

Funktionalisierung von Getreidemahlprodukten aus Weizen durch Anwendung von Hochdruck

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL), Quakenbrück, Dr. Volker Heinz/Dr. Ute Bindrich
Forschungsstelle II:	ttz Bremerhaven, BILB – EIBT, Bäckerei- u. Getreidetechnologie Prof. Dr. Klaus Lösche/Dipl.-Ing. Linda Ringer
Industriegruppe:	Der Backzutatenverband e.V. (BZV), Bonn VDMA – Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen e.V., Frankfurt
	Projektkoordinator: Dipl.-Ing. Rüdiger Jank Kuchenmeister GmbH, Soest
Laufzeit:	2009 - 2011
Zuwendungssumme:	€ 462.740,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Getreidemahlprodukte werden in unterschiedlicher Form zur Herstellung einer großen Vielfalt von Lebensmitteln eingesetzt. Eine wesentliche Funktion der Hauptbestandteile dieser Rohstoffe (Stärke, Proteine und Pentosane) besteht darin, durch eine optimale Ausbildung der räumlichen Struktur der Makromoleküle bestmögliche Produkteigenschaften zu erreichen. Um dieser Zielstellung näher zu kommen, werden gegenwärtig Zusatzstoffe (Backhilfsmittel) eingesetzt, die in einer großen Breite zur Verfügung stehen. Für viele Produktgruppen (Backwaren, Feinbackwaren u.ä.) ist es wirtschaftlich interessant, pro Mengeneinheit der Getreidemahlprodukte eine möglichst große Menge an Wasser zuzusetzen. Gleichzeitig müssen aber die Verarbeitungseigenschaften der Teige gewährleistet und bei verringertem Backverlust der Qualitätsstandard gehalten bzw. verbessert werden.

Hohe hydrostatische Drücke bieten Chancen die Wasserbindung an die makromolekularen Bestandteile des Mehls zu erhöhen, was mit den bisherigen stofflichen Einflussmöglichkeiten nicht erreicht werden kann. Dieser Effekt beruht auf zusätzlichen Bindungen zwischen den funktionellen Gruppen der Makromoleküle und dem Dipol des Wassers. Im Gegensatz dazu führt der Ein-

satz von Quellmehl bzw. Quellstärke lediglich zu einer Verbesserung der Wasserimmobilisierung. Der Bindungszustand der Wassers bleibt hier unbeeinflusst. Die Anwendung hoher Drücke hat sowohl eine Veränderung der räumlichen Struktur der Makromoleküle als auch eine Modifizierung der Clusterstruktur des Wassers zur Folge. Mit einer Erhöhung des Anteils an gebundenem Wasser sind auch sekundäre Effekte, wie die Verlängerung der Frischhaltung verbunden, da die Retrogradation des Amylopektins als wesentlicher Aspekt der alterungsbedingten Qualitätsverminderung von einem höheren Anteil amorpher (nicht kristalliner) Strukturen ausgeht.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die grundlegenden Mechanismen zu klären, die für die Anwendung von Hochdruck zur Herstellung funktionalisierter Rohstoffe bzw. Produkte mit verbesserten Eigenschaften für die Backwarenindustrie von entscheidender Bedeutung sind.

Forschungsergebnis:

Im Rahmen des Projektes wurde geklärt, unter welchen Bedingungen die Wasserbindung an Weizenmehle unterschiedlicher Ausmahlungsgrade erhöht werden kann. Dabei befindet sich das Druckoptimum von 200 MPa eher im unteren

ren Bereich der sonstigen Anwendungen des hydrostatischen Hochdrucks. Allerdings ist auch die Anfangstemperatur der Behandlung von großer Bedeutung. Als Vorzugswert wurde hier 40°C ermittelt, wobei dieser Wert in relativ engen Grenzen einzuhalten ist. Das Optimum der Behandlungsbedingungen ist jedoch weitgehend unabhängig vom Ausmahlungsgrad. Für eine effektive Erhöhung der Wasserbindung muss Wasser bei der Hochdruckbehandlung im Überschuss vorliegen.

Die Prozesse der Wasserbindung und der Veränderung der rheologischen Eigenschaften infolge makroskopischer Volumenzunahme der Mehlinhaltsstoffe konnten weitgehend entkoppelt werden. Die Veränderung der rheologischen Eigenschaften der Suspension war im optimalen Bereich der Hochdruckbehandlung insgesamt relativ gering und nicht an eine Veränderung der Struktur der Stärkekörner gekoppelt. Allerdings haben die experimentellen Untersuchungen ergeben, dass der Stoffzustand nach der Hochdruckbehandlung nicht zeitstabil ist. Die angestrebten Effekte bilden sich im Zeitraum > 2 Stunden wieder zurück. Aus diesem Grund ist die Weiterverarbeitung der hochdruckbehandelten Suspension an relativ enge zeitliche Grenzen gebunden.

Der Kristallzustand der Stärke veränderte sich durch die erhöhte Wasserbindung nicht. Auch die Primär- und Sekundärstruktur der Proteine blieb praktisch unverändert. Lediglich der Vernetzungszustand der Proteine war druckbedingten Veränderungen unterworfen. Die Zeitabhängigkeit des Stoffzustands der hochdruckbehandelten Suspension war in Zusammenhang mit der Technofunktionalität beim Einsatz in Modellbrot getestet worden, wobei 20 % der Mehlmenge durch funktionalisiertes Mehl ersetzt wurde. Dabei ergab sich als eindeutiges Ergebnis, dass Eigenschaftsveränderungen in Hinblick auf die Verbesserung der Gebäckqualität nur erreicht werden können, wenn die hochdruckbehandelte Suspension unmittelbar nach der Funktionalisierung verarbeitet wurde. Der positive Effekt der Hochdruckbehandlung war nach 24 Stunden Lagerzeit der Suspension nicht mehr nachweisbar. Dieses war auch die Ursache dafür, dass bei den anwendungstechnischen Versuchen der Forschungsstelle 2 keine Qualitätsverbesserungen im Vergleich mit dem Standard gefunden wurden.

Dieses Ergebnis und die Zielstellung der Entwicklung von lagerfähigen Compounds resul-

tierte in der Notwendigkeit der Stabilisierung der Funktionalität der hochdruckbehandelten Suspensionen. Die durchgeführten Untersuchungen ergaben, dass die Wechselwirkungen mit Wasser nach der Funktionalisierung möglichst rasch unterbunden werden müssen. Möglichkeiten hierfür sind Sprühtrocknung oder Gefriertrocknung. Die Gefriertrocknung als Methode der Stabilisierung wurde im Rahmen der Projektbearbeitung durchgeführt und diese Produkte auch in Anwendungsversuchen getestet. Dabei wurde ermittelt, dass ein einfacher Austausch von Mehl gegen gefriergetrocknetes funktionalisiertes Mehl die Produktqualität nicht positiv beeinflusst. Ergänzende Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass nach einer ausreichenden Rehydratisierung die Wasserbindung sogar noch gesteigert werden kann. Damit besteht durchaus die reale Chance, z.B. mittels Sprühtrocknung, lagerfähige funktionelle Compounds zu erhalten.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Der aktuelle Backwarenmarkt ist durch einen kontinuierlichen Konzentrationsprozess und durch die Ausweitung der Marktverflechtung auf europäischer Ebene gekennzeichnet. Auf der anderen Seite wirken sich aktuelle politische und gesellschaftliche Diskussionen (wie Ernährungsfragen, Produktsicherheit und -qualität, Rohstoffversorgung) unmittelbar auf die Beteiligten des Backwarenmarktes aus. In diesem Kontext ist es insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen zunehmend wichtig, zeitnah auf die Anforderungen des Absatzmarktes mit spezifischen und zielgerichteten Entwicklungen einzugehen. Hierzu zählt neben Produktinnovationen auch der entsprechende Wissenszuwachs durch neue Ansätze in der Verfahrens- und Produktentwicklung. Dieses ist sowohl für Hersteller von Backgrundstoffen als auch für das Backgewerbe selbst relevant. Der Einsatz von physikalisch hinsichtlich der Wasserbindung modifizierten Getreidemahlprodukten soll alternativ zu konventionellen Backmitteln erfolgen. Das Einsatzgebiet liegt dort, wo bewusst auf Zusatzstoffe verzichtet werden soll („clean label“). Die Backmittelindustrie hat dadurch den Nutzen, dass ihre Toolbox entsprechend dieser Anforderungen erweitert werden kann.

Die Ergebnisse des Projektes belegen, dass die erwarteten Ergebnisse hinsichtlich besserer Produktqualität ohne Einsatz von Backmitteln möglich sind. Allerdings muss die hochdruckbehandelte Suspension unmittelbar weiterverarbeitet

werden. Dieser Sachverhalt macht eine Hochdruckbehandlung vor Ort erforderlich. An sich ist die Anwendung von hydrostatischem Hochdruck mit erheblichen Investitions- und laufenden Kosten verbunden. Durch die Tatsache, dass bereits moderate Drücke zu den gewünschten Effekten führen, können sich die Anlagenkosten erheblich verringern, denn es kann auf bestimmte Spezialbauteile verzichtet und es können Standardkomponenten eingesetzt werden. Auch die Kosten für die laufende Wartung verringern sich, denn Ventile und Dichtungen haben eine erheblich längere Lebensdauer, wenn der Druck den optimalen Bereich von 200 MPa nicht übersteigt.

Durch die Tatsache, dass die Stabilisierung der Funktionalisierung möglich ist, besteht auch die Chance, dass durch die Backmittelindustrie haltbare Compounds hergestellt werden können. Allerdings wären hierfür die Sprühtrocknung an das Stoffsystem hochdruckbehandelter Suspensionen anzupassen und die Parameter für die Regenerierung zu ermitteln. Hierdurch wäre Backwarenunternehmen aller Größenordnungen die Vorzüge funktionalisierter Mehle aus Weizen zugänglich, was sich positiv auf die Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Maßstab auswirken könnte.

- Ringer, L., Bindrich, U. und Lösche, K.: Einfluss einer Hochdruckbehandlung von Mehl-Wasser-Systemen auf rheologische Eigenschaften von Weizenteigen. Cereal Technol. 2, 80-90 (2012).

Weiteres Informationsmaterial:

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)
Prof.-von-Klitzing-Str. 7, 49610 Quakenbrück
Tel.: +49 5431 183-114
Fax: +49 5431 183-200
E-Mail: u.bindrich@dil-ev.de

ttz Bremerhaven, BILB – EIBT,
Bäckerei- und Getreidetechnologie
Am Lunedeich 12, 27572 Bremerhaven
Tel.: +49 471 97297-12
Fax: +49 471 97297-22
E-Mail: loesche@ttz-bremerhaven.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

Publikationen (Auswahl):

- FEI-Schlussbericht 2011.
- Lampe, D., Strijowski, U., Heinz, V. und Bindrich, U.: Effect of medium hydrostatic pressure on the properties of wheat flour main biopolymers. J. Cereal Sci. 57 (3), 411-417 (2013).
- Lampe, D. und Bindrich, U.: Atomic Force Microscopy (AFM) Reveals the effect of hydrostatic pressure on wheat starch particle surfaces. Nonthermal Proc. Division IFT Bulletin 13 (3), 7-8 (2012).

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

gefördert durch/via:

