Co-Fermentation von Erbsenproteinisolat mit Bacillus spp. und Milchsäurebakterien zur Herstellung neuer fermentierter Fleischersatzprodukte



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e. V. (DIL), Quakenbrück Dr. Volker Heinz/Dr. Thorben Sieksmeyer/Dr. Panagiotis Chanos Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie FG Lebensmittelmikrobiologie und -hygiene Prof. Dr. Herbert Schmidt
Industriegruppe(n):	Bundesverband Deutscher Wurst- & Schinkenproduzenten e.V. (BVWS), Bonn
Projektkoordinator:	Dr. Markus Brandt Ernst Böcker GmbH & Co. KG, Minden
Laufzeit:	2025 – 2028
Zuwendungssumme:	€ 524.503,--

Forschungsziel

Die Nutztierhaltung gehört zu den größten Treibern des Klimawandels. Nach Angaben der Food and Agriculture Organization (FAO) wurde durch die Nutztierhaltung im Jahr 2015 ein CO_2-Äquivalent von 6,2 Gigatonnen emittiert, was ca. 12 % der von Menschen erzeugten Emissionen im Jahr 2015 entsprach. In diesem Zusammenhang wurde weltweit begonnen, tierische Proteine im Lebensmittel durch Proteine zu ersetzen, die durch Nutzung pflanzlicher Ressourcen gewonnen werden. In Deutschland hat sich seit 2013 die Anbaufläche für Hülsenfrüchte verdreifacht und betrug im Jahr 2022 knapp 261.000 Hektar. Mit 322.000 Tonnen Erntemenge im Jahr 2022 lag die Erbse (ohne Frischerbsen) auf dem ersten Platz. Die Lebensmittelindustrie hat auf den Trend des Austausches tierischer Proteine mit der Entwicklung von pflanzlichen Fleischersatzprodukten reagiert, bei denen versucht wird, die organoleptischen Eigenschaften der Fleischprodukte zu imitieren. Zur Texturierung von pflanzlichen Proteinisolaten bzw. -konzentraten werden erfolgreich Verfahren wie z. B. die Extrusion eingesetzt, um Zutaten oder Endprodukte zu erhalten, die der Struktur von Muskelfasern nahekommen. Obwohl dieser Ansatz überzeugende Produkte im Vergleich zum äquivalenten Fleischprodukt auf den Markt brachte, bleiben Fragen bezüglich des pflanzenbasierten Nebengeschmacks, welcher bei Hülsenfrüchten mit flüchtigen Komponenten wie Aldehyden, Pyrazinen, Furanen und Schwefelverbindungen oder nicht-volatilen Komponenten wie Saponinen, Phenolsäuren, Peptiden, Aminosäuren und Alkaloiden assoziiert wird, und bezüglich des Nährwerts, insbesondere des Vorhandenseins von antinutritiven Faktoren wie Phytaten oder Trypsin-Inhibitoren, weitgehend unbeantwortet. Außerdem haben die Komplexität der Rezepturen, Nutzung zahlreicher Zusatzstoffe wie Verdickungsmittel (z.B. Carrageen, Xanthan) und intensive Prozessierung dazu geführt, dass gemäß der NOVA-Klassifizierung diese Produkte als ultraverarbeitete Lebensmittel auf pflanzlicher Basis (UPB)

angesehen werden. Nicht zuletzt ist die Konservierung bzw. Haltbarkeit pflanzlicher Fleischersatzprodukte noch neues Terrain und Gegenstand weltweiter Forschung sowie eigener Arbeiten (01IF21931N, 01IF23031N).

Als natürliches Verfahren bietet die Fermentation eine vielversprechende Lösung zur Verbesserung der Ersatzprodukte, insbesondere für die auf Basis von Hülsenfrüchten. Die Fermentation ist für die Herstellung traditioneller Sojaprodukte in asiatischen und westafrikanischen Ländern von großer Bedeutung. Sie beruht meist auf dem Wachstum der autochthonen Mikrobiota zu einer komplexen Fermentationsmikrobiota, in der z. B. *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* und *Bacillus licheniformis*, Vertreter der *B. subtilis*-Gruppe, dominieren. Obwohl die meisten Produkte durch Spontanfermentation hergestellt werden, sind bereits Starterkulturen von *B. subtilis* für die Herstellung von Natto in Japan verfügbar. Es gibt aber auch Lebensmittel, die auf der Fermentation anderer Hülsenfrüchte basieren, doch auch diese beschränken sich auf den außereuropäischen Raum. Spezies der *B. subtilis*-Gruppe zeichnen sich durch ihr hohes Potenzial an funktionellen Eigenschaften wie die Bildung hydrolytischer Enzyme, antifungaler Lipopeptide und extrazellulärer Polymere aus, was bei anderen dominierenden Fermentations-organismen wie Milchsäurebakterien (MSB) eher selten zu finden ist. Daraus lässt sich ableiten, dass es sinnvoll ist, die Eignung von Vertretern der *B. subtilis*-Gruppe als Fermentations- und Schutzorganismen (gegen Krankheitserreger und Toxinbildner) für europäische Produkte im Hinblick auf die genomische Ausstattung und physiologischen bzw. funktionellen Eigenschaften zu untersuchen. Fermentationen pflanzlicher Rohstoffe mit Vertretern der *B. subtilis*-Gruppe verlaufen neutral bis basisch, so dass die Produktsicherheit nicht immer gewährleistet ist. Fermentierte Produkte aus Soja oder anderen pflanzlichen Rohstoffen können mit *Bacillus cereus* kontaminiert sein. In einer Studie von 2023 wiesen 9 von 76 Sojaprodukten und in älteren Studien bis zu 97,88 % der fermentierten Sojaprodukte *B. cereus* auf. Diese hohe Präsenz von *B. cereus* begründet das große Interesse an industriell einsetzbaren Stämmen der *B. subtilis*-Gruppe mit antimikrobieller Aktivität gegen *B. cereus*. Weiterhin können die mit Vertretern der *B. subtilis*-Gruppe fermentativ hergestellten Produkte für den Europäer organoleptisch fremd erscheinen. Eine innovative Lösung bietet hier eine zusätzliche bzw. gleichzeitige Fermentation mit MSB, die zur Kontrolle der Dominanz von Stämmen der *B. subtilis*-Gruppe und der damit verbundenen Entwicklung von ungewohntem Geschmack bzw. Geruch sowie zur Produktsicherheit durch pH-Absenkung beitragen kann. Die Verwendung von Vertretern der *B. subtilis*-Gruppe und MSB für die Fermentation von Hülsenfrüchten unter Berücksichtigung des Amensalismus der letzteren gegenüber den ersteren sind kaum untersucht, wurden aber vor Kurzem in einer Studie von Fernández-Varela et al. (2024) für Joghurtalternativen aufgezeigt. Da an Fleischersatzprodukte andere organoleptische Anforderungen gestellt werden und Fernández-Varela et al. (2024) den Abbau der antinutritiven Faktoren Phytate und Trypsin-Inhibitoren nicht berücksichtigten, fokussiert sich dieses Vorhaben auf die Co-Fermentation von Erbsenproteinisolat zur Verbesserung von veganen Fleischersatzprodukten und zum Abbau dieser Antinutritiva.

Im Mittelpunkt des Vorhabens steht die Co-Fermentation des Rohstoffs Erbsenproteinisolat mit Stämmen der *B. subtilis*-Gruppe und MSB zur Verbesserung der Produktqualität von veganen Fleischersatzprodukten. Besonderer Wert wird auf die Bildung von antimikrobiellen Peptiden sowie die Ansäuerung zur Erhöhung der Produktsicherheit und Haltbarkeit, die Verbesserung des Aminosäureprofils sowie die Reduktion der antinutritiven Faktoren Trypsin-Inhibitoren und Phytate zur Erhöhung des Nährwerts und des Fehlens des pflanzlichen Fehlgeschmacks zur Verbesserung der organoleptischen Qualität gelegt. Die Ziele des Forschungsvorhabens sind (i) *B. subtilis* und *B. amyloliquefaciens* Stämme aus Stammsammlungen zu verwenden bzw. als Isolate aus Erbsen-basierten Rohstoffen zu gewinnen und diese Stämme auf funktionelle Eigenschaften mit Einfluss auf den Fermentationsprozess und die Produktqualität zu charakterisieren. Hierbei stehen die Wettbewerbsfähigkeit der Stämme im Substrat sowie der Abbau komplexer Proteine, antinutritiver Substanzen und Off-flavors wie Hexanal und insgesamt eine Verbesserung des Geschmacks und der Aromaeigenschaften im Vordergrund. Weiterhin soll deren Kompatibilität mit MSB aus eigenen Stammsammlungen (Spezies *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lacticaseibacillus casei* und *Lacticaseibacillus paracasei*) für den Aufbau einer Co-Fermentation geprüft werden. Dabei sollen neue Isolate ebenfalls nach QPS und GRAS sicherheitsbewertet werden, (ii) eine Co-Fermentation von Erbsenproteinisolat mit Vertretern der *B. subtilis*-Gruppe und MSB zu etablieren und diese besonders in Hinblick auf die Produktion von antimikrobiellen Substanzen gegen Schimmelpilze und essentiellen Aminosäuren sowie zur Reduktion von antinutritiven Substanzen und Fehlgeschmack zu optimieren,

(iii) die Möglichkeiten der Nutzung des resultierenden fermentierten Substrates für die Herstellung von veganen Fleischersatzprodukten zu untersuchen.

Wirtschaftliche Bedeutung

Der steigende Trend zu pflanzlichen Fleischersatzprodukten spiegelt sich in der steten Zunahme der Produktionsmengen von vegetarischen und veganen Alternativen wider. In Deutschland steigerte sich die Menge an Fleischersatzprodukten im Jahr 2023 im Vergleich zum Vorjahr um 16,6 % und zum Jahr 2019 sogar um 113,8 % auf etwa 121.600 t, die einem Produktwert von 583,2 Mio € entsprechen. Zwar steigt der Absatz von Fleischersatzprodukten, der Anteil ist aber bezogen auf die nachgefragten Mengen an Fleisch, Wurst und Geflügel eher gering. So konnte in Deutschland für Wurstwaren eine Produktionsmenge von 1.370.194 t im Jahr 2023 ermittelt werden. Gründe für den geringen Marktanteil der Fleischersatzprodukte wurden in einer Online-Umfrage der ETH Zürich mit 1039 Teilnehmern aus Deutschland aufgezeigt. Demnach haben Fleischalternativen die besten Chancen, das konventionelle Fleischprodukt erfolgreich zu ersetzen, wenn sie in Geschmack und Textur den Fleischprodukten ähneln und zu wettbewerbsfähigen Preisen angeboten werden. Das Erreichen der Parität in Geschmack, Textur und Preis wird als Schlüssel zur Steigerung der zukünftigen Vermarktung von Fleischersatzprodukten angesehen. Die Unternehmen, die überwiegend hinter der Produktion von Fleischersatzprodukten stehen, weisen überwiegend KMU-Charakter auf und sehen sich bei der Etablierung attraktiver Fleischersatzprodukte nach diesen Paritätsansprüchen mit neuen Herausforderungen konfrontiert. Während gängige Produktionsprozesse für Fleischersatzprodukte bereits etabliert sind, mangelt es an neuen Ansätzen zur Entgegnung des pflanzenbasierten Nebengeschmacks und der Anwesenheit antinutritiver Faktoren.

Innovative Neuentwicklungen im wachsenden Markt der Fleischersatzprodukte sind für die produzierenden Unternehmen von großer wirtschaftlicher Relevanz. Insbesondere das bisher kaum vertretene Segment der mikrobiell fermentierten Produkte bietet hier gute Wachstumschancen. Mit der Studie von Fernández-Varela et al. (2024) wurde das mögliche Potential der Co-Fermentation von *Bacillus* spp. und MSB zur Verbesserung von Geschmack, Textur und Nährwert am Beispiel von Joghurtersatzprodukten durch einen der größten Starterkulturhersteller bereits aufgezeigt, was die hohe wirtschaftliche Bedeutung des fermentativen Ansatzes und die Notwendigkeit zur Nutzung neuer Fermentationsorganismen unterstreicht. Die Ergebnisse des geplanten Vorhabens liefern grundlegende Erkenntnisse zur Kombinierbarkeit von Stämmen der *B. subtilis*-Gruppe und MSB zur fermentativen Optimierung pflanzlicher Substrate zur Herstellung von Fleischersatzprodukten, an die andere organoleptische Anforderungen gestellt werden. Diese Erkenntnisse sind die Grundlage für eine Produkt- bzw. Verfahrensentwicklung, ohne rein empirische Versuchsansätze verfolgen zu müssen, mit dem Ziel, fermentierte Alternativen auf der Basis der Erbse mit deutlich reduziertem pflanzlichem Nebengeschmack, weniger antinutritiver Faktoren und mehr antimikrobiellem Potenzial für die Haltbarkeit und Sicherheit zu entwickeln. Der in diesem Vorhaben entwickelte innovative Fermentationsprozess am Beispiel Erbse wird Wissen generieren, das dazu beiträgt, industrielle Entwicklungsprojekte zur Co-Fermentation von Vertretern der *B. subtilis*-Gruppe und MSB zu beschleunigen und unter ökonomischen Gesichtspunkten zu realisieren. Das erhöhte antimikrobielle, besonders antifungale Potenzial des fermentierten pflanzlichen Substrats kann unter Umständen, kombiniert mit einer milden Erhitzung, einen Verzicht auf Konservierungsstoffe erlauben. Dies kommt dem Clean Label-Gedanken entgegen. Für Hersteller von Starterkulturen werden wichtige, grundlegende Daten für die Entwicklung kommerzieller, standardisierter Starterkulturen erarbeitet. Solche Kulturen sind für die Herstellung mikrobiell fermentierter Alternativen auf Basis der Co-Fermentation von Vertretern der *B. subtilis*-Gruppe und MSB und dem Substrat Erbse nutzbar.

Weiteres Informationsmaterial

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e. V. (DIL)
Prof.-von-Klitzing-Straße 7, 49610 Quakenbrück
Tel.: +49 5431 183-232
Fax: +49 5431 183-200
E-Mail: v.heinz@dil-ev.de

Universität Hohenheim
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie
FG Lebensmittelmikrobiologie und -hygiene
Garbenstraße 28, 70599 Stuttgart
Tel.: +49 711 4592-3156
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

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: © ExQuisine – stock.adobe.com #157565738

Stand: 20. November 2026