

## Einsatz cellulasehaltiger Enzympräparate zur Verflüssigung von Apfeltrester – Analyse und physiologische Charakterisierung der gewonnenen Produkte

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle I:</b>	Forschungsanstalt Geisenheim Institut für Oenologie und Getränkeforschung FG Weinanalytik und Getränkeforschung Prof. Dr. H. Dietrich/Dr. F. Will
<b>Forschungsstelle II:</b>	Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIFE), Nuthetal Prof. Dr. C. A. Barth/Dr. G. Dongowski
<b>Industriegruppe:</b>	Verband der Deutschen Fruchtsaft-Industrie e.V., Bonn  Projektkoordinatoren: Dipl.-Oec. P. Possmann, Flüss. Obst GmbH, Schönborn RA K. Sennewald, VdF, Bonn
<b>Laufzeit:</b>	1998 - 2000
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 227.240,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Über die physiologischen Wirkungen von Oligosacchariden aus pflanzlichem Zellwandmaterial im Gastrointestinaltrakt ist bisher wenig bekannt. Konventionelle Apfelsäfte enthalten bereits Polysaccharidfragmente, die durch die enzymatische Pektinspaltung während der Saftklärung entstehen. Der überwiegende Teil der Zellwandpolymere verbleibt jedoch als Rückstand im Trester. Bei der im Rahmen des Projektes untersuchten enzymatischen Tresterverflüssigung wird das Zellwandmaterial stark depolymerisiert, wobei größere Mengen an oligomeren Bruchstücken in Lösung gehen. Aufgrund ihrer chemischen Struktur können diese nicht von körpereigenen Enzymen abgebaut und im Dünndarm resorbiert werden. Sie sind somit niedermolekulare, lösliche Ballaststoffe und unterscheiden sich von den makromolekularen durch ihre geringe Viskosität und Osmolarität. Somit ergibt sich auch die Möglichkeit, größere Konzentrationen dieser unverdaulichen Saccharide aufzunehmen. Die physiologischen Wirkungen von Oligosacchariden im Gastrointestinaltrakt nach enzymatischer Tresterverflüssigung sollten im Rahmen des Forschungsvorhabens ermittelt

und die gewonnenen Produkte analysiert werden.

### Forschungsergebnis:

Die zusätzliche Tresterenzymierung mit einer Kombination aus Pektinasen und Cellulasen bringt deutliche Ausbeutesteigerungen in Höhe von bis zu 10 % gegenüber der nicht-enzymierten Kontrolle. Es kommt zu einer verstärkten Depolymerisation von Zellwandmaterial und infolgedessen zum Anstieg der löslichen Trockenmasse (°Brix). Die Aschegehalte der B-Säfte steigen um durchschnittlich 20 % im Vergleich zu den A-Säften an. Die während der Tresterenzymierung freigesetzte Galacturonsäure liefert zusätzlich einen deutlichen Beitrag zur titrierbaren Gesamtsäure der B-Säfte. Die Gesamtphenolwerte in den tresterenzymierten B-Säften nahmen um den Faktor 3-7 zu, ohne dass eine verstärkte Bräunung zu beobachten war. Die Kolloidgehalte der Tresterextraktionssäfte sind mit Werten bis zu 20 g/L drastisch höher als die der entsprechenden A-Säfte (0,2 – 0,8 g/L). Die Kolloide der Tresterextraktionssäfte wurden als Arabane, Arabinogalactane Typ I und II, Rham-

nogalacturonane sowie als Xyloglucane identifiziert. Wesentliche Unterschiede bei der Freisetzung der Substanzen zwischen den verschiedenen zur Tresterverflüssigung eingesetzten Enzympräparaten konnten im Rahmen des Forschungsvorhabens nicht festgestellt werden. Die hohen Kolloidgehalte wirkten sich negativ auf die Filtrationsleistung der tresterenzymierten Säfte aus. Für die Tresterextraktionssäfte wurden Dosagen von bis zu 14-60 g/hl Gelatine ermittelt. Bei den entsprechenden A-Säften lag der Gelatinebedarf unter 5 g/hl. Die ultrafiltrierten Tresterextraktionssäfte blieben während der forcierten Lagerung überwiegend stabil gegenüber Nachtrübungen.

Mit den Tresterextraktionssäften wurden *In-vitro*-, Tier- und Probandenversuche durchgeführt. In parallelen Untersuchungen zeigte sich die aus Äpfeln isolierte Alkohol-unlösliche Substanz als geeignetes Modell zur Prüfung des Enzymeinflusses auf die Ballaststofffraktion. Die gewonnenen B-Säfte zeichneten sich im Vergleich zu den A-Säften durch einen erhöhten Gehalt an löslichen, partiell depolymerisierten Ballaststoffen und an bioaktiven Sekundärmetaboliten (Flavonoiden) aus. Die A-Säfte enthielten weniger als 1,5 % Ballaststoffe, während in den B-Säften fast zehnmal höhere Werte gefunden wurden. Der Ballaststoffgehalt der isolierten Saftkolloide lag zwischen 65 und 85 %. In *In-vitro*-Fermentationen mit humaner Faecesflora wurde die Fermentierbarkeit der isolierten Kolloide aus den B-Säften geprüft. Dabei entstand ein Spektrum an kurzkettigen Fettsäuren (SCFA), wobei Acetat die vorwiegend gebildete SCFA war. Das durchschnittliche Verhältnis betrug zwischen Acetat, Propionat, Butyrat, n-Valeriat und iso-Valeriat ca. 68:16:14:1:1. Der pH-Wert sank während der *In-vitro*-Fermentation von 7,0 auf 5,8 (Kolloide aus A-Säften) bzw. auf 5,3 (Kolloide aus den B-Säften). Bei den Fütterungsversuchen mit konventionellen Ratten wurden die isolierten Kolloide aus den B-Säften im Caecum sehr gut fermentiert, und es ergaben sich hohe Bildungsraten an SCFA. Im Probandenversuch wurden die B-Säfte gut akzeptiert und es zeigten sich insgesamt positive Wirkungen der Ballaststoffe des B-Saftes auf den Gallensäurenzyklus sowie auf die Ausscheidung von sauren und neutralen Steroiden. Große Schwankungen wurden zwischen den Probanden sowohl in der Gesamtmenge an ausgeschiedenen Steroiden als auch in ihrem Spektrum festgestellt.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Durch eine enzymatische Tresterextraktion wird die Ausbeute an löslicher Trockensubstanz während der Entsaftung von Äpfeln gegenüber der Extraktion mit Wasser um durchschnittlich 10 % erhöht. Verfahrenstechnisch entsteht kein wesentlicher Mehraufwand gegenüber der konventionellen und nach der EU-Fruchtsaftrichtlinie erlaubten Nachextraktion mit Wasser. Die Effektivität von Klärungs- und Filtrationsvorgängen wird zunächst beeinträchtigt. Diese Probleme sind aber bereits mit der heute üblichen Praxis der reinen Wassereextraktion ebenfalls präsent. Ein wesentliches Ergebnis ist die positive ernährungsphysiologische Bewertung der in relativ hohen Konzentrationen enthaltenen Poly- und Oligosaccharide sowie der Polyphenole. Insbesondere bei polyphenolarmen Apfelsorten kann der Anteil an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen und somit die antioxidative Kapazität der B-Säfte gesteigert werden. Die B-Säfte wurden bei den Probandenversuchen gut akzeptiert. Es bieten sich Möglichkeiten zur Vermarktung dieser Produkte im Hinblick auf die Betonung der in großen Mengen enthaltenen Wertstoffe. Allerdings kann dies nicht über die Saftschiene, sondern sollte über "Getränke eigener Art" geschehen. Auf dem Gebiet der Getränkeentwicklung und des entsprechenden Marketings verbleibt aufgrund sensorischer Mängel noch Forschungsbedarf.

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2000.
2. Sembries, S., Dongowski, G., Bauckhage, K., Will, F. und Dietrich, H.: Einsatz cellulasehaltiger Enzympräparate zur Behandlung von Apfeltrester – Ernährungsphysiologische Aspekte der Ballaststoffe. *Flüss. Obst* 67 (5), 294-298 (2000).
3. Will, F., Bauckhage, K. und Dietrich, H.: Apple pomace liquifaction with pectinases and cellulases: analytical data of the corresponding juices. *Eur. Food Res. Technol.* 211, 291-297 (2000).
4. Zunft, H.-J. F.: Funktionalität und Wirkung von Lebensmittelinhaltsstoffen – Beispiele praxisnaher Ernährungsforschung. Tagungsband 58. Diskussionstagung des Forschungskreises der Ernährungsindustrie, 87-102 (2000).

5. Dongowski, G. und Sembries, S.: Effects of Commercial Pectolytic and Cellulolytic Enzyme Preparations on the Apple Cell Wall. J. Agric. Food Chem. 49 (9), 4236-4242 (2001).
6. Dongowski, G., Sembries, S., Bauckhage, K., Will, F. und Dietrich, H.: Degradation of apple cell wall material by commercial enzyme preparations. Nahrung/Food 46 (2), 105-111 (2002).

#### **Weiteres Informationsmaterial:**

Forschungsanstalt Geisenheim  
Institut für Oenologie und Getränkeforschung  
FG Weinanalytik und Getränkeforschung  
Rüdesheimer Str. 28, 65358 Geisenheim  
Tel.: 06722/502-311, Fax: 06722/503-310  
E-Mail: h.dietrich@fa-gm.de

Deutsches Institut für Ernährungsforschung  
(DIFE)  
Arthur-Scheunert-Allee 114 - 116,  
14558 Nuthetal  
Tel.: 033200/88-216, Fax: 033200/88-555  
E-Mail: dongo@dife.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