

Untersuchung chemischer und sensorischer Veränderungen bei der Lagerung von naturtrüben Apfelsaft-Halbkonzentraten und Direktsäften unter Berücksichtigung der Herstellungsverfahren

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Forschungsanstalt Geisenheim Institut für Önologie und Getränkeforschung FG Weinanalytik und Getränkeforschung Prof. Dr. H. Dietrich
Industriegruppe:	Verband der Deutschen Fruchtsaft-Industrie e.V., Bonn Projektkoordinatoren: Dipl.-Ing. H. M. Dechent, Eckes AG, Nieder-Olm RA K. Sennwald, VdF, Bonn
Laufzeit:	1996 - 2000
Zuwendungssumme:	€ 156.920,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Die Herstellung von naturtrüben Apfelsäften aus Halbkonzentraten ist eine interessante Alternative zum klassischen KZE-Apfelsaft (Direktsaft). Naturtrübe Apfelsafthalbkonzentrate sind aber aufgrund der Konzentrierung der relevanten Inhaltsstoffe wesentlich anfälliger gegen Farbveränderungen als die Apfelsäfte (Direktsäfte). Sie neigen teilweise zu starken nichtenzymatischen Bräunungen. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass die Bräunung der Halbkonzentrate bei manchen Chargen bis zu einem „schokoladenähnlichen“ Farbton steigen kann. Die Ursache ist bislang unbekannt. Es liegen keine einschlägigen Untersuchungen darüber vor, ob die bräunenden Stoffe trubgebunden oder in löslicher Form im „Saftserum“ vorkommen. Auch ist nicht erforscht, welchen relativen Anteil Reaktionen der Polyphenole einerseits und die Maillardreaktion andererseits an der Bildung der Bräunungspigmente haben. Die Struktur dieser Bräunungspigmente ist ebenfalls noch nicht aufgeklärt.

Ziel des Vorhabens war daher die Untersuchung des Bräunungsverhaltens naturtrüber Apfelsafthalbkonzentrate als Funktion der Lagerungsbedingungen, die Entwicklung von praxisrelevanten Indikatoren für die Bewertung der Farbveränderung und die Charakterisierung der bislang unbekanntem Bräunungspigmente. Es sollten Empfeh-

lungen für die optimalen Herstellungs- und Lagerungsbedingungen naturtrüber Apfelsäfte und Apfelsafthalbkonzentrate erarbeitet werden. Hierzu wurden überwiegend Versuche im technischen Maßstab durchgeführt.

Forschungsergebnis:

Das Projekt konnte einen Beitrag zur Klärung der Entstehung sowie zur Charakterisierung der bislang unbekanntem Bräunungspigmente leisten. Hierzu wurden umfangreiche Modellversuche durchgeführt, um die Rolle einzelner Substanzklassen (Polyphenole, Zucker, Aminosäuren, Metallionen, Ascorbinsäure) genauer zu untersuchen. Es wurde erstmals ein Verfahren zur Isolation von Bräunungspigmenten aus naturtrüben Apfelsafthalbkonzentrat entwickelt. Durch die Kombination aus präparativer Festphasenextraktion und Gelchromatographie konnten stark gefärbte Isolate gewonnen werden, die frei von störenden Verbindungen waren und einen hohen Gehalt an Polyphenolen hatten. Die chromatographischen und spektroskopischen Untersuchungen dieser Isolate sowie die Ergebnisse umfangreicher Modelluntersuchungen deuten darauf hin, dass die Bräunungspigmente in erster Linie als Folge von Polyphenolreaktionen und weniger durch Maillardreaktionen entstehen. Letztere spielen dennoch eine Rolle, wie die Un-

tersuchung der Aminosäuren ergab. Die Bräunungspigmente bestehen aus einer Vielzahl von polaren Verbindungen mit anionischem Charakter und scheinbaren Molekulargewichten meist unter 1.000 D. Die genaue Struktur der Substanzen ist noch nicht bekannt. Sie enthalten polyphenolische Bestandteile. Es gibt unterschiedliche „Populationen“ von Bräunungspigmenten, die überwiegend in der Trubstoffphase gebunden und zum Teil in der Serumphase des Saftes gelöst sind. Die Extraktion ist nicht in der Lage, die trubgebundenen Anteile vollständig herauszulösen. Die Bräunung naturtrüber Apfelsafthalbkonzentrate ist nach dem jetzigen Kenntnisstand eine komplexe Überlagerung von Reaktionen der Polyphenole und sekundär der Maillardsubstanzen, die sich zwischen Trubphase und Serumphase verteilen; daher ist die Bräunungskinetik im Vergleich zu klaren Säften und Konzentraten sehr komplex.

Um mehr Informationen über die optimalen Herstellungs- und Lagerungsbedingungen naturtrüber Apfelsäfte und -halbkonzentrate zu erhalten, wurden in sechs Fruchtsaftbetrieben umfangreiche Verarbeitungsstudien im industriellen Maßstab durchgeführt. Insgesamt wurden 66 Halbkonzentrate und Säfte in 157 Varianten untersucht. Hierbei wurden folgende Parameter variiert: Entsaftungssystem (Presse und Dekanter), Maischebehandlung (Zusatz von Ascorbinsäure, Behandlung mit Stickstoff), Konzentrierungsgrad, Abfüllsystem (Flasche, sterile Abfüllung nach dem Bag-in-Box-Verfahren) und die Lager Temperatur. Die Versuche wurden durch umfangreiche Analysen ergänzt. Die Lagertemperatur hat den entscheidenden Einfluss auf das Bräunungsverhalten. Unterhalb von 10 °C konnten aber keine wesentlichen Unterschiede festgestellt werden. Unterhalb von 45°Bx hatte der Konzentrierungsgrad keinen nennenswerten Einfluss auf das Lagerungsverhalten der Produkte. Eine Konzentrierung auf 40°Bx kann empfohlen werden. Unter vergleichbaren Bedingungen bräunen naturtrübe Halbkonzentrate wesentlich schneller als entsprechende klare Produkte; dies spricht für die besondere Rolle der trubgebundenen Pigmente. Erwartungsgemäß bräunen die Halbkonzentrate 3-4mal schneller als die originalen Apfelsäfte (ca. 11-12 Bx). Durch den Einsatz des Dekanters konnten keine farbstabilen Produkte als mit der Presse erhalten werden. Entscheidender als die Entsaftungsart ist die Zusammensetzung der Rohware. Obst aus der mittleren bis späten Ernte scheint im Hinblick auf die Bräunung der Produkte besser geeignet zu sein als Obst aus der frühen Ernte. Die be-

sondere Rolle der Polyphenole wurde deutlich. Je höher der Chlorogensäuregehalt war, desto stärker war auch die Bräunung. Ein Vitamin C-Zusatz von 200 mg/L ist sinnvoll und ausreichend. Durch die Überlagerung der Maische mit Stickstoff konnte die Bräunung deutlich verzögert werden.

Für die Übertragbarkeit von Lagerungsversuchen vom Technikumsmaßstab auf die Verhältnisse in der Produktion ist ein wichtiges Ergebnis, dass zwischen 200-L-Containern und 48.000-L-Großtanks keine Unterschiede festgestellt werden konnten. Dies bedeutet, dass im 200-L-Maßstab eine Prognose zum Lagerverhalten abgegeben werden kann. Bei naturtrüben Produkten scheidet die photometrische Farbmessung (z.B. E 420) aus. Ein für die Praxis geeigneter Bewertungsmaßstab ist der a^* -Wert der Farbmessung (L^*a^*b), der sich mit längerer Lagerung erhöht.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Apfelsaft ist das wichtigste Produkt der deutschen Fruchtsaftindustrie. Der Pro-Kopf-Verbrauch lag 1994 bei 11,4 l. Dies entspricht einem Umsatz von etwa 500 Mio. €. Schätzungen der letzten Jahre ergeben eine deutliche Zunahme von naturtrübem Apfelsaft (inzwischen ca. 40 %) gegenüber Klarsaft. Um den steigenden Bedarf an naturtrüben Säften zu befriedigen und um gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit zu verbessern, geht der industrielle Trend verstärkt in Richtung solcher Säfte, welche aus naturtrübem Halbkonzentrat hergestellt werden.

Die Herstellung von Halbkonzentraten von 40°Bx führt zu einer deutlichen Verringerung des Tankbedarfs auf ein Drittel bis ein Viertel. Angesichts hoher Kosten für Edelstahl tanks und KZE-Armaturen ist dies wirtschaftlich von großem Vorteil. Unter Einhaltung der obigen Rahmenbedingungen kann das Verfahren auch aus qualitativer Sicht empfohlen werden. Von wirtschaftlicher Relevanz im Sinne von Energie-Kosteneinsparung ist auch die Feststellung, dass eine Lagertemperatur von 10 °C ausreichend ist, um die Bräunung zu hemmen. Die Unterschiede zur Lagerung bei 5 °C sind nur geringfügig, wie analytische und sensorische Befunde ergaben.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2000.
2. Steil, A.: Untersuchung chemischer und sensorischer Veränderungen bei der Lagerung von naturtrüben Apfelsaftkonzentraten und Direktsäften unter Berücksichtigung der Herstellungsverfahren. Dissertation, Universität Gießen (2001).
3. Steil, A., Dietrich H. und Will, F.: Vermeidung von Qualitätseinbußen bei der Herstellung und Lagerung von naturtrüben Apfelsaftkonzentraten. *Flüss. Obst* 69 (3), 200-206 (2002).
4. Steil, A., Patz, C.-D., Will, F. und Dietrich, H.: Die Bewertung der Farbe naturtrüber Fruchtsäfte. *Flüss. Obst* 69 (10), 648-652 (2002).

Weiteres Informationsmaterial:

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