

## Untersuchungen zur Gewinnung und Anwendung von Proteinmehlen und Ballaststoffkonzentraten als Lebensmittelzutaten aus Leinschrot

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle I:</b>	Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV), Freising Prof. Dr. H.-C. Langowski/Dr. K. Müller
<b>Forschungsstelle II:</b>	Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung (ILU), Nuthetal Dipl.-Ing. P. Kretschmer/Dr. H. Kaiser
<b>Industriegruppe:</b>	Verband Deutscher Ölmühlen e.V., Berlin
	Projektkoordinator: Prof. Dr. H.-U. Endreß Herbstreith & Fox KG, Neuenbürg
<b>Laufzeit:</b>	2005 – 2007
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 327.350,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Bei der Leinölgewinnung fällt protein- (33-39 %) und ballaststoffreiches (ca. 45 %) Leinschrot an, das bislang vorwiegend Verwendung als Futtermittel findet. Ballaststoffkonzentrate oder Proteinmehle mit akzeptablen Eigenschaftsmerkmalen (Funktionalität, Sensorik) werden daraus nicht erzeugt. In Lein sind ca. 1,2 % Lignane enthalten, für die eine anti-cancerogene Wirkung nachgewiesen wurde. Andererseits enthält Lein cyanogene Glucoside (weniger als 1%), die bei einer Fraktionierung von Leinschroten relevant werden könnten, da sie durch die Zerkleinerung schneller freigesetzt werden oder sich in einzelnen Fraktionen anreichern.

Kaum bekannt ist das Extraktionsverhalten der Hauptbestandteile in Kombination mit der Anreicherung oder Abreicherung erwünschter (Lignane) oder unerwünschter (cyanogene Verbindungen) Nebenbestandteile. Bei der Proteinisolierung wirken die löslichen Polysaccharide aufgrund ihrer rheologischen Eigenschaften störend. Sie beeinflussen das Sedimentationsverhalten und behindern eine kontinuierliche Trennung im technischen Maßstab. Erfahrungen zum technologisch funktionellen Eigenschaftsprofil und zu Anwendungen von Proteinmehlen sowie Ballaststoffkonzentraten aus Leinschrot liegen nicht vor.

Ziel des Forschungsvorhabens war deshalb die Entwicklung eines Fraktionierungsverfahrens für Leinschrot, die Übertragung des Verfahrens in den Technikumsmaßstab, die Gewinnung, Charakterisierung und Applikation von Leinschrotfraktionen (Proteine, lösliche und unlösliche Ballaststoffe) sowie die wirtschaftliche Bewertung des entwickelten Verfahrens.

### Forschungsergebnis:

Bei der Ölgewinnung im Kaltpressverfahren fallen Presskuchen aus braunen Leinsaaten an, die aufgrund der hohen Proteinlöslichkeit (> 60 %) für die Fraktionierung in Protein- und Ballaststoffprodukte geeignet sind. Oxidativer Verderb der Presskuchen und der daraus gewonnenen Produkte wird durch Hexanentölung auf Ölgehalte unter 1 %, durch Kaltvermahlung (1 °C, d<sub>50</sub> = 400 µm) und Spülung mit Stickstoff vermieden (Lagerversuche, 6 Monate, 30 °C). Auf der Grundlage eines Extraktions- und Verfahrensscreenings wurden zwei wässrige Fraktionierungsvarianten entwickelt und im Technikumsmaßstab an kontinuierliche Aggregate angepasst. Drei Leinschrotfraktionen werden mit einer saueren Extraktion (pH 4 bis 4,5) gefolgt von einer alkalischen Extraktion (pH 8 bis 8,5) gewonnen. Der saure Extrakt ist nach Neutralisation und Trocknung ein Konzentrat aus löslichen Ballaststoffen und Proteinen. Aus dem al-

kalischen Extrakt erhält man durch isoelektrische Fällung ein Proteinprodukt. Der getrocknete Extraktionsrückstand ist ein unlösliches Ballaststoffprodukt. Alternativ werden zwei Leinschrotfraktionen durch einfache alkalische Extraktion bei pH 8 gewonnen: Ein Mischprodukt aus Proteinen und löslichen Ballaststoffen (ca. 56 % Protein in Trockensubstanz (TS)) und ein unlösliches Ballaststoffprodukt (ca. 30 % Protein in TS). Funktionell und sensorisch sind alle Leinschrotfraktionen mit kommerziellen Mustern aus Soja oder Erbsen vergleichbar. Die cyanogenen Verbindungen im Schrot werden bei der Fraktionierung um 82 - 98 % reduziert. Im Technikumsmaßstab erhält man bei der Fraktionierung in drei Produkte ca. 10 % des eingesetzten Schrotes als Proteinprodukt (ca. 69 % Protein in TS), etwa 44 % als lösliches Ballaststoffkonzentrat (ca. 60 % lösliche Ballaststoffe in TS) und etwa 41 % als unlösliches Ballaststoffprodukt. Im Fällungsüberstand verbleiben ca. 7 % der Trockenmasse. In den Extrakten beträgt die Proteinausbeute in Summe knapp 60 %. Die Fraktionierung in zwei Produkte liefert ca. 48 % Mischprodukt und ca. 52 % unlösliche Ballaststoffe. Die Proteinausbeute auf der Extraktseite beträgt bei dieser Variante ca. 70 %. Bei optimierter Verarbeitung von 1.000 t Leinschrot pro Jahr zu zwei Produkten (Energieeinsparung: Ultrafiltration kombiniert mit Eindampfen von Extrakten), ist ein Return on Invest (ROI) innerhalb von ca. 5 Jahren möglich (Produktpreise: lösliches Produkt 5,50 €/kg, unlöslicher Ballaststoff 1 €/kg). Bei der Fraktionierung in drei Produkte wird der ROI in ca. 10 Jahren erreicht (Produktpreise: Proteinprodukt 6 €/kg, löslicher Ballaststoff 5 €/kg, unlöslicher Ballaststoff 1 €/kg).

Mit der Gewinnung der Leinschrotfraktionen besteht erstmals die Möglichkeit, über die Verwendung originärer Leinsaat hinaus Produkte mit einer hohen Technofunktionalität und mit gesundheitlichem Wert einzusetzen. Neben einer Analytik mit Schwerpunkt auf Ballaststoffe und Lignane wurden folgende technofunktionelle Eigenschaften näher untersucht: Viskosität und Fließverhalten, Schaumbildungsvermögen, zeitliche Schaumstabilität, mechanische Schaumstabilität, thermisch induzierte Gelbildung, Einfluss auf Stärkegele sowie Einfluss auf die Rheologie von Weizenteigen. In der Schaumbildung und zeitlichen Schaumstabilität erreichen die löslichen Produkte auf Grund ihres hohen Proteingehaltes ähnliche Eigenschaften wie Vollei; die Schaumfestigkeit der Produkte ist geringer als die von Volleischäumen. Wie bei fast allen pflanzlichen Proteinen ist die thermisch induzierte Gelbildung nicht ausgeprägt. Dadurch beste-

hen Limitierungen beim Einsatz in Gebäcken. Die Applikationen in Lebensmitteln erfolgten in gelockerten und thermisch fixierten Systemen/Backwaren sowie in Schäumen und Emulsionen, und zwar mit folgenden Ergebnissen:

- Applikation in Teigsystemen: Einfluss auf die Wasseraufnahme, Krumenverbesserung des Gebäcks und längere Frischhaltung, Alternative zu Backmitteln, Aufwertung des gesundheitlichen Aspekts.
- Applikation in gebackenen Masse-(Schaum)systemen: Senkung des Eianteiles, Emulgierunterstützung in den Massen, Krumenverbesserung des Gebäcks und längere Frischhaltung.
- Applikation in ungebackenen Systemen: Emulgierende und stabilisierende Funktionen, in Fettcremes völliger Eiaustausch möglich, Alternative zu anderen Dickungsmitteln, Substanzbildung, Aufwertung des gesundheitlichen Aspekts.

Die Einsatzmöglichkeiten und Perspektiven der Leinschrotfraktionen sind daher sehr vielfältig und können unter Berücksichtigung ihrer sensorischen Eigenschaften mit den Zielrichtungen substanzuelle und körperbildende Zutat, technofunktionelles Ingredient und im Sinne einer wertvollen ernährungsphysiologischen Ergänzung vorgenommen werden.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Gewinnung und Verwendung von neuen, hochfunktionellen Leinschrotfraktionen ist für die mittelständische Lebensmittelindustrie mit folgenden spezifischen Vorteilen verbunden:

- Kostengünstige, heimische Rohstoffe für mittel- bis hochpreisige Lebensmittelzutaten, deren technologisch funktionelle Eigenschaften mit eingeführten Handelsprodukten vergleichbar oder besser sind.
- Besondere Eigenschaften der Lebensmittelzutaten (z.B. hoher Gehalt an löslichen Ballaststoffen; hoher Gehalt an Lignan).
- Ernährungsphysiologische Vorteile durch Lebensmittelzutaten pflanzlicher Herkunft (z.B. "cholesterinarm").

Leinschrot wird zu Preisen von ca. 0,25 €/kg gehandelt. Die Kosten der Fraktionierung für eine jährliche Verarbeitung von 1.000 t Leinschrot können mit ca. 670 - 890 €/t angesetzt werden.

Die Abschätzung von Kosten und Erlösen der Fraktionierung nachentölter Schrote ergibt Überschüsse zwischen 670 - 975 €/t Leinschrot. Würden nur 5.000 Tonnen von den jährlich in Deutschland anfallenden 80.000 t Leinschrot einer Fraktionierung zugeführt, könnten damit ca. 3,35 bis 4,87 Mio. € erwirtschaftet werden. Demgegenüber stehen ca. 16 Mio. € als Erlös aus der Ölgewinnung bei einer jährlichen Verarbeitungsmenge von ca. 115.000 t Leinsaat.

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2007.
2. Kaiser, H.: Ballaststoffe im Focus. Brot und Backwaren 2, 38-39 (2008).
3. Müller, K. und Eisner, P.: Untersuchungen zur Gewinnung von Proteinprodukten und Ballaststoffkonzentraten als Lebensmittelzutaten aus Leinschrot. Posterpräsentation FEI-Jahrestagung, Freising (2007).
4. Kaiser, H.: Possible application of vegetable proteins in fine bakery wares. Baking & Biscuit International 2007, Market Review Europe, f2m foodmultimedia GmbH Hamburg 44-53 (2007).
5. Kaiser, H.: Applikation von Leinschrotfraktionen in Lebensmitteln. - Posterpräsentation FEI Jahrestagung, Freising (2007).

#### Weiteres Informationsmaterial:

Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV)  
Giggenhauser Str. 35, 85354 Freising  
Tel.: 08161/491-100, Fax: 08161/491-111  
E-Mail: langowski@ivv.fraunhofer.de

Institut f. Lebensmittel- u. Umweltforschung (ILU)  
Arthur-Scheunert-Allee 40/41, 14558 Nuthetal  
Tel.: 033200/89-111, Fax: 033200/89-220  
E-Mail: office@ilu-ev.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