

ブラッドオレンジ果汁の濃縮方法の検討

2年4組 日置アユム
2年3組 紀熊 太智
2年3組 中平 倭司
指導者 窪地 育哉

1 課題設定の理由

愛媛県は温州みかんの生産量が和歌山県について全国第2位であるが、イヨカン・デコポン等の中晩柑カンキツ類は全国位置の生産量である。私達の住む地域である宇和島地域は、宇和海のリアス式海岸沿いにカンキツ産地が形成されている。近年の地球温暖化は、カンキツ産業に様々な影響を及ぼしているが、ここ30年間で宇和島の平均気温は約1℃上昇し、17.1℃となり、高品質果実の生産が困難であったイタリア原産のブラッドオレンジの生産が可能となった。農家や関係機関に注目され、「ブラッドオレンジ産地化確立事業」が立ち上げられた。平成21年度より、県、市、JA、生産者、食品会社、研究機関等の連携により、ブラッドオレンジの栽培・貯蔵技術の確立、加工技術確立と商品化、消費者・市場へのPR活動などが盛んに行われるようになった。これらの取り組みの結果、生産量は平成17年の1.8tから平成23年には87tになり、平成27年度には、販売金額が1億円を超えるとされている。

一方ブラッドオレンジを活用した加工品は平成24年度現在で30品目を超え、県外有名百貨店に出荷する業者も出てきている。しかし、ブラッドオレンジは加工が難しいとされている。その大きな要因は、ブラッドオレンジの赤色色素であるアントシアニンが熱に弱いことである。加熱加工を行うと、ブラッドオレンジ特有の鮮やかな赤色が失われてしまう。また、pHが高いと分解してしまうことも報告されている（平岡ら,2010；2011、伊藤ら,2011、上田ら,2014）。そこで、私達は加熱をしないでブラッドオレンジ果汁を濃縮する方法を検討した。加熱しないで、色鮮やかな色彩を残すことができる食品として、カキ氷シロップなどの濃縮液体を制作することを目標として、本研究を行った。

2 方法

(1) 濃縮方法

低コストであり加熱を行わない濃縮方法である膜濃縮法を用いることで、色を保ったままブラッドオレンジ果汁を濃縮できるのではないかと考えた。セロハン等の半透膜には、細かい穴があいている。水などの溶媒物質は半透膜の穴を通過できるが、ショ糖などの溶媒物質は半透膜の穴を通過できない。また、濃度勾配がある場合、溶媒物質が半透膜を通り溶液全体の濃度が一定になる。

本実験では、飽和ショ糖溶液側へ水分子が移動することを利用し、膜濃縮を行った。

(2) 濃縮の評価方法

濃縮の度合いを調べる方法として、

- ① 中和滴定による酸度の比較
- ② 糖度計による糖度の比較
- ③ 分光光度計による色の比較

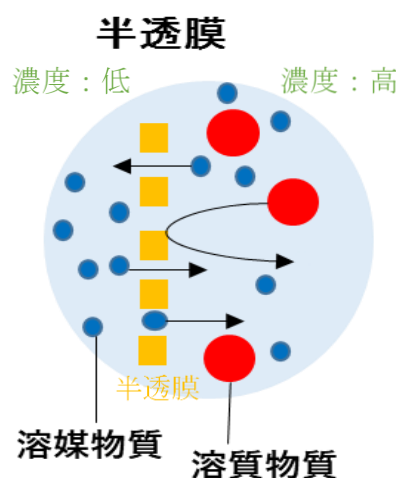


図1：膜濃縮法模式図

を行うこととした。研究時期とブラッドオレンジの生産時期が大きく異なっており、実験材料には温州みかんの摘果果実、ブラッドオレンジジュースを用いた。

(3) 実験手順

ア 膜濃縮に用いた器具の製作および濃縮方法

- ① 両端の開いたガラス管の片側に半透膜を付け、輪ゴムで固定した。
- ② もう片側から摘果みかん果汁やブラッドオレンジジュースを流し入れた。
- ③ 大きめのビーカーを用意して飽和砂糖水溶液をつくり、その中に、一端をセロハンで閉じたガラス管を浸し、30分～1週間放置した。果汁やジュースの水分の蒸発を抑えるため、もう一方の端はパラフィルムで蓋をした（図2）。
- ④ 30分～1週間後にガラス管の中の液を取り出し、濃縮液とした。



図2：実際の濃縮の様子(左), 果肉を分けた様子(右)

イ 中和滴定による酸度測定

摘果みかん果汁とその濃縮液、ブラッドオレンジジュースとその濃縮液でそれぞれ中和滴定を行った。果汁、ジュースを、10.0 mL ホールピペットを用いて正確に測りとり、0.05 mol/L シュウ酸標準溶液で正確に濃度を決定した約 0.1 mol/L で水酸化ナトリウムを用いて中和滴定をした。3回中和滴定を行い、3回の平均値を酸の濃度決定に用いた。

ウ 糖度測定

ペン糖度・濃度計〔PEN-J 株式会社アタゴ〕を用いて原液・濃縮液の糖度を測定した。

エ 吸収スペクトル測定

原液・濃縮液それぞれを10倍希釈し、島津製作所の島津紫外可視分光光度計 UVmini-1240を用いて吸収スペクトルを測定した。

3 結果および考察

表1に、摘果みかん果汁、ブラッドオレンジジュース原液と濃縮後の酸度、および糖度を比較した表を示した。

表1：摘果みかん果汁およびブラッドオレンジ原液と濃縮後の糖度、酸度比較

	糖度[%]	酸度 (クエン酸換算値) [mg/mL]
摘果みかん果汁 原液	9.1	5.30
摘果みかん果汁 濃縮液	43.4	5.48
ブラッドオレンジジュース 原液	9.1	13.82
ブラッドオレンジジュース 濃縮液	22.0	18.56

摘果みかん果汁、ブラッドオレンジジュースそれぞれの濃縮率を、濃縮後濃度／濃縮前濃度により算出し、表2に示した。

表2：摘果みかん果汁およびブラッドオレンジジュースの濃縮率

	糖度を指標とした濃縮率	酸度を指標とした濃縮率
摘果みかん果汁	4.77	1.03
ブラッドオレンジジュース	2.42	1.34

図4にブラッドオレンジジュース原液および濃縮後の溶液の吸収スペクトルを示した。

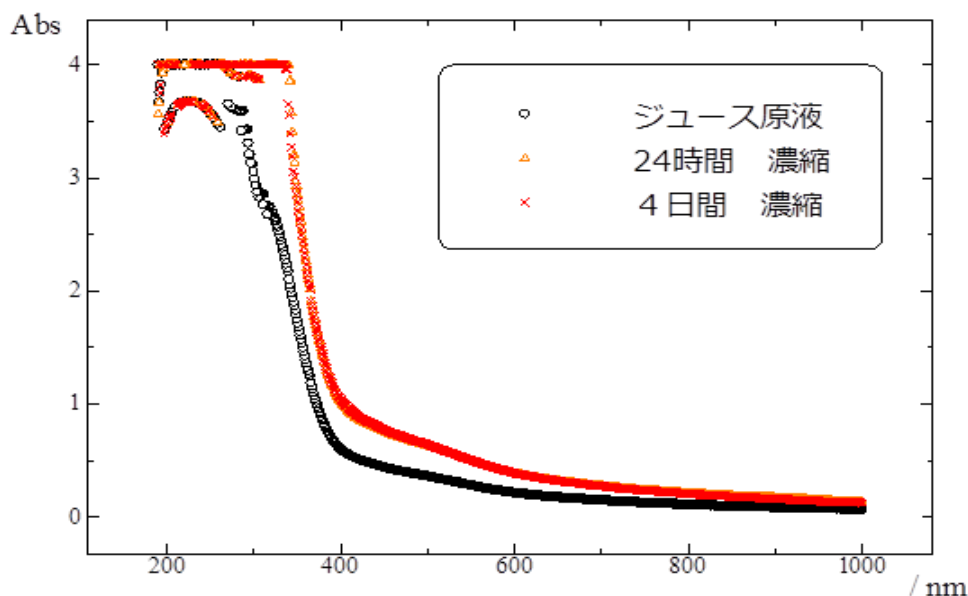


図4：ブラッドオレンジジュース及び濃縮液の吸収スペクトル

糖度変化が著しいのに対して、酸度変化が小さいという結果となった。糖度変化が大きい原因として、「簡易的な装置であったため装置の隙間からショ糖水溶液が混入した」あるいは「セロハン膜をショ糖分子が通過することができた」ことが考えられる。いずれにせよ、摘果みかんで、糖度が5倍近くに大きくなったことは、糖の混入が大きな原因であると考えている。ブラッドオレンジジュースでの実験でも、糖度が大きくなっている。濃縮器具の改善により、糖の混入を防ぐことが求められる。酸度を指標にした濃縮では、およそ1.3倍に濃縮されたことになっており、この方法で、酸度を落とすことなく濃縮可能であることが明らかとなった。

一方、図4によると、ブラッドオレンジジュースと濃縮ブラッドオレンジジュースの吸収スペクトルを比較した時に、24時間濃縮後、700 nm以下の領域で吸収が大きくなるという結果となった。特に500 nm付近でピークのようなものが出つつあるように見える。濃縮を行いながら観察しても、色が濃くなっていることは明らかで、このことは、アントシアニンの濃縮が十分に可能であるということを示唆している。24時間以降の濃縮では、吸収スペクトルに差は見られなかったことから、この濃縮については24時間で十分であるということが分かった。

4 まとめと今後の課題

膜濃縮法を用いて、ブラッドオレンジ・摘果みかん果汁の濃縮が可能であることが確認できた。原材料が高価であるため、試行回数を重ねることができなかつたが、簡易的に実験を行い、ブラッドオレンジ果汁を用いても濃縮が可能であることは確認できた。今後は、試行回数を増やして実験を行うために、濃縮期間・果汁量の調節等を行いたい。

また、実験装置の構造によって実験データ（特に糖度）に影響している可能性が考えられるので、実験装置の改善を行う必要がある。また、濃縮後の果汁は少量になってしまうので、濃縮前・濃縮後の溶液の量を予測し、酸度滴定の試行回数を増やしていきたい。より正確なデータを得ることによって、膜濃縮法を用いたブラッドオレンジ果汁の濃縮方法の精度を高め、高率の良い濃縮方法やブラッドオレンジの有効活用方法等を今後検討していきたい。

一方、膜濃縮法では、砂糖の溶解度の限界が濃縮の限界であり、ショ糖の20℃における溶

解度は約 203 g /100 g 水である。質量 % 濃度では 66 % であり、今回制作し、使用した簡易の濃縮器具では、この濃度を超える濃縮が不可能である。圧力をかける機能を追加するなど、濃縮器具を改良することも今後求められる。

吸収スペクトルから判断して、本実験の大きな狙いである、「赤い色の濃縮」という目的が十分達成可能であることが分かった。今後、濃縮装置の改善を図る必要がある。

今回、ブラッドオレンジはジュースを、摘果みかんは果汁を使用したため、今後は実験に使用する試料をジュース（ブラッドオレンジジュース・ミカンジュース）に統一していきたい。課題も多いが、鮮やかな赤色は大変印象的で、この鮮やかな赤色を生かす食品を開発すると、地域貢献となることは間違いないと確信している。是非、今後取り組んでもらいたい。

参考文献

- ・宇和島発地球温暖化対策 ー全国初のブラッドオレンジ産地化を目指した攻めの普及活動ー，愛媛県南予地方局産業振興課産地育成室
http://www.maff.go.jp/j/seisan/gizyutu/hukyu/h_zirei/pdf/2-38ehime.pdf
- ・ブラッドオレンジの加工に関する研究 第1報，平岡芳信ほか，愛媛県産業技術研究所研究報告 No48，2010年
- ・ブラッドオレンジの加工に関する研究 第2報，平岡芳信ほか，愛媛県産業技術研究所研究報告 No48，2010年
- ・ブラッドオレンジの加工に関する研究 第1報，平岡芳信ほか，愛媛県産業技術研究所研究報告 No49，2011年
- ・ブラッドオレンジ果汁における抗酸化活性 糖質分解酵素阻害の祐およびアントシアニン，上田茂登子ら，2014
- ・可視・近赤外分光法を用いるブラッドオレンジ果肉における紫色の着色程度の非破壊計測の可能性，伊藤史郎ら，2011