

## Inhibierung von Effloreszenzen auf der Oberfläche koextrudierter Rohwürste - Anschluss zu AiF 17879 N -



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie FG Lebensmittelphysik und Fleischwissenschaft Prof. Dr. Jochen Weiss/PD Dr. Monika Gibis
Industriegruppe(n):	Bundesverband der Deutschen Fleischwarenindustrie e.V. (BVDF), Bonn
Projektkoordinator:	Dr. Ulrich Leutz Reich Thermoprosesstechnik GmbH, Schechingen
Laufzeit:	2017 – 2020
Zuwendungssumme:	€ 200.310,--

### Ausgangssituation

Bei der Herstellung von Rohwürsten tritt immer wieder das Problem auf, dass es zu kristallinen Ausblühungen (sog. Effloreszenzen) an der Oberfläche der Produkte kommt. Dies betrifft vor allem Rohwürste, die in einer modifizierten Atmosphärenverpackung kühl gelagert werden. In einem vorangegangenen IGF-Projekt (AiF 17879 N) wurde belegt, dass dem Phänomen bei Rohwürsten, die mit Natur- und Kollagendärmen hergestellt wurden, ein Stofftransport von Magnesium aus dem Inneren der Wurstmatrix an die Oberfläche zugrunde liegt. Das sich an der Oberfläche akkumulierende Magnesium reagiert mit anderen rohwrursttypischen Komponenten (z. B. Laktat, Kreatin) und bildet während der Lagerung schwerlösliche Beläge. Es konnte gezeigt werden, dass durch Zugabe von Chelatoren (z. B. Polyphosphaten) und einer definierten Räucherung die Bildung der Beläge erfolgreich inhibiert wird.

Bisher nicht untersucht wurde, ob sich diese Erkenntnisse auf koextrudierte Rohwürste bzw. Rohwurststangen mit Alginathülle übertragen lassen. Diese noch relativ neuen Rohwurstformen sind Snackprodukte, die die klassischen Angebote ergänzen. Die Produktparte hat in den letzten Jahren ein sehr starkes Wachstum erfahren. Ihre Entwicklung ging mit neuen kontinuierlichen Koextrusionsverfahren einher. Bei diesen wird ein vernetzbares Polymergel auf Alginatbasis mit der Rohwurstmasse zunächst koextrudiert und anschließend in einem mit Salzen (meist Calciumchlorid) gesättigtem Wasserbad vernetzt und fixiert. Die so erzeugten Rohwürste werden anschließend einer Trocknung und Fermentation unterworfen, um die Produkte bei Raumtemperatur haltbar zu machen. Erste Untersuchungen zur Belagsbildung bei derartigen Produkten zeigten, dass die Ausblühungen auf der Oberfläche von Rohwürsten, die mit Alginat koextrudiert wurden, nicht aus Magnesium-, sondern aus bislang unbekanntem Calciumkomplexen bestehen. Damit liegt dieser Effloreszenzbildung ein anderer, bislang unbekannter Mechanismus zugrunde.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die Bildungsmechanismen für Calcium-basierte Weißbeläge auf koextrudierten Rohwürsten zu klären, um die Übertragbarkeit der bisher entwickelten Inhibierungsansätze zu untersuchen und neue Möglichkeiten zur Inhibierung von Effloreszenzen zu entwickeln.

### **Forschungsergebnis**

Es wurden Modellversuche durchgeführt, in deren Ergebnis die Vorgänge in koextrudierten Rohwürsten besser verstanden werden konnten. Hierbei wurden insbesondere Diffusionsvorgänge der Effloreszenz-bildenden Substanzen untersucht. Modellsysteme mit der Fleischersatzmasse zeigten, dass sowohl Magnesium in Verbindung mit Calciumionen aus der Vernetzerlösung, als auch Calciumionen allein in der Lage sind, Effloreszenzen zu bilden. Die gebildeten Kristalle besaßen bei den Proben mit nur Calciumionen eine andere Morphologie und größere Kristallstrukturen als die, die mit Magnesium in Verbindung mit Calcium gebildet wurden.

Verschiedene Chelatoren wurden in die Alginat-Masse eingebracht und es konnten anschließend noch ausreichend stabile Filme koextrudiert werden. Die Untersuchung mit verschiedenen Konzentrationen an Calciumchlorid in der Vernetzungslösung zeigte, dass die Konzentration eine untergeordnete Rolle bei der Filmstabilisierung spielt. Der Zusatz der verschiedenen Chelatoren führte zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen in der Stabilität der Filme, da sie zum Teil stabiler (Polyphosphat P69), instabiler (Citronensäure, Mischung aus Di- und Polyphosphat TARI S78) und auch zum Teil keinen Einfluss (Citrat) auf die Filmstabilität hatten. Die Inhibierung der Effloreszenzbildung war bei den Phosphaten nur minimal erfolgreich, so konnte das Polyphosphat (P69) die Effloreszenzbildung in den ersten 2-4 Wochen nur geringfügig verringern. Die Mischung aus Di- und Polyphosphat (TARI S78), wie auch das Citrat, konnten die Bildung der Effloreszenzen nicht verhindern. Citronensäure hingegen konnte mit höheren Konzentrationen von 1,1 und 1,4 % im Alginatfilm die Bildung verlangsamen und verringern, aber nicht komplett über die Lagerdauer von 8 Wochen inhibieren.

Die Diffusion von Magnesium aus dem Wurstinneren an die Oberfläche war zwar verringert, aber die Effloreszenzbildung konnte durch die Verbindung mit den Calciumionen aus der Vernetzerlösung mit insbesondere Laktat auf der Oberfläche nicht verhindert werden.

Die Calciumkonzentration spielt eine wichtige Rolle bei der sehr schnellen und ausgeprägten Effloreszenzbildung, obwohl auch eine Anreicherung von Magnesium auf der Oberfläche der Rohwürste festgestellt wurde. Eine Oberflächenbehandlung mit verschiedenen Phosphaten konnte die Effloreszenzbildung verringern oder sogar aufhalten, destabilisierte aber die Alginathüllen, so dass diese sich sehr einfach von der Wurst lösen ließen. Die Erhöhung des Gewichtsverlusts von 42,5 auf 44 % stabilisierte zwar die Hülle, führte aber dazu, dass sich Kristalle der Chelatoren an der Oberfläche bildeten.

Eine Behandlung der Rohwürste direkt nach der Koextrusion mit verschiedenen Citronensäurelösungen konnte die Effloreszenzbildung zwar reduzieren, aber nicht inhibieren. Höhere Citronensäurekonzentrationen verbesserten den Effekt zusätzlich. Abschließend wurden die vielversprechendsten Methoden im Rahmen eines kombinierten Systems untersucht. Hierbei zeigte sich, dass die Zugabe von Polyphosphaten in die Rohwurstmasse die Bildung von Effloreszenzen verhindern kann.

Im Ergebnis der Untersuchungen lässt sich feststellen, dass die Vorgänge in den Rohwürsten gut verstanden werden konnten. Der Mechanismus der Bildung aufgrund der Kombination der Diffusion von Lactat, Kreatin und Magnesium von innen an die Oberfläche sowie die dort im großen Überschuss vorhandenen Calciumionen führen zur Kristallisation und damit zur Effloreszenzbildung.

Im Rahmen des Vorhabens konnten auch Methoden entwickelt werden, um die Belagsbildung zu reduzieren oder sogar komplett zu inhibieren. Folgende Faktoren sollten während der Produktion beachtet werden:

- (i) Die Konzentration an Calciumionen in der Vernetzerlösung sollte möglichst soweit reduziert werden, wie es der Prozess zulässt, d. h. soweit die Stabilität und Festigkeit der Alginathüllen erhalten bleiben.
- (ii) Der Gewichtsverlust sollte auf 44 % festgelegt werden, um eine entsprechende Festigkeit und Stabilität der Hüllen zu gewährleisten.

(iii) Ein 0,3 %iger Polyphosphatzusatz zur Rohwurstmasse ist vorteilhafter als eine Oberflächenbehandlung (Gewichtsverlust 44 %).

Eine Oberflächenbehandlung mit Citronensäure direkt nach der Koextrusion könnte evtl. eine Verbesserung bei höheren Calciumchloridkonzentrationen in der Vernetzerlösung erzielen, da eine Oberflächenbehandlung keine negativen Auswirkungen auf das Produkt zeigte und darüber hinaus positive Ergebnisse durch Inhibierung der Effloreszenzbildung erzielt wurden.

### ***Wirtschaftliche Bedeutung***

---

Fermentierte Rohwürste (Salami) stellen ein für die Fleischwarenindustrie bedeutsames Produktsegment mit hohen Wachstumsraten dar. Für dieses Wachstum verantwortlich sind insbesondere neue Rohwurstproduktformen, die z. B. als Snack verzehrt werden können. Die wachsende Bedeutung dieses Produktsegments zeigt sich auch an der Anzahl der neu am europäischen Markt eingeführten koextrudierten Rohwurstwaren. Koextrusionsverfahren haben ein großes Produktentwicklungspotential, da Produkte mit sehr geringem Durchmesser und ungewöhnlichen Formen hergestellt werden können. Eine kontinuierliche Produktionsweise ermöglicht auch längere Produktionszyklen, da ein Nachladen vorgefertigter Hüllen beim Füllen vermieden wird. Die Anwendung von Polymergelen, insbesondere von Alginat, stellt darüber hinaus eine nachhaltige Produktionsweise dar, da im Gegensatz zu begrenzt verfügbaren Naturdärmen das benötigte Rohmaterial biotechnologisch in großem Maßstab in Reaktoren gewonnen werden kann. Außerdem können die Produktionskosten gegenüber klassischen Verfahren um bis zu 40 % gesenkt werden, da Alginat mit einem stabilen Preis bezogen werden kann. Eine Verringerung der durch Effloreszenz verursachten Fehlproduktzahlen bei koextrudierten Rohwürsten ist für die Unternehmen der Fleischwarenindustrie von großer wirtschaftlicher Bedeutung.

### ***Publikationen (Auswahl)***

---

1. FEI-Schlussbericht 2020.
2. Hilbig, J., Moll, S., Herrmann, K., Weiss, J. & Gibis, M.: Influence of phosphate chelators on white efflorescence formation in dry fermented sausages with co-extruded alginate casings. *Food Res. Int.* 137, 109661, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109661> (2020).
3. Hilbig, J., Wenzel, H., Herrmann, K., Weiss, J. & Gibis, M.: Effects of combined measures to minimize white efflorescence formation on dry fermented sausages co-extruded with alginate casings. *J. Food Sci.* 85 (8), 2350-2357, <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15333> (2020).
4. Hilbig, J., Hartlieb, K., Gibis, M., Herrmann, K. & Weiss, J.: Rheological and mechanical properties of alginate gels and films containing different chelators. *Food Hydrocoll.* 101, doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.105487 (2020).
5. Hilbig, J., Hartlieb, K., Herrmann, K., Weiss, J. & Gibis, M.: Influence of phosphates and pH value on white efflorescence formation on dry fermented sausages. *Eur. Food Res. Technol.* 246 (3), 471-484 (2020).
6. Hilbig, J., Hartlieb, K., Herrmann, K., Weiss, J. & Gibis, M.: Influence of calcium on white efflorescence formation on dry fermented sausages with co-extruded alginate casings. *Food Res. Intern.* 131, 109012, doi: 10.1016/j.foodres.2020.109012 (2020).
7. Hilbig, J., Murugesan, V., Gibis, M., Herrmann, K. & Weiss, J.: Surface treatment with condensed phosphates reduced efflorescence formation on dry fermented sausages with alginate casings. *J. Food Eng.* 262, 189-199 (2019).

### **Weiteres Informationsmaterial**

---

Universität Hohenheim  
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie  
FG Lebensmittelphysik und Fleischwissenschaft  
Garbenstraße 25, 70599 Stuttgart  
Tel.: +49 711 459-24415  
Fax: +49 711 459-24446  
E-Mail: j.weiss@uni-hohenheim.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:



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: © easyasaofficial - Fotolia.com #115396808

Stand: 12. Oktober 2022