

**Volumetrische
Konservierungstechnologie zur
Lebensmittelqualitätsverbesserung
durch den Erhalt sensibler
und Minderung neo-gebildeter
Verbindungen (VolTech)
– CORNET –**



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Deutsche Forschungsstelle:	Technische Universität Berlin Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie FG Lebensmittelbiotechnologie und -prozesstechnik Prof. Dr. Cornelia Rauh/Dr. Robert Sevenich
Beteiligte Forschungsstelle(n):	Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)/Österreich Department für Lebensmittelwissenschaften und Lebensmitteltechnologie (DLWT), Institut für Lebensmitteltechnologie Prof. Dr. Henry Jäger/Dr. Felix Schottroff University of Chemistry and Technology (VSCHT), Prag/ Tschechische Republik Department of Food Chemistry and Analysis Prof. Dr. Jana Hajšlová/Dr. Monika Tomaniova
Beteiligte Förderagenturen:	AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V., Köln/Deutschland MPO – Tschechisches Ministerium für Industrie und Handel, Prag/Tschechische Republik FFG – Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft, Wien/Österreich
Beteiligte Organisationen:	RFC – Regional Food Cluster, České Budějovice/Tschechische Republik GLi – Gemeinnützige Lebensmittelinitiative für Österreich, Linz/Österreich
Deutsche Industriegruppe(n):	VDMA-Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen e. V., Frankfurt
Projektkoordinator (deutsches Teilprojekt):	Matthias Schulz Diesdorfer Süßmost-, Weinkelterei & Edeldestille GmbH, Diesdorf
Laufzeit:	2017 - 2020
Projektvolumen (Gesamtprojekt):	€ 640.735,--
Zuwendungssumme (deutsches Teilprojekt):	€ 199.400,--

Ausgangssituation

Die konventionelle Erhitzung sowie thermische Haltbarmachung stößt insbesondere bei hochviskosen und stückigen Lebensmitteln an ihre Grenzen. Um entsprechende Kerntemperaturen zu erreichen, müssen längere Erhitzungszeiten eingehalten werden. Hierbei kommt es zu einer Überbehandlung der Außenbereiche und damit zu Qualitätsverlusten (Abbau von Aroma, Textur und Farbe sowie Bildung von hitzeinduzierten Lebensmittelprozesskontaminanten) im Lebensmittel. Gleichzeitig ergeben sich lange Prozesszeiten und ein höherer Energiebedarf. Daher suchen Lebensmittelhersteller nach neuen Wegen, Lebensmittel schonender zu produzieren. Dabei sollen die so hergestellten Lebensmittel mikrobiologisch sicher, auf den Konsument zugeschnitten und lange haltbar sein. Ein Weg, dieses Ziel zu erreichen, ist die Verwendung von hohen hydrostatischen Drücken im Bereich von 600 MPa bei Raumtemperatur oder bei Temperaturen von über 100 °C (Hochdruckpasteurisation bzw. -sterilisation).

Eine weitere Technologie, die zu einer Wärmeerzeugung direkt im Produkt führt, ist das sog. OHMsche Erhitzen. Bei dieser ist die Wärmeleitung von außen nach innen nicht mehr der limitierende Faktor, so dass eine schnelle und gleichmäßige Durchwärmung des Produktes erzielt werden kann. Obwohl beide Verfahren schon praktische Anwendung finden, gibt es bezüglich dieser Technologien noch immer wesentliche wissenschaftliche und technische Fragen, die unbeantwortet sind. Unbekannt ist vor allem der Einfluss intrinsischer und extrinsischer Faktoren während der Hochdruckbehandlung bzw. des OHMschen Erhitzen auf Mikroorganismen, Sporen, wertgebende Inhaltsstoffe, Aromen/Aromaten und Lebensmittelprozesskontaminanten (wie z. B. Furan, Monochloropropandiolester etc.).

Ziel des Forschungsvorhabens war es, den Einfluss dieser Faktoren zu klären.

Forschungsergebnis

Im Rahmen des Projektes konnte für die im Projekt getätigten Versuche für alle untersuchten Produkte gezeigt werden, dass die gewünschte Inaktivierung (-6 oder -12 log₁₀) mittels einer Hochdruckbehandlung (HPP; 600 MPa, 20°C, Labormaßstab 0,75 L) und Hochdrucksterilisation (HPTS; 600 MPa, 110-121°C, Labormaßstab 2 ml) unter schonenderen Bedingungen sowie kürzeren Prozesszeiten im Vergleich zum thermischen Industriereferenzprozess (TIRP) erreicht werden konnte. Für alle Produkte konnte ein optimales Prozessfenster basierend auf der Inaktivierung bzw. durch Einhalten der Lebensmittelsicherheit bestimmt werden.

Die untersuchten Produktgruppen gliederten sich in flüssige Lebensmittel (Sanddornsaft und Milch), halbfeste Lebensmittel (Obst, Gemüse und ein Gemüse-Fleisch-Reis-Brei) und feste Lebensmittel (Gurke, Paprika, Schnittlauch, Petersilie und ein auf Erdbeeren basierender Dessert).

Flüssige Lebensmittel:

Sanddornsaft: Sanddornsaft war nach einer Behandlung mit Hochdruck (600 MPa, 4 min) für zwei Wochen bei 8°C lagerstabil. Die Farbe des Saftes änderte sich im Vergleich zum thermischen Prozess (87°C, 20 min) kaum. Der Nährstoffgehalt (Vitamin C, Carotinoid- und Tocopherolgehalt, TPC oder TAA) bleibt für Hochdruck und die thermische Behandlung unverändert. Durch den Einsatz eines „Untargeted-chemical-fingerprinting“-Ansatzes zeigte sich, dass das Flavonoidspektrum (bedingt durch das Vorhandensein (bei HPP-Behandlung) bzw. die Abwesenheit bei thermischer Behandlung (OHMsches Erhitzen) enzymatischer Aktivität) Unterschiede in Abhängigkeit der Behandlungen aufwies. Die Flavonoide könnten im Sanddornsaft (und auch in anderen Säften, in denen die Stoffe vorkommen) als chemischer Marker dienen und somit als sog. Metabolomic die Behandlungshistorie verifizieren. Die sensorische Analyse ergab, dass die mit Hochdruck behandelten Säfte am besten abschneiden.

Milch: Nach einer Behandlung von 8 Minuten bei 600 MPa war die Milch bei 8°C für 2 Wochen stabil. Die Analyse von Vitamin D ergab, dass die gemessenen Werte in der unbehandelten Milch mit den Literaturwerten übereinstimmten. Des Weiteren konnte keine Abnahme des Vitamingehaltes in Abhängigkeit der untersuchten

Prozesse gezeigt werden. Die Farbe sowie der Geschmack der Milch (vor allem der Kochgeschmack) waren nach HPP-Behandlung der thermisch behandelten Milch überlegen.

Halbfeste Lebensmittel:

Die zwei Obst- und Gemüsebreie (Apfel-Banane-Blaubeere (ABBA) und Karotte-Apfel-Birne (CAP), beide $\text{pH} \leq 4,5$) wurden mittels HPP pasteurisiert. Für ABBA lag das optimale Prozessfenster bei 3 min und für CAP bei 4,5 min und 600 MPa. Der Verlust an Ascorbinsäure lag für beide Produkte zwischen 2-4 % im Vergleich zur unbehandelten Probe (thermisch 12-44 % je nachdem, ob Sterilisation oder Pasteurisation). Carotinoidgehalt, Farbe (HPP: $\Delta E = 1-2$, thermisch: $\Delta E = 3,5-7$) und Textur der Produkte waren deutlich näher an der unbehandelten Probe, welches auf eine schonendere Behandlung zurückzuführen war.

Bei der HPTS des **Gemüse-Reis-Fleisch-Breis** (GRFB) konnte mit den Prozessparametern 600 MPa, 5-10 min und 110-116°C ein steriles Produkt, nachgewiesen mittels eines beschleunigten Lagertests, erzielt werden. Die Farbe (HPTS: $\Delta E = 2$, TIRP $\Delta E = 4,3$), Textur und Carotinoidgehalt (Verlust HPTS: ~6%; Verlust TIRP: 14 %) der Produkte waren näher am unbehandelten Produkt. Die Analyse von Furan (auch 2- und 3-Methyl-Furan sowie 2,5-Dimethylfuran) sowie Acrylamid zeigte keine Bildung unter HPTS-Bedingungen. Im Vergleich hierzu wurde unter thermischen Bedingungen zu große Mengen Furan, insbesondere 2,5-Dimethylfuran, gebildet. Durch HPTS kann das toxikologische Potential des Lebensmittels deutlich reduziert werden. In Hinblick darauf, dass dieses Produkt auch als Babynahrung geeignet wäre, kann eine Reduzierung an kanzerogenen Stoffen diese sensible Konsumentengruppe schützen.

Für die flüssigen und halbfesten Lebensmittel bleibt festzuhalten, dass eine Hochdruckbehandlung (HPP) oder eine Hochdrucksterilisation (HPTS) in erster Linie zu einem sicheren Produkt führen kann. Dieses ist, was seine sensorischen sowie nutritiven Eigenschaften angeht, dem thermischen Produkt überlegen. Ein Scale-up von HPP (300-L-Anlage) und HPTS (4-L-Anlage) zeigte, dass die im Labormaßstab erzielten Ergebnisse im Industriemaßstab umsetzbar waren.

Feste Lebensmittel:

Auf **Erdbeeren basierendes Dessert**: Es wurden drei unterschiedliche Hydrokolloidkombinationen (Pektin, Stärke und Pektin-Stärke) mit Erdbeere und Zucker auf ihre Hochdruckanwendbarkeit hin getestet. Untersucht wurden Haltbarkeit, Synärese, Textur und Farbveränderungen. HPP für 8 min. bei 600 MPa führte zu einem sicheren und qualitativ hochwertigen Produkt. Die im Vergleich zur thermischen Behandlung geeignetste Mischung (in Bezug auf Mikrobiologie, Textur, Synärese und Farbe) wäre die Stärke-Erdbeer-Mischung, gefolgt von der Pektin-Stärke-Erdbeer-Mischung.

Paprika, Gurke, Schnittlauch und Petersilie: Die Behandlung von Kräutern und Gemüsen mittels HPP ist immer mit Einbußen der Texturqualität verbunden. Dies wurde durch die hier erzielten Ergebnisse der untersuchten Produkte ebenfalls deutlich. Auf Paprika, Schnittlauch und Gurke konnten die vorhandenen Mikroorganismen mit HPP bei 600 MPa, 5 min. vollständig inaktiviert werden. Bei Petersilie war dies nicht möglich, da hier nach 600 MPa, 10 min. 3×10^3 KBE/g nicht inaktiviert werden konnten. Bei dieser Population handelte es sich um Sporen, die durch diesen Prozess nicht inaktiviert werden können. Textur, Farbmessung und Impedanzmessung zeigten, dass es durch HPP im Vergleich zum thermischen Prozess zu starken Verlusten der Farbe und der Textur kommt. Bei der Inaktivierung von Enzymen konnte bei keinem Produkt die gewünschte Inaktivierung von 100 % erreicht werden. Als Referenzprodukt wurde das frische Produkt gewählt, daher bleibt festzuhalten, dass HPP hierfür nicht geeignet ist.

Hochdruck als Pasteurisation oder Sterilisation bietet für qualitativ hochwertige oder hitzeempfindliche Produkte die Möglichkeit, die Güte des Produktes bei gleichbleibender Sicherheit zu erhalten.

Wirtschaftliche Bedeutung

Sowohl die Hochdruckbehandlung als auch das OHMsche Erhitzen sind innovative Prozesstechnologien, die in einem breiten Spektrum von Wirtschaftssparten genutzt werden könnten und die insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen breiten Raum für technische Aktivitäten eröffnen und ihnen die Möglichkeit geben, Nischen mit hochinnovativen Produkten zu besetzen. Dies gilt gerade für Firmen, die im Bereich Fertigmahlzeiten, Nahrungsergänzungsmittel, diätetische Lebensmittel, Säuglingsnahrung oder Fruchtsaftherstellung tätig sind.

Die Anwendung der beiden Technologien kann zu einer Verbesserung der Qualität entsprechender Produkte bezüglich Toxikologie und Bakteriologie sowie bezüglich der nährwertbezogenen, sensorischen und olfaktorischen Eigenschaften der Lebensmittel führen.

Gleichzeitig eröffnen die Ergebnisse des Projekts Firmen des Maschinen- und Anlagenbaus neue Absatzmärkte für Hochdruck- und OHMsche Erhitzungsanlagen und die Möglichkeit, diese Technologien in ihre Prozesslinien zu integrieren. Das Projekt wird dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit sowohl der deutschen Lebensmittelhersteller als auch des mit ihm zusammenarbeitenden Anlagenbaus auf lokalen und internationalen Märkten zu verbessern.

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2020.
2. Aganovic, K., Hertel, C., Vogel, R. F., Johne, R., Schlüter, O., Schwarzenbolz, U., Jäger, H., Holzhauser, T., Bergmair, J., Roth, A., Sevenich, R., Bandick, N., Kulling, S. E., Knorr, D., Engel, K.-H. & Heinz, V.: Aspects of high hydrostatic pressure food processing: Perspectives on technology and food safety. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 20, 3225–3266, doi: 10.1111/1541-4337.12763 (2021).
3. Gratz, M., Sevenich, R., Hoppe, T., Schottroff, F., Vlaskovic, N., Belkova, B., Chytilova, L., Filatova, M., Stupak, M., Hajslova, J., Rauh, C. & Jaeger, H.: Gentle Sterilization of Carrot-Based Purees by High-Pressure Thermal Sterilization and Ohmic Heating and Influence on Food Processing Contaminants and Quality Attributes. *Front. Nutr.* 8, 643837, doi: 10.3389/fnut.2021.643837 (2021).
4. Sevenich, R., Rauh, C., Belkova, B. & Hajslova, J.: Effect of high-pressure thermal sterilization (HPTS) on the reduction of food processing contaminants (e.g., furan, acrylamide, 3-MCPD-esters, HMF). In: *Present and Future of High Pressure Processing*, Elsevier, 139–172 (2020).

Weiteres Informationsmaterial

Technische Universität Berlin
Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie
FG Lebensmittelbiotechnologie und -prozesstechnik
Königin-Luise-Straße 22, 14195 Berlin
Tel.: +49 30 314-71254
Fax: +49 30 832-7663
E-Mail: cornelia.rauh@tu-berlin.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

EU-Büro des FEI
47-51, Rue du Luxembourg, B-1050 Brüssel
Tel.: +49 172 2643357
Fax: +32 2 2820841
E-Mail: gfpi-fei@bdp-online.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI)
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

Förderhinweis

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

gefördert durch/via



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © Artinun – stock.adobe.com #422684530

Stand: 11. Oktober 2022