

Optimierung antioxidativer und ernährungsphysiologischer Eigenschaften von Bräunungsprodukten zur Qualitätsverbesserung von Kaffee, Brot und Bier

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Universität Hamburg Institut für Biochemie und Lebensmittelchemie Abt. Lebensmittelchemie Prof. Dr. Dr. H. Steinhart
Forschungsstelle II:	Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA), Garching Prof. Dr. Dr. P. Schieberle/Prof. Dr. T. Hofmann
Forschungsstelle III:	Universität Kiel Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde Prof. Dr. H. Erbersdobler/Dr. V. Faist
Industriegruppen:	Deutscher Kaffee-Verband e.V., Hamburg Verband Deutscher Großbäckereien e.V., Düsseldorf Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V., Bonn
	Projektkoordinator: C. Kuhrt Deutscher Kaffee-Verband e.V., Hamburg R.A. H. Martell, Verband Deutscher Großbäckereien e.V., Düsseldorf Dr. H. J. Bosch, Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V., Bonn
Laufzeit:	2000 - 2002
Zuwendungssumme:	€ 298.390,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Trotz zahlreicher Studien liegen über die chemische Natur der Melanoidine und deren funktionelle Eigenschaften bislang kaum Kenntnisse vor. Diese Bräunungsprodukte werden neben wertgebenden Aromastoffen während der thermischen Verarbeitung von Lebensmitteln aus Reaktionen von Kohlenhydraten mit Aminosäuren, Peptiden sowie Proteinen gebildet. Auch andere Stoffgruppen, wie z.B. die Chlorogensäuren des Kaffees, werden in die Melanoidinstrukturen inkorporiert. Die Melanoidinbildung ist dabei insbesondere von der Temperatur und der Dauer der thermischen Verarbeitung abhängig. Die bisherigen Kenntnisse über die Bedeutung von Melanoidinen für die oxidative Stabilität und die Farbe von Kaffee, Brot und Bier und über de-

ren ernährungsphysiologischen Wirkungen sind nur sehr lückenhaft. Für eine gezielte Modifizierung dieser Eigenschaften im Lebensmittel ist es daher erforderlich, die Strukturcharakteristika der Bräunungsstoffe im Zusammenhang mit ihren Auswirkungen auf die genannten Eigenschaften zu untersuchen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die antioxidative Wirksamkeit der in Kaffee, Bier und Brot enthaltenen Bräunungsprodukte zu erhöhen, um somit die oxidative Stabilität und die Farbe dieser Lebensmittel sowie die ernährungsphysiologischen Eigenschaften dieser Stoffklasse zu verbessern.

Forschungsergebnis:

Anhand selbst hergestellter Brote wurde festgestellt, dass eine Erhöhung der Backtemperatur eine stärkere Auswirkung auf die Inhibierung der Linolsäureperoxidation hat als eine Erhöhung der Backzeit. Dieses antioxidative Potential lässt sich zunächst vor allem im niedermolekularen Bereich lokalisieren, mit steigender Backintensität verschiebt es sich aber in den höhermolekularen Bereich. Aktivitätsorientiertes Screening von Modellreaktionen führte zur erstmaligen Identifizierung von Pronyl-Lysin, dessen Anwesenheit in den Modellbrotten sowie in kommerziell erhältlichen Broten bestätigt werden konnte. Diese Substanz besitzt eine sehr hohe antioxidative Kapazität und kann als Leitsubstanz für das antioxidative Potential fungieren. In weiteren Modellstudien wurde eine Steuerung des Pronyl-Lysin-Gehaltes untersucht. Der Gehalt kann durch gezielte Modifikationen (z.B. Zusatz von Casein, Backtemperatur und -zeit) deutlich gesteigert werden.

Mittels einer Warenkorb-Messung wurde festgestellt, dass Kaffee ein erheblich höheres antioxidatives Potential aufweist als andere Lebensmittel. Das antioxidative Potential wurde vor allem in den niedermolekularen Bereichen lokalisiert. Das im Kaffee enthaltene starke Antioxidans Chlorogensäure trägt zwar stark zum antioxidativen Potential bei, den größeren Anteil zeigen jedoch die Braunstoffe. Mit zunehmender Röstung sinkt der Gehalt der Chlorogensäuren, die antioxidative Kapazität steigt jedoch an, um dann bei einer sehr starken Röstung wieder leicht abzufallen. Die Zubereitungsart des Kaffeegetränkes hat keinen Einfluss auf dessen antioxidatives Potential. Das im Brot nachgewiesene Pronyl-Lysin ist im Kaffee nicht enthalten. Anhand diverser Modellstudien wurde gezeigt, wie das antioxidative Potential von den in der Kaffeebohne enthaltenen Monomeren abhängt.

Bei vier verschiedenen, stark unterschiedlichen Bieren zeigte sich, dass sich die antioxidative Kapazität gleichmäßig über die Molekularmassengruppen verteilt und mit der Farbaktivität korreliert. Pronyl-Lysin ist im Bier in geringeren Mengen als im Brot enthalten. Das während der Gärung entstehende Antioxidationsmittel Sulfid spielt keine Rolle für die antioxidative Kapazität des Bieres. Lagerversuche zeigten, dass die Fähigkeit zur Inhibierung der Linolsäureperoxidation über sechs Monate unabhängig von der Lagertemperatur in geringem Maße abnimmt, die Radikalfängereigenschaften verändern sich nicht.

In den untersuchten Malzsorten zeigte sich die gleiche Korrelation zwischen Farbaktivität, antioxidativer Kapazität und Pronyl-Lysin-Gehalt wie beim Bier und beim Brot.

Bei den In-vitro-Versuchen mit Caco-2-Zellen wurde für alle drei Lebensmittel eine enzymmodulierende Wirkung auf Phase-I- und Phase-II-Enzyme festgestellt, die sich vor allem auf die niedermolekularen Melanoidine zurückführen ließ. Im Tierversuch zeigte der Kaffee die stärksten Auswirkungen, was mit den o.g. Ergebnissen korreliert. Dies zeigte sich in einer verstärkten Faeces-Ausscheidung, einem erhöhten Lebergewicht und einer erhöhten Aktivität der Biotransformationsenzyme in der Leber. Auch Brot und Bier zeigten signifikante Aktivitäten, jedoch schwächer ausgeprägt. Insbesondere anhand des isolierten Pronyllysins konnte erstmals gezeigt werden, dass eine chemisch definierte Maillard-Verbindung stark chemopräventive Wirksamkeit in vitro sowie in vivo aufweist. Diese Substanz kann nun als Messgröße zur Objektivierung der antioxidativen Potentiale von Brot und Bier verwendet werden.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Ergebnisse dieses Projektes ermöglichen es den Kaffeeröstern, durch gezielte Steuerung der Prozeßparameter eine gleichmäßige Farbe zu erzeugen und gleichzeitig die antioxidative Kapazität der Produkte zu erhöhen. Durch die Untersuchung der Auswirkungen verschiedener Röstgrade auf die antioxidative Kapazität sowie die Untersuchung der verschiedenen Zubereitungsarten wurden der Kaffeeindustrie Informationen gegeben, um ihre Röstparameter im Sinne einer Erhöhung der antioxidativen Kapazität und somit einer positiven ernährungsphysiologischen Auswirkung, die vor allem durch die In-vivo-Untersuchungen bewiesen wurde, anzupassen und dabei bereits die Auswirkungen auf das aus ihrem Produkt im Haushalt oder in der Gastronomie entstehende Kaffeegetränk zu berücksichtigen. Durch die Untersuchungen zur Farbaktivität der Röstkaffees können die Kaffeeröster gleichzeitig die Auswirkungen der Anpassung der Röstparameter auf die Farbe ihres Produktes, die wesentlich zur Verbraucherakzeptanz beiträgt, einschätzen. Gerade die kleinen Kaffeeröster werden stark von den Forschungsergebnissen profitieren, da sie vom Umsatzrückgang der letzten Jahre besonders stark betroffen waren.

Die In-vitro- und die In-vivo-Untersuchungen an Broten haben deutlich gezeigt, dass die Braustoffe in den Broten eine positive ernährungsphysiologische Auswirkung haben. Wie der Anteil dieser positiven Substanzen in den Broten erhöht werden kann, wurde durch die Untersuchungen an Modellbrotten unterschiedlicher Backparameter gezeigt. Dies wurde ergänzt durch die Untersuchungen zur gezielten Teigmodifikation im Hinblick auf die Erhöhung der positiven ernährungsphysiologischen Eigenschaften. Die Ergebnisse haben dargelegt, dass und wie es möglich ist, den Anteil der positiven Substanzen durch gezielte Steuerung der Herstellung zu steigern. Die Brothersteller können diese Ergebnisse umsetzen, wobei sie durch die Untersuchungen zur Farbaktivität abschätzen können, wie das modifizierte, ernährungsphysiologisch positiv zu bewertende Brot aussehen wird.

Die Untersuchungen an Bier und Malz haben gezeigt, dass die antioxidative Kapazität eindeutig mit der Farbe des Bieres/Malzes korreliert. Dieser Trend kehrt sich allerdings bei einer zu starken thermischen Belastung um. Dadurch haben die Bierbrauer nun die erforderlichen Informationen an der Hand, um die Farbe und die antioxidative Kapazität und somit die in den in vitro- und in vivo-Untersuchungen gezeigten positiven ernährungsphysiologischen Eigenschaften durch den Einsatz ausgewählter Malze gezielt steuern zu können.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2002.
2. Lindenmeier, M., Faist, V. und Hofmann, T.: Charakterisierung eines antioxidativ wirksamen Strukturelements in Bräunungsprodukten der Brotkruste. *Getreide, Mehl und Brot* (56) 4, 211-216 (2002).
3. Lindenmeier, M., Faist, V. und Hofmann, T.: Structural and Functional Characterization of Pronyl-lysine, a Novel Protein Modification in Bread Crust Melanoidins Showing in Vitro Antioxidative and Phase I/II Enzyme Modulating Activity. *J. Agric. Food Chem.* 50, 6997-7006 (2002).
4. Lindenmeier, M., Faist, V. und Hofmann, T.: Pronyl-lysine as an antioxidant, chemopreventively active site of bread crust melanoidins in vitro. *Bericht Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Garching*, 259-277 (2003).

5. Faist, V., Hofmann, T., Zill, H., Baynes, J. W., Thorpe, S. R., Sebekova, R., Schinzel, Heidland, Wenzel, E. und Erbersdobler, H. F.: Expression of the biotransformation enzyme GST by dietary α -carboxymethyllysine in the rat. *Bericht Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Garching*, 285-292 (2003).
6. Lindenmeier, M. und Hofman, T.: Influence of baking conditions and precursor supplementation on the amounts of the antioxidant pronyl-L-lysine in bakery products. *J. Agric. Food Chem*, 52, 350-354 (2004).

Weiteres Informationsmaterial:

Universität Hamburg
 Institut für Biochemie und Lebensmittelchemie
 Abt. Lebensmittelchemie
 Grindelallee 117, 20146 Hamburg
 Tel.: 040/42838-4356, Fax: 040/42838-4342
 E-Mail: steinhart@lc.chemie.uni-hamburg.de

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA)
 Lichtenbergstr. 4, 85748 Garching
 Tel.: 089/289-14170, Fax: 089/289-14183
 E-Mail: peter.schieberle@lrz.tum.de

Universität Kiel
 Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde
 Düsterbrooker Weg 17, 24105 Kiel
 Tel.: 0431/880-5681, Fax: 0431/880-5679
 E-Mail: erbersdobler@nutrfoodsc.uni-kiel.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