

## 研究ノート

## 過熱水蒸気によるニンジンの乾燥

市毛将司\*<sup>1</sup>、安田庄子\*<sup>1</sup>、幅靖志\*<sup>1</sup>、加納廣和\*<sup>2</sup>、木村與司雄\*<sup>1</sup>

## Properties of the Carrots Dried by Super-Heated Steam

Masashi ICHIGE\*<sup>1</sup>, Shoko YASUDA\*<sup>1</sup>, Yasushi HABA\*<sup>1</sup>, Hirokazu KANO\*<sup>2</sup> and  
Yoshio KIMURA\*<sup>1</sup>Food Research Center, AITEC\*<sup>1,2</sup>

保存性や加工特性の向上を目的に、過熱水蒸気で乾燥したニンジンの特性の検討を行った。前処理としてスライスしたニンジンに40%ショ糖溶液あるいは40%トレハロース溶液に浸漬することにより、乾燥時の収縮抑制効果が認められた。過熱水蒸気によって乾燥したニンジンでは、通風乾燥と比較して、カロテンはやや減少したが、効果的な殺菌ができた。前処理としてのショ糖溶液への浸漬は、過熱水蒸気による殺菌効率を若干向上させた。

## 1. はじめに

近年、健康志向の高まりから、栄養や機能性に富んだ野菜、果物を菓子類の原材料として使用する機運が高まっている。しかし、これらの材料は水分含有量が多く、直接磨砕して混合すると生地のもたまりが悪化したり、焼成過程での膨化を妨げるなど、菓子の組織や物性に悪影響を及ぼす。また、野菜や果物に付着する微生物は菓子の保存性を低下させる。これまで、通風乾燥、減圧乾燥、凍結乾燥などにより野菜の乾燥品が作られているが、加工特性、風味、ビタミン類の減少、コスト、微生物の残存など改善の余地がある。

本研究では、我々が食品への利用について検討を行ってきた<sup>1,2)</sup>過熱水蒸気(SHS)を利用することにより、製菓材料として優れた野菜乾燥品の製造技術を開発することを目的とした。ニンジン材料として、①糖類への浸漬による収縮の防止、② $\alpha$ 、 $\beta$ カロテン含有量の維持、③殺菌効果について検討した。

## 2. 実験方法

## 2.1 実験材料

ニンジンは市販の向陽2号(国産)を使用した。ニンジンは使用するまで5°Cで密閉して保存した。購入直後のニンジン水分量は89%であった(減圧乾燥法、棚温度50°C、真空度6mmHg、24時間)。

## 2.2 乾燥によるニンジンの収縮

ニンジン(約250g)を厚さ約40mmの輪切りとし、中心部を含む厚さ1mmに縦方向に切断した。これを20%ショ糖溶液もしくはトレハロース溶液に24時間浸

漬後、さらにそれぞれの40%溶液に24時間浸漬した。同様に切断したニンジンに15%エリスリトール溶液に24時間浸漬後、さらに30%溶液に24時間浸漬した。

その後、水分をふき取り、縦(維管束方向)に30mm、幅3mmに切断して非粘着シート(フッ素樹脂含浸ガラス繊維)に載せ、室温30°Cで48時間放置して乾燥し、試料の長さを測定した。

## 2.3 過熱水蒸気による乾燥

ニンジン皮を剥き、厚さ7.5mmの輪切りとした後、ブランチング(沸騰水中で1分間保持)、20%ショ糖溶液に24時間浸漬した。さらに一部のニンジンは、40%ショ糖溶液に24時間浸漬し、乾燥用試料とした。

過熱水蒸気発生装置(DHF Super-hi-5、第一高周波工業製)で発生させたSHS(5kg/h)を、容量24Lの乾燥室に導き、吹出温度を200°Cとして庫内温度が定常状態(約170°C)に達した後、試料50~100gを乾燥室内に入れて過熱水蒸気乾燥を行った。通風乾燥は、容量45Lの定温送風乾燥機(PERFECT OVEN PH-100、タバイエスペック製)に試料50~100gを入れ、70°Cで乾燥を行った。減圧乾燥は、真空定温乾燥器(DP33、ヤマト科学製)を使用し、棚温度70°C、真空度6mmHgで乾燥を行った。乾燥前後の水分量を測定した。

2.4  $\alpha$ 、 $\beta$ カロテンの測定

文献<sup>3)4)</sup>に従って $\alpha$ 、 $\beta$ カロテンの測定を行った。乾燥試料約1gを精秤し、3%ピロガロール含有エタノールによってカロテノイド系色素を抽出した後、60%水酸化カリウム水溶液を加えて鹼化した。これに20%塩化ナトリウム水溶液を添加した後、石油エーテルに転溶させた。

\*1 食品工業技術センター 加工技術室 \*2 食品工業技術センター 加工技術室(現保蔵技術室)

石油エーテル層を減圧留去して得たカロテノイド系色素画分をエタノールに溶解し、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) 用試料とした。移動相をメタノール/ジクロロメタン (95/5) とし、ODS カラム (UG120 4.6mm  $\phi$   $\times$  250mm、資生堂製) で  $\alpha$ 、 $\beta$  カロテンを分離し、吸光度 (455nm) を測定した。

## 2.5 生菌数の測定

生菌数は標準寒天培地 (栄研化学製) で混釈培養を行い、35°C で 48 時間培養後に出現したコロニー数を計測した。

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 収縮特性の検討

室温での乾燥による試料の収縮率を図 1 に示した。グラフの両端はニンジンの周辺部、中心は中央部を示す。糖溶液による前処理を行わない試料では、周辺部で約 40%、中心部で約 70% 収縮した。矢印で示したニンジンの形成層と思われる部位では収縮は 20% 以下であった。40% のシヨ糖溶液に浸漬後に乾燥したニンジンは、2% から 8% と収縮が少なかった。この他、40% のトレハロース溶液では、7% 以下の収縮、30% のエリスリトール溶液では 3% 以下の収縮であった (図は省略)。これらの結果から、糖溶液に浸漬することで、乾燥時における組織の収縮を抑制できることが分かった。SHS による乾燥実験においても、これらの糖溶液に浸漬することで収縮の抑制と有意な変色防止効果、及び乾燥時間が短縮される傾向が認められた (図は省略)。エリスリトール溶液及びトレハロース溶液への浸漬はシヨ糖より若干効果的であったが、高コストの課題がある。したがって、以後の実験では乾燥による収縮抑制、変色防止、乾燥時間の短縮のために、シヨ糖溶液への浸漬処理を行った。

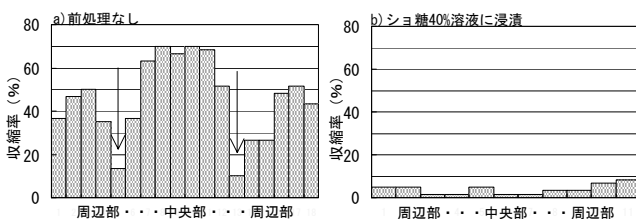


図 1 糖溶液への浸漬によるニンジンの収縮率の変化

### 3.2 乾燥による水分とカロテンの変化

ブランチングを行ったニンジン、ブランチングに引き続き 20% 及び、40% シヨ糖溶液に浸漬したニンジンの乾燥を行った。乾燥前、SHS 及び通風乾燥を行った後ニンジンの水分量及びカロテンの含有量を測定した。

表に乾燥前後の水分量を示した。ニンジンの水分量はブランチングによって 2% 増加した。シヨ糖溶液に浸漬

した試料は乾燥前でも 74% と水分量が少なかった。同じ条件で乾燥した試料でも、シヨ糖溶液に浸漬した試料は未処理のものに比べて水分量が少なく、より乾燥した状態となった。これは、浸透圧による脱水、及びニンジン組織内への糖の浸透により水分量が減少したためと考えられた。

SHS による乾燥は、糖浸漬を行わなかったニンジンでは 50 分でも不十分だったが、糖浸漬を行った試料ではほぼ乾燥できた。

表 乾燥によるニンジンの水分量の変化

糖浸漬	乾燥前	SHS30分	SHS50分	通風60分
40%シヨ糖	74	52	27	40
なし	91	86	78	76

水分量は% (W/W) で示した。

図 2 に乾燥ニンジンの乾燥重量当たりのカロテン含有量を示した。シヨ糖浸漬の有無にかかわらず、カロテン含有量は、乾燥前 > SHS 乾燥 30 分 > 通風乾燥 60 分 > SHS 乾燥 50 分の順に高かった。シヨ糖溶液に浸漬した試料では、試料に浸透したシヨ糖のため見かけ上含有量が低下した。シヨ糖浸漬を行わない場合、通風乾燥 60 分後と SHS 乾燥 50 分後の水分量が同程度であったが、SHS を使用した方がカロテンの減少が大きかった。これは、SHS による処理は、低酸素雰囲気ではあるものの、試料温度が数分以内に約 100°C に上昇して維持されるため、カロテンの熱による分解が進んだためと考えられた。

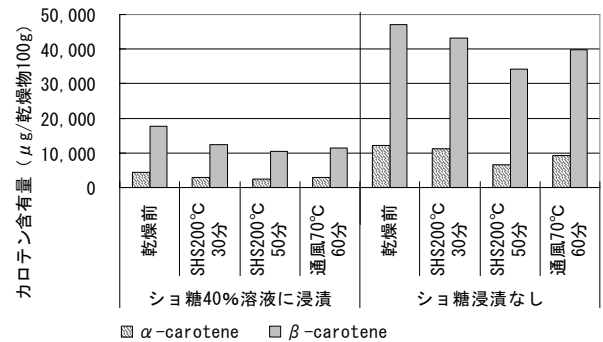


図 2 乾燥ニンジンのカロテン含有量の変化

### 3.3 乾燥時における生菌数の変化

図 3 に乾燥前後のニンジンの生菌数を示した。ブランチングを行わなかった場合、乾燥前のニンジンの生菌数は  $10^5 \sim 10^6$  cfu/g であった。減圧乾燥では生菌数は乾燥前よりやや増加した。通風乾燥では生菌数は 1/10 程度減少した。SHS 乾燥では生菌数は  $10 \sim 100$  cfu/g 程度まで著しく減少した。

ブランチングを行った場合、乾燥前のニンジンの生菌

数は  $10^4 \sim 10^5$  cfu/g であった。減圧乾燥では生菌数は乾燥前よりやや増加した。通風乾燥では生菌数は約 1/10 に減少した。SHS 乾燥では生菌数は約 100cfu/g まで著しく減少した。また、シヨ糖濃度が高い方 (40%) がより減少した。減圧乾燥で生菌数が増加したのは、ニンジンの乾燥温度 (中心温度) が約  $30^\circ\text{C}$  と、殺菌条件でなかったこと及び、水分減少による濃縮効果のためと考えられた。SHS 乾燥では処理温度が高いこと及び、初期段階でニンジンの表面で水蒸気の凝縮が起こるため湿熱状態になることから殺菌力が強く<sup>5)</sup>、ブランチングの有無にかかわらず、生菌数が著しく減少したと考えられた。一般に、シヨ糖の添加が生菌に対して保護的な作用を及ぼすが、本研究のニンジンの SHS 乾燥では、シヨ糖溶液への浸漬により殺菌効率が若干向上した (図 3b)。

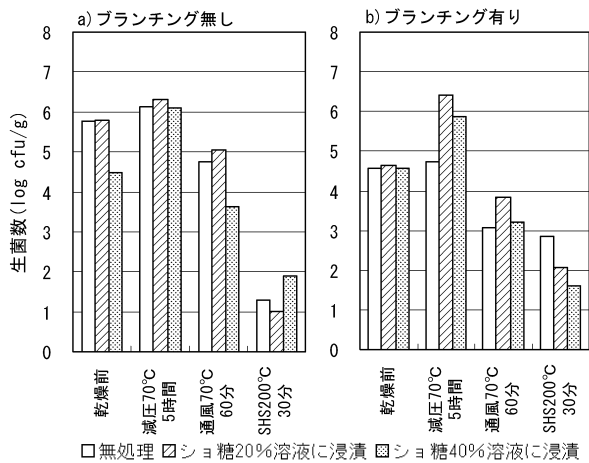


図3 乾燥による生菌数の変化

#### 4. 結び

保存性や加工特性の向上を目的に、過熱水蒸気を用いて乾燥したニンジンの特性について検討を行った。通風乾燥と比較するとカロテン量は若干減少するものの効果的な殺菌ができたことから、保存性の向上が期待できる。また、前処理として糖溶液へ浸漬することは、乾燥時の収縮抑制効果があった。シヨ糖溶液に浸漬することにより、SHS 乾燥においては殺菌効率が若干向上した。今後は、乾燥ニンジンの保存試験による評価、加工特性の評価を行う。

#### 文献

- 1) 丹羽昭夫, 本山愛, 中莖秀夫: 愛知県産業技術研究所研究報告, **6**, 124 (2007)
- 2) 市毛将司, 幅靖志, 木村與司雄: 愛知県産業技術研究所研究報告, **7**, 100 (2008)
- 3) 日本食品科学工学会・食品分析研究会編: 新・食品分析法Ⅱ, P123-145 (2006), 光琳
- 4) 日本薬学会編: 衛生試験法・注解, P213-215 (2005), 金原出版
- 5) 阿部茂, 宮下和夫: 日本食品科学工学会誌, **53**, 373 (2006)

