

Herstellung von Rapsproteinkonzentraten mit unterschiedlichen funktionellen Eigenschaften

Füsgen, D.; Natsch, A. ; Schäfer, C.; Wäsche, A.*

Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung

Production of rapeseed protein concentrates with different functional properties

* Kontaktadresse: Axel Natsch
Giggenhauser Str. 35
85354 Freising
Telefon: 08161/491-426
e-mail: axel.natsch@ivv.fhg.de
Internet: www.ivv.fraunhofer.de

Abstract

Aus entöltem Raps wurden in wässrig-alkoholischen Extraktionsverfahren Rapsproteinkonzentrate (RPC) hergestellt. Die so hergestellten RPCs sind aufgrund der Extraktion mit alkoholischen Lösungen in ihren funktionellen Eigenschaften eingeschränkt (Fukushima 1969). Daher wurden im Anschluss an die alkoholische Extraktion die Produkte mit Wasser verdünnt und in einem Homogenisator mit unterschiedlichen Drücken beaufschlagt (Howard 1980). Durch diese mechanischen Energieeinleitungen wurden die funktionellen Eigenschaften der RPCs verändert. So konnte zum Beispiel die Emulgierkapazität um über 100 ml/g Protein, die Emulsionsstabilität bei 80 °C auf knapp 100 % durch eine mechanische Nachbehandlung verbessert werden.

Einleitung

Die funktionellen Eigenschaften von pflanzlichen Proteinen sind für die Anwendungen in Lebensmitteln von besonderem Interesse. Proteinprodukte (Konzentrate, Isolate) werden in Lebensmitteln neben dem ernährungsphysiologischen Nutzen als funktionelle Zutaten zur Verbesserung z.B. von Textur, Viskosität, Mundgefühl, Aussehen oder Aromaerhaltung eingesetzt. Um Proteine aus pflanzlichen Rohstoffen z.B. Sojabohnen (*Glycine max*) zu gewinnen, wird in einem ersten Verfahrensschritt die Saat geschält und entölt. In einem zweiten Verfahrensschritt werden aus dem entfetteten, proteinhaltigen Mehl durch gezielte

Extraktionen angereicherte Proteinprodukte (Konzentrate, Isolate) gewonnen. Sojaproteinprodukte mit 70 % Proteingehalt (SPC) werden mit wässrig-alkoholischen Verfahren hergestellt. Nachgeschaltet werden Verfahren zur Verbesserung der funktionellen Eigenschaften der SPC. Die Soja-Technologie kann nicht direkt auf Raps (*Brassica Napus*) übertragen werden. Neben Öl und Proteinen (2S/12S) enthält Raps (*Brassica Napus*) im Vergleich zu Soja (*Glycine max*) bestimmte Anteile an leicht oxidierbaren Substanzen (Glucosinolate und phenolische Substanzen), die die Farbe und den Geschmack der Produkte beeinträchtigen. Aufgrund dieser Substanzen, die in rein wässrigen Isolierungsverfahren im Rapsproteinisolat (RPI) verbleiben, ist der Einsatz in Lebensmittelapplikationen trotz deutlich verbesserter Produkteigenschaften nicht umzusetzen (Natsch et al. 2003). Proteinprodukte aus Raps (Rapsproteinkonzentrate, RPC), die mit wässrig-alkoholischen Extraktionen gewonnen werden, sind deutlich neutraler in Farbe und Geschmack. Allerdings werden die Proteinstrukturen der RPCs durch die Extraktion mit alkoholischen Lösungen koaguliert (Fukushima 1969, Barbin et al. 2003).

Material and Methoden

Als Rohstoff wurde Rapsmehl der Variation Express, Erntejahr 2001, von der Norddeutschen Pflanzenzucht (NPZ), welches entölt und kleiner als 0,3 mm vermahlen war eingesetzt. Die Proteinkonzentrate wurden in drei Extraktionsstufen gewonnen. Im Anschluss an die alkoholische Extraktion wurde der proteinreiche Extraktionsrückstand mit demineralisiertem Wasser auf einen Trockensubstanzgehalt von 10 % verdünnt. Die Suspension wurde 30 Minuten bei definierter Temperatur und definiertem pH gerührt und danach bei 100, 180 und 300 bar für 5 Minuten in einem Homogenisator der Firma Gaulin homogenisiert. Zudem wurden Versuche durchgeführt, bei denen die Einleitung mechanischer Energie durch Ultraschall erfolgte. Hierfür wurde ein Ultraschallgerät Sonopuls UW 2200 mit Durchflussbeschallungsgefäß DG 3 G der Firma Bandelin verwendet.

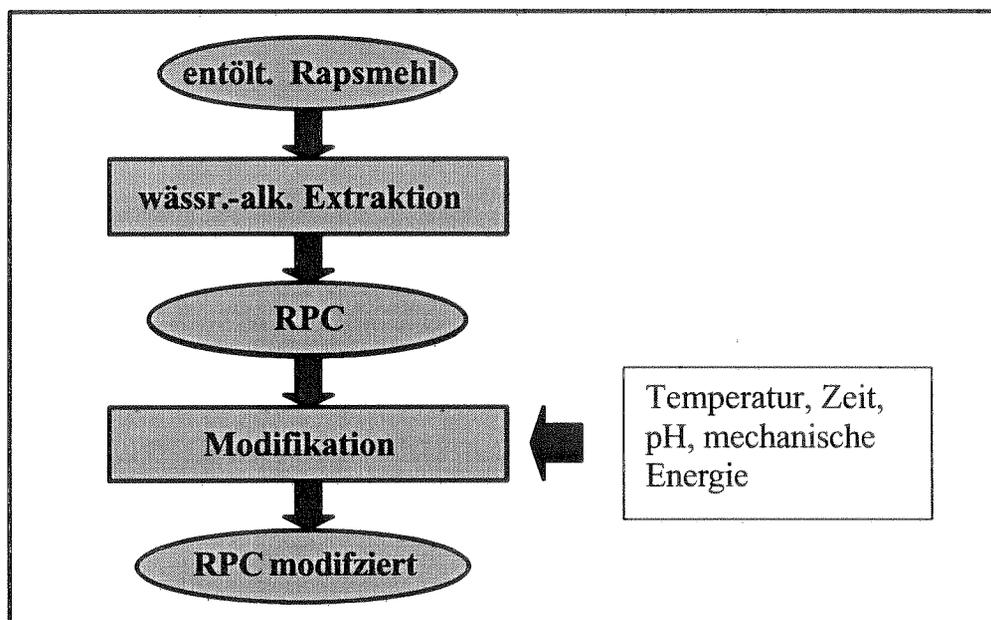


Abbildung 1: Herstellungsprozess für RPCs mit unterschiedlichen funktionellen Eigenschaften.

Die Suspensionen wurde bei 180 °C Eingangstemperatur und 70 °C Ausgangstemperatur mit einem Sprühtrockner (Mobile Minor Unit) der Firma Niro getrocknet. In Abbildung 1 ist die Gewinnung von RPCs mit anschließender Modifikation dargestellt.

Von den sprühgetrockneten Produkten wurde Trockensubstanzgehalt und Proteingehalt sowie folgende funktionelle Eigenschaften bestimmt: Wasserbindekapazität, Fettbindekapazität, Emulgierkapazität, Emulsionsstabilität, Proteinlöslichkeit.

Wasser und flüchtige Bestandteile wurden nach der DGF-Einheitsmethode B-II 3 (87) bestimmt. Als Bestimmungsgerät diente das Analysensystem TGA 601 der Firma Leco. Der Rohproteingehalt der Proben wurde nach LMBG §35 über die Stickstoffbestimmung nach dem Dumas-Verfahren bestimmt. Die Stickstoffbestimmung wurde mit dem Leco-System FP-528 durchgeführt. Die Partikelgrößenverteilung der Produkte wurde mit einem MasterSizer S (Malvern) in 1-Butanol bestimmt. Die Bestimmung der Wasserbindekapazität (WBC) orientiert sich in wesentlichen Punkten an der AACC-Methode 56-20. Die Proben wurden in demineralisiertem Wasser dispergiert und anschließend zentrifugiert. Das Gewicht des mit Wasser gesättigten Präparates wurde bestimmt und dient zur Berechnung der WBC in ml pro g Protein. Bei der Bestimmung der Fettbindekapazität (FBC) wurden die Proben in Öl (kommerzielles Mazola Maiskeimöl) dispergiert und anschließend zentrifugiert. Das Volumen des nicht gebundenen Öls wurde ermittelt. Daraus ergab sich nach der Berechnung die Ölbindekapazität im ml Öl pro g Protein. Zur Bestimmung der Proteinlöslichkeit bei definiertem pH wurde die Methode nach C.V. Morr in modifizierter Form angewandt. Für die Bestimmung der Emulsionsstabilität (ES) wurden Emulsionen im Verhältnis 1:10:10 (Protein: Öl: demin. Wasser) nach einem bestimmten Mischvorgang hergestellt. Ein Teil der Proben wurde bei 80 °C thermisch belastet. Die Emulsionen wurden über Nacht bei 5 °C gelagert und am nächsten Tag zentrifugiert. Der Anteil der noch emulgierten Schicht konnte abgelesen und die Emulsionsstabilität berechnet werden. Die Emulgierkapazität (EC) wurde durch kontinuierliche Zugabe von Öl zu einer O/W-Emulsion bis zur Phaseninversion der Emulsion bestimmt. Die Phaseninversion wurde detektiert durch einen abrupten Zusammenbruch der elektrischen Leitfähigkeit.

Ergebnisse und Diskussion

Der Proteingehalt der hergestellten RPCs lag zwischen 63 % und 67 %, der Trockensubstanzgehalt zwischen 92 % und 94 %. Die ermittelten Ergebnisse der funktionellen Eigenschaften der RPCs sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Funktionelle Eigenschaften der modifizierten RPCs.

RPC ⁰⁾	WBC [ml/g] ¹⁾	FBC [ml/g] ¹⁾	EC [ml/g] ²⁾	ES (RI) ¹⁾³⁾	ES (80°C) ¹⁾³⁾
ohne Behandlung	4,7	2,2	245	59	84
Ultraschall, pH 6,2	3,9	1,8	329	44	85
100bar, pH 6,2	4,5	1,7	334	65	95
180bar, pH 6,2	3,5	1,7	358	68	96
300bar, pH 6,2	4,3	1,6	302	65	73
180bar, pH 8	3,9	2,0	383	61	97

0) Modifikationsart nach Extraktion

1) bei Proben-pH gemessen

2) bei pH 5 gemessen

3) Verhältnis 1:10:10 (Protein: demin. Wasser: Öl)

Die WBC gibt die durch ein g Protein aufgenommene Menge an Wasser in ml an. Die Wassermoleküle treten mit den polaren Aminosäureresten des Proteins in Wechselwirkung. In bestimmten Fällen kann das Wasserbindevermögen durch eine Denaturierung der Proteine verbessert werden. Bei Proteinen mit kompakter Struktur, wie es die Rapsproteine sind, kann eine Denaturierung zur Erhöhung polarer Seitenketten an der Proteinoberfläche und damit zur Verbesserung der Wasserbindefähigkeit (WBC) führen (Cheftel et al. 1992).

Das WBC der homogenisierten Produkte liegt im Bereich von 3,5 bis 4,5 ml/g. Die durch Ultraschall behandelten RPCs haben eine WBC von 3,9 ml/g. Im Vergleich mit dem nicht modifizierten Produkt, welches eine WBC von 4,7 ml/g aufweist, haben die RPCs eine geringere WBC. Vor allem durch die Homogenisation bei 180 bar verringert sich die WBC auf 3,5 ml/g im Vergleich zu den unbehandelten RPCs mit einer WBC von 4,7 ml/g.

Die Fettbindekapazität (FBC) beschreibt die durch ein g Protein aufgenommene Menge an Öl in ml. Durch eine Denaturierung kommt es zur Auffaltung der Proteine, wodurch hydrophobe Gruppen an die Oberfläche befördert werden. Dieser Vorgang bewirkt eine Erhöhung des Ölbindevermögens, da die hydrophoben Gruppen mit den apolaren, aliphatischen Ketten der Lipide reagieren (Cheftel et al. 1992, Westphal et al. 2003). Somit können denaturierte Proteine je nach Auffaltungsgrad das WBC und FBC verbessern.

Die homogenisierten RPCs können 1,6 bis 2,0 ml Öl pro g Protein binden. Die mit Ultraschall behandelten RPCs können 1,8 ml Öl pro Gramm Protein binden. Die FBC des nicht modifizierten Produktes liegt bei 2,2 ml/g, somit ist auch die FBC der modifizierten Produkte geringer. Hier zeigt sich, dass durch das Homogenisieren bei 300bar, die FBC um 0,6 ml/g sinkt.

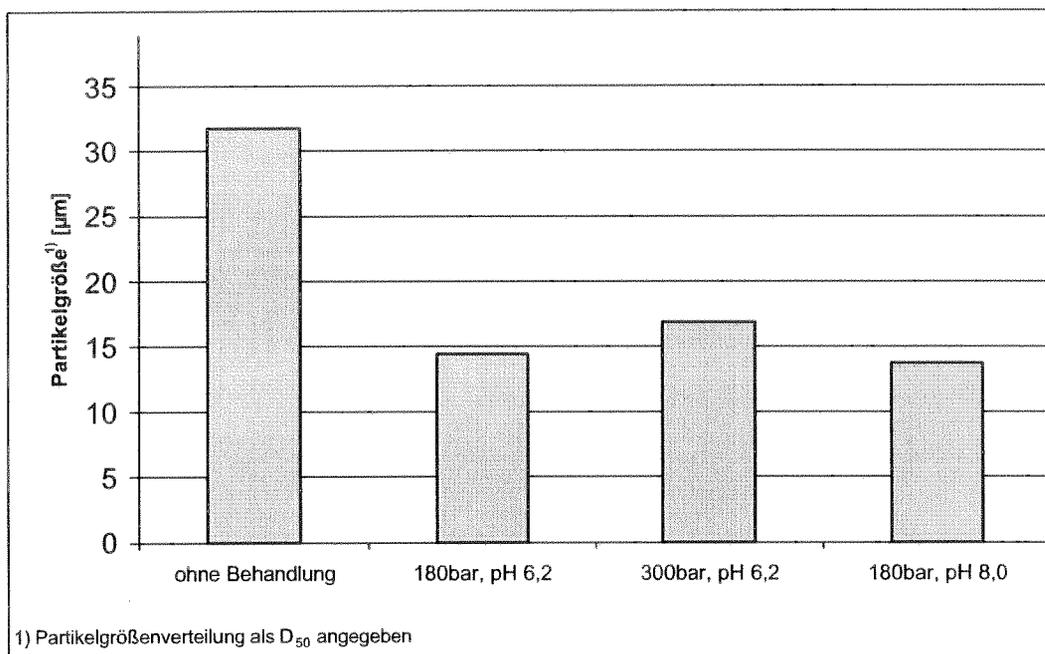


Abbildung 2: Partikelgröße [µm] der RPCs.

Die modifizierten RPCs weisen keine höheren WBC und FBC auf. Durch diese Art der Modifizierung wird WBC und FBC geringer, d.h. durch diese Modifizierung erfolgte keine Auffaltung der Proteinstruktur jedoch wurde die Partikelgröße verändert.

Betrachtet man die Ergebnisse der Partikelgrößenmessung (Abbildung 2) erkennt man, dass die homogenisierten Produkte eine geringere Partikelgröße aufweisen. Kleine Partikel sind schlechter in der Lage Wasser oder Fett zu binden, da der „Schwammefekt“, der bei größeren Partikeln vorhanden ist, nicht mehr gegeben ist. Da die WBC und FBC der durch Ultraschall modifizierten Produkte im gleichen Bereich wie die der homogenisierten Produkte liegt, kann man davon ausgehen, dass auch durch Ultraschall die Partikel zerkleinert werden. Somit können die kleinen Partikel eine Erklärung für die geringere WBC und FBC der modifizierten Produkte sein.

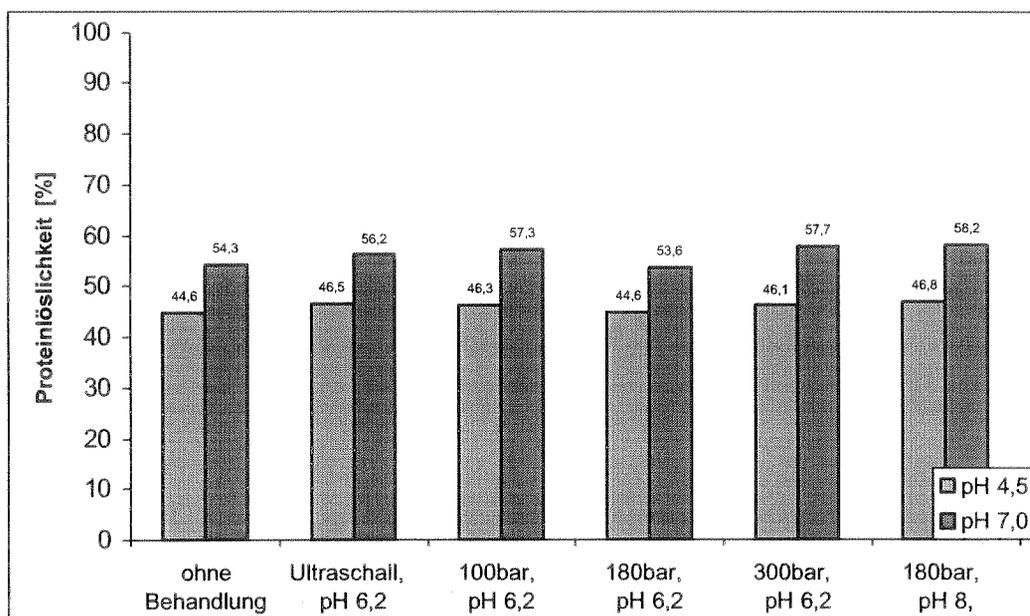


Abbildung 3: Proteinlöslichkeit bei pH 4,5 und pH 7,0.

Die Emulgierkapazität (EC) gibt an, wie viel ml Öl durch ein g Protein emulgiert wird. Die EC der homogenisierten Produkte liegt im Bereich von 302 bis 383 ml/g. Die EC der mit Ultraschall behandelten Produkte liegt bei 329 ml/g. Durch die Modifizierung ist eine deutliche Verbesserung zu erkennen, da das nicht modifizierte Produkt nur 245 ml pro Gramm Protein emulgieren kann. Vor allem die Verarbeitung bei pH 8 und die Homogenisierung bei 180 bar konnte eine Steigerung der EC um 138 ml/g erzielt werden. Auch durch das alleinige Homogenisieren bei 180 bar ohne pH-Behandlung können die Produkte 113 ml Öl pro Gramm Protein mehr emulgieren.

Die gute EC der modifizierten Produkte kann mit der Löslichkeit erklärt werden (Abbildung 3). Bei guter Löslichkeit wandert Protein schnell an die Grenzfläche Wasser/Fett und entfaltet dort seine Emulgatoreigenschaft, d.h. der hydrophile Teil richtet sich zum Wasser, der hydrophobe Teil zum Öl aus. Die modifizierten Produkte zeigen alle, bis auf den Versuch bei 180 bar, sowohl bei pH 4,5 als auch bei 7,0, eine bessere Löslichkeit als das nicht modifizierte Produkt. Aber auch bei dem Versuch mit 180 bar ist die EC um 113 ml/g besser. Aus Abbildung 2 ist ersichtlich, dass die modifizierten Produkte eine geringere Partikelgröße aufweisen als unbehandelte RPCs. Die kleinen Partikel sind beweglicher als große und somit in der Lage schneller an die Grenzfläche Fett/Wasser zu gelangen und die Protein-Lipid-Wechselwirkungen verstärken.

Die Emulsionsstabilität (ES) ist das Vermögen der emulgierten Tröpfchen gegenüber äußeren Einflüssen stabil zu bleiben. Die ES der homogenisierten Produkte liegt bei RT im Bereich von 44 bis 68 %, bei 80 °C im Bereich von 73 bis 97 %. Die mit Ultraschall modifizierten RPCs zeigen bei RT eine Stabilität von 44% und bei 80°C eine Stabilität von 85 %. Die ES des nicht modifizierten Produktes bei RT beträgt 59 %, bei 80 °C 84 %. Auch hier zeigt der Kombinationsversuch, dass durch diese Art der Modifizierung die ES bei RT um 2 % und bei 80 °C um 13 % gesteigert werden konnte. Diese Ergebnisse sind auf die kleinen Partikel der RPCs und deren Beweglichkeit zurückzuführen. Wie schon bei der Emulgierkapazität beschrieben können sich kleine Partikel schneller an die Grenzfläche Wasser/Fett bewegen, richten sich dort aus und sind dadurch in der Lage die Emulsion zu stabilisieren. Die ES, welche bei 80°C gemessen wurde, ist besser als die ES bei 20 °C, was damit zu erklären ist, dass es zu einer Viskositätserhöhung kommt, wodurch die Stabilität der Emulsion erhöht wird [Cheftel et al. 1992, Westphal et al. 2003].

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der modifizierten RPCs zeigen, dass es möglich ist, die funktionellen Eigenschaften zu verändern. Die Einleitung mechanischer Energie hatte eine Senkung der Wasserbindekazität von 4,7 auf 3,5 ml/g zur Folge. Auch die Fettbindekazität sank von 2,2 auf 1,6 ml/g.

Die Emulgiereigenschaften konnten durch diese Modifizierungsmethode verbessert werden. Die Produkte zeigen eine Erhöhung der Emulgierkapazität von 245 ml/g auf 383 ml/g. Bei der Emulsionsstabilität ergab sich bei den Homogenisatorversuchen bei RT eine Steigerung von 59 % auf 68 %. Bei 80 °C zeigen alle Versuche, bis auf den Versuch mit 300 bar, eine Steigerung der Stabilität von 84 % auf 97 %.

Bei den modifizierten Produkten trägt die Partikelgröße zur Verbesserung der Emulgiereigenschaften bei, da durch die Vergrößerung der Oberfläche mehr reaktionsfähige Stellen vorhanden sind.

Literatur:

1. Barbin, D; Natsch, A; Schäfer, C; Wäsche, A: Functional properties of rapeseed protein concentrates produced via alcoholic processes. 11th International Rapeseed Congress, Copenhagen, Denmark, 2003.
2. Cheftel. J C, Cuq, J L, Lorient, D: Lebensmittelproteine. Behr's Verlag, 1992, Hamburg.
3. Fukushima, D: Denaturation of Soybean Proteins by Organic Solvents. JAOCS, 1969, 46: 156-163.
4. Howard, P A: Water-soluble vegetable protein aggregates. US-Patent 4,234,620, 1980.
5. Natsch, A; Wäsche, A: Rapeseed protein products as food ingredients. 11th International Rapeseed Congress, Copenhagen, Denmark, 2003.
6. Westphal, G; Gerber, G; Lipke, B: Proteine- nutritive und funktionelle Eigenschaften. Springer Verlag, 2003, Berlin.