

Biokontrolle von *Pseudomonas*- Verderbniserregern auf Oberflächen in milchproduzierenden Betrieben durch Bakteriophagen



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Max-Rubner-Institut (MRI) Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie , Kiel Prof. Dr. Charles Franz/Dr. Frank Hille/Dr. Natalia Biere
Industriegruppe(n):	Milchindustrie-Verband e.V. (MIV), Berlin
Projektkoordinator:	Dr. Ralf Zink DMK Deutsches Milchkontor GmbH, Bremen
Laufzeit:	2022 – 2025
Zuwendungssumme:	€ 275.000,--

Forschungsziel

Pseudomonaden gehören zu den am weitesten verbreiteten psychrophilen (kälteliebenden) Verderbniserregern, besonders in aerob gelagerten Lebensmitteln mit einem hohen Wassergehalt und einem neutralen pH-Wert, wie Fleisch, Fisch, Geflügel und Milch.

Pseudomonaden in Rohmilch werden zwar durch Hitzebehandlungen inaktiviert, problematisch ist aber die Produktion von hitzestabilen Enzymen durch diese Bakterien, da viele der protein- und fettabbauenden Enzyme nach Sterilisationsverfahren, wie einer Pasteurisation oder einer UHT-Behandlung, weiter aktiv bleiben und damit die Qualität und Sensorik, das optische Erscheinungsbild und die Haltbarkeit der Milch auf Dauer stark beeinträchtigt werden. Zudem kann die Bildung dieser Enzyme durch ausgedehnte Lagerzeiten bei niedrigen Temperaturen bei den Milcherzeugern oder in Molkereibetrieben sogar begünstigt werden, da solche Bedingungen einen selektiven Vorteil für psychrophile *Pseudomonaden* bieten.

Im Rahmen des IGF-Vorhabens AiF 20027 N konnten bereits direkte Eintragsrouten der Bakterien in die Milch identifiziert werden. Besonders Stellen am Melkzeug und im Melksystem, die von der automatischen Reinigung schwer erfasst werden, zeigten z. T. einen sichtbaren mikrobiellen Bewuchs und eine entsprechend hohe Belastung mit *Pseudomonaden*. Grundsätzlich wurden auf Gummioberflächen, besonders Dichtungen, die höchsten *Pseudomonas*-Keimzahlen ermittelt. Grund hierfür könnte eine leichtere Adhäsion von Bakterien an diese Oberflächen sein, was die Bildung mikrobieller Biofilme begünstigen würde. Als Biofilm wird ein physiologischer Wachstumszustand von Mikroben bezeichnet, bei dem sich freischwimmende (planktonische) Zellen an einer Oberfläche ansiedeln und sich in eine Schleimschicht bestehend aus verschiedenen extrazellulären polymeren Substanzen (EPS) einbetten. Der resultierende Biofilm ist durch eine erhöhte Resistenz gegenüber Desinfektions- und Reinigungsmitteln gekennzeichnet, da chemische Substanzen die Schleimschicht (auch Biofilmmatrix genannt) unter Umständen nur schwer penetrieren können. Ergebnisse des Vorhabens AiF 20027 N sowie weitere Studien belegen zudem, dass die Produktion proteolytischer und lipolytischer Enzyme durch

biofilmassoziierte Bakterien deutlich erhöht ist, was bei unzureichender Reinigung von Melkequipment zu einer kontinuierlichen Kontamination der Rohmilch führen kann.

Zu den gängigen Hygienemaßnahmen in milchproduzierenden Betrieben gehören der Einsatz chemischer Desinfektions- und Reinigungsmittel sowie strikte Hygienevorschriften. Der Einsatz von Standardreinigern reicht jedoch oftmals nicht aus, um bakterielle Biofilme effektiv von schwer zugänglichen Oberflächen zu entfernen. Eine vielversprechende Ergänzung zu etablierten Verfahren stellt die Biokontrolle durch Bakteriophagen dar (kurz: Phagen), d. h. von Viren, die spezifisch Bakterien infizieren und selektiv abtöten. Es sind bereits mehrere kommerzielle Phagenprodukte (z.B. EcoShield®, SalmoFresh™, ListShield) auf dem internationalen Markt erhältlich, die zur Biokontrolle von verschiedenen pathogenen Bakterien (z.B. *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*) in lebensmittelrelevanten Bereichen Einsatz finden. Die Nutzung geeigneter Phagen-Cocktails zur Biokontrolle von Pseudomonaden ist bisher jedoch noch keine gängige Praxis.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es deshalb, die Wirksamkeit von Phagen zur Beseitigung von verderbnisrelevanten *Pseudomonas*-Bakterien zu untersuchen, um Phagen gegen relevante Milchverderbsorganismen der *Pseudomonas*-Gruppe zu identifizieren und deren Effizienz als Agenzien zur Biokontrolle im praxisnahen Maßstab zu bewerten, wobei das Augenmerk auf der Beseitigung von Multispezies-Biofilmen liegt.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Milcherzeugung stellt mit einem Produktionswert von € 11,1 Mrd. (Stand: 2018) den wichtigsten landwirtschaftlichen Produktionszweig in Deutschland dar und die Milchindustrie gehört mit einem Umsatz von € 26,2 Mrd. (2018) zu den größten Lebensmittelteilbranchen. Der Außenhandel und Export von Milchprodukten, Milchinhaltstoffen oder Fraktionen (z.B. Molke) spielt für diesen Wirtschaftszweig eine zunehmend größere wirtschaftliche Rolle: Die Hälfte der in Molkereien verarbeiteten Milch war 2018 für den Export bestimmt.

Der ökonomische Schaden durch Verderbniserreger im milchverarbeitenden Sektor beträgt weltweit zwischen 25 - 30 %. Die Hälfte dieser Verluste tritt im Konsumstadium der Milchprodukte auf und beläuft sich allein in den USA auf 13 Mrd. US-Dollar. Da durchschnittlich 70 % der aus Milchprodukten isolierten psychrotrophen Bakterien der Gattung *Pseudomonas* angehören, kann davon ausgegangen werden, dass eine Kontamination mit Pseudomonaden auch in Deutschland einen ähnlich hohen Schaden hervorruft.

Eine Anwendung von Phagen bietet daher milchverarbeitenden Betrieben die Möglichkeit, Produktionsverluste zu reduzieren, indem verderbnisfördernde Pseudomonaden inaktiviert werden und somit die Bildung von verderbnisrelevanten und hitzeresistenten Enzymen, wie z. B. Lipasen und Proteasen, verhindert wird. Ein sicheres Produkt, welches weniger Verderbniserreger der Gattung *Pseudomonas* enthält und in dem keine verderbnisrelevanten Enzyme vorkommen, steigert zudem die Haltbarkeit und damit auch die Wirtschaftlichkeit der Herstellung in verschiedenen Stationen der Produktionspipeline bis hin zum Konsum. Der im Rahmen dieses Projektes geplante Einsatz von *Pseudomonas*-spezifischen Phagen dient dabei zunächst der Evaluation des Konzepts der Biokontrolle von biofilmassoziierten Pseudomonaden in praxisnahen Modellversuchen; eine direkte hofseitige Applikation der Phagen ist zunächst nicht vorgesehen.

Weiteres Informationsmaterial

Max-Rubner-Institut (MRI)
Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel
Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie (Kiel)
Hermann-Weigmann-Straße 1, 24103 Kiel
Tel.: +49 431 609-2340
Fax: +49 431 609-2306
E-Mail: charles.franz@mri.bund.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



FORSCHUNGSKREIS
DER ERNÄHRUNGSINDUSTRIE E.V.



INDUSTRIELLE
GEMEINSCHAFTSFORSCHUNG

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: ©Toh Kheng Guan - stock.adobe.com #8412359

Stand: 7. Juli 2025