

膜技術による無菌化リンゴ果汁の製造プロセスの開発

原 田 三 郎*

Development of the Manufacturing Process for Aseptic Apple Juice by Sterile Filtration with Ceramic Membrane

by Saburo HARADA

膜技術の食品産業への適用では、加熱処理および蒸発工程を伴わないためタンパク質・機能性成分等の変性・変質が起きない、褐変による色調の変化がない、香りの散逸又は異臭の発生がないなど品質の向上が期待できる。さらに、相変化を伴わないプロセスでありエネルギーコスト低減が行え、さらにケイソウ土ろ過に変えて膜技術を利用すると、産業廃棄物が減少できるという環境問題の解決にも貢献できる。輸入自由化以降、コスト面で厳しい競争を強いられ需要が低下している国内産のリンゴ果汁を考えた場合、膜技術での無菌化プロセスを導入できれば品質及び機能性において差別化でき需要を支えることが可能と考えられる。つまり、消費者の高品質食品に対するニーズ、すなわち、おいしくて新鮮であること、100%天然果汁であること、そして健康によいものであることなどに対応できると考えられるからである。そこで、セラミック MF 膜で無菌化濾過することにより、加熱殺菌工程を省略した非加熱清澄果汁の製造技術の開発を目的に本研究を行った。さらに、果汁の付加価値を高めるために、多くの機能性があるペクチンが無菌化した果汁へ含有させる研究を行った。

1 章「緒言」では、食品特に果菜汁への膜技術の適用についてレビューし、本目的に対しては、セラミック MF 膜が耐熱性および耐薬品性が高い点で最

適であるとの選定根拠を示した。さらに、果汁への膜技術に関する既往の研究での問題点を整理し、本研究で使用するセラミック MF 膜の特性およびリンゴ果汁の製造工程を確認し、プロセス改善のポイントを検討した。

2 章「MF 膜によるリンゴ果汁の無菌化ろ過」では、セラミック MF 膜によるリンゴ清澄果汁の製造について微生物面と品質面から評価した。孔径 $0.1 \mu\text{m}$ のセラミック MF 膜ろ過を行い、膜へ供給した果汁の 95% を膜透過させ清澄化することができた。透過流束は線速の影響を受け、線速が大きいほど透過流束は大きな値が得られた。線速 $3.5\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ の時には、 $\text{VRF}=20$ までの平均透過流束は約 $35\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ で経済的に実用化可能と考えられる値を得ることができた。

さらに、清澄化濾過運転後の膜を 0.5% 水酸化ナトリウムと 0.2% 次亜塩素酸ナトリウムの 1:1 混合溶液で、 70°C で 30 分間洗浄することで、純水透過流束はほぼ 100% 回復できた。

セラミック膜の除菌性能については、対数減少値 (LRV) で評価した。その結果、最小の菌として除菌用フィルタ評価の指標菌として用いられている *Brevundimonas diminuta* およびミネラルウォーター製造での除菌性能評価の指標菌である *Streptococcus faecalis* を用いたチャレンジ試験で LRV がそれ

*新潟大学自然科学研究科大学院生

現在 NGK フィルテック

〔新潟大学博士 (学術) 平成 16 年 9 月 30 日授与〕

ぞれ 13.6 以上および 11.1 以上という高い除菌性能が得られ、透過液については一切菌が検出されなかった。果汁での膜ろ過でも同様に菌は検出されなかった。これから、セラミック膜での除菌操作は、無菌化プロセスに有効な方法であると判断した。

得られた膜透過果汁について、この膜透過果汁を加熱殺菌した果汁と比較した保存試験を行った。加熱殺菌していない膜透過果汁は色調の変化が小さく、官能検査では加熱殺菌した果汁と有意差は出ていないが香りについては好ましいという評価が高いことから、消費者の嗜好性に合致するものと判断した。

3 章「MF 膜によるペクチン含有清澄リンゴ果汁の開発研究」では、機能性を付加した無菌果汁を製造することを目指した。セラミック膜の孔径は 2 章で使用した膜と同じものとするすることで、両者が同一プロセスとして実現可能な方法となるように検討した。機能性物質として果汁中の水溶性ペクチン

(WSP) に着目し、この膜透過性を検討し MF 膜ろ過のクロスフロー線速によって WSP の透過率が影響を受けることを明らかにした。さらに WSP の分子量の大きなものほど透過率が小さいことも判明した。そこで、酵素によるパーシャル分解を検討し、20℃、5 分間という低温・短時間の反応で目的を達成できることが判明した。パーシャル分解した果汁のセラミック MF 膜ろ過では、低圧操作が WSP 透過率を高くし、クロスフロー線速を $1 \sim 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ でのろ過で、原果汁中の WSP 濃度と比較して、55%程度の WSP 濃度を含有した清澄果汁を得ることができた。得られた WSP を含有した清澄果汁は、100 日間の常温保存では二次オリの発生は見られず、含有された WSP は分子量 100,000 から 200,000 にピークを有することから、高分子としての機能を維持しているものと推測した。この両者をもって、膜技術での無菌化ろ過によるリンゴ果汁製造プロセスを完成することができた。