Formulierungs-Prozess-Struktur- und Struktur-Eigenschafts-Funktionen von mittels Trockenextrusion hergestellter "low moisture texturized vegetable proteins" (LMTVP) auf Basis von proteinreichen Mehlen aus Erbse und Ackerbohne



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Bio- und Lebensmitteltechnik Teilinstitut I: Lebensmittelverfahrenstechnik Prof. Dr. Ulrike van der Schaaf
Industriegruppe(n):	Kompetenznetz Verfahrenstechnik Pro3 e.V., Stuttgart
Projektkoordinatorin:	Dr. Gabriela Saavedra Isusi Thermo Fisher Scientific, Karlsruhe
Laufzeit:	2025 – 2027
Zuwendungssumme:	€ 274.904,-

Forschungsziel

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Strukturbildungsmechanismen bei der Herstellung von LMTVP auf Basis von Erbsen und Ackerbohnen aufzuklären, sodass Prozess-Struktur- und Struktur-Eigenschafts-Funktionen für den Einfluss von Ballaststoffen auf das Expansionsverhalten einer mit Stärke versetzten Proteinmatrix aufgestellt werden können. Dies soll es ermöglichen, hochwertige LMTVP aus geringer verarbeiteten Rohstoffen wie Erbsen- und Ackerbohnenmehlen oder -konzentrate zu gestalten. Dabei dient das angestrebte Verständnis für den Einfluss der Rohstoffbestandteile „Ballaststoffe“ und „Stärke“ auf die LMTVP-Struktur dazu, mithilfe von Formulierungs- und Prozessanpassungen auf wechselnde Rohstoffqualitäten, z.B. unterschiedliche Erbsen- bzw. Ackerbohnenproteinmehle, reagieren zu können.

In einem bottom-up Ansatz werden zunächst aufgereinigtes Proteinisolat, Stärke sowie lösliche und unlösliche Ballaststoffe in variierenden Konzentrationen mit Wasser gemischt, um den Einfluss der einzelnen Komponenten auf die Matrixeigenschaften, die entstehende Struktur und die Produkteigenschaften gezielt zu untersuchen. Da die geringere Verarbeitung bzw. Aufreinigung von Mehlen und Konzentraten mit einer geänderten Proteinfunktionalität einhergehen kann, wird die Übertragbarkeit der aufgestellten Formulierungs-Prozess-Struktur-Funktionen auf Proteinmehle zusätzlich gezielt untersucht. Dazu werden Matrizes formuliert, die in ihrer Komponentenzusammenstellung (Proteinisolat, Stärke, lösl./unlösl. Ballaststoffe) den Mehlen und Konzentraten entsprechen. Die Mehle, Konzentrate und formulierte Matrizes werden dann mit Wasser versetzt jeweils den gleichen Untersuchungen unterzogen.

In Bezug auf die Prozessparameter konnte bislang ein Zusammenhang zwischen höherer Schmelzetemperaturen und stärker ausgeprägter Expansion sowie verbesserten technofunktionellen Eigenschaften der LMTVP, z.B. höherer Wasserhaltekapazität, aufgezeigt werden. Allerdings hängt die Schmelzetemperatur selbst von verschiedenen Prozess- und Formulierungsparametern, wie z.B. der Drehzahl, der Gehäusetemperatur oder der Stärkekonzentration (über die Viskoelastizität der Matrix) ab. Somit ist davon auszugehen, dass auch

andere Parameter, die eine höhere Schmelzetemperatur erzeugen, zu LMTVPs mit stärker ausgeprägter Expansion sowie verbesserter Funktionalität führen. Bezüglich der Formulierungsparameter ist bekannt, dass sich Stärke positiv auf das Expansionsverhalten auswirkt und LMTVP mit besseren mechanischen Eigenschaften entstehen. Bei einer höheren Stärkekonzentration könnten somit geringere Schmelzetemperaturen angestrebt werden, was einer schonenderen Prozessierung der proteinreichen Matrix entspricht und z.B. Bräunungseffekte verhindern könnte. Darüber hinaus wird angenommen, dass Formulierungs- und Prozessparameter, die zu einer gröberen Porenstruktur führen (z.B. höherer Stärkegehalt, höhere Schmelzetemperatur), die Verringerung des Porendurchmessers durch Ballaststoffe ausgleichen können (s. Vorversuche).

Über Produkteigenschaften wie Porosität, Rehydratation, sowie mechanische Eigenschaften wird die Qualität der LMTVPs charakterisiert. Besonders die Porosität bzw. Porenstruktur sind von Interesse: Hohe Porosität, große Poren und dicke Porenwände sind vorteilhaft für die Rehydratation jedoch nachteilig für die mechanischen Eigenschaften. Somit sollten sich LMTVPs mit hoher Porosität, großen Poren und dicken Porenwänden besonders gut für vegane Burger-Pattys eignen, LMTVPs mit entgegengesetzten Eigenschaften stattdessen für Alternativen zu Chicken Nuggets. Es wird daher angenommen, dass das Einstellen der Porenstruktur auch eine gezielte Variation der Produkteigenschaften und somit LMTVPs für verschiedene Anwendungszwecke ermöglicht.

Wirtschaftliche Bedeutung

Der Markt vegetarischer und veganer FEP ist in den letzten Jahren kontinuierlich größer geworden, was sich in einer gestiegenen Produktionsmenge (2021: 97.900 Tonnen, 2022: 104.280 T, entspricht plus 6,5 %), sowie einem gestiegenen Umsatz dieser Produkte widerspiegelt (2020: 0,36 Milliarden Euro; 2024: geschätzt 0,68 Milliarden Euro). Auch die Anzahl der Unternehmen, die in Deutschland FEP produzieren, erhöhte sich von 34 im Jahr 2020 auf 51 im Jahr 2022. Mit weiterem Wachstum ist zu rechnen, da sich hierzulande bereits jetzt mehr als 10 % der Menschen vegetarisch ernähren, darunter vor allem jüngere. Diese Tendenzen sind ein weltweites Phänomen, wie eine aktuelle Marktstudie zeigt: Ganz vorne bei den zehn wichtigsten Lebensmitteltrends 2024 stehen Produkte mit Inhaltsstoffen, die einen zusätzlichen (gesundheitlichen) Benefit versprechen, wie z.B. ballaststoffreiche Produkte. Direkt danach folgen solche, die sich durch eine besonders nachhaltige Herstellungsweise auszeichnen. Auch die Bundesregierung möchte eine gesunderhaltende, nachhaltige Ernährungsweise für Verbraucher einfacher machen und fördert daher ministerienübergreifend die Umstellung auf eine fleischreduzierte, pflanzenbetonte Kost. Hier stellen LMTVP eine vielversprechende Alternative dar, da sie günstig produziert werden können und mit Fleischprodukten preislich und geschmacklich konkurrenzfähig sind.

Eine Herausforderung für LMTVP herstellende KMUs ist jedoch, dass Prozess- sowie Formulierungs-Struktur-Eigenschafts-Funktionen für leguminosenbasierte LMTVP bislang fehlen und marktfähige LMTVP daher vornehmlich erfahrungsbasiert entwickelt werden. Z.B. fehlt Rohstofflieferanten häufig das Wissen, welche spezifischen Rohstoffe sich gut zu LMTVP verarbeiten lassen bzw. welchen Einfluss Rohstoffschwankungen auf die Endprodukte haben könnten. Die Kenntnis der Formulierungs-Prozess-Struktur-Funktionen würde sich daher vorteilhaft für alle an der Wertschöpfungskette beteiligten Unternehmen auswirken, z.B. auch Mühlen, Leguminosenbauern, sowie LMTVP- und Endproduktthersteller. Gerade KMU in diesen Bereichen könnten somit gezielt unterstützt werden, da Entwicklungszeiten reduziert und Prozesse robuster ausgelegt werden können. Mithilfe der angestrebten Struktur-Produkteigenschafts-Funktionen könnten Produktqualitätsspektren für FEP erweitert und somit die Grundlage für neue Produkte gelegt werden. Dies könnte wiederum schnellere Markteinführung von Produktinnovationen fördern, was gerade für KMU von entscheidender Bedeutung ist. In Bezug auf LMTVP bedeutet das, auf die Endprodukte angepasste, optimal strukturierte Halbfabrikate mit neutralem Geschmack herzustellen und dabei günstige, nachhaltige und gesundheitsfördernde Rohstoffe zu verwenden. Die Erzeugung des dafür notwendigen Wissens erfordert grundlagenorientierte Forschungsarbeit, welche von KMUs aufgrund des zeitlichen und finanziellen Aufwands der systematischen Untersuchungen nicht selbstständig erarbeitet werden kann. Die im Vorhaben angestrebten Ergebnisse können KMU jedoch mit entscheidenden Informationen über die erforderliche Prozessführung und Formulierung in Bezug auf

LMTVP versorgen. Dies ist nicht nur auf die verwendeten Proteine bzw. auf die beschriebenen FEP beschränkt. Durch das Aufstellen der o.g. Funktionen bei der Trockenextrusion von Protein-Stärke-Ballaststoffhaltigen Formulierungen wird grundlegendes Wissen geschaffen, dass auch für gezielte Herstellung von LMTVPs auf Basis anderer Proteine (z.B. Soja) genutzt werden kann. Ebenso können die Erkenntnisse über den Einfluss der LMTVP-Struktur auf die Produkteigenschaften für eine Vielzahl von FEP auf Basis von LMTVP (z.B. vegane Würstchen) genutzt werden. So profitiert eine Vielzahl von am Markt tätigen KMU von den Forschungsergebnissen. Das vorliegende Projekt liefert hierfür Basisinformationen und ist damit vorwettbewerblich angelegt.

Weiteres Informationsmaterial

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Bio- und Lebensmitteltechnik
Teilinstitut I: Lebensmittelverfahrenstechnik
Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-43609
Fax: +49 721 608-45967
E-Mail: ulrike.schaaf@kit.edu

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: 7. Juli 2025