

Prozess-Struktur-Beziehungen des Weizenproteins Vitalkleber



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Technische Universität München - School of Life Science Forschungsdepartment Life Science Engineering Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie, Freising Prof. Dr. Thomas Becker/M.Sc. Thekla Alpers Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Angewandte Biowissenschaften Abt. für Bioaktive und Funktionelle Lebensmittelinhaltsstoffe Prof. Dr. Katharina Scherf
Industriegruppe(n):	Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft e. V. (VGMS), Berlin Der Backzutatenverband e.V. (BZV), Berlin Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. (AGF), Detmold Weihenstephaner Institut für Getreideforschung (WIG), Freising
Projektkoordinator:	Dr. Markus Wydra Crespel & Deiters GmbH & Co. KG, Ibbenbüren
Laufzeit:	2020 – 2023
Zuwendungssumme:	€ 519.671,--

Ausgangssituation

Bei Vitalkleber handelt es sich um schonend getrocknetes und pulverisiertes Weizenprotein (Gluten), das bei der industriellen Gewinnung von Weizenstärke als Kuppelprodukt anfällt. Im Lebensmittelbereich wird Vitalkleber hauptsächlich als Zutat in Backwaren verwendet, um das Proteinnetzwerk zu stärken, die Verarbeitungseigenschaften zu steuern und die Endproduktqualität zu verbessern. Aufgrund seiner einzigartigen viskoelastischen Eigenschaften wird Vitalkleber zunehmend auch im Non-Food-Bereich, d. h. in Futtermitteln, in Kosmetika und in adhäsiven oder filmbildenden Materialien, verwendet. Neben der Verwendung unterschiedlicher Weizensorten und -qualitäten für die Stärkeherstellung ist bekannt, dass der Herstellungsprozess einen entscheidenden Einfluss auf die Struktur und Funktionalität von Vitalkleber hat. Die wichtigsten Schritte sind die Herstellung der Weizenmehlsuspension, das Auswaschen/Extrahieren des Feuchtklebers von der Stärkematrix, die Trocknung und die Pulverisierung. Empirische Erfahrungen zeigen, dass Vitalkleber von verschiedenen Herstellern und Produktionsstandorten unterschiedliche Eigenschaften haben, allerdings fehlen systematische Studien anhand gut definierter Vitalkleber-Proben zum Einfluss der Milieu- und Prozessbedingungen sowie der Nachbehandlungsschritte auf die Struktur und Funktionalität der Vitalkleber, so dass eine eigenschaftsgetriebene Herstellung bislang nicht möglich ist. Aufgrund der steigenden Bedeutung von Vitalkleber wäre dieses Wissen von hoher ökonomischer Bedeutung, da es eine gezielte Beeinflussung der Struktur und Funktionalität für verschiedenste Einsatzgebiete erlauben würde.

Ziel des Forschungsvorhabens war die systematische Aufklärung des Einflusses der Milieu- und Prozessbedingungen während der Extraktion sowie der Nachbehandlung (Trocknung und Vermahlung) auf die Struktur und Funktionalität von polymerisiertem Weizenprotein bzw. Vitalkleber. Dem Vorhaben lag die Hypothese zugrunde, dass die Netzwerkbildung der Vitalkleber durch die Herstellungsparameter definiert wird und somit die Vitalkleber-Funktionalität (v. a. ihre Wasseraufnahmefähigkeit) darüber steuerbar ist.

Auf Grundlage der Ergebnisse könnten die Milieu- und Prozessbedingungen bei der Extraktion und der Nachbehandlung so angepasst werden, dass die Vitalkleber eine möglichst schnelle und hohe Wasseraufnahmefähigkeit zeigen, um eigenschaftsgetriebene Endprodukteigenschaften zu ermöglichen.

Forschungsergebnis

Die systematische Untersuchung des Einflusses von Milieubedingungen auf die Effizienz des Extraktionsprozesses und die Vitalkleberfunktionalität zeigte, dass die Effizienz des Extraktionsprozesses durch Chloridsalze im Waschwasser und weichere Teigkonsistenzen gesteigert werden konnte. Hohe Prozesstemperaturen reduzierten die Ausbeute des Extraktionsprozesses unabhängig von der Mehlqualität oder -sorte. Hinsichtlich der Funktionalität wurden insbesondere durch die Parameter Tween 20-Konzentration im Waschwasser und Waschwassertemperatur strukturelle Modifikationen in den Vitalklebern induziert. Dies resultierte unter anderem in einer veränderten Wasseraufnahmefähigkeit der Vitalkleber. Insbesondere die rheologische Charakterisierung der Vitalkleber in Reinform, aber auch im Teigsystem erwies sich als geeignetes Tool, um die Backqualität der Vitalkleber anzunähern. Der elastische Charakter der Vitalkleber konnte durch die Milieubedingungen Tween 20, Ascorbinsäure und Chloridsalze gesteigert werden und diese Funktionalität in Teigsysteme übertragen werden, wobei die Ursachen bis in die Mikrostruktur des Proteinnetzwerkes verfolgt werden konnten. Steigende Prozesstemperaturen senkten hingegen den elastischen Charakter der resultierenden Teigsysteme. Für die Beziehung zwischen elastischer Nachgiebigkeit und dem Backverhalten konnte ein linearer Zusammenhang gezeigt werden. Eine abschließende Hauptkomponentenanalyse bestätigte das Steuerungspotential der Vitalkleberfunktionalität mittels Milieubedingungen. Die Kombination von Milieu- und Prozessbedingungen zeigte, dass durch den Einsatz von Chloridsalzen als Milieu- oder Prozessbedingung dem adversen Effekt von thermischem Stress auf die Vitalkleberfunktionalität teilweise entgegengewirkt werden kann. Ein PLSR-Modell bestätigt zudem den strukturellen Ursprung der durch den Herstellungsprozess gesteuerten VK-Funktionalität.

Eine Hauptkomponentenanalyse der durch Nachbehandlung hergestellten Vitalkleber zeigte, dass je nach Betrachtung der Messgröße ein deutlicher Einfluss des Rohstoffes, aber auch der Zusätze, unabhängig von der Mehlsorte beobachtet werden kann. Die Salze verursachten häufig ähnliche Effekte in unterschiedlichen Ausprägungen, eine Einordnung entsprechend der Hofmeisterreihe war jedoch nicht möglich. Der Zusatz an Tween 20 und Ascorbinsäure nahm vor allem Einfluss auf Glutenine, mitsamt den inbegriffenen Unterfraktionen, dem Gehalt an in SDS-löslichen (SDSS) Proteinen und damit die Summe sowie das Verhältnis aus SDSS und Gluteninmakropolymer. Die Salze dagegen verursachten in erster Linie Veränderungen im Gliadinegehalt, dem Verhältnis aus Gliadinen und Gluteninen, dem Gehalt an Disulfidbindungen und dem Verhältnis aus Disulfidbindungen und freien Thiolen. Die Zusätze 0,5 % CaCl_2 , 3 % MgCl_2 und 1 % Tween 20 bewirkten bei allen drei Mehlen deutliche Effekte für mehrere betrachtete Messgrößen. Da in der Industrie allerdings keine sortenreinen Mehle für die Produktion von Vitalkleber genutzt werden, ist der Effekt der Zusätze auf die Standard-Mehlmischung am relevantesten für die Praxis. Die divalenten Salze CaCl_2 und MgCl_2 sorgten in der Mehlmischung für ein dehnbareres, weniger starkes Glutennetzwerk, während NaCl zu einem vernetzten Glutennetzwerk mit großen Proteinaggregaten beitrug. Synergistische Effekte aus Milieu- und Prozessbedingungen zeigten, dass sich durch die thermische Behandlung während des Auswaschens und der Trocknung des Vitalklebers der Gehalt an freien Thiolen verringerte, womit der Anteil großer Proteinaggregate (Glutenine und Gluteninmakropolymer) zunahm. Proben, die zusätzlich mit Chloridsalz behandelt wurden, folgten zwar grundsätzlich der gleichen Tendenz, allerdings ließen sich die Effekte der thermischen Behandlung teilweise deutlich verringern. Eine ausgeprägte Wirkung auf die Proteinstruktur zeigte hierbei vor allem der Zusatz CaCl_2 .

Wirtschaftliche Bedeutung

Zusätze werden in der Backwarenindustrie Mehl beigemischt, um bestimmte Backeigenschaften zu erzielen. Diese Zusätze bewirken meist eine Modifikation des Glutennetzwerks, die zu Teigverfestigung oder Teigerweichung führen. Viele bisherige wissenschaftliche Untersuchungen konzentrieren sich daher ausschließlich auf die Glutenzusammensetzung in Teigsystemen. Eine systematische Aufklärung der Beziehung zwischen Prozessparametern (Auswasch-, Trocknungs-, Nachbehandlungs-, Vermahlungsbedingungen), der Struktur und damit gekoppelten Funktionalität des Weizenproteins Vitalkleber hat dagegen noch nicht stattgefunden.

Nach der Identifizierung der für eine gezielte Funktionalitätssteuerung relevanten Prozessgrößen ist es den Stärkeherstellern möglich, anwendungsspezifische VK zu produzieren. Wichtige Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Forschungsergebnisse in klein- und mittelständischen Unternehmen sind die Praxistauglichkeit, Reproduzierbarkeit und einfache Handhabung der Methoden. Durch die Aufklärung der Einflussfaktoren einer entsprechenden Nachbehandlung des Feuchtklebers kann eine schnelle und einfache Adaption der Prozessschritte vor allem in kleinen und mittelständischen Unternehmen erfolgen. Durch die im Forschungsvorhaben erzielte Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten von VK können KMUs im Bereich der VK-Produktion, als auch die weiterverarbeitende Industrie, den bisherigen, empirisch evaluierten, Einsatz durch eine wissenschaftsbasierte und funktionsorientierte Verwendung der VK ersetzen. Zudem ermöglicht die gezielte Funktionalisierung einen zielgerichteten Einsatz auch in weiteren Feldern der Lebensmittelherstellung, wie beispielsweise dem Einsatz bei der Herstellung von Fleischersatzprodukten. Auch der Ausbau der Einsatzgebiete von VK in den Non-Food-Bereich würde einen erweiterten Absatzmarkt und somit eine Umsatzsteigerung für Produzenten bedeuten.

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2023.
2. Hoeller, N., Alpers, T., Holtz, K., Whitehead, I., Becker, T. & Scherf, K.A.: Synergistic effect of washing process and after-treatment parameters on gluten protein composition, rheological, and baking properties. *Int. J. Biol. Macromol.* 339, 149678 (2026).
3. Hoeller, N. & Scherf, K.A.: Influence of salts on the protein composition and functionality of gluten. *J. Cereal Sci.* 118, 103978 (2024).
4. Höller, N. & Scherf, K.A.: Brot. Vielfalt, Inhaltsstoffe, Herstellung und aktuelle Trends. *Ernährungs Umschau.* 12, M744-M754 (2023).
5. Höller, N. & Scherf, K.A.: Einfluss verschiedener Prozessparameter und Zusätze auf die Funktionalität von Gluten. *Lebensmittelchemie.* 76(S1). 1-142, DOI: 10.1002/lemi.202258009 (2022).

Weiteres Informationsmaterial

Technische Universität München - School of Life Sciences
Forschungsdepartment Life Science Engineering
Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie
Weihenstephaner Steig 20, 85354 Freising
Tel.: +49 8161 71-3261
Fax: +49 8161 71-3883
E-Mail: thekla.alpers@tum.de

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Angewandte Biowissenschaften
Abt. für Bioaktive und Funktionelle Lebensmittelinhaltsstoffe
Adenauerring 20a, 76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-42929
E-Mail: katharina.scherf@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:



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 Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © TUM

Stand: 3. Februar 2026