

## **Erhöhung der Durchsetzungsfähigkeit von Fleischstarterorganismen durch Optimierung der Verteilung in der Fleischmatrix**



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Technische Universität München School of Life Sciences, Forschungsdepartment Molecular Life Sciences Lehrstuhl für Technische Mikrobiologie Prof. Dr. Rudi F. Vogel  Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL), Quakenbrück Dr. Volker Heinz/PD Dr. Christian Hertel
Industriegruppe(n):	Bundesverband der Deutschen Fleischwarenindustrie e.V. (BVDF), Bonn
Projektkoordinator:	Dr. Wolfgang Kühnl H. Kemper GmbH & Co. KG, Nortrup
Laufzeit:	2017 - 2021
Zuwendungssumme:	€ 498.950,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### ***Ausgangssituation***

Für die Herstellung von fermentierten Rohwürsten, wie z. B. Salami, Kantwurst, Pfefferbeißer etc., werden seit Jahrzehnten Starterkulturen eingesetzt, um den Fermentationsprozess hinsichtlich Produktsicherheit und Sensorik zu kontrollieren. Ein wichtiges Kriterium zur Auswahl der Starterorganismen ist dabei ihre Durchsetzungsfähigkeit. Für die Durchsetzungsfähigkeit der Starterorganismen sind einerseits die physiologischen bzw. biochemischen Eigenschaften der Starterorganismen zu betrachten. Andererseits kann die Ausprägung einer Kolonisationsresistenz und damit die Unterdrückung unerwünschter Kontaminanten von der Verteilung der Bakterienzellen in der Rohwurstmatrix abhängig sein.

Ziel des Forschungsvorhabens war die Erarbeitung der anwendungsbezogenen Grundlagen für die wissenschaftliche Auswahl von Starterstämmen und der technologischen Parameter in Hinblick auf eine optimierte, möglichst feine und homogene Verteilung von Bakterienzellen in der Rohwurstmatrix. Die zentrale Arbeitshypothese war dabei, dass eine Verteilung von Bakterienzellen der Starterkulturen in alle Kavitäten der Rohwurstmatrix die Ausprägung einer Kolonisationsresistenz gegenüber autochthonen Stämmen ermöglicht und damit deren Durchsetzungsfähigkeit entscheidend verbessert. Die Verteilung der Zellen ist sowohl von technologischen Parametern in der Starterpräparation und der Mechanik des Herstellungsprozesses der Rohwurstmatrix, als auch von mikrobiologisch/biochemischen Parametern der Zellen der Starterstämme, insbesondere an deren Oberfläche, abhängig.

## **Forschungsergebnis**

---

Im Rahmen des Vorhabens wurde der Einfluss der intrinsischen Eigenschaften unterschiedlicher Stämme von *Lactilactobacillus sakei* und *L. curvatus* sowie *Staphylococcus xylosus* und *S. carnosus* (von Forschungsstelle 1) sowie der Einfluss der Prozessparameter bei der Rohwurstherstellung und der Einbringung von Bakterien in die Rohwurstmatrix (von Forschungsstelle 2) untersucht. Seitens der Bakterienstämme erwiesen sich die Fähigkeit zur Expression einer Gylkosyltransferase, die mit der Bildung von Glukan aus Saccharose einhergeht (Laktobazillen), bzw. die Fähigkeit zur Biofilmbildung (*S. xylosus*) als bedeutsame Faktoren für deren Durchsetzungsfähigkeit in der Rohwurstfermentation über die damit verbundene Ausprägung einer Kolonisierungsresistenz. Einen positiven Effekt auf die Verteilung von Bakterien in der Rohwurstmatrix hatte die Verringerung der Partikelgröße der Rohwurstmasse. Dies konnte durch eine längere Kutterzeit gezeigt werden. Innerhalb der Rezeptur hatten Fettgehalt und die Beimischung von Rindfleisch keinen signifikanten Effekt. In der Kombination mit dem Paddelmischer konnte eine verbesserte Verteilung der Kulturen dadurch erreicht werden, dass der „Fettanteil“ (bestehend aus fettreichen Kutterbäuchen) länger und zusammen mit den Kulturen gekuttert wurde. Beim Paddelmischer hatte eine längere Mischzeit keinen signifikanten Effekt auf die Verteilung. Lediglich die Drehrichtung zeigte einen Effekt, wobei die Mischeinstellung bessere Ergebnisse lieferte als die Kneteinstellung. Der Nachweis der unterschiedlichen Verteilbarkeit von Bakterien in der Rohwurstmatrix konnte nur mit gentechnisch veränderten (fluoreszierenden) Bakterien unter Laborbedingungen geführt werden. Gleichwohl sind die Ergebnisse zu den Bakterieneigenschaften und zur Verteilung von Kulturen aus den Rohwurstmodellen jederzeit auch von KMU unmittelbar für die Organismenwahl, Gestaltung von Rezepturen und des Herstellungsprozesses sowie darauf abgestimmte Mischregime anwendbar, ohne dass es wesentlicher Investitionen bedarf.

## **Wirtschaftliche Bedeutung**

---

Die Produktion von Wurstwaren ist ein wichtiger und zunehmend wachsender Produktionszweig der deutschen Fleischwarenindustrie. Die Mehrzahl der Unternehmen dieses Wirtschaftszweiges sind kleine und mittelständische Unternehmen (KMU); von ca. 700 Unternehmen sind ca. 400 KMU.

Die Auswahl der technologischen Prozesse und Parameter für die Herstellung einer Rohwurstmatrix und den Einsatz von Starterkulturen richtet sich in erster Linie nach der Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit von Produktionslinien, Anlagen, Zeitmanagement und Produktart. Allerdings ist die Bedeutung einer effektiven Einmischung der Starterkultur in die Fleischmatrix für die KMU der Fleischwarenindustrie allgemein bekannt. Eine unzureichende Durchmischung hat erhebliche Auswirkungen auf die Fähigkeit der Starterkultur, sich durchzusetzen, und ihre Schutzwirkung gegen pathogene Bakterien auszuüben sowie auf das Wachstum der Verderbsmikrobiota. Im schlimmsten Fall hat dies wiederum schwerwiegende Folgen für die Gesundheit der Konsumenten sowie für das Image der Hersteller. Die Verwertung der Ergebnisse dieses Projekts ermöglicht die Einführung optimierter Verarbeitungspraktiken in Hinblick auf eine effektive Verteilung der Starterkultur durch Anpassung der aktuellen Verarbeitungsmethoden. Im Rahmen des Vorhabens wurden Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen für die Praxis erarbeitet. Deren Umsetzung wird zu minimierten Risiken für Fehlfermentationen oder für die Ausbreitung von autochthonen Stämmen mit hohem Risikopotenzial führen.

Die Ergebnisse des Vorhabens adressieren gleichermaßen Hersteller von Fleischwaren wie von Starterkulturen und unterstützt die Produzenten in dem Ziel, die Zahl pathogener Bakterien sowie apathogener Milchsäurebakterien und Staphylokokken mit unbekanntem Risikopotenzial in rohen fermentierten Fleischwaren zu minimieren.

## **Publikationen (Auswahl)**

---

1. FEI-Schlussbericht 2021.
2. Bardischewski, T.: Das große Kuttern - Der Einfluss von Produktionsparametern auf die räumliche Verteilung von Bakterienzellen in der Rohwurstmasse. Rundsch. Fleischhyg. Lebensmittelüberw. 75 (1), 13-15 (2023).

3. Bardischewski, T., Kraft, C., Dörtelmann, A., Stühmeier-Niehe, C., Sieksmeyer, T., Ostendorf, J., Schmitz, H.-P., Chanos, P., & Hertel, C.: The effect of production parameters on the spatial distribution of bacterial cells in the sausage meat matrix. *Meat Sci.* 194, 108983, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108983> (2022).
4. Janßen, D., Dworschak, L., Ludwig, C., Ehrmann M. A., & Vogel, R. F.: Interspecies assertiveness of *Lactobacillus curvatus* and *Lactobacillus sakei* in sausage fermentations. *Intern. J. Food Microbiol.* 331, 1086-89 (2020).
5. Schiffer, C., Hilgarth, M., Ehrmann, M., & Vogel, R. F.: Bap and Cell Surface Hydrophobicity Are Important Factors in *Staphylococcus xylosus* Biofilm Formation. *Front. Microbiol.* doi: 10.3389/fmicb.2019.01387 (2019).

### Weiteres Informationsmaterial

Technische Universität München  
School of Life Sciences  
Forschungsdepartment Molecular Life Sciences  
Lehrstuhl für Technische Mikrobiologie  
Gregor-Mendel-Straße 4, 85354 Freising  
Tel.: +49 8161 71-3663  
Fax: +49 8161 71-3327  
E-Mail: rudi.vogel@wzw.tum.de

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e. V. (DIL)  
Prof.-von-Klitzing-Straße 7, 49610 Quakenbrück  
Tel.: +49 5431 183-142  
Fax: +49 5431 183-114  
E-Mail: c.hertel@dil-ev.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:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



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.