

Untersuchungen zu präbiotischen Eigenschaften und zum chemopräventiven Potential von Backwaren und ballaststoffangereicherten Backwaren

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Max-Rubner-Institut (MRI) Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide, Detmold Prof. Dr. M. G. Lindhauer
Forschungsstelle II:	Universität Jena Institut für Ernährungswissenschaften Lehrstuhl für Ernährungstoxikologie PD Dr. M. Gleiß
Industriegruppen:	Verband Deutscher Mühlen, Bonn Verband Deutscher Großbäckereien e.V., Düsseldorf
	Projektkoordinator: K.-H. Schober, Kampffmeyer Mühlen GmbH, Frankfurt
Laufzeit:	2008 – 2010
Zuwendungssumme:	€ 317.900,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Jedes Jahr erkranken in Deutschland etwa 73.000 Menschen an Dickdarmkrebs, einer Krebsart, die wesentlich mit einer für Industrieländer charakteristischen Ernährung assoziiert ist. Studien haben gezeigt, dass insbesondere Ballaststoffe positive Effekte auf die Darmgesundheit ausüben und das Risiko einer Erkrankung an Dickdarmkrebs senken. Die Mechanismen, über die Ballaststoffe das Erkrankungsrisiko vermindern, sind bis heute nur ungenügend verstanden. Neben einer Erhöhung des Stuhlvolumens, einer Beschleunigung der gastrointestinalen Passage und einer Verdünnung der Konzentration kanzerogener Darminhaltsstoffe wird vor allem eine mikrobielle Fermentation von Ballaststoffen durch Bakterien diskutiert. So konnte beispielsweise in dem abgeschlossenen IGF-Projekt AiF 13065 BG gezeigt werden, dass aus Weizenkleie isolierte Arabinoxylanfraktionen durch Bakterien des Dickdarms zu Fermentationsprodukten, wie Butyrat, umgesetzt werden, die wachstumshemmende und vor oxidativem

Stress schützende Wirkungen auf Kolorektaltumorzellen aufwiesen.

Wesentliche Quelle der täglichen Aufnahme an Ballaststoffen und weiteren darmgesundheitsfördernden Inhaltsstoffen sind Backwaren und insbesondere Brot. Über die Rolle des Verzehrs von Brot für die Gesunderhaltung des Darms ist wenig bekannt. Neben Getreideballaststoffen könnten weitere bioaktive, sekundäre Pflanzenstoffe, wie Phenolsäuren und Phytinsäure, aber auch prozessinduziert gebildete Verbindungen, wie Maillard-Produkte, präventive Effekte auf die Dickdarmkrebsentstehung ausüben.

Ziel des Forschungsvorhabens war daher eine umfassende chemisch-analytische und zellbiologisch-funktionelle Charakterisierung der präbiotischen und chemopräventiven Eigenschaften von marktrelevanten Weizen- und Roggenbrotsorten mit unterschiedlichen Ballaststoffgehalten.

Forschungsergebnis:

Als marktrelevante Brotsorten mit unterschiedlichen Ballaststoffgehalten wurden Weizenmehlbrot, Weizenmischbrot, Weizenmischbrot mit Kleie, Weizenmischbrot mit Inulin, Weizenvollkornbrot, Roggenmischbrot und Roggenvollkornbrot hergestellt und einem *In-vitro*-Verdau unterzogen. Analysiert wurden die chemische Zusammensetzung von Brotproben vor und nach *In-vitro*-Verdau, die darmkrebsrelevanten Leitsubstanzen/Substanzprofile sowie die zellbiologisch-funktionellen Effekte von Fermentationsüberständen *in-vitro*-verdauter Brotproben (flüssige Fermentationsphase) an Adenomzellen und teilweise an Primärzellen sowie Kolorektaltumorgewebe.

Untersuchungen zur chemischen Zusammensetzung von Brotproben vor *In-vitro*-Verdau ergaben, dass höhere Gehalte an Inhaltsstoffen mit Relevanz zur Darmgesundheit (lösliche und unlösliche Ballaststoffe, β -Glucane, Arabinoxylane, Mono- und Diphenolsäuren, Phytinsäure, Hydroxymethylfurfural) in dunklen und in hellen Brotsorten sowie in Roggenbrotsorten als auch in Weizenbrotsorten nachweisbar sind. Durch Modifizierungen der Rezeptur von Brotsorten, z.B. eine 10%ige Substitution von Weizenmehl (T550) durch Weizenkleie, konnte der Ballaststoffgehalt von Weizenmischbrot um 110 %, der Phenolsäuregehalt um 48 % und die antioxidative Kapazität um bis zu 26 % gesteigert werden; durch eine 10%ige Substitution von Weizenmehl (T550) durch Inulin wurde nicht nur der Ballaststoffgehalt um 58 % erhöht, sondern auch der Gehalt prozessinduziert gebildeter Antioxidanzien (Hydroxymethylfurfural) um 94 % und die antioxidative Kapazität um bis zu 29 %.

Durch einen *In-vitro*-Verdau wurden Getreideinhaltsstoffe aus Brot zu bakteriellen Stoffwechselprodukten mit positiver Wirkung (kurzkettige Fettsäuren, freie Phenolsäuren, Milchsäure) oder aber negativer Wirkung (Desoxygallensäuren, Eiweißmetabolite, mikrobielle Enzyme) auf die Darmgesundheit umgesetzt. Zusätzlich konnten neue bakterielle Metabolite (Phenylpropionsäure- und Phenylpropensäurederivate, Cholsäureverbindungen, Aminometabolite) mit bisher weitgehend unbekannter biologischer Wirkung identifiziert werden. Im Vergleich der Brotsorten förderte Weizenmehlbrot besonders die Bildung kurzkettiger Fettsäuren und die Verminderung bakterieller Enzymaktivitäten (β -Glucuronidase, Urease), während Roggenvollkornbrot insbesondere die Freisetzung von Phenolsäuremetaboliten

stimulierte und die Bildung toxischer Gallensäuremetabolite limitierte.

Untersuchungen der zellbiologisch-funktionellen Eigenschaften ergaben, dass Fermentationsüberstände *in-vitro*-verdauter Brotproben keine zytotoxischen Effekte ausüben. Die Fermentationsüberstände von Brotproben waren in der Lage, das Wachstum von Adenomzellen zu inhibieren und eine frühe Apoptose zu induzieren. Die antiproliferativen Eigenschaften der Fermentationsüberstände konnten auf die Leitsubstanz Butyrat zurückgeführt werden. Teilweise wurden antigenotoxische Effekte der Fermentationsüberstände in Adenomzellen festgestellt. Durch Fermentationsüberstände von Weizenmehlbrot und Weizenvollkornbrot wurde besonders die Expression Karzinogenese-relevanter Gene hochreguliert und die Proteinexpression in Adenomzellen moduliert. Durch Fermentationsüberstände von Weizenmehlbrot und Roggenvollkornbrot wurden die Aktivität zellulärer, Karzinogenese-relevanter Schutz-Enzyme (Glutathion-S-Transferase, alkalische Phosphatase) und auch der zelluläre Glutathiongehalt in Adenomzellen signifikant erhöht.

Fermentationsüberstände von Brotproben übten auf Primärzellen des Kolons weder zytotoxische noch Apoptose-induzierende Effekte aus, während eine tendenzielle Erhöhung der Caspase-Aktivität durch die Fermentationsüberstände im Kolorektaltumorgewebe auf eine Induktion der Apoptose hindeutet.

Präbiotische Eigenschaften von Brotproben konnten unter den gegebenen Bedingungen nur tendenziell nachgewiesen werden.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Ergebnisse der Untersuchungen des Forschungsprojektes haben erstmals und eindeutig nachweisen können,

- dass marktrelevante Brotsorten chemopräventive und tendenziell präbiotische Eigenschaften aufweisen,
- dass der Verzehr von Brot grundsätzlich einen Beitrag zur Verminderung des Risikos einer Erkrankung an Dickdarmkrebs leistet und
- dass sich verschiedene Brotsorten entsprechend ihrer Rezeptur in den Mechanismen ihrer positiven Wirkungen auf die Darmgesundheit unterscheiden.

Die Ergebnisse des Projektes können im Rahmen des Produktmarketings und der Verbraucherinformation eingesetzt werden, um die positiven gesundheitlichen Effekte eines regelmäßigen Brotverzehr zu unterstreichen und damit möglicherweise neue Kundenzielgruppen für die Backwarenindustrie zu erschließen und ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.

Der im Projekt erarbeitete Überblick über die Zusammenhänge zwischen der Rezeptur und den *in-vitro*-biologischen Wirkungen von Broten gibt kleinen und mittelständischen Unternehmen der Lebensmittelindustrie Handwerkszeuge zur Entwicklung und Optimierung von Brotrezepturen an die Hand und bietet Entscheidungshilfen, ob neuartige, mit Ballaststoffen oder Antioxidanzien angereicherte Backwaren eine Chance haben, am Markt zu bestehen.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2010.
2. Hiller B., Schlörmann, W., Gleib, M. und Lindhauer, M. G.: Comparative study of colorectal health related compounds in different types of bread: Analysis of bread samples pre and post digestion in a batch fermentation model of the human intestine. *Food Chem.* 125, 1202-1212 (2011).
3. Schlörmann, W., Hiller, B., Hollmann, J., Lindhauer, M. G. und Gleib, M.: Chemopräventive Effekte in vitro fermentierter Brote. *Cereal Technol.* 65 (2), 52-61 (2011).
4. Hollmann, J., Hiller, B., Schlörmann, W., Gleib, M. und Lindhauer, M. G.: Chemopräventive Inhaltsstoffe von Weizen- und Roggenbrot. *Cereal Technol.* 65 (2), 62-76 (2011).
5. Schlörmann, W., Hiller, B., Jahns, F., Zöger, R., Hennemeier, I., Wilhelm, A., Lindhauer, M. G. und Gleib, M.: Chemopreventive effects of in vitro digested and fermented bread in human colon cells. *Eur. Jour. Nutrition* DOI 10.1007/s00394-011-0262-8 (2011).

Weiteres Informationsmaterial:

Max-Rubner-Institut (MRI)
 Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel
 Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide
 Schützenberg 12, 32756 Detmold
 Tel.: 05231/741-420, Fax: 05231/741-300
 E-Mail: meinolf.lindhauer@mri.bund.de

Universität Jena
 Institut für Ernährungswissenschaften
 Lehrstuhl für Ernährungstoxikologie
 Dornburger Str. 24, 07743 Jena
 Tel.: 03641/949-670, Fax: 03641/949-672
 E-Mail: michael.gleib@uni-jena.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)**

gefördert durch/via:

