

Untersuchung des gesundheitsfördernden Potentials von Pentosanen der Weizenkleie zur Erschließung einer neuen wertschöpfenden Verwendung

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL), Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie, Detmold Prof. Dr. M. G. Lindhauer/Dr. J. Hollmann
Forschungsstelle II:	Universität Jena Institut für Ernährungswissenschaften Lehrstuhl für Ernährungstoxikologie Prof. Dr. B. L. Pool-Zobel
Industriegruppen:	Verband Deutscher Mühlen, e.V., Bonn Fachverband der Stärke-Industrie e.V., Bonn
	Projektkoordinatoren: Dr. W. Schäfer, Entwicklungsbüro für Getreideverarbeitung, Düsseldorf Dr. G. Plasch, Bingen
Laufzeit:	2001 – 2005
Zuwendungssumme:	€ 217.430,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Das kolorektale Karzinom stellt in Deutschland die zweithäufigste Krebstodesursache dar. Zu den wichtigsten Risikofaktoren gehört die Ernährung, wobei insbesondere die so genannte "Western style diet" (hoher Konsum von rotem Fleisch und tierischen Fetten, ballaststoffarme Ernährung, Übergewicht) mit einem erhöhten Darmkrebsrisiko assoziiert ist. In Deutschland erkranken jährlich etwa 66.000 Personen an diesem Karzinom, ca. 29.000 sterben daran. Auch wenn dank moderner therapeutischer Ansätze heute eine 5-Jahresüberlebensrate von ca. 50 % besteht, ist die Krebssterblichkeit bei diesen Krebsformen kaum rückläufig. Neuere große epidemiologische Studien wie die "European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition" (EPIC Studie) zeigen, dass die Ballaststoffaufnahme signifikant invers korreliert mit der Dickdarmkrebsinzidenz. Aus der Studie konnte abgeleitet werden, dass eine Erhöhung des Verzehrs von Ballaststoffen von zur Zeit etwa 15-20 g/Tag auf das Doppelte das Dickdarmkrebsrisiko zu halbieren vermag. Über 50 % der täg-

lichen Ballaststoffe werden aus Getreideprodukten aufgenommen. Um eine deutliche Senkung der Zahl der Darmkrebserkrankungen zu erreichen, müsste der Verzehr von Vollkornprodukten, Obst und Gemüse auf ein kaum zu realisierendes Maß erhöht werden.

Um dies dennoch zu erreichen, böte sich der Verzehr von Lebensmitteln an, deren natürlicher Ballaststoffgehalt durch Zusatz von Kleien (Weizenkleie: 50-55 % Ballaststoffgehalt) oder Ballaststoffisolat an gehoben wurde. Eine Reihe von humanen Interventionsstudien zeigen, dass Weizenkleie in der Darmkrebsprävention besonders vorteilhafte Eigenschaften gegenüber anderen Getreideprodukten besitzt.

Ziele des Forschungsvorhabens waren vor diesem Hintergrund

- die Entwicklung eines kostengünstigen Verfahrens zur Gewinnung größerer Mengen der Arabinoxylane („Pentosane“) der Weizenkleie,

- die Gewinnung von Arabinoxyl-Oligosacchariden durch enzymatischen Abbau der gereinigten Arabinoxylane,
- die Untersuchung der Wirkungen aller Substanzen und ihrer Darmfermentationsprodukte an humanen Kolonzellen, insbesondere daraufhin, ob sie direkt kanzerogene Substanzen entgiften können oder zelleigene Schutzsysteme aktivieren oder induzieren können.

Forschungsergebnis:

Da die Akzeptanz der Weizenkleie bei der Bevölkerung nicht besonders hoch ist, wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens an der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL) in Detmold zunächst ein Pilotverfahren zur Gewinnung der Hauptballaststoffkomponente der Weizenkleie, den Arabinoxylanen, entwickelt. Durch Einsatz von umweltverträglichen und partiell recyclebaren Chemikalien konnten aus 3 kg Weizenkleie innerhalb 1 Woche 350 g (Glucurono)arabinoxylane gewonnen werden. Die Reinheit dieser Isolate lag bei mindestens 75 %, wie durch HPAEC-PAD überprüft werden konnte. Durch FT-IR und ¹³C-NMR konnte nachgewiesen werden, dass das isolierte Produkt aus Ketten von β(1,4)-verknüpften D-Xylopyranose-Einheiten besteht, bei denen ein Teil der Xylosen mit α-L-Arabinose an den Positionen O-3 und/oder O-2 oder mit β-D-Glucuronsäure an der Position O-2 verknüpft sind. Durch GPC/SEC mit Dreifachdetektion konnte ein mittleres Molekulargewicht M_w des polydispersen Polymers von 240×10^3 bestimmt werden.

Nach der Isolierung an der BFEL in Detmold wurden am Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Jena die ernährungsphysiologischen Wirkungen der Arabinoxylane und daraus gewonnener Darmfermentationsprodukte an humanen Kolontumorzellen untersucht. Als Parameter einer Risikoverminderung bzw. Primärprävention wurde mit Hilfe von Genotoxizitäts- und Zytotoxizitätstests untersucht, ob die Testproben bzw. die komplexen Produkte ihrer Darmfermentation kanzerogene Substanzen entgiften. Untersucht wurde weiterhin, ob die Stimulierung von körpereigenen Schutzsystemen (chemoprotektive Enzyme und DNA-Reparaturproteine) zu einer Protektion gegenüber Kanzerogenen führt. Die Modulierbarkeit des Proliferationsverhaltens durch die Testproben sollte Rückschlüsse auf sekundär präventive Wir-

kungen der Substanzen erlauben. Es konnte gezeigt werden, dass Arabinoxylane der Weizenkleie eine gut für die humane Darmflora verfügbare Ballaststoff-Quelle darstellen. Es konnten zelluläre Effekte durch Weizenkleie/Arabinoxylane nachgewiesen werden, die auf chemoprotektiven Mechanismen im Kolon schließen lassen. So konnte gezeigt werden, dass Arabinoxylane durch Darmbakterien *in vitro* fermentiert werden können und dabei Fermentationsprodukte entstehen, die Zellwachstum/Überlebensfähigkeit humaner Tumorzellen vermindern.

Ebenso wurden zelluläre Mechanismen zum Schutz gegen genotoxische Wirkung verschiedener Karzinogene erhöht. Darüber hinaus vermochten die unfermentierten Ballaststoffe durch H₂O₂ entstandene reaktive Produkte abzufangen. Diese zellbiologischen Untersuchungen liefern zum ersten Mal Hinweise auf eine mögliche chemoprotektive Wirkung von Arabinoxylanen im Dickdarm. Weitergehende Untersuchungen sollen folgen.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Weizenkleie wird bisher überwiegend als Futtermittel verwendet, da der Verwendung als Speisekleie in Lebensmitteln technische und sensorische Grenzen gesetzt sind. Bedingt durch den Preisverfall des Rohproduktes wird nach neuen Wegen der Vermarktung für dieses Mühlennachprodukt gesucht, indem man innovative Nutzenanwendungen von Inhaltsstoffen im technischen Bereich oder im Lebensmittelsektor erforscht.

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens zeigen einen neuen Weg zur Verwertung der Weizenkleie auf. Das neu entwickelte umweltverträgliche Pilotverfahren zur Gewinnung eines löslichen Ballaststoffes (Arabinoxylane) aus der Kleie und die sich abzeichnenden gesundheitsbezogenen Wirkungen dieser Substanz auf den Lipidstoffwechsel, die Glucosetoleranz und die Funktion des Dickdarm offerieren kleinen und mittleren Unternehmen einen natürlichen Getreideballaststoff, der zur Ballaststoffanreicherung von Lebensmitteln, als Geliermittel, Emulsionsstabilisator oder als Fettersatzstoff Einsatz finden kann.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2005.
2. Hollmann, J., Lindhauer, M.G., Gleis, M. und Pool-Zobel, B.: Getreideballaststoffe – Nur Ballast oder mehr? ForschungsReport 2, 10-13 (2006).
3. Gleis, M., Hofmann, T., Küster, K., Hollmann, J., Lindhauer, M.G. und Pool-Zobel, B.: Both wheat (*Triticum aestivum*) bran arabinoxylans and gut flora-mediated fermentation products protect human colon cells from genotoxic activities of 4-Hydroxynonenal and Hydrogen Peroxide. J. Agric. Food Chem. 54, 2088-2095 (2006).
4. Hollmann, J. und Lindhauer, M.G.: Pilot-scale isolation of glucuronoarabinoxylans from wheat bran. In: Proc. 12th Cereal & Bread Congr. Harrogate 2004 (eds. Cauvain, S.P. et al.), CRC Press, Boca Raton, 339-344 (2005).
5. Hollmann, J. und Lindhauer, M.G.: Pilot-scale isolation of glucuronoarabinoxylans from wheat bran. Carbohydrate Polymers 59 (2), 225-230 (2005).
6. Hollmann, J. und Lindhauer, M.G.: Isolierung und Struktur von Ballaststoffen auf Arabinoxylanbasis aus der Weizenkleie. Getreide-technol. 58 (6), 343-349 (2004).

Weiteres Informationsmaterial:

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL)
Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie
Schützenberg 12, 32756 Detmold
Tel.: 05231/741-420, Fax: 05231/741-300
E-Mail: lindhauer.bagkf@t-online.de

Universität Jena
Institut für Ernährungswissenschaften
Lehrstuhl für Ernährungstoxikologie
Dornburger Str. 25, 07743 Jena
Tel.: 03641/94 96 70, Fax: 03641/94 96 72
E-Mail: b8pobe@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