Verbesserung der Stabilität pflanzenproteinhaltiger Emulsionen durch Einsatz spezifischer Fraktionen



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Technische Universität Berlin Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie FG Lebensmitteltechnologie und -materialwissenschaften Prof. Dr. Stephan Drusch
Industriegruppe(n):	Bundesverband Deutscher Wurst- & Schinkenproduzenten e.V. (BVWS), Bonn Deutscher Verband der Aromenindustrie e.V. (DVAI), Berlin Milchindustrie-Verband e.V. (MIV), Berlin
Projektkoordinatorin:	Dr. Jenny Weißbrodt Symrise AG, Holzminden
Laufzeit:	2022 – 2026
Zuwendungssumme:	€ 268.723,--

Ausgangssituation

Emulsionen und komplexere Systeme, die emulgierte Fette und Öle enthalten, sind im Lebensmittelbereich weit verbreitet. Typische Öl-in-Wasser-Emulsionen sind alkoholfreie Erfrischungsgetränke, Milchmischgetränke, Milch- und Milchersatzprodukte, Salatdressings und pflanzenbasierte Cremes und Aufstriche sowie Halbfertigprodukte, wie Trübungs- und Aromaemulsionen. Allen diesen Systemen ist gemein, dass sie thermodynamisch instabil sind und daher über die Zeit eine Trennung der Öl- und Wasserphase auftritt, die die Qualität der Produkte beeinträchtigt und die Konsumentenakzeptanz limitiert. Proteine und proteinhaltige Biopolymere können die enthaltene Fett- bzw. Ölphase stabilisieren, indem sie sich an der Öl-Wasser-Phasengrenze anlagern. Dort setzen sie die Grenzflächenenergie herab und bilden einen Film, der während der Lagerung die Öltropfen gegen Aggregation und Koaleszenz schützt und damit eine mögliche Aufrahmung und die Trennung der Phasen verlangsamt.

Vor dem Hintergrund eines wachsenden Gesundheitsbewusstseins der Verbraucher gibt es zwei Entwicklungen, die es notwendig machen, Alternativen zu den bisher verwendeten Milchproteinen und zu *Gummi arabicum* (im Fall von alkoholfreien Erfrischungsgetränken und Aromaemulsionen) zu etablieren. Dies ist zum einen die wachsende Ablehnung von Zusatzstoffen durch die Verbraucher sowie der grundsätzliche Wandel hin zu einem vermehrten Konsum pflanzenbasierter Lebensmittel. Aus diesen Gründen besteht von Seiten der Lebensmittelindustrie ein hohes Interesse am Einsatz von Pflanzenproteinen. Pflanzen enthalten eine Vielzahl verschiedener Proteinfraktionen, die sich in ihrer Struktur deutlich voneinander, und auch von Milchproteinen, unterscheiden und in ihrer technologischen Funktionalität zurzeit noch nicht an diese heranreichen. Die bisherige Bewertung der Emulgiereigenschaften von Pflanzenproteinen beschränkt sich dabei weitestgehend auf eine Bewertung der technologischen Funktionalität des Gesamtproteins in Form von Konzentraten oder

Isolaten. Aufgrund unterschiedlicher Stabilisierungsmechanismen der Proteinfraktionen wird häufig eine unzureichende Stabilität bzw. Destabilisierung einer Emulsion beobachtet. Entsprechend kann es in der industriellen Anwendung zu Fehleinschätzungen hinsichtlich der Eignung pflanzlicher Proteine kommen, da nicht nach den einzelnen Proteinfraktionen bzw. deren Zusammenwirken differenziert wird. Eine detaillierte Untersuchung der Einzelfraktionen eröffnet daher die Möglichkeit, maßgeschneiderte Stabilisierungssysteme für spezifische Anwendungen zu definieren und so die Stabilität pflanzenproteinhaltiger Emulsionen zu erhöhen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, den Zusammenhang zwischen den Grenzflächeneigenschaften einzelner Proteinfraktionen, ihren Stabilisierungsmechanismen und der Stabilität der Emulsionen in Abhängigkeit formulierungsspezifischer externer Faktoren systematisch zu untersuchen.

Forschungsergebnisse

Bei Milchalternativen zeigte sich ein deutlicher Unterschied in der Funktionalität einzelner Erbsenproteinfraktionen. Vicilin adsorbierte schnell an der Grenzfläche, wies dort viskoelastische Eigenschaften mit dominierend elastischem Verhalten auf und bedingte dadurch eine hohe Stabilität der Emulsionen. Albumin hingegen zeigte zwar eine schnelle Grenzflächenadsorption, aber eine deutlich geringere mechanische Belastbarkeit des Grenzflächenfilms. Die Grenzflächeneigenschaften des Legumins ähnelten im Wesentlichen denen des Erbsenproteinisolats, bei dem es zu kompetitiven Effekten zwischen den einzelnen Fraktionen bei der Stabilisierung kam.

Bei hochfetthaltigen Systemen führte der niedrige pH-Wert und die Anwesenheit von Salz zu Veränderungen in Löslichkeit, ζ-Potential, rheologischem Verhalten der Proteine an der Grenzfläche und damit technologischer Funktionalität. Ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Grenzflächeneigenschaften und Emulsionsstabilität konnte in Salatdressings nicht festgestellt werden, da die Stabilität durch die Anwesenheit weiterer Hydrokolloide und daraus resultierenden Wechselwirkungen und Viskositätseffekten bestimmt wurde. Für Salatmayonnaisen erwiesen sich bereits Pflanzenproteinisolate ohne Fraktionierung als geeigneter Eigelbersatz. Auch hier war die physikalische Stabilität primär durch die Viskosität der kontinuierlichen Phase bestimmt.

Bei der Anwendung in Aromaemulsionen wurde am Beispiel von Sojaprotein und einer seiner Fraktionen (β-Conglycinin) gezeigt, dass dieses im Hinblick auf die physikalische Stabilität eine geeignete Alternative zu Gummi Arabicum, dem derzeit üblichen Emulgator, darstellen kann. Rapsprotein-stabilisierte Emulsionen zeigten hingegen insbesondere bei der Verwendung von Napin eine geringere physikalische Stabilität. Unterschiede ließen sich auf die protein- und fraktionsspezifischen Adsorptions- und Filmbildungsmechanismen zurückführen. Die Analyse der Oxidationsstabilität der durch die eingesetzten Proteinisolate und -fraktionen stabilisierten Aromaemulsionen ergab vergleichbare Ergebnisse zu der Gummi Arabicum-basierten Emulsion.

Zusammenfassend bestätigte sich die Hypothese, dass die Proteinfraktionen in Pflanzenproteinisolaten Emulsionen über unterschiedliche Mechanismen stabilisieren und dass es dabei zu kompetitiven Effekten kommen kann. Ob dieses zum Tragen kommen, oder eine Emulsion bei Einsatz einzelner Fraktionen eine höhere Stabilität besitzt hängt maßgeblich von der jeweiligen Applikation ab. Insgesamt wurde damit das u Forschungsziel vollständig erreicht.

Wirtschaftliche Bedeutung

Pflanzenproteine spielen eine wesentliche Rolle bei der Transformation hin zu einer nachhaltigeren Lebensmittelversorgung. Dies umfasst sowohl die Auswirkungen der Lebensmittelproduktion auf den Klimawandel als auch die Sicherung der Versorgung einer stetig wachsenden Weltbevölkerung. Der Konsum pflanzlicher Lebensmittel steigt sowohl in Deutschland als auch in Europa seit Jahren signifikant und wird durch eine sehr innovative Start-up-Szene im Bereich pflanzlicher Lebensmittel bedient und hat in etablierten Unternehmen der Milch- und Fleischwirtschaft zu einem Umdenken geführt. Dementsprechend gibt es auch in der Zulieferindustrie einen hohen Innovationsdruck zur Anpassung von Formulierungen funktioneller Compounds sowie zusammengesetzter Zutaten und Aromen.

All diesen Branchen ist gemein, dass Sie klein- und mittelständisch geprägt sind. Insgesamt zählen 90 % der Betriebe der Ernährungsindustrie zu den KMU. Betrachtet man die Start-up Szene, so liegt die Zahl der Firmengründungen bei ca. 70.000 pro Jahr, von denen ca. 10 % aus dem Lebensmittelbereich kommen. Diese Unternehmen werden als Innovationsmotoren angesehen, verfügen aber häufig weder über personellen Ressourcen noch die Infrastruktur, Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im notwendigen Maß zu realisieren.

Eine Erhöhung der Stabilität pflanzenproteinhaltiger Emulsionen wird zum einen die Substitution konventionell eingesetzter Proteine und proteinhaltiger Biopolymere ermöglichen, die bisher aufgrund der eingeschränkten Funktionalität von Pflanzenproteinkonzentraten und -isolaten nicht realisierbar war. Zum anderen können durch neue Anwendungen und eine verbesserte Haltbarkeit bestehender Produkte neue Märkte erschlossen werden sowie durch ein kurzes Mindesthaltbarkeitsdatum verursachte Lebensmittelabfälle auf Ebene des Lebensmitteleinzelhandels reduziert werden. Die Ergebnisse des Vorhabens werden deshalb dazu beitragen, die Marktposition von KMU im dynamisch wachsenden Markt pflanzlicher Lebensmittel zu stärken.

Publikationen

1. FEI-Schlussbericht 2026

Weiteres Informationsmaterial

Technische Universität Berlin
Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie
FG Lebensmitteltechnologie und -materialwissenschaften
Königin-Luise-Straße 22, 14195 Berlin
Tel: +49 30 314-71819
Fax: +49 30 314-71492
E-Mail: stephan.drusch@tu-berlin.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 - Fotolia.com #157565738

Stand: 6. Oktober 2026