

Gezielte Kristallisation von fettbasierten Systemen für Überzüge und Sperrschichten zur Minimierung des Stofftransports

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik (DIL), Quakenbrück Dr. Volker Heinz/Dr. Ute Bindrich/Dr. Knut Franke
Industriegruppe:	Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V. (BDSI), Bonn
Projektkoordinator:	Dr. Jörg Klinkmann August Storck KG, Halle (Westfalen)
Laufzeit:	2011 – 2013
Zuwendungssumme:	€ 254.250,- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Überzüge auf der Basis einer kontinuierlichen lipophilen Phase werden in vielen Bereichen bei der Herstellung von Süßwaren und Backwaren eingesetzt. Am wichtigsten ist die Dekoration von Oberflächen, um den Stofftransport, z.B. eine Feuchteabgabe in die Umgebung, zu verringern. Fettbasierte Sperrschichten werden verwendet, um die Feuchtediffusion zwischen Schichten mit unterschiedlicher Wasseraktivität, z.B. zwischen Gebäck und Füllung, zu reduzieren. Durch die geeignete Anwendung derartiger Barrierschichten wird die Qualität komplex zusammengesetzter Erzeugnisse besser erhalten. Bisher war bekannt, dass derartige Sperrschichten eine kompakte und dichte Struktur aufweisen sollten, um den Stofftransport zu minimieren. In der Regel wurden dafür Fette mit einem höheren Schmelzbereich, häufig auch teilgehärtete Fette, eingesetzt, die bei Raumtemperatur eine entsprechend feste Konsistenz aufweisen.

Aufgrund der Diskussion um diese teilgehärteten Fette (trans-Fettsäuren) ist die Lebensmittelindustrie interessiert, Alternativen zu diesen Fetten zu finden. Dabei besteht die Herausforderung darin, durch eine geeignete Kombination von transfettsäurefreien Fetten bzw. Fettfraktionen ergänzt durch eine angepasste Verarbeitung die erforderlichen Eigenschaften für die Barrierschichten zu erreichen. Bisher allerdings erfolgen Auswahl und Kristallisation der Fettgemische weitgehend empirisch, so dass es zu Fehlchar-

gen durch ungeeignete Fette bzw. zu Abweichungen bei deren Verarbeitung kommen kann. Es wurde davon ausgegangen, dass die Barriereigenschaften der fettbasierten Systeme hinsichtlich Feuchtemigration nicht nur vom Fettgehalt, sondern auch von der Kristallstruktur abhängen. Diese Eigenschaften können sowohl durch die Rohstoffe als auch über den Prozess beeinflusst werden.

Es wird angestrebt, durch eine geeignete Kombination von Fettgemischen, Zusätzen und Prozessbedingungen die Eigenschaften der fettbasierten Sperrschichten bzw. Überzüge so einzustellen, dass eine stabile und für den jeweiligen Einsatzzweck ausreichend „dichte“ Struktur erzeugt wird. Bisher wurden derartige Untersuchungen vorwiegend an Modellsystemen mit wenigen, definierten Triacylglyceriden (TAG) und vorrangig mit Blick auf die Herstellung von Streichfetten durchgeführt.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die wissenschaftlich-technischen Grundlagen für eine gezielte Einstellung von Barriereigenschaften (Minimierung des Stofftransports) bei fettbasierten Sperrschichten sowie der Konsistenz bei Überzügen auf Fettbasis zu erarbeiten. Eine wesentliche Randbedingung dabei war die Berücksichtigung der Forderung, dass diese frei von teilgehärteten Fetten sind. Um die industrielle Umsetzbarkeit sicherzustellen, sollten natürliche Fette und Öle und deren Fraktionen mit unterschiedlichen Anordnungen der gesättigten und

ungesättigten Fettsäuren in den TAG einbezogen werden. Zudem wurde die Kettenlänge der gesättigten Fettsäuren durch Einsatz von entsprechenden Fetten bzw. deren Fraktionen variiert.

Forschungsergebnis:

Im Rahmen des Projektes wurden in unterschiedlichen Versuchsreihen Mischungen aus verschiedenen Fetten bzw. Fettfraktionen mit jeweils einem hochschmelzenden Fett (Stearinkomponente) und einem niedrigschmelzenden Fett bzw. Öl (Oleinkomponente) kristallisiert und umfassend charakterisiert. Bei sehr vielen Mischungen zeigten sich Inkompatibilitäten der TAG, die zu niedrigen Festfettgehalten im Vergleich zu denen der Einzelkomponenten führten. Die Bedingungen bei der Kristallisation hatten kaum einen Einfluss auf die Peaktemperatur, wohl aber auf die Festigkeit der erstarrten Gemische. Die Gemische nach Scherkristallisation während der Erstarrung waren weicher als die nach statischer Kristallisation. Die Festigkeit war tendenziell vom Festfettgehalt der erstarrten Mischungen abhängig, variierte allerdings für den gleichen Festfettgehalt teilweise erheblich. Auch eine Vorkristallisation der Gemische bei einer Temperatur unterhalb der Peaktemperatur der hochschmelzenden Phase mit anschließender Erstarrung ohne Scherung zeigte für die untersuchten Fettgemische keinen Vorteil bezüglich der mechanischen Eigenschaften.

Die Strukturen der Fettkristallnetzwerke zeigten je nach Mischung und Vorbehandlung sehr deutliche Unterschiede. Inhomogene Netzwerke mit sehr vielen lokalen Verdichtungen waren ein Indiz für geringe Festigkeiten, während homogenere Strukturen ohne Verdichtungen feste Netzwerke ergaben. Die mit der trendkorrigierten Fluktuationsanalyse (DFA) bestimmten Strukturexponenten korrelierten sehr gut mit der mechanischen Festigkeit der Netzwerke, so dass die Konsistenz derartiger Systeme aus den Strukturdaten der Kristallnetzwerke vorhergesagt werden kann. Das gilt auch dann, wenn den Fettgemischen Emulgatoren, wie z.B. Lecithin oder Sorbitantristearat, bzw. Feststoffe zugesetzt werden.

Die Barriereigenschaften der Fettgemische bezüglich Feuchtemigration wurden in einem Lebensmittel-Modellsystem bestehend aus einer trockenen Lage (Keks), einer feuchten Lage (Biskuit) sowie der fettbasierten Barrierschicht zwi-

schen diesen Lagen charakterisiert. Aus der Zunahme der Feuchte in dem Keks über der Lagerzeit wurde ein Stofftransportkoeffizient ermittelt, der die Barrierewirkung beschreibt. Die sehr unterschiedlichen Barrierewirkungen der untersuchten Fettgemische konnten ebenfalls mit den Strukturen der Kristallnetzwerke korreliert werden. Allerdings sind für eine gute Barrierewirkung völlig andere Strukturen erforderlich als für eine hohe mechanische Festigkeit. Eine gute Barrierewirkung ist durch Strukturen gekennzeichnet, bei denen größere, zusammenhängende Bereiche an flüssiger Phase erkennbar sind. Wenn hingegen das flüssige Fett in kleinteiligen Strukturen weitgehend immobilisiert ist, sind zwar hohe Festigkeiten, aber ungünstige Barriereigenschaften zu verzeichnen. Auch diese Zusammenhänge konnten durch empirische Gleichungen beschrieben werden.

Bezüglich der lipophilen Zusätze konnte beispielweise gezeigt werden, dass der Zusatz von Sorbitantristearat eine deutliche Verringerung der Festigkeit ergibt, während der Zusatz von Zuckerestern zu Fettgemischen mit Milchfettstearin die Festigkeit erhöhte. Die Wirkung der Zusätze bezüglich der Barriereigenschaften hängt in hohem Maße von der Barrierewirkung der reinen Fettgemische ab. Bei Gemischen mit guten Barriereigenschaften wirken die Zusätze zum Teil kontraproduktiv, während bei Gemischen, die im reinen Zustand eher geringe Barrierewirkungen aufwiesen, durch den Zusatz deutliche Verbesserungen erreichbar waren. Der Einfluss der Feststoffe, z.B. Puderzucker oder Stärke, in den Fettgemischen auf deren Schmelzverhalten und Festigkeit hängt im hohen Maße vom Typ der Fette ab. So haben die Feststoffe beim rekombinierten Palmfett einen erheblichen Einfluss auf diese Parameter, verhalten sich in Fettgemischen mit Milchfettstearin aber weitgehend inert.

Somit konnten als Ergebnis des Projektes die Strukturen der Kristallnetzwerke, die für die Konsistenz der erstarrten Fettgemische als auch für deren Barrierewirkung hinsichtlich Verringerung des Feuchtetransports erforderlich sind, definiert werden. Zudem liegen nunmehr erstmals Daten vor, wie diese Eigenschaften bei unterschiedlich zusammengesetzten Fettgemischen gezielt einstellbar sind.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Ergebnisse des Projekts sind vor allem für die Hersteller von Süßwaren sowie für das Backgewerbe (Handwerk und Industrie) relevant, da diese nunmehr gezielter als bisher die Eigenschaften ihrer Produkte einstellen können. Durch den Zuwachs an Know-how lässt sich die Qualität, insbesondere in komplex zusammengesetzten Erzeugnissen, über einen längeren Zeitraum besser stabilisieren und unerwünschte Veränderungen durch den Stoffaustausch zwischen verschiedenen Lagen, der z.B. zu einer Konsistenzverweichung führt, lassen sich sicherer vermeiden. Die im Projekt angestrebte Qualitätserhaltung der Erzeugnisse über einem möglichst langen Zeitraum spielt eine immer größere Rolle gerade auch für die einheimischen Hersteller von Süß- und Dauerbackwaren. Gerade mit komplexen, d.h. aus mehreren Schichten mit zum Teil unterschiedlicher Wasseraktivität zusammengesetzten Erzeugnissen sind innovative Produktideen mit entsprechender Wertschöpfung umsetzbar. Zur Sicherstellung der Erhaltung der Qualität über die gesamte Haltbarkeitsdauer ist die gezielte Verhinderung bzw. Verringerung des Stofftransports sehr häufig die entscheidende Voraussetzung.

Die besondere Relevanz des Vorhabens für KMU ergibt sich aus der Notwendigkeit, die bisher eingesetzten teilgehärteten Fette komplett aus den fettbasierten Barrierschichten zu eliminieren. Dadurch können viele Unternehmen das über viele Jahre für diese Fette empirisch erarbeitete und optimierte Know-how nicht mehr verwenden. Die mit dem Projekt angestrebte Verbesserung der Kenntnisse über fettbasierte Sperrschichten bzw. Überzüge wird dazu beitragen, dass dieses Wissen über geeignete Fettsysteme ohne gehärtete Fette im erforderlichen Maße verfügbar sein wird.

Somit werden Unternehmen in die Lage versetzt, hochwertige und stabile Produkte anzubieten und ihre Wertschöpfung zu erhöhen. Insbesondere die Erhaltung der hohen Qualität derartiger Erzeugnisse über einen längeren Zeitraum ermöglicht eine bessere Produktionsabstimmung, so dass Herstellungskosten gespart werden können. Zudem werden die Entwicklungszyklen für diese komplexen Produkte verkürzt, da die zeitaufwendigen Lagerversuche auf das notwendige Minimum beschränkt und unnötige Trial-und-Error-Testreihen vermieden werden. Das spart in den Unternehmen Zeit und Ressourcen.

Ähnliche Effekte lassen sich auch für den Bereich der Feinen Backwaren erwarten. Auch hier können Erkenntnisse aus dem Projekt, insbesondere in Hinblick auf die Optimierung der Überzüge, zu neuen Produktideen und einer verbesserten Qualität der Erzeugnisse führen. Das bedeutet z.B., dass Sandkuchen ihre Feuchtigkeit besser halten können und damit bei hoher Qualität über einen längeren Zeitraum mit einem entsprechenden Preis verkaufbar sind. Dies ermöglicht eine höhere Wertschöpfung und verbessert die Wettbewerbssituation der Unternehmen.

Zusätzliche wirtschaftliche Effekte lassen sich auch für den Bereich der Zuliefererindustrie erwarten. Durch die verbesserte Kenntnis der Zusammenhänge in den fettbasierten Systemen, die als Überzüge geliefert werden, können Zulieferer ihre Kunden zielgerichteter beraten. Das betrifft neben der Auswahl der Fette und Öle auch die angepasste Verarbeitung der Gemische, was insbesondere unter dem Aspekt des Exports derartiger Produkte für die deutschen Zulieferer interessant ist. Auf diese Weise können sie gegenüber Wettbewerbern einen Zusatznutzen generieren, der ihre Stellung auf dem Weltmarkt verbessert.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2014.
2. Franke, K., Bindrich, U. und Heinz, V.: Fat crystal network structures have a strong influence on properties of fat-based barrier layers. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 117, DOI: 10.1002/ejlt.201400576 (in press) (2015).
3. Franke, K. und Heinz, V.: Fat based pastry layers and crystal network structures. *Kennedy's Bakery Prod.* 9, 10-13 (2015).
4. Franke, K. und Bindrich, U.: Sperrschichten in Gebäcken, Teil 1. *Brot Backw.* 62 (4), 40-45 (2014).
5. Franke, K. und Bindrich, U.: Sperrschichten in Gebäcken, Teil 2. *Brot Backw.* 62 (5), 60-64 (2014).
6. Franke, K. und Bindrich, U.: Understanding the barrier properties of fat-based layers in pastries. *Baking Biscuit Intern.* 1, Spec. Iss., 20-27 (2014).

Weiteres Informationsmaterial:

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)
Prof.-von-Klitzing-Str. 7, 49610 Quakenbrück
Tel.: +49 5431 183-144
Fax: +49 5431 183-200
E-Mail: k.franke@dil-ev.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 9079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

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

gefördert durch/via



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