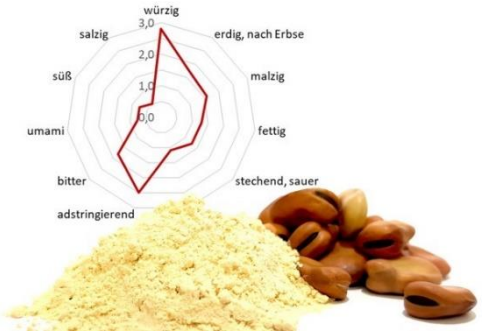
Klärung der molekularen Ursachen des bitter-adstringierenden Fehlgeschmacks und des Fehlaromas von Protein-konzentraten bzw. Proteinisolaten aus Ackerbohnen (*Vicia faba* L.)



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Technische Universität München School of Life Sciences Department Molecular Life Science Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und Molekulare Sensorik Prof. Dr. Corinna Dawid/Dr. Oliver Frank Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie an der Technischen Universität München Prof. Dr. Corinna Dawid/Astrid Fischer/ PD Dr. Martin Steinhaus/Dr. Stephanie Frank
Industriegruppe(n):	Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP), Berlin
Projektkoordinatorin:	Dr. Jakob Ley Symrise AG, Holzminden
Laufzeit:	2022 – 2025
Zuwendungssumme:	€ 498.309,--

Ausgangssituation

Proteinkonzentrate und Proteinisolate werden als Emulgatoren, Schaum- oder Gelbildner bei der Herstellung vieler Lebensmittel, wie z. B. Backwaren, Fleischersatzprodukten, Wurstwaren und Soßen, eingesetzt. Hinzukommen in den letzten Jahren vermehrt auch sog. „High-Protein“-Lebensmittel oder Nahrungsergänzungsmittel, wie Proteinpulver und Riegel. Zudem führt auch die stetig wachsende Weltbevölkerung zu einem erhöhten Bedarf an Proteinen. Dieser Bedarf kann nicht allein durch Proteine tierischen Ursprungs gedeckt werden und erfordert die Notwendigkeit alternativer Proteinquellen. Derzeit finden aber hauptsächlich Proteine tierischen Ursprungs, wie z. B. Gelatine, Casein, Molkenproteine sowie Eiweiß- oder Eigelbproteine, Anwendung. Deshalb ist die Lebensmittelindustrie bestrebt, vermehrt pflanzliche Proteine einzusetzen, nicht zuletzt auch, um dem zunehmenden Trend zu einer vegetarischen bzw. veganen Ernährung Rechnung zu tragen. Dies liegt unter anderem an einem geringeren ökologischen Fußabdruck dieser Proteine mit einem 5 - 10-fach niedrigeren Energie- und Wasserverbrauch sowie einem um ca. 80 % reduzierten Bedarf an Agrarflächen im Vergleich zu Proteinen tierischen Ursprungs.

Insbesondere der Anbau von Leguminosen, wie z. B. der Ackerbohne, bietet enorme Vorteile für die Landwirtschaft durch (i) die Fixierung von Luft-Stickstoff durch die Symbiose der Wurzeln mit Knöllchenbakterien und der damit einhergehenden Reduktion von stickstoffhaltigen Düngemitteln, (ii) die Einsparung von CO_2 (einheimische Nutzpflanze) und (iii) eine Verbesserung der Fruchtbarkeit und des Wasserhaltevermögens der Böden.

Ackerbohnenrohproteine können zudem mit einem Amino Acid Score (AAS) von 91 als wertvolle Aminosäure-Quellen angesehen werden und stellen somit eine Alternative zu tierischen Proteinen dar.

Obwohl die Ackerbohne als einheimische Nutzpflanze aufgrund ihres hohen Proteingehalts und eines hohen Anteils an essentiellen Aminosäuren eine nachhaltige und wirtschaftlich attraktive Rohstoffquelle für Proteinkonzentrate und -isolate darstellt, ist ihr umfassender Einsatz in Lebens- bzw. Nahrungsergänzungsmitteln aufgrund der z. T. hohen Gehalte an antinutritiven Faktoren (ANF) sowie sensorischer Fehlnoten bislang stark limitiert.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die Voraussetzungen zu schaffen, um eine neue Generation von ANF-minimierten und sensorisch attraktiven Ackerbohnenproteinkonzentraten bzw. -isolaten zu entwickeln. Hierfür sollten die den bitter-adstringierenden Fehlgeschmack sowie das leguminosenartige Fehlaroma prägenden Schlüsselverbindungen auf molekularer Basis sowie die antinutritiven Inhaltsstoffe identifiziert und quantifiziert werden. Die Erkenntnisse zur Struktur und zu den möglichen Interaktionen der Zielverbindungen mit den Proteinen legten die Basis, um technologische Möglichkeiten zur Entfernung bzw. Abreicherung dieser Verbindungen zu erarbeiten.

Forschungsergebnisse

Um die molekularen Ursachen des bitter-adstringierenden Fehlgeschmacks von Proteinkonzentraten bzw. -isolaten aus Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) zu bestimmen, wurde im Rahmen dieses Projekts der *Sensomics Approach* angewandt. Mit Hilfe einer aktivitätsorientierten Fraktionierung und verschiedener massenspektrometrischer und kernresonanzspektroskopischer Experimente konnten verschiedene Bitterstoffe identifiziert werden. Zur Bestimmung der Geschmacksaktivität der Analyten über die Berechnung der Dose-over-Threshold (DoT) Faktoren wurden zunächst die Geschmackschwellenwerte bestimmt und die Verbindungen mittels eines UHPLC-MS/MS-Systems quantifiziert. Insgesamt konnten so neben Vicin und Convicin acht weitere bislang literaturunbekannte Derivate dieser Verbindungsklasse (Aminopyrimidinglykoside) identifiziert werden. Hierbei handelt es sich um Isovaleryl-, Dicarbonsäure- und Diglykosid-Derivate. Zusätzlich wurden Fettsäuren und deren Oxidationsprodukte, sowie weitere Verbindungen wie L-DOPA-3-Hexose und Dihydrophasein-4‘-O-*β*-Glucosid identifiziert. Als Schlüsselbitterstoffe konnten Vicin, Convicin, Isovalerylvicin, Isovalerylconvicin, L-DOPA-3-Hexose, Linol-, Linolen-, und Ölsäure bestimmt werden. Abschließende Rekonstitutionsversuche ergaben, dass die identifizierten Bitterstoffe ausreichen, um den bitteren Fehlgeschmack der Ackerbohnenproteine zu erklären.

Zusätzlich wurde im Rahmen des Projekts das leguminosenartige Fehlaroma der Proben mittels des an den Forschungseinrichtungen entwickelten molekularsensorischen Konzepts zur Identifizierung von Schlüsselgeruchsstoffen untersucht. Durch Gaschromatographie-Olfaktometrie (GC-O) konnten insgesamt 52 Geruchsstoffe in den Proben wahrgenommen werden. Die Quantifizierung der identifizierten Geruchsstoffe erfolgte unter Verwendung von stabilisotopensubstituierten Verbindungen als interne Standards und GC-MS-, GC-GC-MS- und GC×GC-MS-Messungen. Zur Abschätzung der Geruchsrelevanz der einzelnen Verbindungen wurde auf Basis der ermittelten Konzentrationen und der orthonasal in Wasser bestimmten Geruchsschwellenkonzentration (OTC) Odor Activity Values (OAVs) berechnet. Zur Verifizierung der analytischen Daten wurde ein Rekonstitutionsversuch durchgeführt. Durch das Zusammenspiel der Geruchsstoffe 3-(Methylsulfanyl)propanal, Hexanal, (2*E*,4*E*,6*Z*)-Nona-2,4,6-trienal, (2*E*,4*E*)-Nona-2,4-dienal, Eugenol, Essigsäure, Phenylessigsäure, 3-Hydroxy-4,5-dimethylfuran-2(5*H*)-on, 2-Phenylethan-1-ol, 4-Methylphenol und Vanillin, konnte der Geruch der ursprünglichen Proteinprobe rekonstruiert werden. Somit konnte auch die Ganzheitlichkeit der Geruchscharakterisierung bestätigt werden.

In diesem Forschungsvorhaben wurde die Identität und Wirkkonzentration von Fehlaroma- und Fehlgeschmackskomponenten in Ackerbohnenproteinprodukten ermittelt. Dies stellt die Grundlage für die zukünftige Optimierung von Züchtungs- bzw. Produktionsverfahren, um toxikologisch unbedenkliche und sensorisch optimierte Ackerbohnenproteinprodukte herstellen zu können.

Wirtschaftliche Bedeutung

Das Vorhaben eröffnet einer Vielzahl von lebensmittelherstellenden Unternehmen die Möglichkeit, regionale und nachhaltige pflanzliche Proteinalternativen in den verschiedensten Applikationen, wie z. B. Backwaren, Snacks (Extrudate), Fleischersatzprodukte (Burger Patties, Wurstwaren), glutenfreie Pasta bzw. Panaden oder in Feinkost (Hummus), einzusetzen. Innerhalb Europas ist Deutschland der mit Abstand größte Markt für pflanzenbasierte Lebensmittel. Gemessen am Umsatz war der deutsche Markt für pflanzenbasierte Lebensmittel im Jahr 2024 rund 1,7 Milliarden Euro und ist seit 2022 um 7 % gestiegen. So kann dem gegenwärtigen Trend einer nachhaltigen, gesunden vegetarischen bzw. veganen Ernährungsweise entgegengekommen werden. Von den Ergebnissen werden insbesondere KMU aus dem Bereich der Hersteller von Ackerbohnenprodukten oder verarbeitende Betriebe im B2B- oder B2C-Bereich profitieren.

Publikationen

1. FEI-Schlussbericht 2025.
2. Irmer, L.; Frank, O.; Minas, S.; Schaefer, S.; Hecht, J.; Daschner, A.; Behrens, M.; Dawid, C.: Contribution of Vicine, Convicine, and new Derivatives to the Bitter Off-Taste of Faba Bean Proteins. J. Agric. Food Chem. 74, 6, 5588–5603 (2026).

Weiteres Informationsmaterial

Technische Universität München
School of Life Sciences
Department Molecular Life Sciences
Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und Molekulare Sensorik
Lise-Meitner-Straße 34, 85354 Freising
Tel.: +49 8161 71-2901
Fax: +49 8191 71-2949
E-Mail: corinna.dawid@tum.de

Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie
an der Technischen Universität München
Lise-Meitner-Straße 34, 85354 Freising
Tel.: +49 8161 71-2901
Fax: +49 8161 71-2970
E-Mail: c.dawid.leibniz-lsb@tum.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: © Dr. Johanna Kreißl, Leibniz- LSB@TUM, Dr. Oliver Frank, TUM

Stand: 13. März 2026