Qualitätsunterschiede von naturtrübem Apfelsaft und Brombeernektar nach Heißfüllung in Bag-in-Box und Glas

| Apfelsaft | Brombeernektar | Bag-in-Box | Heißfüllung | Sensorik | Qualität |

Im Jahr 2010 war in Deutschland die Mehrweg-PET-Flasche mit 49,3 % die überwiegende Verpackungsform für fruchthaltige Getränke wie Fruchtsäfte, Fruchtnektare und Fruchtsaftgetränke. Dahinter folgt der Karton (41,5 %) und die Glas-Mehrweg-Flasche (6,4 %) gefolgt von sonstigen Behältnisarten. (Quelle: VdF, Bonn). Dies stellte die Situation im Discounter dar. Der Anteil von Bag-in-Box-Produkten am Markt ist prozentual gemessen klein und wird daher momentan statistisch nicht richtig erfasst. Kleinbetriebe wie Obstproduzenten als Eigenerzeuger füllen verstärkt Apfeldirektsäfte aus Streuobstanbau in Bag-in-Box-Systeme, um sich mit ihren Qualitäten auf ihrem Marktsegment behaupten zu können. Diese Betriebe wären mit der Investition in oben genannte Fülllinien sowohl kapazitätsmäßig als auch finanziell überfordert. Bei Bag-in-Box-Systemen handelt es sich um Folienbeutel aus unterschiedlichen Werkstoffen, die über einen Kunststoffzapfhahn befüllt werden und beim Kunden mehr oder weniger totvolumenfrei entleert werden können. Die meist aus Karton bestehende Umverpackung sorgt für mechanische Stabilität, trägt die vorgegebene Deklaration und Verbraucherinformationen und ist oft mit einem Tragebügel ausgestattet. In Kleinbetrieben werden zur Direktvermarktung überwiegend 3- bzw. 5-Liter Gebinde eingesetzt, die halbautomatisch oder manuell heiß gefüllt werden. Die Heißfüllung erfolgt meist bei Temperaturen um 85°C, um Enzyme (Pektinasen, Polyphenoloxidasen) und vegetative Mikroorganismenformen auszuschalten und den Saft samt der Verpackung praktisch zu „sterilisieren". In den meisten Fällen erfolgt keine aktive Rückkühlung der Behältnisse, so dass lange Abkühlzeiten mit der Gefahr der Qualitätsminderung möglich sind. In der vorliegenden Arbeit wurde diese Situation simuliert und der Einfluss auf wichtige analytische Schlüsselparameter und die Sensorik geprüft.

MATERIAL UND METHODEN

Naturtrüber Apfelsaft: Aufgrund der Durchführung der Versuche im Frühjahr 2011 wurden CA-gelagerte Tafeläpfel (c.v. Jonagold, VOG eG, Ingelheim am Rhein) verwendet. Sie wurden gewaschen, mit einer Seepex-Pumpe Typ BTM gemahlen und mit einer Bucher HPL-200 Horizontalpresse entsaftet. Der Frischsaft wurde mit 200 mg/l Ascorbinsäure versetzt und anschließend mit einer Geschwindigkeit von 1.500 l/h separiert (Westfalia SA-R 3036). Brombeernektar: Aseptisch verpacktes Brombeerpüree (Bayernwald, Hengersberg) wurde im Röhrenerhitzer auf 55 °C erhitzt und mit 200 ml/t Fructozym EC Color 1 h enzymiert. Die Entsaftung der Maische erfolgte mittels Dekanter (Flottweg Z1). Der Rohsaft wurde wie oben separiert, mittels VE-Wasser und Zucker zu Nektar ausgemischt und filtriert.

Heißfüllung Bag-in-Box (BiB): Trüber Apfelsaft und Brombeernektar wurden in einem MABO-Fruchtsaftdispenser auf 84°C erhitzt und anschließend in Beutel der Fa. Rink (innen Polyethylen, außen Ethylenvinylalkohol als Barriere) gefüllt. Für Apfelsaft wurden 5 Liter, für Brombeernektar 3 Liter-Beutel verwendet. Die Füllung erfolgte auf einer Waage, wobei jeweils 3,0 bzw. 5,0 kg eingefüllt wurden. Danach wurde der verbleibende Luftraum durch Eindrücken des Beutels weitgehend entfernt und das Zapfventil verschlossen. Flaschenfüllung: Parallel wurden die Produkte heiß in 0,75 l Braunglas gefüllt und mit Schraubverschlüssen verschlossen. Alle Versuche wurden aus Gründen der statistischen Absicherung doppelt durchgeführt.

Lagervarianten, aktive und passive Rückkühlung: Insgesamt wurden 2x27 Packungen des Apfelsafts auf zwei Paletten zu je 3 Lagen mit jeweils neun Boxen stehend zu einem Quader gestapelt. Zusätzlich wurden die Paletten 4lagig mit einer Versandfolie umwickelt (Abb. 1). Beim Brombeernektar wurden auf 2 Paletten 3 Lagen zu je 12 Boxen aufgestapelt. Die Braunglasflaschen wurden in offene 12er Kunststoffkisten gestellt. Die Abkühlung erfolgte passiv durch Stehenlassen bei 20 °C Raumtemperatur. Aktive Rückkühlung: Zur analytischen und sensorischen Kontrolle wurden jeweils 3 Beutel und 12 Flaschen der Produkte unter fließendem kalten Wasser rückgekühlt und bei 4 °C als Kontrollproben gelagert.

Abb. 1: Passiv gekühlte Varianten BiB und Glas. In der Mitte des Palettenstapels befand sich die BiB-Einheit mit dem Datenlogger zur Temperaturaufzeichnung.

Analytik: Zeitgleich zur Sensorik wurden RSK-Werte mittels üblicher Fruchtsaftanalytik (IFU-Methoden) bestimmt. Die Farbe des naturtrüben Apfelsaftes wurde mit dem L*a*b*-System bestimmt, die Farbintensität des Brombeernektars fotometrisch bei 520 nm. Gesamtphenole wurden mittels Folin-Test, HMF (Hydroxymethylfurfural als Hitzeindikator) mittels RP-HPLC/UV und Brombeer-Anthocyane wurden mittels LCMS analysiert. Detaillierte Beschreibungen der Analysemethoden und sonstige verwendete Referenzen können über die Kontaktadresse nachgefragt werden.

Sensorik: Die Sensorik der Proben wurde von einem Panel bestehend aus 12 sensorisch geschulten Prüfern durchgeführt. Die Verkostungen fanden nach einer Lagerzeit von 2 und 4 Wochen statt. An jedem Termin wurden deskriptive Prüfungen verschiedener Attribute sowie Dreieckstests vorgenommen. Die

Prüfbögen wurden mit dem Programm FIZZ der Firma Biosystèmes erstellt und ausgewertet.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Passive Rückkühlung: In einen Beutel des heißgefüllten Apfelsaftes wurde vor der Füllung ein Temperaturlogger (3M, Typ TL20) eingeschweißt. Die Box mit diesem Beutel wurde in der Mitte des 3lagigen Palettenstapels platziert. Der Beutel wurde nach 8 Tagen aufgeschnitten und die gesammelten Daten wurden ausgelesen. Der Temperaturverlauf ist in Abbildung 2 dargestellt. Der Sensor erreichte seine Maximaltemperatur eine Stunde nach der Füllung. Obwohl es sich nur um einen relativ kleinen Palettenstapel handelte, hatte der Saft nach 24 h noch eine Temperatur von 50 °C. Insgesamt dauerte es exakt 4 Tage bis zur Erreichung des Temperaturausgleichs zur Umgebungstemperatur von 20 °C. Es ist davon auszugehen, dass die Abkühlung des in BiB gefüllten Brombeernektars analog verlief. Werden bei gleicher Temperatur gefüllte Glasflaschen ohne Rückkühlung beispielsweise in 500er Gitterboxen eingelagert, werden in der Mitte des Stapels ähnlich lange Abkühlzeiten erreicht. Die hier in Getränkekisten gestellten Glasflaschen brauchten nur 6 h zur Abkühlung auf 20 °C (Glas passiv).

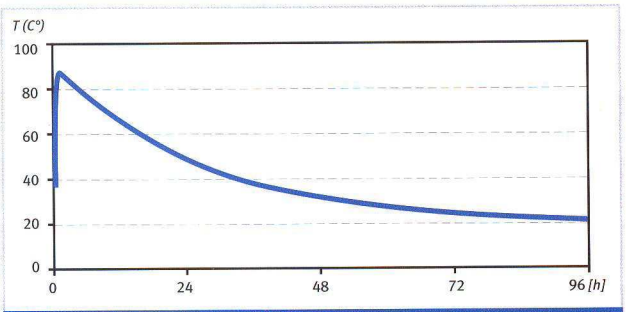

Abb. 2: Temperaturverlauf nach der Heißfüllung des Apfelsaftes in BiB bei passiver Rückkühlung

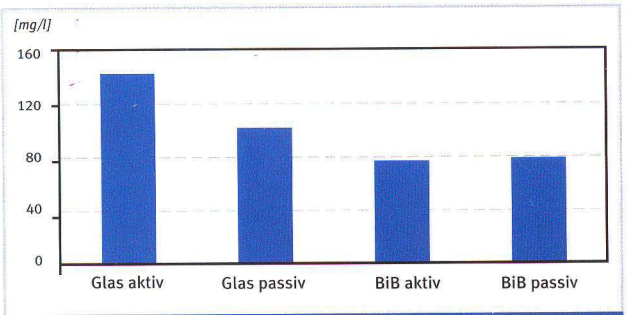

Abb. 3: Ascorbinsäurewerte 2 Wochen nach Füllung der Apfelsäfte (Ausgangsgehalt 200 mg/l)

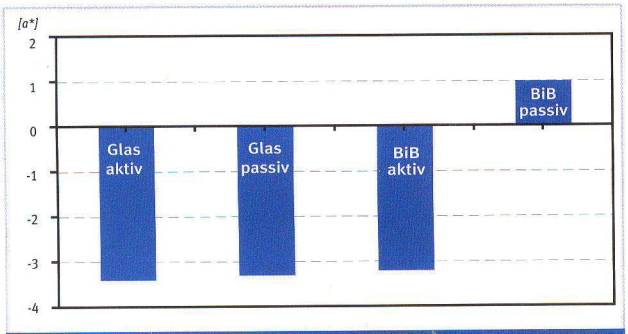

Abb. 4: a-Werte (als Bräunungsindiz) 2 Wochen nach Füllung der Apfelsäfte*

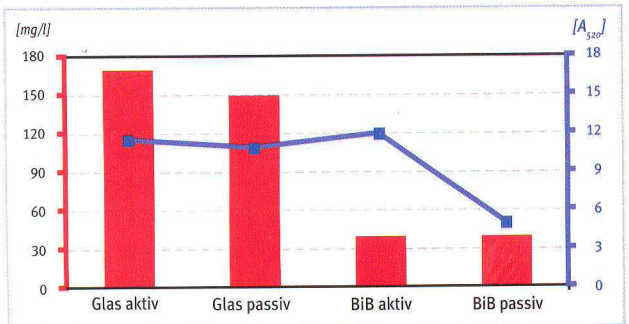

Abb. 5: Summe der Anthocyane (mg/l) und Farbintensität (A520) 2 Wochen nach Füllung der Brombeernektare

Analytik Apfelsäfte: Hinsichtlich der RSK-Werte hatten die unterschiedlichen Abfüllvarianten keinen Einfluss auf die chemische Zusammensetzung. Auch die Parameter Gesamtphenole, Einzelphenole (HPLC) und die antioxidative Kapazität (TEAC-Werte) wurden weder unter den Füllvarianten noch gegenüber den aktiv rückgekühlten Kontrollvarianten signifikant verändert. Die Trübungsintensitäten lagen mit 1400-1600 TE/F sehr hoch, ebenso die Trübungsstabilitäten nach Zentrifugation (60-70 %). Beide Parameter wurden ebenfalls durch die Fülltechniken und die Lagerbedingungen nicht verändert. Kritische Parameter waren hingegen Ascorbinsäure, HMF und die Bräunung. Vor der Füllung wurden 200 mg/l Ascorbinsäure dosiert, die aktiv rückgekühlte Glasvariante verlor durch die Heißfüllung knapp 30 %, die passive Variante 50 % (Abb. 3). Die aktive Rückkühlung des BiB-Gebindes wurde unter fließendem kaltem Wasser durchgeführt; anschließend wurde sofort bei 4 °C gelagert. Der erreichbare Effekt war gering, die thermische Masse von 5 kg Apfelsaft ist durch Konvektion auch bei einer Umgebungstemperatur von 4 °C offensichtlich nur langsam kühlbar. Sowohl bei der aktiven als auch bei der passiven BiB-Variante wurde 2 Wochen nach der Füllung ein Ascorbinsäureverlust von knapp über 60 % gemessen. Zwei Wochen später waren bei allen Proben weitere 10 % Verlust feststellbar. Die aktive Kühlung bei der BiB-Variante reichte allerdings aus, um die HMF-Bildung zu verhindern. Lediglich bei der passiven BiB-Variante entstanden 29 mg/l HMF, ansonsten blieben alle Proben unter 1 mg/l (Nachweisgrenze HPLC). Analog zu diesem Ergebnis entwickelte sich die Farbe, die bei naturtrüben Apfelsäften entweder sensorisch oder durch L*a*b*-Farbmetrik beschrieben werden kann. Zur Beschreibung der Bräunung eignet sich hier der a*-Wert auf der grün-rot-Achse des L*a*b*-Farbsystems. Abbildung 4 zeigt diese Werte aller Varianten nach einer Lagerzeit von 2 Wochen. Nur die BiB Passivvariante zeigt einen positiven a*-Wert, der optisch einem nachgebräunten Saft entsprach. Alle anderen Varianten hatten a*-Werte unter -3, diese Säfte waren recht hell und farblich ansprechend.

Analytik Brombeernektare: Auch hier kam es zu keinen signifikanten Veränderungen üblicher Saftparameter. Ascorbinsäure wurde nicht zugesetzt, kritische Parameter waren HMF und die thermolabilen Anthocyanfarbstoffe. In Bezug auf HMF ergab sich ein ähnliches Ergebnis wie beim naturtrüben Apfelsaft: Bei der passiven BiB-Variante entstanden ebenfalls 29 mg/l HMF, ansonsten lagen alle Proben zwischen unkritischen 1,1 und 1,2 mg/l. In den Proben wurden jeweils 4 fruchttypische Anthocyane bestimmt: Cyanidin-3-glucosid (dominant mit >90 %), Cyanidin-3-xylosid, Cyanidin-3-malonylglucosid und vermutlich Cyanidin-3-dioxalyl glucosid. Der Muttersaft enthielt in der Summe 383 mg/l Anthocyane, die durch Wasserzusatz und Zuckerung während der Nektarherstellung auf 190 mg/l verdünnt wurden. Erwartungsgemäß enthielt die aktiv rückgekühlte Glasvariante mit 170 mg/l die meisten Anthocyane (Verlust durch Heißfüllung 10 %) gefolgt von der passiven Variante mit 150 mg/l. Beide BiB-Varianten enthielten nur noch 40 mg/l (Abb. 5, linke y-Achse). Der ausgeprägte thermische Abbau der Anthocyane wirkte sich zumindest bei der aktiv rückgekühlten BiB-

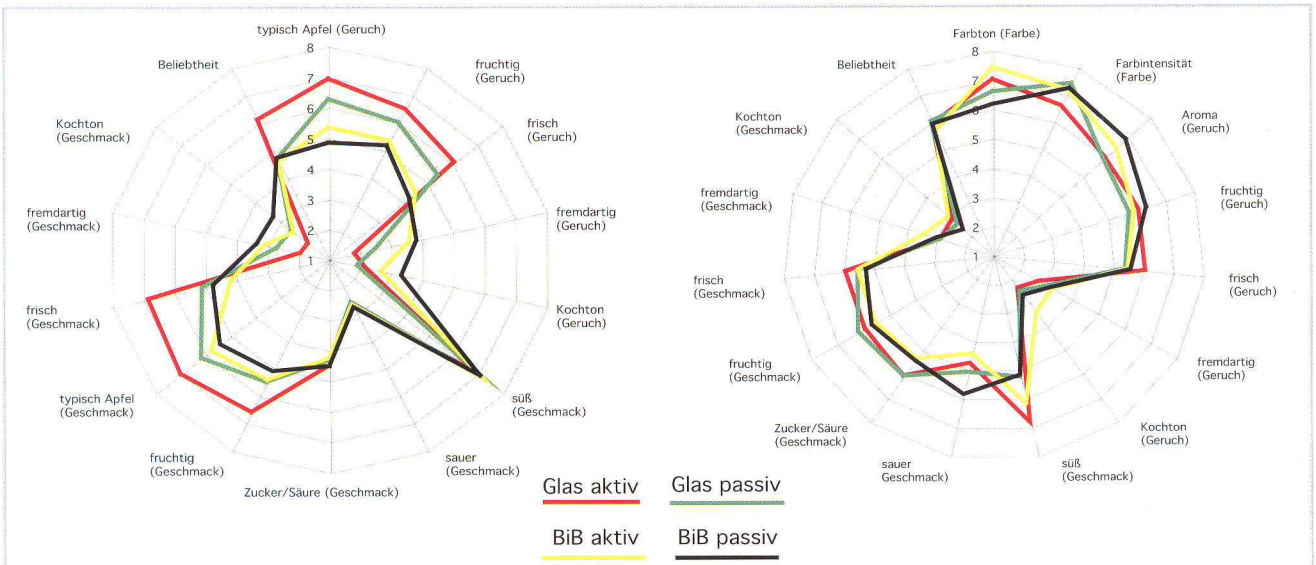

Abb. 6 und 7: Deskriptive Sensorik der Apfelsäfte und Brombeernektare 2 Wochen nach den verschiedenen Füllungen

Variante nicht auf die Farbintensität aus. Diese wurde fotometrisch bei 520 nm gemessen und ist in Abbildung 5 auf der rechten y-Achse dargestellt. Offenbar bilden sich bei der schnellen Abkühlung auf unterkritische Temperaturen polymere Substanzen, die zwar nicht mittels Routine-HPLC messbar sind, aber noch zur Farbintensität beitragen. Bei der langsamen Rückkühlung erfolgt dagegen eine schnelle Zerstörung der Farbstoffe (BiB-passiv).

SENSORIK

Dreieckstests, Apfelsäfte: Zwei Wochen nach der Heißfüllung konnten die Varianten Glas-aktiv, Glas-passiv und BiB-aktiv untereinander nicht signifikant unterschieden werden. BiB-passiv wurde jedoch gegen alle anderen Varianten mit hoher Signifikanz unterschieden, wobei diese Probe jeweils auch als deutlich schlechter bewertet wurde. Dieses Ergebnis bestätigte sich beim zweiten Verkostungstermin nach 4 Wochen. Brombeernektare: Es resultierten die analogen Ergebnisse zum Apfelsaft. Damit wurde sowohl beim Apfelsaft als auch beim Brombeernektar jeweils die BiB-passiv-Variante teilweise hochsignifikant gegen die übrigen Varianten erkannt und auch jeweils als Negativprobe bewertet.

Deskriptive Sensorik: In den Spinnendiagrammen (Abb. 6 und 7) sind typische sensorische Merkmale von Fruchtsäften und Nektaren aufgeführt, deren Intensitäten im Prüferpanel gewichtet wurden. Bei den Apfelsäften ist klar erkennbar, dass beide Glasvarianten (rot, grün) deutlich besser als die BiB-Varianten (schwarz, gelb) bewertet wurden. Insbesondere die Merkmale Frische, Fruchtigkeit und Typizität schnitten wesentlich höher ab, was letztendlich zu einer höheren Beliebtheit führte. Zum negativen Abschneiden der BiB-passiv-Variante führten die geschmacklichen Merkmale Kochton und Fremdartigkeit. Bei den Brombeernektaren ist die Differenzierung nicht so klar erkennbar wie bei den Apfelsäften. Obwohl auch hier die BiB-passiv-Variante in den Dreieckstests immer klar erkannt und als negativ bewertet wurde, liegen die Profile in der beschreibenden Sensorik recht dicht beieinander. Nur die Merkmale Frische und Farbton wurden etwas deutlicher abgewertet. Möglicherweise werden durch die hohen Polyphenolgehalte der Brombeernektare und der damit verbundenen Gerbigkeit sensorische Fehler etwas maskiert.

FAZIT

Alle analytischen Werte und auch die sensorischen Ergebnisse bestätigten sich in den Doppelproben bzw. beim zweiten Analysentermin nach 4 Wochen Lagerzeit. Ursache für die Qualitätsminderungen in den Bag-in-Box-Varianten war die Hitzebelastung während der langen Abkühlungszeit. Eine schnelle aktive Rückkühlung verhindert bzw. vermindert die HMF-Bildung, den Vitamin C-Verlust sowie Farbbeeinträchtigungen. Niedrigere Pasteurisationstemperaturen wären zwar eventuell zur Qualitätserhaltung förderlich, erhöhen aber gerade in Kleinbetrieben das mikrobiologische Risiko einer Reinfektion und sind daher nicht empfehlenswert. Unglücklicherweise stellt die analytisch und sensorisch klar differenzierbare Negativvariante BiB-passiv oft die Normalität in Kleinbetrieben dar. Alternativen wie die Tunnelkühlung bei der industriellen Glasfüllung oder der direkten Rückkühlung nach der Pasteurisation bei der aseptischen Füllung sind in diesem Maßstab technologisch nicht handhabbar. Kleinere Betriebe möchten oft regionale und qualitativ hochwertige Produkte vermarkten. Diese Absicht wird mit der vorgestellten BiB-Fülltechnik konterkariert. Durch die lange Heißhaltung resultieren die gleichen Fehler, die vor der flächendeckenden Einführung der KZE-Einlagerung mit der Heißeinlagerung von Fruchtsäften gemacht wurden. Es bleibt die Empfehlung auszusprechen, bei der Bag-in-Box-Heißfüllung im Kleinmaßstab zumindest in einer betriebsinternen Art und Weise schnell von der hohen (und notwendigen) Pasteurisationstemperatur herunterzukommen, um HMF-Bildung, Ascorbinsäureverluste, Farbverluste und grobe sensorische Fehler in den Produkten zu vermeiden.

DANKSAGUNG: Die Autoren danken Herrn Benjamin Petry für die technische Betreuung der Studie.

AUTOREN:

Prof. Dr. Frank Will (frank.will@fa-gm.de), Bettina Fröhling, Michael Ludwig, Prof. Dr. Helmut Dietrich

Fachgebiet Weinanalytik und Getränkeforschung, Forschungsanstalt Geisenheim

65366 Geisenheim