

Ultraschall-Temperatur-Druck-Kurzzeitbehandlung unter Einbeziehung der Direktampfinjektion zur Pasteurisierung/Sterilisierung von Lebensmitteln

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Technische Universität Berlin Institut für Lebensmitteltechnologie I Prof. Dr. D. Knorr/Dipl.-Ing. V. Heinz
Industriegruppe:	Verband der Deutschen Fruchtsaft-Industrie e.V., Bonn
	Projektkoordinator: Prof. Dr. K. Wucherpfennig, Baumann-Gonser-Stiftung, Wiesbaden
Laufzeit:	1998 - 2000
Zuwendungssumme:	€ 172.970,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Im Bereich der Lebensmitteltechnologie, in dem bereits seit 1927 akustisch erzeugte Schallwellen mit hohen Leistungsdichten erprobt werden, ist für eine Vielzahl der Anwendungen der industrielle Einsatz noch nicht oder nur teilweise vollzogen. Als Grund wird hauptsächlich der im Vergleich zu anderen Methoden höher liegende Kostenaufwand, mit dem die Ultraschallerzeugung im größeren Maßstab verbunden ist, angeführt. Tatsächlich ist Ultraschall trotz des hohen technischen Standards seiner Erzeugung eine vergleichsweise teure Energieform, deren Einsatz nur dann berechtigt ist, wenn ein vergleichbarer Effekt mit anderen Energiearten nicht erreicht werden kann. Eine besondere Anwendungsmöglichkeit stellt in diesem Zusammenhang der Ultraschalleinsatz in Erhitzungsprozessen dar. Vegetative Mikroorganismen, aber auch Sporen, können durch eine ultraschall-kombinierte Erhitzung aufgrund eines auftretenden additiven oder synergistischen Effektes in deutlich größerem Maße geschwächt oder inaktiviert werden als dies durch eine ausschließlich thermische Behandlung möglich ist. Ziel des Forschungsvorhabens war die praxisorientierte Prozessentwicklung einer Ultraschall-Temperatur-Druck-Kurzzeitbehandlung unter Einbeziehung der Direktampfinjektion zur Pasteurisierung/Sterilisierung von Frucht- und Gemüsesäften bzw. Konzentraten im Technikumsmaßstab.

Forschungsergebnis:

Zur Realisierung des Vorhabens wurde eine Versuchsanlage im Technikumsmaßstab konzipiert und gebaut. Die Anlage ermöglichte die Schallwellenbehandlung direkt im Anschluss an die Erhitzung, die wahlweise durch indirekte oder durch direkte Wärmeübertragung vorgenommen werden konnte. Für die Auslegung der für den Pasteurisations- bzw. Sterilisations-Prozess bedeutsamen Heißhaltestrecken wurden in batchweise durchgeführten Vorversuchen die für die Inaktivierung von Testorganismen notwendigen Prozessbedingungen bestimmt. Die mittels kinetischer Inaktivierungsexperimente in verschiedenen Probemedien erarbeiteten Daten wurden gleichzeitig für die Voreinschätzung der ultraschall-kombinierten Behandlung sowie für die Auswertung der anschließenden, im kontinuierlichen System durchgeführten Versuche, verwendet.

In dem für die Praxis relevanten Durchflussbetrieb wurde mit der Erprobung der Kombinationsbehandlung im Hinblick auf die verbesserte Keimreduktion begonnen. An ausgewählten Testkeimen wurde hierzu der thermische sowie der thermisch-akustische Behandlungseffekt mittels konventioneller Keimzahlbestimmungsmethoden erfasst. Als Probemedien wurden neben gepufferter Modelllösung Orangensaft aus rückverdünntem Konzentrat und Direktsaft aus frisch

verarbeiteten Karotten eingesetzt. Um einen Vergleich der Behandlungen anstellen zu können, musste der während der Schallwellenbehandlung zusätzlich auftretende Temperatureffekt berücksichtigt werden. Dies geschah mit Hilfe des zur Beurteilung von Sterilisationsverfahren eingesetzten F-Wertes, zu dessen Berechnung die in den Vorversuchen ermittelten reaktionskinetischen Kenndaten eingesetzt wurden.

Die Ergebnisse der Untersuchung wurden auf zwei unterschiedliche Weisen diskutiert: Einerseits wurden Behandlungen mit gleicher thermischer Wirksamkeit verglichen, wodurch Aussagen zur Reduzierung des Temperaturniveaus bzw. der Behandlungsdauer gewonnen werden konnten; andererseits wurden Behandlungen mit gleichem Abtötungserfolg im Hinblick auf den Energieverbrauch gegenübergestellt. Im Anschluss an die Inaktivierungsexperimente wurden Untersuchungen hinsichtlich der Verfahrensauswirkung auf wichtige sensorische Qualitätsmerkmale der behandelten Produkte durchgeführt. Hierzu wurden Saftproben direkt im Anschluss an eine Behandlung und im Verlauf einer sich anschließenden 5-wöchigen Lagerzeit auf die Hauptmerkmale Farbe, Geschmack und Aroma hin getestet.

Durch die an Modelllösung, Frucht- und Gemüsesaft durchgeführten Untersuchungen, konnte als Hauptvorteil der ultraschall-kombinierten Behandlung gegenüber der thermischen Verfahrensanwendung die deutliche Reduzierung der thermischen Belastung der Produkte nachgewiesen werden. Im Durchflussbetrieb bei einer Produktionsmenge von 20 bis 60 l/h wurden eine verbesserte Farb-, Aroma- und Geschmackserhaltung bei rückverdünntem Apfel- und Orangensaft sowie bei frisch hergestelltem Karottensaft festgestellt. Des Weiteren wurde die signifikante Verminderung des Abbaus von nativ vorkommender L-Ascorbinsäure in Orangensaft gemessen. In mikrobiologischen Untersuchungen konnte unabhängig von den eingesetzten Testorganismen, den verwendeten Probedien und der angewendeten Verfahrensvarianten festgestellt werden, dass die ultraschall-kombinierte Behandlung bei kontinuierlicher Durchführung eine verbesserte Abtötung gegenüber der thermischen Verfahrensanwendung erbrachte. In jedem Fall war die Senkung des Temperaturniveaus oder die Verkürzung der Behandlungsdauer möglich. Weiterhin konnte in energie-wirtschaftlichen Untersuchungen durch den kombinierten Schalleinsatz bei Verfahrensan-

wendungen unter Einbeziehung der Direktdampf-injektion ein etwa 6 bis 10 % niedrigerer Gesamtenergieverbrauch festgestellt werden. Die Ergebnisse zeigten, dass wegen des hohen Verbrauches an Elektroenergie bei der Ultraschallerzeugung eine energieeffizientere Inaktivierung bei Verfahrensanwendungen mit vergleichsweise niedrigem Wärmerückgewinn möglich ist.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Speziell die kleinen und mittleren Unternehmen der Fruchtsaft-Industrie, die auf Grund ihrer Betriebssituation die Möglichkeiten zum Wärmerückgewinn durch interne Kreislaufführung nicht ausschöpfen können, ist durch die mit der Anwendung des vorgeschlagenen Kombinationsverfahrens verbundene Temperaturabsenkung, bei gleichbleibender mikrobiologischer Stabilität, ein erhebliches Einsparungspotential gegeben. Durch die niedrigere thermische Belastung der Produkte ist jedoch besonders ein qualitativer Vorteil zu erwarten. Den Ergebnissen zufolge ermöglicht das getestete Verfahren die Herstellung der genannten Säfte mit einem höheren Genuss- und Gesundheitswert, was eine verbesserte Wettbewerbssituation kleiner und mittlerer Unternehmen in Aussicht stellt. Das Verfahren kann hierbei ohne zeitaufwändige Umstrukturierung des bisherigen Betriebsablaufes durch die Integration der Ultraschalltechnik in bereits vorhandene Anlagensysteme umgesetzt werden. Für den praktischen Einsatz im großtechnischen Maßstab können die in der Pilotanlage angewendeten Prozessparameter als Scale-up- bzw. Dimensionierungsempfehlungen für die Auslegung von ultraschall-kombinierten Pasteurisations- bzw. Sterilisationsprozessen verwendet werden.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2000.
2. Zenker, M., Heinz, V. und Knorr, D.: Einsatz akustisch erzeugter Wechseldrucke bei der direkten HTST- und UHT-Erhitzen flüssiger Lebensmittel. LVT 44 (4), 189-192 (1999).
3. Zenker, M., Heinz, V. und Knorr, D.: Anwendung der Ultraschalltechnik zur Optimierung und Weiterentwicklung thermischer Prozesse in der Lebensmittelverarbeitung. Lebensmitteltechnol. GDL, Berlin, 137-146 (2001).

4. Zenker, M., Heinz, V. und Knorr, D.: Application of Ultrasound-Assisted Thermal Processing for Preservation and Quality Retention of Liquid Foods. J. Food Protection 66 (9), 1642-1649 (2003).

Weiteres Informationsmaterial:

Technische Universität Berlin
Institut für Lebensmitteltechnologie I
Königin-Luise-Str. 22, 14195 Berlin
Tel.: 030/314-71250, Fax: 030/83 27 663
E-Mail: Dietrich.Knorr@TU-Berlin.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn
Tel.: 0228/372031, Fax: 0228/376150
E-Mail: fei@fei-bonn.de