydrofolsäure, unter dem Einfluss der Mikrowellen schneller; ein zu spät einsetzendes Sieden und ein nicht richtig adaptiertes Mittel zur Temperaturkontrolle könnten die Ursache für diese Anomalie sein.

Minerale

Die einzig denkbaren Mineralverluste können durch den Austausch von wasserlöslichen Formen von innen nach aussen entstehen. Untersuchungen bei in der Mikrowelle gegartem Fleisch haben ergeben, dass die Mineralzusammensetzung im Fleisch und im Bratensaft nur unerheblich abweicht und dass dies keine Auswirkungen auf den Nährwert hat. Diese Modifikationen des Bratensaftes sind für den Verzehr völlig unbedenklich.

Sicherheit

Von den Herden gehen keine Gefahren aus

Die einzigen Bedenken bezüglich der Sicherheit der Mikrowellenherde betreffen den Austritt elektromagnetischer Wellen. Dies lässt sich ausschliesslich auf ein schlechtes Schliessen zurückführen. Diesbezüglich gibt es aber eine sehr strenge internationale Regelung, die vorsieht, dass an keiner Stelle ausserhalb der Mikrowelle ein elektromagnetisches Feld gemessen werden darf, das den Wert von 5 mW/cm^2 überschreitet. Ausserdem fordert man alle möglichen Sicherheitsmassnahmen bezüglich der Haltbarkeit von Türen und Scharnieren sowie eine Vorrichtung, die den Magnetron kurzschliesst, sobald die Tür nicht richtig verschlossen ist oder die Mikrowelle unsachgemäss bedient wird. Viele Hersteller haben bereits heute strengere Normen als vom Gesetzgeber gefordert. Die austretende Strahlung wird regelmässig von Verbraucherverbänden gemessen, und die Ergebnisse werden veröffentlicht. Die einzige potentielle Gefahr besteht in der unbemerkten Beschädigung des Gitters, das die Glastür schützt. Dies könnte dazu führen, dass diese für die Mikrowellen undicht wird. Das Gitter sollte in regelmässigen Abständen überprüft werden.

Die mit dem Mikrowellenherd verbundenen Risiken sind so gering, dass Verbraucherschutzverbände sie für Kinder eher empfehlen als Gasherde oder Herde mit elektrischen Kochplatten.

Weniger toxische Substanzen

Man hat erst vor kurzem damit begonnen, sogenannte «thermische Mutagene» wie Nitrosamine und heterozyklische Amine in Nahrungsmitteln, die Mikrowellen ausgesetzt wurden, zu suchen. Diese mutagenen Substanzen wurden in mit Mikrowellen behandeltem Speck (16) und Fleisch entweder in geringeren Mengen oder gar nicht gemessen (17). Dies belegt, dass die Zubereitung in der Mikrowelle schonender ist als manch herkömmliche Zubereitungsweise.

Die Herde sind keine Sterilisatoren

Wie oben dargestellt, ist die Heterogenität der Erwärmung verantwortlich für die warmen und kalten Zonen im Inneren und auf der Oberfläche des Nahrungsmittels. Dieses Phänomen kann fatale Auswirkungen auf die Mikrobiologie des Lebensmittels haben, wenn die kalten Zonen mit pathogenen Mikroorganismen verseucht sind, denn die Mikrowellenherde sind keine Sterilisatoren. Die Erreger können sich bereits im Produkt befinden (Eier, Geflügel), können beim Umgang mit den Lebensmitteln, bei der Zubereitung der Speisen oder bei unsachgemässer Lagerung mit den Erregern in Kontakt kommen.

Um jegliches mikrobiologisches Risiko insbesondere bei hitzebeständigen Erregern (*Listeria* und *Salmonella*) zu vermeiden, wird empfohlen, jede Stelle des Produktes dem für die Abtötung benötigten Verhältnis von Zeit/Temperatur auszusetzen, d. h. einer Zeit von *2 Minuten bei 70 °C*. Um diese für die Abtötung nötigen Bedingungen schaffen zu können, wird empfohlen, die Lebensmittel lang genug zu garen, damit eine hohe Temperatur erreicht wird und die Nahrung, sofern das möglich ist (z. B. bei Flüssigkeiten), gut umzurühren oder sie nach ihrer Erwärmung lang genug stehenzulassen, damit sich die Hitze von den warmen auf die kalten Zonen verteilen kann und somit die Bedingungen zur Abtötung der Erreger an jeder Stelle des Lebensmittels gegeben sind. Das Problem der bakteriellen Kontaminierung betrifft hauptsächlich Produkte, die vorher nicht gekocht wurden, wie zum Beispiel Geflügel und Fleisch, aber auch die Lebensmittel, die unter ungenügenden hygienischen Umständen zubereitet wurden.

Keine unvorhergesehenen, ungewöhnlichen Effekte

Den Mikrowellen werden verschiedene ungewöhnliche Effekte zugeschrieben, auf die hier wohl nicht näher eingegangen werden muss. Es gibt keine wissenschaftliche Basis für andere Wirkungsweisen als die thermischen und auch keine Erfahrungsberichte, die dies belegen könnten.

Ergebnis

Die Art und Weise, wie die Mikrowellen Lebensmittel erhitzen, ist vielen Verbrauchern, die hauptsächlich aus Gründen der Bequemlichkeit Nahrungsmittel so erwärmen, unbekannt. Andere unerfahrene Verbraucher haben immer noch Bedenken beim Umgang mit dem Mikrowellenherd oder beim Verzehr von mit Mikrowellen zubereiteten Speisen. Zahlreiche Untersuchungen belegen die Unbedenklichkeit der Mikrowellenbehandlung auf den Nahrungsmittelnährwert. Alle Studien ergaben, dass es keine schädlichen Einflüsse gibt. In einigen Fällen war die Zubereitung in der Mikrowelle aufgrund der schonenderen Wärmebehandlung sogar vorzuziehen. Es ist jedoch erforderlich, dass die Hinweise des Herstellers bezüglich der Nahrungsmittelqualität und der Quantität beachtet werden. Das Hauptrisiko liegt bei einer möglichen Kontamination durch pathogene Mikroorganismen. Diesem Punkt muss besondere Beachtung geschenkt werden.

Zusammenfassung

Im Vergleich zur Zubereitung von Nahrungsmitteln mit traditionellen Verfahren führt die Mikrowellenzubereitung zu bisher ungewöhnlichen Temperaturprofilen: sehr schnelle Erwärmung, tiefere Temperaturen, heterogene Temperaturgradienten und Erwärmung von innen heraus. Die Folgen der Erwärmung mit Mikrowellen auf die Ernährungseigenschaften

und die Sicherheit von Nahrungsmitteln sind sehr genau untersucht worden: Vitaminverluste, Denaturierung von Proteinen, Isomerisierung von Aminosäuren, Oxidation von Fettsäuren und Cis-trans-Isomerisierung von ungesättigten Fettsäuren und die thermische Bildung von krebserregenden Substanzen sind keinesfalls höher, eher niedriger als in konventionell erhitzten Lebensmitteln. Die Mikrowellenzubereitung erhält den Nährwert der Lebensmittel und ist in einigen Situationen den traditionellen Zubereitungsweisen vorzuziehen, da sie eine schonendere Zubereitung erlaubt. Sind die Lebensmittel jedoch mit Bakterien belastet (Listerien oder Salmonellen), birgt die Mikrowellenzubereitung grössere Risiken, da die Bedingungen zur Bakterienabtötung (70 °C während 2 min) nicht überall in den Lebensmitteln gewährleistet ist (Kernerwärmung und kältere Randzonen).

Résumé

Les profils de température des aliments soumis aux micro-ondes sont différents de ceux qui sont obtenus par les procédés traditionnels de chauffage. Ils se caractérisent par un échauffement rapide, des températures basses, une distribution hétérogène de la chaleur, un chauffage par l'intérieur. Les conséquences sur les propriétés nutritionnelles et la sécurité des aliments ont été très bien étudiées: perte de vitamines, dénaturation des protéines, isomérisation des acides aminés, auto-oxydation des lipides et isomérisation cis-trans des acides gras polyinsaturés, formation de mutagènes thermiques ne sont en tout cas pas plus élevées, et sont en général plus basses, que dans les aliments chauffés conventionnellement. Les micro-ondes préservent la valeur nutritionnelle des aliments et dans certains cas sont plus favorables que les modes de cuisson traditionnels, car les traitements thermiques sont moins sévères. Cependant, quand les aliments sont contaminés par des micro-organismes pathogènes, les risques microbiologiques (listéria, salmonella) sont accrus, car certaines zones de l'aliment n'atteignent pas les conditions thermiques requises pour leur inactivation, 70 °C pendant 2 minutes.

Summary

The temperature profiles of foods heated by microwaves are different to those obtained by the traditional ways of cooking. They result from rapid heating, low temperatures, heterogeneous distribution of heat, heating from the core. Microwaves preserve the nutritional value of foods and in some cases are more favourable than the conventional ways of cooking as the heat treatments are less severe. The changes have been well documented: vitamin loss, protein denaturation, amino acid isomerisation, autoxidation and cis-trans isomerisation of polyunsaturated fatty acids, formation of thermic mutagens etc. are by no means higher than conventionally heated food. However, when foods are contaminated by pathogenic microorganisms, the microbiological risks (listeria, salmonella) are increased as some spots in the foods do not reach the temperature conditions required to kill them, 70 °C for 2 minutes.

Literatur

1. *Thuery, J.:* Les micro-ondes et leurs effets sur la matière. Technique et Document Lavoisier, 2nd ed. Massy, Paris 1989.
2. *Milroy, W.C.* and *Michaelson, S.M.:* Biological effects of microwave radiation. Health Phys. **20,** 567–575 (1971).
3. *Kalafat, S.R.* and *Kroger, M.:* Microwave heating of foods – Use and safety considerations. CRC Crit. Rev. Food Technol. **4,** 141–151 (1973).
4. *Lorenz, K.:* Microwave heating of foods – Changes in nutrient and chemical composition. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. **2,** 339–370 (1976).
5. *Fung, D.Y.* and *Cunningham, F.E.:* Effects of microwaves on microorganisms in foods. J. Food Protect. **43,** 641–650 (1980).
6. *Cross, G.A.* and *Fung, D.Y.:* The effects of microwaves on nutrient value of foods. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. **16,** 355–382 (1982).
7. *Dehne, L., Bogl, W.* und *Grossklaus, D.:* Einfluss der Mikrowellenerwärmung auf den Nährwert tierischer Lebensmittel. Teil 1, Fleischwirtsch. **63,** 231–237, Teil 2, Fleischwirtsch. **63,** 1206–1211 (1983).
8. *Gerster, H.:* Vitamin losses with microwave cooking. Food Sci. Nutr. **42F,** 173–181 (1989).
9. *Chevance, M.* et *Adrian, J.:* Les conséquences nutritionnelles des traitements par micro-ondes. Med. Nutr. **XXVIII,** 317–327 (1992).
10. *Finot, P.A.* and *Merabet, M.:* Nutritional and safety aspects of microwaves. History and critical evaluation of reported studies. Intern. J. Food Sci. Nutr. **44,** (suppl. 1), 65–75 (1993).
11. *Jonker, D.* and *Penninks, A.H.:* Comparative study of nutritional value of casein heated by microwave and conventionally. J. Sci. Food Agric. **59,** 123–126 (1992).
12. *Marchelli, R., Dossena, A., Palla, G., Audhuy-Peaudecerf, M., Lefeuvre, S., Carnevali, P.* and *Freddi, M.:* D-amino acids in reconstituted infant formulas: a comparison between conventional and microwave heating. J. Sci. Food Agric. **59,** 217–226 (1992).
13. *Mai, J., Tsai, H., Armbruster, G., Chu, P.* and *Kinsella, J.E.:* Effects of microwave cooking on food fatty acids: no evidence of chemical alteration or isomerisation. J. Food Sci. **45,** 1753–1755 (1980).
14. *Sigman-Grant, M., Bush, G.* and *Anantheswaran, R.:* Microwave heating of infant formula: a dilemna resolved. Pediatrics **90,** 412–415 (1992).
15. Commission Electronique Internationale; Norme CEI 335-2-25; 2e éd.: Sécurité des appareils électro-domestiques et analogues – Règles particulières pour les fours à micro-ondes. Genève (1988).
16. *Osterdahl, B.-G.* and *Alriksson, E.:* Volatile nitrosamines in microwave-cooked bacon. Food Addit. Contamin. **7,** 51–54 (1990).
17. *Felton, J.S., Knize, M.G., Roper, M., Fultz, E., Shen, N.H.* and *Turteltaub, K.W.:* Chemical analysis, prevention, and low-level dosimetry of heterocyclic amines from cooked food. Cancer Res. **52,** 2103–2107 (1992).

Dr. Paul André Finot
Nestec AG Forschungszentrum
Vers-chez-les-Blanc
Postfach 44
CH-1000 Lausanne 26