

県産カンキツ類の特性を活かした食品素材化

櫛野智也
食品産業担当

Preparation for food material of citrus fruits

Tomoya Kushino
Food Industry Section

要 旨

加工原料としてニーズの高い県産カンキツ類の乾燥手法について検討した。本年は、カボス、ユズ、レモンについて時期別の香り特性を調査し、温風乾燥、送風乾燥、天日乾燥、赤外線乾燥により果皮乾燥試験を実施した。各カンキツ類は、収穫時期ではなく着色度により香り特性が変化した。また 40℃以下の乾燥方法で青果物本来の香り・色調を残すことが可能であった。

1. はじめに

本県は「The・おおいた」ブランドとして、香酸柑橘類やハウスみかんを掲げている。日本国内では、健康志向から防カビ剤・防腐剤フリーの国産レモンの需要が増加し、県南でもレモンの新植が進み、青果物としての生産も増加する見込みである。食品業界では、地域農林水産物の機能性成分や原料の持つ香り・色調を活かした食品の素材化ニーズが高まっており、保存性が高く調製が容易な乾燥原料の需要は増加している。近年、香りや味覚の関係性について研究が盛んに行われ、食味に対して香りの影響が大きいことがわかってきている。また、フレッシュさを感じさせる青果物由来の色調を残した加工品の消費者ニーズも増加している。以上の背景より、県産カンキツ類の更なる利用用途の拡大と企業・消費者のニーズに対応するために、各カンキツ類の時期別の香り特性を調査し、青果物由来の香り・色調を残すことのできる乾燥手法を検討した。

2. 調査方法

2.1 供試品種

供試品種はカボス「大分1号」、ユズ「徳島・山根系」、レモン「アレンユーレカ」(大分県農林水産研究指導センター農業研究部果樹グループ)の3品種、レモン「アレンユーレカ」(佐伯市御手洗氏)の1品種を用いた。

2.2 果皮精油の抽出と時期別の香り特性調査

各果実を8分割後、果肉から果皮を剥皮した。果皮の外側を氷冷した100mlビーカーへ向け、弧状に折り曲げて(Fig1①)、果皮表面の油胞が破裂し、空間へ噴霧され

た精油を粗精油として回収した。粗精油に対して、等倍の飽和食塩水を加え2500×gで30分間遠心分離をした。得られた上層に脱水処理として硫酸アンモニウムを加え、さらに2500×gで30分間遠心分離を行い、上清を精製精油とした¹⁾²⁾。精製した果皮精油は褐色ビーカーに入れ、香気を嗅いで官能評価を行った(Fig.1②)。

① 精油の抽出



② 評価方法



Fig.1 精油の抽出と官能評価法

2.3 乾燥方法の検討

温風乾燥は、TABAI社温風乾燥機(PS-222)、送風乾燥は、日立社製扇風機(S-406T形)を用いた。天日乾燥は、1月～3月の快晴の日に概ね2～5日間かけて乾燥させ、夜間は室内に静置した。赤外線乾燥①は、山善社製カーボンヒーター(DC-S097)および前述の日立社製扇風機を用い、室内で乾燥させた。カーボンヒーターは、垂直に立てたアルミバットに対して、45cmヒーター面から離して、

果皮表面温度が概ね 25℃になるように設定した. 赤外線乾燥②は, 赤外線食品乾燥機 (D5) を用いた.

3. 結果と考察

3.1 時期別の香り特性

カボス・ユズは, 果皮の着色度により香り特性が変化した. すなわち同時期に緑色果皮の果実と黄色果皮の果実が樹上結果している場合, 各々の果皮香り特性は異なる. また, 9月と10月などの異なる時期に収穫した果実に関して, 果皮の緑色度が同程度の果皮の精油は類似した香り特性であり, 黄色果皮も同様であった. すなわち収穫する時期ではなく, 果実の成熟度により, 精油の香り特性が変化すると考えられた. 緑色果皮は, フレッシュさおよび青臭さを感じ, 黄色果皮は甘さを感じられた. これは広瀬²⁾と同様の傾向であった.

レモンも, 前述の二品種と似た傾向が感じられたが, 緑色・黄色果皮の香りの違いは, カボス・ユズと比べると大きくなかった. これは, レモンの特徴香りであるシト랄が, 緑色・黄色果皮双方で強く香ることが起因していると考えられた.

3.2.1 乾燥方法の検討

温風乾燥試験は, 40℃~80℃の範囲において 10℃間隔で実施した. 風速は機種最大の風速で実施した. 80℃での乾燥は, いずれの品種も緑色・黄色果皮ともに褐変し, こげ臭が発生した. そのためこげ臭の発生しない温度の調査を行った. 50℃~70℃ではこげ臭が発生した. 40℃ではこげ臭の発生が大きく減少したため, 温風乾燥は 40℃で行うこととした. 30℃での乾燥であれば, こげ臭の発生や褐変度合いはさらに抑制できると考えられたが, 乾燥温度が室温に近い温度となるため, 温風乾燥試験は 40℃で実施した (Table 1).

Table 1 カボス果皮の乾燥方法と切片の簡易評価

	温度(℃)	時間(min)	果皮横幅(mm)	切片の簡易評価	
				香り	色調
温風	80	120	70~90	×	×
	50	-		×	×
	40	476	25~30	×	△
		215	4	△	△
天日	20	2日間	4	◎◎	○
強送風	16	464	4	◎	○
赤外線①	25	265	4	◎	○

果皮の乾燥は, いずれの乾燥方法でも果実を 8 分割し, 果肉から剥皮した切片を用いて初めに実施した. その切片での乾燥は, 乾燥時間を要し, 果皮中心部に水分が残りやすく, 乾燥ムラが散見された. 対策としてその果皮をさらに三分割し 25~30mm 程度にした切片, 細切りにし 4mm 程度にした切片を乾燥試験に供し, 表面積を増やし乾燥効率を向上と乾燥ムラの低減を目指した. その結果, 40℃以下の乾燥試験において 4mm 切片での乾燥は, 乾燥ムラはやや生じるが, 乾燥時間は大幅に短縮された (Table1, Fig2).

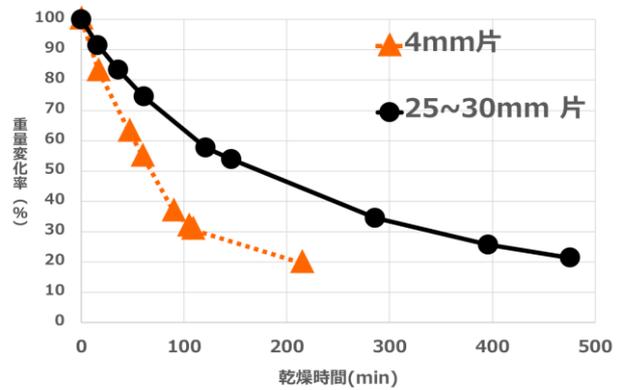


Fig. 2 カボス果皮の乾燥曲線

4mm 切片は, 25~30mm 切片より乾燥開始時の乾燥速度が 2 倍以上速く, 新鮮重量の 40% 付近まで, 1 時間あたり新鮮重量比で 30% の減少速度を示し, 215 分で乾燥が終了した. 25~35mm 切片は, 乾燥開始速度が 1 時間あたり新鮮重量比 30% 以下の減少速度であり, 476 分の乾燥時間を要した (Fig. 3).

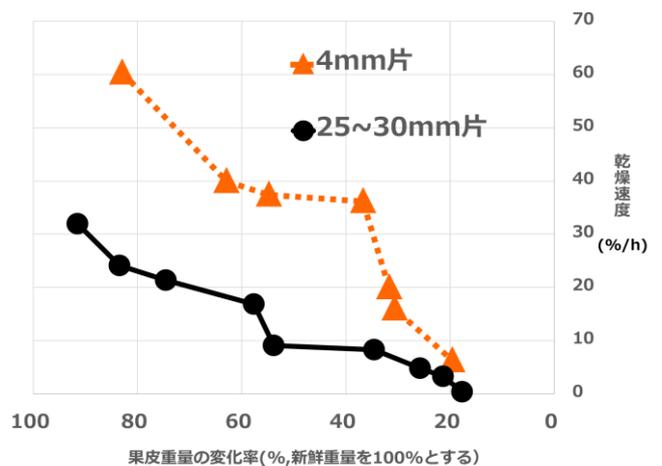


Fig. 3 カボス果皮の乾燥速度

乾燥果皮は、新鮮重量（乾燥前の水を含んだ重量）の20%付近になると、乾燥速度が極端に低下し、乾燥品の表面に湿り気がなく、乾燥粉末化できるようになる。またこの状態で乾燥を進めると香気・色調が低下することが確認された。そのため新鮮重量比20%付近になり、乾燥速度（重量の減少速度）が新鮮重量の1%以下/時間となったときを乾燥終点とした。乾燥ムラについて、温風50℃以上での乾燥および赤外線乾燥①において乾燥ムラが少なかった。各種乾燥方法において、乾燥した果皮切片を折り曲げ破碎し香気の簡易評価を行い、色調は目視で評価を行った。その結果、40℃以下で実施した天日乾燥、送風乾燥、赤外線乾燥①において青果物由来の、香気・色調を残すことが可能であった（Table 1）。

乾燥効率、乾燥ムラ、乾燥切片の簡易評価の結果より、果皮において赤外線での乾燥が適していると考えられた。そのため赤外線乾燥機（赤外線乾燥②）を用いて、レモン果皮の乾燥試験を行い、天日乾燥、送風乾燥と比較した（Fig. 4）新鮮重量比70%付近まではどの乾燥方法も乾燥速度は大きいですが、その後乾燥速度は低下し、減率乾燥へ移行した。赤外線乾燥②は新鮮重量比40%から30%へ減少するのに1時間を要し、送風乾燥では同条件で2時間を要した。赤外線乾燥②は、強送風乾燥と比較し、減率乾燥の中期に乾燥速度の低下が抑制された。

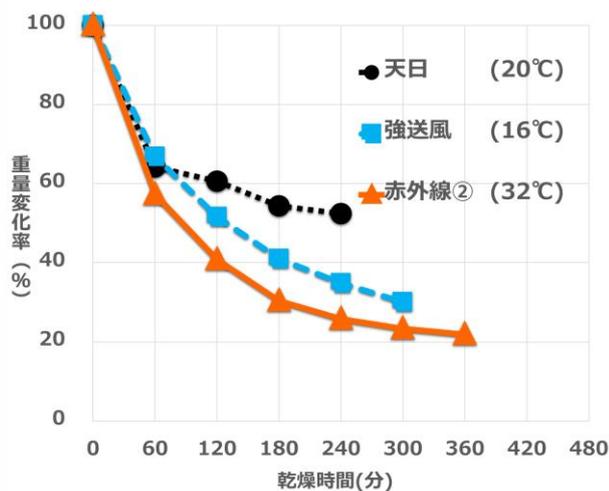


Fig. 4 レモン果皮の乾燥曲線

また、今回の試験では着色した外果皮（フラベド）と白色の内果皮（アルベド）を分けずに乾燥させた。予備試験として、外果皮と内果皮を分け乾燥させた場合、内果皮は早く乾燥するが、外果皮は乾燥が進まなかった。外界からの物理的、科学的なストレスから自身を守るために、表面がワックス層で構造が頑強な外果皮は乾燥が進みにくく、綿状で間隙の多い内果皮は乾燥が進みやす

いと考えられた。果皮において、外果皮から内果皮を取り除くと外果皮の乾燥速度は上昇する。しかし、果皮には油胞という果皮精油を内包した細胞が、外果皮と内果皮にまたがって存在している。そのため、内果皮を取り除くと外果皮の乾燥は早いですが、果皮精油が揮発し、乾燥物の香気強度が低下したため、本研究では内果皮を残して果皮の乾燥を行った。

3.2.2 乾燥物の官能評価

乾燥果皮の色調について、緑色果皮は天日・送風・赤外線乾燥①において緑色が残りやすく、40℃での温風乾燥はやや退色した。天日乾燥が最も果皮の緑色を保持が可能で、次いで赤外線乾燥①、送風乾燥の評価であった。ただし果皮が概ね新鮮重量比20%以下の過乾燥になると、どの乾燥方法でも緑色度合いが低下した。緑色果皮の褐変・退色は、果皮に含まれるクロロフィルが熱や水分含有率の低下により別の物質に変化したことが考えられた。クロロフィルがほとんど含まれない黄色果皮は、果皮色に大きな変化は無かった。

乾燥果皮の香気は、乾燥果皮をフードプロセッサーで粉末化したものを香気サンプルとして評価を行った。粉末化した果皮乾燥物は、粉碎後直ちに蓋つきプラスチックカップに移し、同時期・同着色度の青果物から抽出した果皮精油を標準品とと比較検討した。天日乾燥、送風乾燥、赤外線乾燥①では果皮精油の香りが残り、果実本来の香りが感じられた。40℃での温風乾燥品は、果実本来の香りは感じられるが、香気強度がやや弱いように感じた。香気・色調ともに天日乾燥が最も官能的に優れた（Table 2）。

Table 2 カボス果皮の乾燥方法と切片の簡易評価

	温度(℃)	乾燥速度	乾燥ムラ	粉末の評価	
				香気	色調
70~90 (mm)	50~80	◎	◎	×	×
	40	×	△	△	△
4 (mm)	温風 40	○	△	△	△
	送風 16	△	△	○	○
	天日干し 20	×	×	◎	◎
赤外線①	25	○	◎	○	○

また、どの乾燥手法でも新鮮重量比30%~50%の半生乾燥状態において、乾燥が進んでいないほど青果物由来の香気・色調がより残っていた。カビや腐敗などの食品衛生的なリスクを考えれば、新鮮重量比20%付近まで乾燥すべきであるが、青果物の特性を残した商品の製造が目

標であり,保存方法が冷蔵・冷凍であれば,半生乾燥品としてやや乾燥度を下げることと考えられた.

4. まとめ

本年は果皮の色・香気を残すために,40℃以下での乾燥が主体となっているが,乾燥ムラが課題として残っている.乾燥後期に乾燥処理温度を上昇させることや,果皮の水分率の偏りがなくなるまで一定時間乾燥を止め,再度乾燥処理を行うなど,乾燥ムラの低減に取り組みたい.また,新鮮重量比に対する乾燥物の重量変化を指標とし試験を行ったが,次年度は果皮乾燥品の含水率と香気・色調の関係について調査を行い,香気・色調の残りやすい含水率を明らかにしたい.乾燥方法に関しては,より天日乾燥により製造した果皮乾燥品の品質に近づけるため,露店制御乾燥や他の乾燥手法についても検討したい.官能評価については,客観的な評価を行うため,ニオイセンサーや官能評価パネルを用いた評価を実施予定である.抽出した精油については,GC-MS 分析での香気成分の分析および特徴香気の探索を実施したい.

工業製品として,食品企業が現場で取り入れる技術とするため,現場の声を収集することや大量ロットでの試験も検討したい.

謝 辞

柑橘サンプルを提供頂いた農林水産研究指導センター農業研究部果樹グループカボス・中晩柑チーム(津久見市),現地でのサンプリングにご協力いただいた南部振興局生産流通部野菜・果樹・花き班(佐伯市)に心より御礼申し上げます.

参考文献

- (1) 沢村正義,ユズの香り-柚子は日本が誇れる柑橘-,フレグランスジャーナル社(2008),36-37
- (2) 中村仁,新谷智吉,柑橘類精油を用いた機能性アロマオイル効果検証に関する研究,愛媛県産業技術研究所研究報告 No. 51 (2013),1-2
- (3) 広瀬正純,カボス果実の収穫時期と品質,大分県農林水産物加工総合指導センター研究報告第1号(1990),40-43