

Fraktionierung und getrennte Ausnutzung des technologisch-funktionellen Potentials der Eigelbhauptfraktionen Plasma und Granula

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Technische Universität München Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung Abt. Technologie Prof. Dr. U. Kulozik/Dipl.-Ing. T. Strixner
Industriegruppen:	Bundesverband der Deutschen Eiprodukten-Industrie e.V., Bonn Verband der Hersteller kulinarischer Lebensmittel e.V., Bonn
	Projektkoordinator: Dipl.-Ing. M. Molitor Tate & Lyle Food Systems GmbH, Lübeck
Laufzeit:	2009 - 2011
Zuwendungssumme:	€ 290.600,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Hühnereigelb besitzt eine dominierende Position als Emulgator in der Lebensmittelindustrie. Eigelb ist ein komplexes System zahlreicher Lipide, Proteine und Lipoproteine mit einem Trockenmassegehalt von ca. 50 %, das sich durch die gezielte Veränderung von Milieu- und Prozessbedingungen in seiner Funktionalität beeinflussen lässt. Natürliches Eigelb besteht zu 80 % aus einer Plasma-Fraktion und zu 20 % aus Eigelbpartikeln, den so genannten Granula. Plasma ist die wasserlösliche Fraktion des Eigelbs, sie besteht zu 85 % aus Low-Density-Lipoproteinen (LDL). Die sedimentierbaren Granulabestandteile bestehen aus High-Density-Lipoproteinen (HDL) und Phosvitin, die durch Calcium-Phosphat-Brücken miteinander verbunden sind. Bislang wird das Anwendungspotential der Eigelbhauptfraktionen wirtschaftlich nicht genutzt, da Prozessparameter zur Durchführung einer industriell relevanten Trennung von Eigelb zur Erzeugung der Plasma- und Granula-Fraktionen nicht ausreichend beschrieben bzw. optimiert sind.

In der industriellen Praxis hat sich die Behandlung von Eigelb mittels des Enzyms Phospholipase (PLA₂) etabliert. PLA₂ bewirkt eine Abspaltung einer Fettsäure in Position 2 von Phospholipiden mit der Folge eines gesteigerten

Emulgiervermögens und einer deutlich höheren Hitzestabilität des hydrolysierten Eigelbs. Eigelb ist nur begrenzt lagerstabil. Um die mikrobielle Stabilität des Eigelbs zu verbessern, Transport und Lagerkosten zu reduzieren und die Handhabung zu vereinfachen, wird sehr häufig eine Trocknung des Eigelbes durchgeführt.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, eine praktikable Trennung von Eigelb in Plasma- und Granulafraktion in einem größeren Maßstab verfahrenstechnisch zu etablieren, um anschließend neue Konzepte für eine optimale Verwendung der einzelnen Fraktionen auszuarbeiten. Es galt dabei, die technologisch-funktionellen Eigenschaften der Eigelbhauptfraktionen in Hinblick auf den Einfluss einer enzymatischen Hydrolyse in Kombination mit einer Sprühtrocknung zu untersuchen.

Forschungsergebnis:

In einem ersten Schritt wurde die zentrifugale Trennung von Eigelb im Labormaßstab untersucht. Dabei lag der Fokus sowohl auf den produktspezifischen Einflussgrößen (pH-Wert, Ionenstärke, Calciumgehalt) als auch auf den prozessseitigen Einflussgrößen (g-Zahl, Verweilzeit, Temperatur). Im Rahmen des Vorhabens konnte ebenfalls ein industrielles Verfahren zur

Trennung von Eigelb in seine Hauptbestandteile, der Granula- und Plasma-Fraktion, bei zentrifugalen Beschleunigungen bis 10.000 g mit vorangeschalteter Verdünnung und Temperierung erarbeitet werden. Um sedimentationsbehindernde Effekte zu umgehen, muss hierfür eine Verdünnung des Eigelbs vor der Trennung erfolgen. Die kritische Trockenmasse-Konzentration liegt bei 33 %, wenn pasteurisiertes Eigelb mit einer 1 %igen NaCl-Lösung verdünnt wird. In einem an die Verdünnung anschließenden Schritt erfolgte zusätzlich eine Temperierung des verdünnten Eigelbs auf 50 °C. Durch diesen Schritt kann die Viskosität der Eigelbsuspension weiter gesenkt werden. Die viskositätsbedingten, sedimentationsbehindernden Effekte werden deutlich reduziert und dadurch optimale fluiddynamische Voraussetzungen für die Trennung geschaffen. Für die Trennung von Eigelb erwies sich im Labormaßstab eine Einkammer-Röhrenzentrifuge in kontinuierlicher Betriebsweise als geeignet. Für den industriellen Maßstab hat sich eine besondere Dekantierzentrifugbauform, der Sedicanter (Fa. Flottweg, Vilsbiburg), als geeignet gezeigt, da die positiven Eigenschaften eines Dekanters (hohe Sedimentfracht und aktiver Sedimenttransport) mit denen der Tellerzentrifuge (hohe g-Zahlen) kombiniert werden. Sowohl im Labormaßstab als auch im industriellen Maßstab wurde ein Abscheidegrad der Granula-Fraktion aus der Plasma-Fraktion von > 99 % erzielt. Weiterführend zeigte sich, dass durch einen sauren pH-Wert die Trenneffizienz verschlechtert wird. Infolge einer Einlagerung von LDL-Bestandteilen bei pH 4,0 in die Granula-Mizellen sinkt die spezifische Dichte der Granula-Fraktion. Hieraus resultiert eine reduzierte Abscheideleistung. Ein inverses Verhalten wurde für einen erhöhten Calcium-Gehalt festgestellt. Durch eine Zugabe von 30 mmol/l Ca²⁺ steigt die spezifische Dichte der Granula-Mizellen, welche in Folge deutlich besser abgetrennt wurden.

Die getrennte enzymatische Modifikation der reinen Granula- bzw. der reinen Plasma-Fraktionen erlaubt ein separates Einstellen der Milieubedingungen (Ionenstärke, pH-Wert), so dass eine gezielte Steigerung des enzymatischen Effektes möglich ist. Die getrennt gewonnenen und separat PLA₂-modifizierten und milieugepassten Granula- bzw. Plasma-Fraktionen werden dann separat getrocknet. Dabei können die thermischen Bedingungen (Lufteintritts- und Luftaustrittstemperatur, Verweilzeit) im Trockner für beide Fraktionen in unterschiedlicher Weise eingestellt werden und daraus resultierend die

Funktionalität der Fraktionen als strukturgebende Komponenten in weiten Bereichen variiert werden.

Es zeigte sich, dass eine enzymatische Modifikation der Plasma-Fraktion mittels PLA₂ vor der Sprühtrocknung in Hinblick auf die strukturgebenden und grenzflächenstabilisierenden Eigenschaften nach der Trocknung deutliche Vorteile aufweist. Durch den Einsatz einer sprühgetrockneten und enzymatisch behandelten Plasma-Fraktion werden in Emulsionen die Konsistenz und das Mundgefühl deutlich verbessert. Die Herabsetzung der Grenzflächenspannung wird durch den Einsatz einer enzymatisch-thermisch modifizierten Plasma-Fraktion sogar gegenüber der nativen, nicht getrockneten Probe deutlich gesteigert. Die sensorischen Eigenschaften einer sprühgetrockneten, PLA₂-behandelten Plasma-Fraktion entsprechen denen von Gesamteigelb, der geschmackliche und geruchliche Eigelbcharakter wird verstärkt, die Farbintensität wird gesteigert. Dadurch werden neue Freiheitsgrade beim Produktdesign möglich. Die freien Fettsäuren in einer sprühgetrockneten PLA₂-modifizierten Plasma-Fraktion erzeugen keinen bitteren Fehlgeschmack, d.h. es ist kein „off flavor“ in Produkten wie Mayonnaise feststellbar.

Für die Granula-Fraktion konnten folgende Struktur-Funktions-Beziehungen erarbeitet werden. Eine Dissoziation der Granula-Bestandteile vor der Trocknung durch Ionenstärkeerhöhung und enzymatischer Modifikation führt zu einer verbesserten Löslichkeit und Viskositätserhöhung der rehydratisierten Granula-Pulver. Eine Kombination von neutralem pH-Wert, hohem Salzgehalt und enzymatischer Modifikation führt bei einer sprühgetrockneten Granula-Fraktion zu überragenden Strukturbildungseigenschaften. Geschmacklich und geruchlich sind Mayonnaisen stabilisiert mit sprühgetrocknetem Granula neutral und farblich weiß. Damit sind zusätzlich ideale Voraussetzungen für einen Einsatz als Stabilisator gegeben.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Ergebnisse können sowohl in der Eiproduktenindustrie als auch in der Feinkostindustrie eingesetzt werden. Die Eiproduktenindustrie kann einen verfahrenstechnisch etablierten Prozess zur Trennung von Eigelb in die Fraktionen Plasma und Granula anwenden. Der Rohstoff Eigelb und seine Funktionalität zum Herstellen von Emulsionen gewinnt durch die Nutzung der Eigelbhauptfraktionen in getrennter Form zusätz-

lich an Wert. In Hinblick auf eine gleichmäßige und vor allem vorhersagbare Produktqualität werden die Eiproduktehersteller in die Lage versetzt, einen verfahrenstechnisch beherrschbaren Prozess anzuwenden.

Mit den Ergebnissen des Forschungsvorhabens ist die Voraussetzung zur Entwicklung neuer innovative Produkte und Rohstoffe mit technofunktionellem Potential und mit deutlich höheren Wertschöpfungsmargen geschaffen. Es eröffnen sich mehrere Anwendungsebenen, welche gerade von flexiblen kleinen und mittelständischen Unternehmen aufgegriffen und schnell umgesetzt werden können. Es wurde die Basis zur Erzeugung der Eigelbhauptfraktionen Plasma und Granula in Reinform geschaffen und somit zur Entwicklung von innovativen, funktionell begründeten Eiprodukten bzw. sonstigen Lebensmittelkonzepten mit höherem Erlöspotential im Vergleich zu klassischen Eiprodukten. Der Verkauf von modifizierten Eigelb-Fraktionen als funktionelle Substanzen (Zusatz- oder Rohstoff) sowie eine bessere Produktspezifizierung von Proteinpulvern und Eiprodukten mit Garantie der Stabilität sind möglich.

4. Strixner, T. und Kulozik, U.: Influence of chemical and structural characteristics of egg yolk granula and plasma fraction on the continuous centrifugal separation process of liquid egg yolk. Proc. WCPT 6, ISBN 978-3-00-030570-2 (2010).
5. Strixner, T. und Kulozik, U.: Emulsifying properties of egg yolk plasma and granules influenced by environmental conditions. 13th Food Colloids 2010, ISBN 978-84-338-5089-8, 103-104 (2010).
6. Strixner, T., Betz, M. und Kulozik, U.: Fractionation of liquid egg yolk: Influence of chemical and structural characteristics of egg yolk granular and plasma fraction on the continuous centrifugal separation process. ICEF Proc., ISBN 978-960-89789-7-3, 1687-1689 (2011).
7. Strixner, T. und Kulozik, U.: Spray drying as innovative processing tool: Combined effects of spray drying and enzymatic treatment on the techno-functional properties of the dried egg yolk main fractions granula and plasma. NDC 2011 Proc., ISBN 978-82-92739-84-6 (2011)

Der Schlussbericht ist für die interessierte Öffentlichkeit bei der Forschungsstelle abzurufen.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2012.
2. Strixner, T. und Kulozik, U.: Fraktionierung der Eigelbhauptbestandteile Granula und Plasma: Einfluss von physikalisch-chemischen und strukturgebenden Faktoren auf den kontinuierlichen Zentrifugationsprozess. Jahresbericht z. Milchwiss. Forsch. ZIEL Weihenstephan, 102-103 (2009).
3. Strixner, T. und Kulozik, U.: Innovative Emulgatorsysteme aus natürlichen Rohstoffen: Einfluss von Milieubedingungen und enzymatischer Modifikation auf die emulgativen Eigenschaften der Eigelbhauptfraktionen Granula und Plasma. Jahresbericht z. Milchwiss. Forsch. ZIEL Weihenstephan, ISBN 978-3-939182-34-4, 107-110 (2010).

Weiteres Informationsmaterial:

Technische Universität München
Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittel-
forschung, Abt. Technologie
Weihenstephaner Berg 1
85350 Freising-Weihenstephan
Tel.: 08161/71-3535, Fax: 08161/71-4384
E-Mail: ulrich.kulozik@wzw.tum.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn
Tel.: 0228/372031, Fax: 0228/376150
E-Mail: fei@fei-bonn.de

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

8. gefördert durch/via:



9.

Das o.g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.