

## Zweistufige Fermentation pflanzlicher Rohstoffe zur Herstellung pflanzlicher Alternativen zu Rohwurst und Rohmilchkäse



|                      |  |
|----------------------|--|
| Koordinierung:       | Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn  |
| Forschungsstelle(n): | Universität Hohenheim<br>Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie<br>FG Lebensmittelmaterialwissenschaften<br>Prof. Dr. Jochen Weiss                     |
|                      | Universität Hohenheim<br>Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie<br>FG Milchwissenschaft und -technologie<br>Prof. Dr. Dr. Jörg Hinrichs/Anna-Lena Wahl |
|                      | Universität Hohenheim<br>Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie<br>FG Lebensmittelmikrobiologie und -hygiene<br>Prof. Dr. Herbert Schmidt              |
| Industriegruppe(n):  | Milchindustrie-Verband e.V. (MIV), Berlin<br>Bundesverband Deutscher Wurst- & Schinkenproduzenten e.V. (BVWS), Bonn  |
| Projektkoordinator:  | Dr. Andreas Leiter<br>Hochland Deutschland GmbH, Heimenkirch   |
| Laufzeit:            | 2021 – 2025  |
| Zuwendungssumme:     | € 750.000,--   |

### Ausgangssituation

In den letzten Jahren ist ein kontinuierlicher Rückgang des Verzehrs tierischer Lebensmittel in Deutschland zu verzeichnen; dies gilt gleichermaßen für Fleischwaren wie für Milchprodukte. Zu diesem veränderten Konsumverhalten tragen sowohl ökologische als auch gesundheitliche und ethische Aspekte, wie Tierschutz, bei. Aber auch unter dem Gesichtspunkt einer wachsenden Weltbevölkerung ist eine vermehrte Nutzung pflanzlicher oder mikrobieller Rohstoffe für die Lebensmittelherstellung notwendig. Die deutsche Lebensmittelindustrie konnte in diesem Zusammenhang in den letzten Jahren eine Spitzenposition in der Entwicklung veganer Lebensmittel einnehmen: Zwischen Juli 2017 und Juni 2018 kamen ca. 15 % der weltweit neu eingeführten veganen Produkte aus Deutschland.

Eine bislang kaum vertretene Produktkategorie im wachsenden Markt der pflanzlichen Alternativen zu Fleisch- und Milchprodukten sind Produkte, die wie ihre Vorbilder Rohmilchkäse oder Rohwurst unter Einsatz von Starterkulturen fermentiert werden. Durch Fermentation können pflanzliche Rohstoffmatrizen in haltbare

und hochwertige Produkte mit ansprechenden organoleptischen Qualitätsmerkmalen (Textur, Aroma und Geschmack, Aussehen) überführt werden. Hierfür sind die Entwicklung neuer Prozesse und der Einsatz geeigneter Starterkulturen von Bedeutung. Diese Starterkulturen sollten unter den Prozessbedingungen gegenüber der autochthonen Mikrobiota wettbewerbsstark sein und durch Absenkung des pH-Wertes und evtl. Bildung von antimikrobiellen Wirkstoffen, wie Bacteriocinen oder H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, die Vermehrung von humanpathogenen Bakterien oder Verderbern verhindern. Zusätzlich können antinutritive Substanzen in den pflanzlichen Rohstoffmatrizen, wie Phytinsäuren oder Trypsininhibitoren, durch bakterielle Phytasen, respektive Peptidasen, abgebaut werden. Durch mikrobiellen Abbau kann es auch zu einer Verminderung von Fehlgeruch und Fehlgeschmack, wie z.B. „beany“ und „green notes“, kommen, die durch Aldehyde, Ketone, Furane und Alkohole (z.B. n-Hexanal), hervorgerufen werden. Pflanzliche Lipoxygenasen sowie Hydroperoxidases tragen hierzu bei. Der Abbau solcher Off-flavor ist komplex und lässt sich durch Mischungen verschiedener Starterkulturen erreichen. Durch mikrobielle Verstoffwechselung der pflanzlichen Rohstoffe, z.B. durch die Aktivität des proteolytischen Systems und anderer Komponenten des Aminosäurestoffwechsels der Milchsäurebakterien, kann es auch zu einer Verbesserung des Aminosäurespektrums kommen, da in Pflanzenproteinen häufig essentielle Aminosäuren, wie L-Lysin, L-Methionin, L-Cystein und L-Tryptophan, in nur geringen Konzentrationen vorhanden sind. Geeignete Kulturen können schließlich durch Bildung von Vitaminen, wie z.B. B<sub>12</sub>, die ernährungsphysiologische Wertigkeit der pflanzlichen Alternativen zu Rohmilchkäse und Rohwurst verbessern.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, in einem interdisziplinären Ansatz die wissenschaftlichen Grundlagen zur Konzeption und Produktion sicherer, haltbarer und qualitativ hochwertiger pflanzlicher Analoga zu schnittfesten Lebensmitteln tierischen Ursprungs, wie z. B. Rohwurst und Rohmilchkäse, zu erarbeiten. Der Fokus lag dabei auf der Konzeption veganer Lebensmittel mit ansprechender Textur, Farbe und Geschmack, die geforderte technofunktionelle Eigenschaften, wie Back- und Schmelzfähigkeit, besitzen.

### Forschungsergebnis

Zu Beginn des Projekts wurden die stofflichen und verfahrenstechnischen Grundlagen zur Herstellung geeigneter pflanzlicher Matrizen erarbeitet. Im Mittelpunkt standen dabei die Ausbildung funktionaler Strukturen sowie die Untersuchung möglicher Gelier-Reaktionen pflanzlicher Inhaltsstoffe zur Bildung neuartiger Gelstrukturen, die eine spätere gezielte Fermentation ermöglichen.

Parallel dazu wurde das Wachstumsverhalten potenzieller Starterkulturen in unterschiedlichen Substraten analysiert. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse konnten erste mikrobielle Kandidaten für eine optimierte Fermentation identifiziert und bereitgestellt werden. In einem weiteren Schritt erfolgte ein Screening geeigneter Mikroorganismenkombinationen, das durch eine taxonomische Charakterisierung und Sicherheitsbewertung ergänzt wurde. Diese Kombinationen kamen anschließend bei der Herstellung pflanzlicher Alternativen zu Rohwurst und Rohmilchkäse zum Einsatz.

Es konnte gezeigt werden, dass die Entwicklung sicherer und haltbarer pflanzlicher Analoga zu schnittfesten Lebensmitteln tierischen Ursprungs grundsätzlich möglich ist. Zudem wurde die erwartete signifikante Beeinflussung der Produkteigenschaften durch die Fermentation bestätigt. Die finalen Parameter der Produkte erwiesen sich dabei als stark abhängig von der Wahl der Starterkulturen, den eingesetzten Rohstoffen sowie der Prozessführung.

### Wirtschaftliche Bedeutung

In Deutschland wurde im Jahr 2019 ein Umsatz von 1,22 Mrd. € mit vegetarischen und veganen Lebensmitteln erzielt, wobei die wirtschaftlichen Prognosen eine weiter zunehmende Marktbedeutung dieser Produkte prognostizieren. Rund 262 Mio. € wurden davon mit pflanzlichen Alternativen zu Fleischwaren erwirtschaftet. Auch der Markt für pflanzliche Alternativen zu Milch und Milchprodukten wächst mit Umsatzsteigerungen von 15 %, bei Sojajoghurt sogar von bis zu 43 %. Im wachsenden Segment der pflanzlichen Alternativen zu Käse wurde in 2019 ein Umsatzwachstum von 19 % im Vergleich zum Vorjahr erreicht.

Neuentwicklungen im wachsenden Markt pflanzlicher Alternativen zu tierischen Produkten sind dabei nicht nur für Spezialproduktehersteller, sondern auch für etablierte Fleischwaren- und Käsehersteller von wachsender wirtschaftlicher Relevanz und bieten insbesondere auch kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) die Möglichkeit, an diesem Wachstumsmarkt zu partizipieren.

### **Publikationen (Auswahl)**

1. FEI-Schlussbericht 2025.
2. Koenig, M., Ahlborn, K., Herrmann, K., Loeffler, M., Weiss, J.: Time-Delayed Cold Gelation of Low-Ester Pectin and Gluten with CaCO<sub>3</sub> to Facilitate Manufacture of Raw-Fermented Vegan Sausage Analogs. *Appl. Sci.*, 15, 8510. doi.org/10.3390/app15158510 (2025)
3. Wahl, A.-L., Beyer, L., Hinrichs, J.: Understanding the effect of aggregation temperature on molecular interactions in zein gels to tailor the matrix for plant-based cheese alternatives. *Food Hydrocolloids*, 164, 111169. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2025.111169 (2025)
4. Braitmaier, H., Wahl, A-L., Hinrichs, J., Atamer, Z.: Can plant-based cheese alternatives be characterized by methods for dairy cheese? Extending dairy cheese methods to characterize plant-based cheese alternatives. *Int. Dairy Journal*, 159, 106056. doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.106056 (2024)
5. Zipori, D., Hollmann, J., Rigling, M., Zhang, Y., Weiss, A., Schmidt, H.: Rapid acidification and off-flavor reduction of pea protein by fermentation with lactic acid bacteria and yeasts. *Foods* 13:588. doi.org/10.3390/foods13040588 (2024)

### **Weiteres Informationsmaterial**

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

Universität Hohenheim  
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie  
FG Milchwissenschaft und -technologie  
Garbenstraße 21, 70599 Stuttgart  
Tel.: +49 711 459-23792  
Fax: +49 711 459-23617  
E-Mail: j.hinrichs@uni-hohenheim.de

Universität Hohenheim  
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie  
FG Lebensmittelkrobiologie und -hygiene  
Garbenstraße 28, 70593 Stuttgart  
Tel.: +49 711 4592-3156  
Fax: +49 711 4592-4199  
E-Mail: herbert.schmidt@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:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

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 im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom  
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

*Bildnachweis - Seite 1: © #ExQuisine - Fotolia.com #157565738*

Stand: 2. Dezember 2025