いもかりん糖のテクスチャーにおよぼすブランチング- 凍結処理の影響†

馬 場 透*・河 野 利 治*・田之上隼雄*
前 屋 義 孝*・田 丸 保 夫*・山 村 颯**

Effects of Blanching-Freezing Treatment on the Texture of Imo-Karinto (Product of Fried Sweet Potato)

(Development of Snack Foods Produced from Sweet Potatoes Part III)

Toru BABA*, Toshiharu KONO*, Hayao TANOUÉ*, Yoshitaka MAEYA*,
Yasuo TAMARU* and Ei YAMAMURA**

* Kagoshima Prefecture Laboratory of Agriculture, Kamifukumoto-cho,
Kagoshima-shi, 891-01

** Kagoshima Junshin Women College, Kamoike-cho, Kagoshima-shi, 890

It was demonstrated that an effective way of softening the texture of *Imo-karinto*, deep-fat fried and sugar-coated sweet potato product, was to pre-treat strips of sweet potatoes by blanching followed by freezing. The period of blanching in boiling water depended on the size of sweet potato strips. Adequate period of blanching strip whose size was 3×3 mm, 5×5 mm, 7×7 mm and 10×10 mm thick (length, about 5 cm) each was in the range of 25~30, 30~40, 40~60 and 60~90 sec, respectively. The hardness and oil content of *Imo-karinto* were not affected by the temperature and the period of freezing. The deep-fat fried products with a certain pre-treatment had a good texture, and their hardness decreased to approximately one-half of those without the pre-treatment, and their oil content increased by about 15~20%. Adequate deep-fat frying temperature for blanched and frozen strips was about 140°C. "Clean-up-to" (commercial food additive) effectively prevented discoloration caused by oxidation of polyphenols when sweet potatoes were cut into strips. Moreover, the appearance of *Imo-karinto* was improved by blanching in a boiling solution of disodium dihydrogen pyrophosphate.

(Received May 19, 1984)

著者らはこれまでに、スウィートポテトチップ製造において、うすくスライスした生のサツマイモを短時間ブランチングし、次いで凍結すると、通常の油揚げ乾燥法で製造するチップのテクスチャーが著しく改良されることを見出し、ブランチング-凍結処理による組織の変化やチップのテクスチャーに関与する空洞の形成機構を明らかにした¹⁾²⁾。その後ジャガイモ、サトイモ、ヤマノイモおよびバナナのチップについて、更にチップとは形

態が異なるが、同じサツマイモの揚げ物製品であるいもかりん糖などについても同様なテクスチャー改良効果があることを確認した。本報ではこれらの中で、消費者サイドからソフト化が強く要望されているいもかりん糖について、ブランチング-凍結処理の適正条件を検討するとともに、製造過程で起こるサツマイモ特有の変色を防止するために、変色防止剤とフライ温度についても検討したので、これらの結果について報告する。

† 甘藷を素材とするスナック食品の開発 (第3報) (前報, 文献 2)

* 鹿児島県農業試験場 (〒 891-01 鹿児島市上福元町 5500)

** 鹿児島純心女子短期大学 (〒 890 鹿児島市鴨池 1847)

実験方法

1. いもかりん糖の調製

サツマイモ(品種: 'コガネセンガン')をスライサーで所定の厚みの角棒状に切断後(以下切断物をタンザクと記す), 沸騰水中で各設定時間ブランチングした。室温まで放冷後, 液化炭酸ガス凍結機を用いて凍結した。凍結タンザクはフィルム包装後 -20°C の冷凍庫に保管して以後の実験に供した。フライは解凍後約 140°C の油で行なった。フライ製品には蜜掛け機を用いてショ糖液(約 118°C)を10%(W/W)の割合で塗布し, 箱型熱風乾燥機で乾燥していもかりん糖とした。

2. ポリフェノールオキシダーゼおよびパーオキシダーゼ活性測定

試料を細切りし, その5gに0.25gの不溶性ポリビニルピロリドンと0.1Mリン酸緩衝液(pH 7.0) 20mlを加え, 氷冷しつつ3分間ホモジナイザーで磨砕し, 次いでガーゼで濾過し, 濾液を冷凍遠心機で30分(15000 rpm)遠沈した。その上澄液について, ポリフェノールオキシダーゼ活性は中林³⁾の報告に基づきクロロゲン酸を基質とした褐変比色法, パーオキシダーゼ活性は塩田ら⁴⁾のオルトフェニレンジアミン法の改良法により測定した。

3. 糖, 油分, 硬さ, 色の測定および顕微鏡観察

既報¹⁾に準じた。油分, 色の測定および顕微鏡観察はフライ製品について行なった。硬さはショ糖液を塗布したかりん糖について測定した。

実験結果および考察

1. ブランチング-凍結処理のテクスチャー改良効果

市販のいもかりん糖の大きさは, メーカーによって一様ではなく, 厚み4~10mm, 長さ3~12cmまで見られた。本実験ではそれらの中で最も多かった厚み7mm形状(長さ約5cm)について前処理効果を検討した。成型タンザクにブランチング(40秒)と凍結処理を施し, これらの前処理とかりん糖の硬さ, 油分との関係を調査した結果をTable 1に示した。ブランチングと凍結を併用したかりん糖は, 硬さが1.9で, 無処理3.9, ブランチングだけ3.6, 凍結だけ4.1に比較しておよそ1/2に低下していた。また油分は39.7%で無処理より17.6%増加していた。そしてこのものは食味テストでも適当な歯ざわりを持つと評価され, 明らかにテクスチャー改良効果が認められた。

テクスチャー改良の原因を確かめるために, 無処理と

Table 1 Effects of pre-treatment on the hardness and oil content of *imo-karinto*^{a)}

Pre-treatment	Moisture (%)	Oil content (%)	Hardness ^{d)} (TU)
None	3.7	22.1	3.9
Blanching ^{b)}	4.2	26.2	3.6
Freezing ^{c)}	4.6	21.6	4.1
Blanching followed by freezing	4.3	39.7	1.9

^{a)} Sweet potato strips whose size were 7×7 mm thick (length, about 5 cm) were used.

^{b)} Blanching time in boiling water was 40 sec.

^{c)} Unblanched strips were frozen in tunnel freezer cooled with liquid CO_2 .

^{d)} Hardness was tested by means of a texturometer; a wedge type plunger was used with a clearance of 1 mm; all values were standardized to 1 volt input.

Fig. 1 Photomicrographs of an *imo-karinto* section (size of sweet potato strip; $7 \times 7 \times 50$ mm)

A: Blanching-Freezing pre-treatment

B: No pre-treatment

a, b: Void space c: Contracted tissue

ブランチング-凍結処理のかりん糖の断面構造を比較した。無処理では中心部の大きな空洞 (Fig. 1, B-b) を緻密に収縮した部分 (Fig. 1, B-c) が取り巻いていた。この収縮した組織がかんだ時, 硬い歯ざわりを与えるのであろう。一方, ブランチング-凍結処理では小さな空洞

がほぼ均一に分布しており (Fig. 1, A-a), 組織の収縮が無処理に比べて著しく少ないことが観察された。

著者らは既報において¹⁾²⁾, サツマイモのチップ (原料スライスの厚み約 2.0 mm) がポテトチップと比較して硬い原因は, チップ組織内の空洞と油分の欠如にあることを指摘し, その改良手段としてブランチング-凍結の前処理方法を提案した。この前処理を行えば, まずブランチングによってスライス組織の細胞壁中層ペクチン質が可溶化し, 細胞間の結合力が弱まる。次の凍結過程で細胞間の水分が凍結し, その氷結晶生成によって組織の細胞分離が進行する。このようなスライスをフライ脱水すると, 油分が組織内へ容易に浸透し, 同時に油分を含む空洞の形成が助長され, しかも空洞は均一に分布するのでチップはもろく柔らかく仕上がる。厚みの大きいかりん糖の場合でも前述の結果から, チップと同様の機構で説明できる。すなわちブランチング-凍結処理によって引き起こされた空洞の均一な分布と油分の増加がテクスチャー改良に寄与していると考えられる。

2. 形状別タンザクの適正ブランチング条件の検討

市販のいもかりん糖の厚みが一様でないことから, 厚みによっては適当なブランチング時間が異なると予想される。そこでタンザクの厚みを 3, 5, 7 および 10 mm (長さ約 5 cm) に成型し, それぞれの最適ブランチング時間を検討した。ブランチング時間と形状別かりん糖の硬さおよび油分との関係を Fig. 2 に示した。各形状ともブランチング時間が長くなるとかりん糖は柔らかくな

Fig. 2 Time effects of blanching in boiling water on the hardness and oil content of imokarinto

Size of sweet potato strips
 ●—● 3×3×50 mm ▲—▲ 7×7×50 mm
 ○—○ 5×5×50 mm △—△ 10×10×50 mm

Fig. 3 Time effects of blanching in boiling water on polyphenol oxidase and per-oxidase activity of sweet potato strips

Size of sweet potato strips.

●—● 3×3×50 mm ▲—▲ 7×7×50 mm
 ○—○ 5×5×50 mm △—△ 10×10×50 mm

り, 油分が増加した。良好にテクスチャーが改良された製品では, 無処理と比較して, 硬さは 1/2 以下に低下し, 油分は 15~20% 程度増していた。

ブランチング時間によっては, テクスチャーは改良されたものの, 冷却・凍結保存中に, あるいは解凍時にタンザクが部分的に緑黒色に変色し, 製品の外観が損なわれたものが出現したので, 変色の原因となるポリフェノールオキシダーゼとパーオキシダーゼの残存活性を測定して (Fig. 3) 評価項目に加えた。これらの結果に基づき, テクスチャーが改良され酸化酵素が失活するブランチング時間を設定すると, 厚み 3 mm のタンザクで 25~30 秒, 5 mm で 30~40 秒, 7 mm で 40~60 秒, 10 mm で 60~90 秒であった。

3. 凍結条件

凍結温度と凍結時間は前報²⁾でも述べたように, 凍結の過程を経るだけで, 製品の硬さと油分含量に大きな影響は表われなかった。凍結に関するデータは本稿には示さなかった。本試験では液化炭酸ガス凍結装置を用いて急速凍結したが, 凍結効果は十分認められた。

4. フライ条件

ブランチング-凍結処理したタンザクの適当なフライ条件を求めるため, 厚み 7 mm のタンザクについ

Table 2 Effects of deep-fat frying temperatures on the discoloration of *imo-karinto*^{a)}

Oil temp. (°C)	Frying time (min)	Moisture (%)	Hardness (TU)	Oil content (%)	Color values		
					L	aL	bL
130	18	4.7	1.8	40.5	49.7	7.4	22.0
140	15	4.3	1.9	39.7	48.8	9.3	21.2
150	12	5.6	2.0	39.4	42.1	16.3	19.3
160	10.5	3.2	2.0	40.2	34.3	18.2	15.0
170	8.5	2.8	—	38.7	32.0	19.7	13.5

^{a)} See Table 1; Frozen strips were deep-fat fried after blanching.

て、フライ温度と製品の品質との関係を調査した。結果を Table 2 に示した。硬さおよび油分についてはフライ温度による相違はほとんど認められなかった。しかし色調は著しい影響を受けた。色調は色彩測定計の L, aL, bL 値で示してある。これらの値は褐変が進行するにつれて L 値と bL 値が減少し、aL 値は逆に増加する傾向を示した。フライ温度 130~140°C ではいもかりん糖の典型的な色調である淡い黄金色を保有し、褐変は全く起こらなかった。150°C では赤褐色に変色した。160°C 以上では赤色は消失し替わって黒褐色を呈し食べると焦げ臭がした。このことから外観の良好な製品を得るためには、140°C 以下の油温でフライ脱水する必要がある。

5. 変色防止剤の検討

サツマイモをタンザクに切断すると、表面がすぐに緑褐色に変色し、それをフライすると製品の外観が著しく損なわれる。変色の原因はポリフェノールの酸化反応によることは周知のことである。この反応を阻止する目的で二、三の変色防止剤を検討した。

添加剤として亜硫酸塩 (Na_2SO_3 3部と NaHSO_3 1部の混合溶液; SO_2 として0.15%含有), クリーンアップター (0.3%溶液; 東海物産(株)製, 明ばん50%, アスコルビン酸25%含有, 以下 CUT と略記), 酸性ピロリン酸ナトリウム (0.3%溶液, 以下 DDPP と略記) を用いた。その処理方法を記すと以下のようである。

無処理; 厚み 7 mm タンザクを 40 秒ブランチング→凍結→140°C フライ

亜硫酸塩処理; SO_2 液 10 分浸漬→水洗→ブランチング→凍結→フライ

CUT 処理; CUT 液 10 分浸漬→ブランチング→凍結→フライ

DDPP 処理; CUT 液浸漬→DDPP 液中でブランチング→凍結→フライ

これらの製品の色調測定結果を Table 3 に示した。い

Table 3 Effect of additives on appearance of *imo-karinto*^{a)} (fried at 140°C)

Additive	Color value of <i>imo-karinto</i>		
	L	aL	bL
None	48.8	9.3	21.2
SO_2 ^{b)}	51.2	5.2	23.0
CUT ^{c)}	49.4	8.9	22.4
DDPP ^{d)}	55.3	8.0	25.1

^{a)} See Table 1.

^{b)} Unblanched strips were soaked in a 0.15% SO_2 solution for 10 min.

^{c)} Unblanched strips were soaked in a 0.3% "clean-up-to" solution for 10 min.

^{d)} Soaking in a 0.3% "clean-up-to" solution, followed by blanching in a boiling solution of 0.3% disodium dihydrogen pyrophosphate.

ずれの添加剤を用いてもポリフェノールによる変色は生じなかった。特に CUT 液に浸漬後、DDPP 液でブランチングすると、明度 (L 値) が高く、黄色が強まり (bL 値の増加) 色調が改良されるので、変色防止方法としては最も効果的であった。

要 約

サツマイモを原料とするいもかりん糖のテクスチャーを改良する前処理方法として、ブランチング-凍結処理を検討し、極めて有効であることを確認した。ブランチング時間はタンザクの厚みによって異なることがわかった。最適ブランチング時間は厚み 3 mm のタンザクで 25~30 秒, 5 mm で 30~40 秒, 7 mm で 40~60 秒, 10 mm で 60~90 秒であった。凍結温度と凍結時間は通常の凍結過程を通しさえすれば、製品のテクスチャーに影響をおよぼすことはなかった。良好に改良されたいもかりん糖の硬さは無処理の硬さの 1/2 以下であり、油分は

およそ 15~20% 増加していた。

前処理を行なったタンザクの適切な仕上げ油温は 140℃ 附近であった。

ポリフェノールによる変色はクリーンアップターを使用することにより阻止できた。また酸性ピロリン酸ナトリウム溶液でプランチングを行なうとかりん糖の色調が改良された。

文 献

- 1) 馬場 透・河野利治・山村 頌：日食工誌，**28**，318 (1981)。
- 2) 馬場 透・山村 頌：日食工誌，**28**，355 (1981)。
- 3) 中林敏郎：日食工誌，**15**，199 (1968)。
- 4) 塩田芳之・黒木征吉：日食工誌，**16**，135 (1969)。
(昭和 59 年 5 月 19 日受理)