

蒸切干（干しいも）における加工条件が品質に及ぼす影響

石原 智・神谷未樹*・須田朋子

要 旨

干しいもの加工条件や工程の違いが品質に及ぼす影響を明らかにするため、サツマイモを剥皮する厚さ、水さらし時間、蒸煮時間および剥皮工程の違いについて、糖度および色調を測定した。水さらし時間を長くすると干しいもの糖度は低くなった。剥皮の厚さ、水さらし時間および蒸煮時間を変えることで、干しいもの色調に違いが生じた。また、蒸煮工程と剥皮行程の順番を入れ替えても干しいもの糖度や色調に影響を及ぼさなかった。

緒 言

カンショ（以下、サツマイモ）は主成分のデンプンの他、ビタミン類、ミネラルが含まれ、特に食物繊維を多く含む。この食物繊維には、排便状況の改善^{1, 2)}、血糖値の上昇抑制³⁾、血清コレステロールの改善⁴⁾等が報告されている。また、サツマイモは食後血糖値の上昇度を示す指数であるグリセミックインデックス（GI）が低い食品であるとされる⁵⁾。これらのことから、近年、サツマイモは健康の維持増進にも寄与する優れた農産物として見直されつつある。サツマイモの消費用途は、青果用から加工食品用、デンプン用、アルコール用など幅広い。その中でも、蒸切干（以下、干しいも）は加工食品用の区分で、その比率が最も高く、加工食品用の主力産物であるといえる⁶⁾。干しいもは特別な加工機器を必要とせず、小規模製造も可能であることから、農業の6次産業化に取り組みやすい品目の一つと言える。そのため、群馬県においては新たに干しいもの製造に取り組む事例が近年多く見受けられ、地域の重要な農産加工品となっている。

干しいもを求める消費者の嗜好は多様化してきており、従来の貯蔵性を重視したやや硬めのものからしっとり・ねっとり系の甘いものへ変化してきている。さらに、干しいもに使用される品種も「タムユタカ」が中心であったが、「べにはるか」の普及により様々な品種へと選択肢が広がっており、消費者のニーズに沿った干しいも加工が求められている。

* 現 群馬県桐生地区農業指導センター

また、群馬県では“剥皮した後に蒸煮する”のが一般的であるが、干しいもの主産地である茨城県では、“蒸煮した後に剥皮する”のが一般的⁷⁾と異なるうえ、加工条件も加工者によって様々であり、個性豊かな干しいもが作られている。しかし、近年のサツマイモ人気により産地間競争も厳しくなっているうえ、干しいもの輸入品もここ数年約3,000tの水準にあるなど⁶⁾、厳しい競争にさらされている。したがって、一層の品質向上による明確な差別化を図ることが必要である。

そこで、品質に及ぼす基本技術を整理するため、加工条件や工程の違いによる干しいもの品質に及ぼす影響を検討した。

試験方法

1 供試材料

2018および2019年に、群馬県農業技術センター高冷地野菜研究センター（嬭恋村田代）で栽培されたサツマイモ「タムユタカ」「べにはるか」「シルクスイート」を両年とも10月に収穫後、紙袋に詰め冷暗所で貯蔵し、翌年の1月から実験に供した。

2 干しいも加工

1) 群馬県の一般的な干しいも加工（対照）⁸⁾

サツマイモを水洗いした後、両端を切り落とし、中央部を使用した。ピーラーで半径の3分の1まで剥皮し（図1）、水に30分さらした。その後、2時間蒸籠で蒸煮し、30分の自然冷却後、厚さ2cmで縦方向に切った。これを干し網上に並べ、20℃に調節した通風乾燥機で蒸煮直後重量の42%になるまで乾燥さ

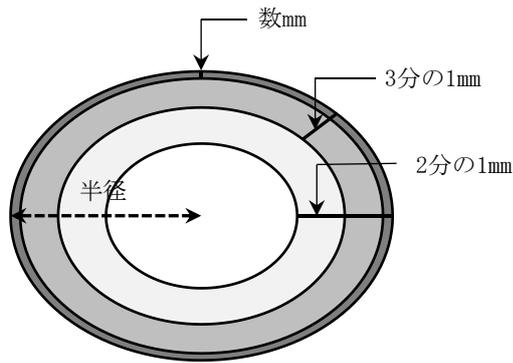


図1 剥皮の厚さ

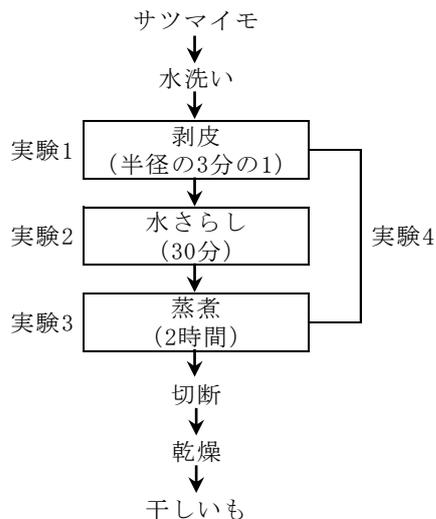


図2 群馬県の一般的な干しいも加工工程

せた(図2)。なお、干しいもの乾燥は、一般的には天日乾燥であるが、天気の影響を受けずに乾燥できる通風乾燥機で行い、乾燥終了目安は群馬県内の干しいもの水分含量を事前に調査し42%程度とした。

2) 剥皮する厚さが品質に及ぼす影響の検討(実験1)

剥皮工程では、ピーラーで除去する厚さを表皮から数mm、半径の3分の1mmおよび2分の1mmとし(図1)、その他は、前述の群馬県での一般的な干しいも加工と同様の方法で加工した(図2)。

3) 水さらし時間が品質に及ぼす影響の検討(実験2)

水さらし時間を30分、1時間、3時間、6時間および24時間とし、その他は、前述の群馬県での一般的な干しいも加工と同様の方法で加工した(図1)。

4) 蒸煮時間が品質に及ぼす影響の検討(実験3)

蒸籠で蒸煮する時間を1時間、2時間および4時間とし、その他は、前述の群馬県での一般的な干しいも加工と同様の方法で加工した(図1)。

5) 剥皮工程の違いが品質に及ぼす影響の検討(実験4)

群馬県では前述のように干しいもの主産地である茨城県とは剥皮工程の順番が異なる。そこで、剥皮する工程を蒸煮の前および後とし、その他は、前述の群馬県での一般的な干しいも加工と同様の方法で加工した(図1)。

3 品質調査

乾燥終了後に、糖度、色調を調査した。糖度は、サンプルの中央部5gに3倍量の蒸留水を添加してから十分に磨砕し、遠心分離後に上澄み液についてデジタル糖度計(アタゴ製PAL-1)を用いて測定した。色調については、分光測色計(ミノルタ製CR-13)を用いて、明度(L*値)、赤色(a*値)および黄色(b*値)について、1サンプルあたり表面4点を測定し、その平均値を用いた。なお、1区につき5本以上のサツマイモを加工し、シロタなどの品質障害がないもの3本を採取し、兩年合わせ6反復とした。

4 統計解析

統計解析は、統計解析ソフトRを使用した。多群間の平均値の差はDunnetの多重比較検定、2群間の平均値の差はStudentのt-検定を用い、有意差検定を行った。有意水準を $p < 0.05$ として結果を得た。

結果

1 剥皮する厚さが品質に及ぼす影響(実験1)

実験1の結果を表1に示した。各品種ともに剥皮する厚さによる糖度への影響は見られなかった。色調においては、「べにはるか」「シルクスweet」で、剥皮する厚さが厚くなると、明度が高くなり、特に半径の2分の1mmを剥皮したものは有意に高くなったが、「タムユタカ」では影響は見られなかった。また、有意差はなかったが、各品種ともに剥皮が厚くなるほど、赤色は低くなり、黄色は「タムユタカ」では低く、「べにはるか」「シルクスweet」では高くなる傾向が見られた。

2 水さらし時間が品質に及ぼす影響(実験2)

実験2の結果を表2に示した。各品種ともに水さらし時間が長くなると糖度は低くなり、特に「タムユタカ」「シルクスweet」では24時間、「べにはるか」では6時間および24時間水にさらしたものは有意に低くなった。色調においては、各品種ともに水さらし時間が長くなるほど、明度は高く、赤色は低くなる傾向が見られた。特に「タムユタカ」で明度が24時間で有意に高くなり、赤色は3、6および24時間で有意に低くなった。「べにはるか」では明

表1 剥皮する厚さが品質に及ぼす影響

品種	品質	剥皮厚さ		
		数mm	3分の1mm	2分の1mm
タマユタカ	外観			
	糖度(%DW)	22.9	22.8	22.8
	L*値	36.0	35.0	36.0
	a*値	3.2	2.5	1.8
	b*値	17.4	15.6	15.0
べにはるか	外観			
	糖度(%DW)	23.9	23.7	23.7
	L*値	31.3	31.8	35.0 [†]
	a*値	3.1	2.8	2.7
	b*値	16.4	16.5	19.2
シルクスイート	外観			
	糖度(%DW)	21.8	21.9	22.3
	L*値	28.9	30.7	33.3 [†]
	a*値	2.7	2.1	1.7
	b*値	11.8	14.4	17.1

注1) L*は白、-L*は黒、a*は赤、-a*は緑、b*は黄、-b*は青を示す

注2) [†]p<0.05は各品種ごとに3分の1を対照としDunnetの多重比較検定を行った (n=6)

度が24時間で有意に高くなった。「シルクスイート」では明度が24時間で有意に高くなり、赤色は24時間で有意に低くなった。なお、黄色への影響は見られなかった。

3 蒸煮時間が品質に及ぼす影響 (実験3)

実験3の結果を表3に示した。各品種ともに蒸煮時間による糖度への影響は見られなかった。色調においては、各品種ともに蒸煮時間が長くなるほど、赤色は高くなる傾向が見られ、4時間で有意に高かった。「シルクスイート」では1時間でも有意に低くなっており、蒸煮時間の違いが顕著に出ていた。また、「べにはるか」では黄色は低くなる傾向が見られ、4時間で有意に低かった。なお、「タマユタカ」では明度および黄色が1時間で有意に低く、「べにはるか」では明度が4時間で有意に低かったが、蒸煮時間の違いによる一定の傾向は見られなかった。

4 剥皮行程の違いが品質に及ぼす影響 (実験4)

実験4の結果を表4に示した。各品種ともに剥皮工程の違いは糖度および色調への影響は見られなかった。

考 察

表2 水さらし時間が品質に及ぼす影響

品種	品質	水さらし時間				
		30分	1時間	3時間	6時間	24時間
タマユタカ	外観					
	糖度(%DW)	20.7	20.0	20.0	19.4	17.2 [†]
	L*値	34.9	33.3	40.4	40.4	43.1 [†]
	a*値	1.6	0.9	0.2 [†]	-0.1 [†]	-0.9 [†]
	b*値	15.7	15.9	16.9	16.6	16.2
べにはるか	外観					
	糖度(%DW)	23.6	22.8	22.9	22.1 [†]	21.4 [†]
	L*値	34.3	34.5	35.0	37.4	39.1 [†]
	a*値	3.6	3.5	2.9	2.0	1.9
	b*値	20.2	18.9	19.6	21.3	20.6
シルクスイート	外観					
	糖度(%DW)	22.0	21.3	21.2	20.3	18.9 [†]
	L*値	33.7	33.8	35.4	36.6	38.2 [†]
	a*値	3.4	3.0	2.9	2.3	1.5 [†]
	b*値	19.8	20.4	20.9	21.7	22.3

注1) L*は白、-L*は黒、a*は赤、-a*は緑、b*は黄、-b*は青を示す

注2) [†]p<0.05は各品種ごとに30分を対照としDunnetの多重比較検定を行った (n=6)

表3 蒸煮時間が品質に及ぼす影響

品種	品質	蒸煮時間		
		1時間	2時間	4時間
タマユタカ	外観			
	糖度(%DW)	22.5	22.3	23.9
	L*値	29.7 †	32.8	31.7
	a*値	0.3	3.3	4.4 †
	b*値	9.2 †	10.5	10.2
べにはるか	外観			
	糖度(%DW)	23.4	23.7	22.7
	L*値	37.4	38.0	32.4 †
	a*値	1.1	2.3	4.0 †
	b*値	34.2	27.7	19.4 †
シルクスイート	外観			
	糖度(%DW)	22.2	22.9	22.5
	L*値	29.6	35.1	32.8
	a*値	0.0 †	1.4	4.1 †
	b*値	15.0	17.5	15.7

注1) L*は白、-L*は黒、a*は赤、-a*は緑、b*は黄、-b*は青を示す

注2) †p<0.05は各品種ごとに2時間を対照としDunnetの多重比較検定を行った (n=6)

表4 剥皮工程の違いが品質に及ぼす影響

品種	品質	剥皮工程		有意差
		蒸煮前	蒸煮後	
タマユタカ	糖度(%DW)	22.5	22.3	n. s.
	L*値	29.7	32.8	n. s.
	a*値	0.3	3.3	n. s.
	b*値	9.2	10.5	n. s.
	糖度(%DW)	23.4	23.7	n. s.
べにはるか	L*値	37.4	38.0	n. s.
	a*値	1.1	2.3	n. s.
	b*値	34.2	27.7	n. s.
	糖度(%DW)	22.2	22.9	n. s.
	L*値	29.6	35.1	n. s.
シルクスイート	a*値	0.0	1.4	n. s.
	b*値	15.0	17.5	n. s.

注1) L*は白、-L*は黒、a*は赤、-a*は緑、b*は黄、-b*は青を示す

注2) n. s. はStudentのt-検定で有意差なし (n=6)

消費者ニーズへの対応や品質向上には干しいも加工条件が糖度や色調に及ぼす影響を把握することが重要である。実験1から剥皮する厚さが色調に影響を及ぼすことが分かった。表皮に近い形成層周辺部には中心部に比べて多くのポリフェノールが蓄積していることから⁹⁾、剥皮を厚くすることでポリフェ

ノールが減少したためと考えられた。ポリフェノール含有量が多いと、その酸化により変色しやすいため、ポリフェノール含有量が減少したことにより、色調に違いが生じたものと思われた。

水さらしの目的は、酸化による変色を防止するとともに、原料に含まれる一般にアクと称されている変質に関係のある物質を除去することにある。群馬県の干しいも加工では剥皮後に、水さらしを行うことで変色などを防いでいる。しかし、この水さらしの時間によっては栄養成分を流出させる恐れがある。実験2では長時間水さらしを行うことで、デンプンが流出し、干しいもの糖度の減少を招く結果となったことが考えられることから、水さらし時間は最小限に留めるべきである。一方、ポリフェノールなどの変色に関係のある成分も流出していることから色調に違いが生じたものと思われた。

本研究では、蒸煮時間の違いにより色調に違いが生じた。加熱による色調変化は、既報によるとクロロゲン酸を主体とするポリフェノールと鉄イオンのキレートによる非酵素的褐変であるが¹⁰⁾、食品に含まれる糖類とタンパク質の間に容易に起こるメイラード反応もサツマイモ中で起こり、褐変するという要因も加わる可能性が高いと思われる¹¹⁾。また、サツマイモの色調に影響を与える成分としてカロテノイドも考えられる。黄色系の品種である「べにまさり」にはカロテノイドが含まれることにより黄色の色調を呈することが報告されている¹²⁾。そのカロテノイドは加熱により減少する¹³⁾。「べにまさり」と同じ黄色系の品種である「べにはるか」で蒸煮時間が長くなるほど、黄色が低くなる傾向であったことは、加熱によりカロテノイドが減少したためと考えられた。以上のことから、実験1、2および3の変色の共通要因として、サツマイモ中のポリフェノール含有量が影響を与えている可能性が示唆された。今後、ポリフェノール含有量と色調の関係を調べるなど更なる検討が必要である。

群馬県の干しいも加工の特徴の一つとして、剥皮後に蒸煮することが挙げられる。青果物を加工する際には、酵素による変色などを防ぐために、剥皮する前に熱処理をすることが一般的であるが、群馬県の干しいも加工では、剥皮後、水にさらすことで変色を防ぐことが可能であることから、剥皮後に蒸煮する工程となっている。なお、品質においては蒸煮工程と剥皮工程の順番の違いは見られなかった。ただし、今回は群馬県での一般的な干しいも加工との

比較の結果であり、本研究で検討したように加工条件を変えた場合、品質に差が生じる加工条件がある可能性がある。

糖度に影響を与えた条件は水さらしのみであったが、有意差が見られた条件は6時間や24時間と長いことから現場では考慮する必要はほぼないと思われる。一方、色調には様々な加工条件が影響した。干しいもの色は消費行動に大きな影響を与える要素であり、消費者ニーズに沿った干しいものを製造する際に、本研究で得られた結果を参考に品質改善へ向けた検討が進められることを期待したい。

引用文献

- 1) D. P. Burkitt. et al.. 1972. Effect of dietary fibre on stools and the transit-times, and its role in the causation of disease. *Lancet*. 2 : 1408-1412.
- 2) D. P. Burkitt. et al.. 1974. Dietary fiber and disease. *J. Am. Med. Assoc.* 229 : 1068-1074.
- 3) D. J. Jenkins. et al.. 1977. Decrease in postprandial insulin and glucose concentrations by guar and pectin. *Annal. Internal. Med.* 80 : 20-23.
- 4) D. J. Jenkins. et al.. 1979. Dietary fiber and blood lipids: reduction of serum cholesterol in type II hyperlipidemia by guar gum. *Am. J. Clin. Nutr.* 32 : 16-18.
- 5) 豊田隆謙編. 2002. 糖尿病キーワード 改訂3版.

日本医学出版. 東京. p. 46-47.

- 6) 農林水産省. 2002. いも・でん粉に関する資料.
- 7) 荘司浩史. 2016. 加工方法の違いによる干しいもの香り成分、食味、色の変化. *いも類振興情報*. 126 : 15-18.
- 8) 群馬県農政部. 2018. ぐんまの干しいも技術資料—加工入門編—.
- 9) 下園英俊ら. 1994. 加工用サツマイモの成分変化と調理後黒変に及ぼす貯蔵の影響. *鹿児島県農業試験場研究報告*. 22 : 113-120.
- 10) 下園英俊ら. 2000. 酵素処理によるサツマイモの調理後黒変の抑制. *日本食品科学工学会誌*. 47 : 503-508.
- 11) I. Habinshuti. et al.. 2021. Structural, antioxidant, aroma, and sensory characteristics of Maillard reaction products from sweet potato protein hydrolysates as influenced by different ultrasound-assisted enzymatic treatments. *Food Chem.* 361 : 130090.
- 12) T. Maoka. et al.. 2007. Carotenoids with a 5,6-dihydro-5,6-dihydroxy- β -end group, from yellow sweet potato “Benimasari”, *Ipomoea batatas* Lam. *Phytochemistry*. 68 : 1740-1745.
- 13) L. A. Chandler. and S. J. Schwartz.. 1988. Isomerization and losses of trans- β -carotene in sweet potatoes as affected by processing treatments. *J. Agric. Food Chem.* 36 : 129-133.

(Key Words : Sweet potato, Steam and dried sweet potato, Hoshi-imo, Brix, Color formulation)

Effect of Processing Conditions on the Quality of Steam and Dried Sweet Potato (Hoshi-imo)

Satoru ISHIHARA, Miki KAMIYA, and Tomoko SUDA

Summary

To clarify the effects of different processing conditions and processes on the quality of steam and dried sweet potato, the brix and color tone were measured for different sweet potato peeling thickness, water-soaking time, steaming time, and peeling process. A longer water-soaking time resulted in lower brix in the steam and dried sweet potato. Varying the thickness of peels, water-soaking time, and steaming time resulted in different color tones of the steam and dried sweet potato. In addition, switching the order of the steaming and peeling process did not affect the brix or color tone of the steam and dried sweet potatoes.

空白ページ
