カボチャの収穫後の品質に及ぼすキュアリング条件と 貯蔵温度の影響

長尾明宣・印東照彦・土肥 紘

北海道立中央農業試験場 069-13 夕張郡長沼町1区

Effects of Curing Condition and Storage Temperature on Postharvest Quality of Squash Fruit

Akinobu Nagao, Teruhiko Indou and Hiroshi Dohi

Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido 069-13

Summary

The effects of curing treatments and storage temperatures on the keeping and flavor qualities of squash (*Cucurbita maxima* Duch.) cultivar 'Ebisu' were studied. Harvested squash fruits were cured at 20°, 25°, and 30°C for 11 and 16 days and then stored at 10°C. For comparison, a control sub-sample was stored immediately after harvest at 10°C without curing. The effects of different storage temperatures were also examined by storing fruits cured for 12 days at 25°C at 7.5°, 10.0°, 12.5° and 15.0°C.

The results are summarized as follows:

1. Starch content of the fruit decreased throughout the storage period irrespective of storage temperature. Total sugar content increased, reaching a maximum and then gradually decreased. When starch content was equal to the total sugar content, eating quality of the fruit was estimated to be most favorable. Water content of the fruit tended to increase during the storage period. After 60 days of storage, the water content increased rapidly and, simultaneously, the taste of the fruit became poor.

2. The curing treatment of fruits at higher temperature and for longer periods was more effective in promoting the conversion from starch to sugar. In addition, the curing treatment at higher temperature prevented rotting. Since the skin color of fruit cured at 30°C became yellow rapidly, the optimum temperature for curing appears to be lower than 30°C.

3. Reducing sugar content and total sugar content increased more during storage at lower temperatures than at higher temperatures. At all storage temperatures, β -carotene content on the 43th day of storage reached a maximum, which was twice or three times the content of that at harvest.

No chilling injury was observed in fruits stored at 7.5°C. The ratio of hydrochloric acid soluble pectin to total pectin content decreased much earlier during storage at 15.0°C than at lower temperatures. Furthermore, the rate of water loss was fairly constant, but it was also more rapid at 15.0°C than at the lower temperatures. The optimum temperature for storage seemed to be $10.0^\circ \pm 2.5^\circ\text{C}$.

緒 言

カボチャ果実(以下カボチャ)は長期貯蔵が可能なために、昔から野菜が不足しがちな冬場の重要な食料となってきた。また、近年は健康食品指向に伴う緑黄野菜に対する認識の高まりや核家族化に伴う冷凍食品、

さらには輸入品の利用により、カボチャの消費量は増加傾向を示している。このようなカボチャの需要に対応していくためには、今後は量的に充足させるのみではなく、果実品質をも考慮した貯蔵技術の確立が必要となっている。

従来から、カボチャは収穫後の貯蔵に伴い、物性のうえでは粉質感の強い食味から粘質感のある食味へと

変化することが経験的に知られている。一方、内容成分のうえではデンプンの糖化に伴う全糖含量や β -カロチン含量の増加などが報告されている(2, 9, 13, 16)。また、貯蔵技術との関係では、腐敗防止を目的としたキュアリング(3, 15)やカボチャの貯蔵温度(1, 14)の検討はなされているものの、それらの試験に用いられた品種や栽培法などの諸条件が大きく異なるため、現時点におけるカボチャの貯蔵や品質保持技術に適用することはむずかしい。特に、キュアリング温度や貯蔵温度が現在のカボチャ品種の成分や食味に及ぼす影響についてはまったく検討されておらず、カボチャの品質向上による消費拡大のためには非常に重要であると考えられる。

そこで、本報は現在わが国で栽培されている西洋カボチャの代表的な品種を用い、収穫後のキュアリング処理および貯蔵温度が果実の品質成分と食味に及ぼす影響について検討し、二、三の知見を得たので報告する。

材料および方法

実験材料は、道立中央農業試験場において栽培された北海道の代表的な品種であるカボチャ(*Cucurbita maxima* Duch.) 'えびす'を用い、開花後39~42日の果実を収穫し供試した。

実験1. 貯蔵中の成分変化と食味評価

1986年7月29日に収穫した果実を25℃, RH 70%で13日間キュアリング処理を行った後、10℃, RH 70%で貯蔵した。貯蔵中の成分と食味変化の調査には、1回に4~5個体を用い、剥皮した果実の赤道部の果肉を供試した。果肉の色調は測色色差計(日本電色製, ND 1001 DP)により、a値とb値について測定した。水分は1~2gの果肉を厚さ3~5mmのスライス状に切断し、マイクロ波乾燥水分計(アンリツ製)により測定した。

還元糖と全糖含量は果肉の80%エタノール抽出液よりソモジー法で定量した。デンプン含量はその抽出残渣を過塩素酸により抽出分解し、村上らの方法(12)に準じて測定した。

食味は適当な大きさに切断した果肉をオートクレイブで蒸煮したものを供試し、7名のパネルにより肉質、甘味および嗜好の程度を6回にわたり経時的に評価した。

実験2. キュアリング試験

1987年7月31日に収穫した果実を供試し、キュアリングがカボチャの品質成分に及ぼす効果を検討した。キュアリングの温度は20°, 25°, 30℃の3段階とし、キュ

アリング処理日数は各温度区とも11日および16日間とし、10℃, RH 70%の条件で貯蔵した。なお、比較のために収穫後キュアリングせずにただちに貯蔵した対照区を設けた。糖分とデンプンの分析方法は実験1に準じた。

実験3. 貯蔵温度別試験

1987年8月4日に収穫した果実を供試し、貯蔵温度が品質、成分に及ぼす影響について検討した。25℃, RH 70%で12日間キュアリングを行った後、7.5°, 10.0°, 12.5°, 15.0℃の4段階の温度区を設け貯蔵した。湿度はいずれの温度区もRH 70%とした。

ペクチンは80%エタノール抽出残渣を用い、水溶性ペクチン、ヘキサメタリン酸ナトリウム可溶性ペクチンと塩酸可溶性ペクチンをそれぞれ抽出した。ただし、塩酸可溶性ペクチンの抽出にあたっては、 α -アミラーゼとグルコアミラーゼを用いてデンプンの加水分解を行い、前もって糖類を除去しておいた(11)。各抽出液についてはカルバゾール比色法により定量を行い、ガラクトuron酸として示した(4)。

β -カロチンの測定のために果肉をアセトンで抽出した。抽出液を減圧濃縮後、 μ -ヘキサンで抽出し、ケン化した(6)。その後、カラムクロマトグラフィー(5)を用いて β -カロチン画分を分離溶出し、453nmの吸光度を測定して、 β -カロチンとして算出した。糖分とデンプンの分析方法は実験1に準じた。

結 果

実験1. 果実の貯蔵中の成分変化と食味評価

貯蔵中におけるカボチャの成分変化を第1図に示した。キュアリング処理によって、果実のデンプン含量は急激に減少し、それに伴って全糖含量が増加した。

水分含量は貯蔵60日目までは少しずつ増加し、その後急激に増大した。デンプン含量は全貯蔵期間中減少し続けた。一方、全糖含量は貯蔵45日目までは増加し続けて最高値に達し、その直後から減少に転じた。全糖中の還元糖含量は貯蔵期間を通して緩やかに増加する傾向を示した。

貯蔵中の食味評価の結果については第1表に示した。収穫直後における食味は粉質感が強く甘味はきわめて弱かったが、キュアリング後は甘味の増加により食味が明らかに向上した。食味が最も優れていたのは貯蔵30日前後であり、この時デンプンと全糖含量はほぼ同程度であった。水分含量が急増する貯蔵60日目から粉質感が乏しくなり、食味が低下し始めた。

貯蔵中における果肉色の変化を第2図に示した。果

Table 1. Sensory evaluation of squash fruit stored at 10°C after curing at 25°C for 13 days.

Days in storage	Texture	Sweetness	Preference scale
0	4.7±0.5 ^z	1.4±0.5	2.1±0.3
13	4.1±0.3	2.3±0.5	3.4±0.5
30	3.4±0.5	3.1±0.6	4.3±0.5
45	2.9±0.6	4.3±0.5	3.7±0.5
63	1.9±0.6	3.4±0.5	2.7±0.7
93	1.1±0.3	3.6±0.5	1.6±0.3

^z Mean of 7 panels±standard deviation. Texture: 1—very mealy; 5—very moist. Sweetness: 1—bland; 5—very sweet. Preference scale: 1—unacceptable, 2—poor, 3—fair, 4—good, 5—excellent.

Fig. 1. Changes in chemical constituents of squash fruit stored at 10°C after curing at 25°C for 13 days. — shows the days of curing. ○—○ : Water content, ■—■ : Total sugar, ▲—▲ : Starch, ●—● : Reducing sugar.

肉のa値は収穫時の6.6からキュアリング終了の13日目には16.6へと急増し、果肉の赤みの増加と対応していた。貯蔵中もa値は増加傾向を示したが、b値はほぼ一定で推移した。しかし、貯蔵60日目を経過するとa、b値ともに減少した。

実験2. キュアリング試験

キュアリング条件がカボチャの貯蔵性に及ぼす影響について調査し、その結果を第3図に示した。11日間のキュアリング処理では各温度区とも無処理区と比べて、貯蔵中のデンプンの分解が促進され、それに伴って全糖含量の増加傾向がいちじるしくなった。この傾向は処理温度が高いほど顕著であった。また処理日数が16日と長くなると、貯蔵中のデンプンの分解が一層促進されるとともに、各キュアリング温度区間の差がより明確となった。一方、貯蔵中における果皮色から

Fig. 2. Changes in Hunter color "a" and "b" value of flesh color of squash fruit stored at 10°C after curing at 25°C for 13 days. Numbers in figure show days in storage.

見ると緑色がよく保持されていたのはキュアリング無処理区で、キュアリングにより果皮色は退色し、特に30°C区の退色程度は顕著であった。

デンプンと全糖含量が同程度となる時期は11日間キュアリングでは貯蔵50～70日後、16日間のキュアリングでは貯蔵40～60日後であった。この時期は、キュアリング無処理区が最も遅く温度が高いほど、また処理日数が長いほどデンプンの分解が促進され、早まる傾向があった。

貯蔵中の果実の腐敗について調査した結果を第2表に示した。キュアリング処理を行うといずれの条件でも無処理区に比べて、腐敗の発生が少なかった。キュアリングの期間による差はなかったが、温度は高いほど腐敗防止効果が大きかった。貯蔵36日目の調査では乾燥不十分な果梗部にクモノスカビ(*Rhizopus ni-*

gricans)が発生した。61日目では果皮に黒斑があらわれ、腐敗の多くはその黒斑より発生した。

実験3. 貯蔵温度別試験

貯蔵温度がカボチャの成分に及ぼす影響について調査した結果を第4図に示した。15.0℃貯蔵区の重量減少率は98日目で12.7%と多く、他区に比べて2%以上の差があった。貯蔵中のデンプン含量は15.0℃区で高く、7.5℃区で低く推移し、この区間差は貯蔵期間が長くなるにつれて拡大した。一方、全糖含量については7.5、10.0℃区の低温貯蔵区ほどいちじるしく増加した。このように貯蔵温度が低いほどデンプンの糖化が促進される傾向があった。その結果、デンプンと全糖含量が同程度となる時期は15.0℃区の時に最も遅く、貯蔵後50日程度であり、7.5～12.5℃の低温区では実験1と同じく20～30日後であった。7.5、10.0℃区的全糖含量は55日目より減少に転じたが、12.5、15.0℃区より常に高く推移した。また、還元糖も低温貯蔵区ほどいちじるしく増加した。

β -カロチン含量は各区とも貯蔵43～55日目にかけて最高値に達し、収穫時の含量(1.0 mg/100 g)の2～3倍にも増加してその後減少した。さらに、12.5℃以下の貯蔵温度では100日後でも、なお収穫時の1.5倍以上の含量を維持していた。

全ペクチン含量に対する塩酸可溶性ペクチンの割合は15.0℃区では貯蔵27日目ですでに減少が見られたが、それ以下の温度では貯蔵43日目まではほとんど変化せず、55日目になって減少することが認められた。

考 察

カボチャの貯蔵中における内容成分の特徴的な変化はデンプン含量の減少、全糖と水分含量がいちじるしく増加することである(第1図、第4図)。この成分変化はデンプンの糖化と呼吸に伴う水と二酸化炭素の生成に起因するものと考えられる。果実の水分含量は果実表面からの蒸散による損失と内的呼吸による生成のバランスからなり、貯蔵中の水分含量の増加は呼吸による生成が蒸散による損失より大きいことを示唆している。

キュアリングは貯蔵前に果実を一時的に高温下に置き、収穫時の傷口にカルスを形成させ、病原菌の侵入を防ぎ貯蔵中の腐敗を抑制する目的で行われる。本実験の結果から、キュアリングは果梗部の腐敗防止に有効であることが確認され、富士(3)の報告と一致した。また、キュアリング日数が長く、より高温で処理すると貯蔵中のデンプンの糖化が促進されて、果皮の退色

も認められた。

果実品質面から見た高温でのキュアリングの効果については Schales・Isenberg(15)も、否定的な結果を報

Table 2. Effect of curing on rotting of squash fruit stored at 10°C.

Days	Curing		Days in storage		
	Temperature (°C)		36	61	91
11	20		2 ^a	3	3
	25		1	2	2
	30		1	1	1
16	20		2	3	4
	25		0	2	2
	30		0	1	1
0 ^y			4	6	7

^a Number of rotten fruits per 12-fruit sample.

^y Stored at 10°C immediately after the harvest.

Fig. 3. Effects of curing for 11 days (A) and 16 days (B) on the changes in starch and total sugar content of squash fruit stored at 10°C. — shows the days of curing. Curing temperature (°C): ▲, 20; ●, 25; ■, 30. —: Starch, ----: Total sugar.

Fig. 4. Effect of storage temperature on the changes in physicochemical properties of squash fruit cured at 25°C for 12 days. —|— shows the days of curing. Storage temperature (°C): ● 7.5, ■ 10.0, ○ 12.5, □ 15.0.

告している。このように、キュアリングは腐敗防止に有効な反面、高温下でのキュアリングは貯蔵中の品質の低下を促進させる。

カボチャの貯蔵適温は従来 10~13°C, RH 70~75%とされてきた(14)。本実験では貯蔵適温よりもかなり低い 7.5°C 区を設定したが、品種が異なるためか、特に腐敗が多いことはなく低温障害は認められなかった。また、低温貯蔵区ほどデンプン含量の減少や還元糖と全糖含量の増加が顕著であり、この傾向はバレイショの貯蔵中のデンプンと全糖含量の消長と類似していた(8)。

β-カロチン含量は収穫時と比べて貯蔵後 43~55 日目に 2~3 倍に増加し、これに伴い果肉色は黄色から赤色へと色調が変化した。β-カロチン含量はその後低下したが、100 日の貯蔵後でも収穫の時より 1.5 倍前後高

かった。近・榛葉(9)は本試験と同品種を用い、貯蔵中の β-カロチン含量の増加について同様の結果を報告している。昔から、野菜の欠乏する冬至に貯蔵して β-カロチン含量の高まったカボチャを食べる風習(7)のあることは、栄養的に理にかなったことであり興味深い。

青果物の軟化はプロトペクチンの一部が水溶性ペクチンに変化すること起因し、特に塩酸可溶性ペクチン(プロトペクチン)の減少によるところが大きいとされている(10, 11)。カボチャの場合においても、貯蔵 60 日を過ぎる頃から全ペクチン当たりの塩酸可溶性ペクチンの減少(第 4 図)が認められ、特に 15.0°C 区は低温区に比べて果肉の軟化が早く進行することが認められた。また、15.0°C 区は 12.5°C 以下の区に比べて重量の減少は大きく、β-カロチン含量も低く品質は劣った。7.5°C 区においても低温障害は認められないことを総合

的に判断して、この試験で用いた‘えびす’の最適貯蔵温度は10.0℃で、品質から見た許容範囲は10.0±2.5℃と考えられた。

収穫直後のカボチャの食味は粉質感が強く甘味は弱い、貯蔵中のデンプンの糖化により甘味が増加して、デンプンと全糖含量がほぼ同程度の時の食味が最も良好であった。貯蔵60日を経過する頃から果肉色の退色、塩酸可溶性ペクチンの減少、水分含量の増加が生じ、この時期を境にして果実品質が大きく低下することが示唆された。果実品質が最高の時点をデンプンと全糖含量が同程度となった時と考えると、高温や長期間のキュアリングは貯蔵中のデンプンの糖化を促進させるため果実品質が最良時期に達するのを早め、低温や短期間のキュアリングは遅らせると考えられた。貯蔵温度条件の場合はキュアリング条件と異なり、低温貯蔵ほどデンプンの糖化が促進され、食味の最良時期が前進すると考えられた。デンプンの糖化が促進されるのはキュアリング条件では高温(30℃)であるのに対して、貯蔵条件では低温(7.5℃)であるのは興味深い。しかし、キュアリング温度は20~30℃の比較的高温条件であるのに対して、貯蔵温度は7.5~15.0℃のより低温条件の異なる温度範囲で検討したので、一様に比較することはできず、なお検討が必要と思われる。

以上の結果から、カボチャの出荷と品質との関係について考えると、次のような結論が得られよう。すなわち、早期出荷をめざすトンネル早熟栽培カボチャでは果実の全糖含量が低いので、30℃を越えない程度の高温下で長期のキュアリングを行い、貯蔵温度7.5~10.0℃で貯蔵することにより、早期に甘味が増し、果実品質が向上すると考えられる。また、通常の作型のカボチャの長期貯蔵の場合はキュアリング温度を低くし、果梗部の乾燥を目安にして処理を終え、貯蔵温度は10.0~12.5℃で貯蔵するのが望ましい。このように、カボチャのキュアリングは早期出荷には糖化の促進が重要な要因であり、他方、長期貯蔵には腐敗防止を主体に考えるなど、目的に応じて使い分ける必要があると思われる。

なお、実験2では実験1と3に比べ、デンプンと全糖含量が同程度となる時期が遅かったが、収穫直後のデンプン含量は実験2の材料が実験1と3の材料より高かったことがその原因として考えられる。これに関連して、今後、収穫時のデンプン含量と貯蔵性との関係について検討する必要がある。

摘 要

カボチャ‘えびす’のキュアリング条件と貯蔵温度が果実の貯蔵性に及ぼす影響について検討するとともに、貯蔵中の果実成分と食味について調査した。

1. 収穫した果実をキュアリング(25℃, 13日間)後、10℃で貯蔵したところ、デンプン含量は糖化により終始減少した。一方、全糖含量は貯蔵45日目に最高値に達した後、減少に転じた。減少に転じる時期は収穫時のデンプン含量、キュアリング条件、貯蔵温度によって異なった。また、デンプンと全糖含量がほぼ同程度の時点の食味が最も良好であった。一方、水分含量は常に増加傾向を示し、貯蔵60日目より急増し、それと同時に食味が低下した。

2. キュアリング日数(11, 16日間)が長く、キュアリング温度(20°, 25°, 30℃)が高いほど貯蔵中のデンプン含量の減少と全糖含量の増加傾向がいちじるしくなった。一方、貯蔵中の腐敗は温度が高いほど少なかった。キュアリング30℃処理区は果皮色の黄化が顕著であり、キュアリング適温は30℃以下と考えられた。

3. 貯蔵中の還元糖と全糖含量の増加は貯蔵温度(7.5°, 10.0°, 12.5°, 15.0℃)が低いほど顕著であった。 β -カロチン含量はいずれの貯蔵温度でも貯蔵43日目で最大値を示し、収穫時の2~3倍に達した。15.0℃区は重量減少が大きく、全ペクチン含量に占める塩酸可溶性ペクチンの割合が12.5℃以下の区に比べて早く減少した。このことから、カボチャの最適貯蔵温度は10.0±2.5℃と考えられた。

謝 辞 本稿の作成に当たり、御助言をいただいた北海製缶小餅昭二博士に感謝の意を表します。

引用文献

1. Francis, F. J. and C. L. Thomson. 1965. Optimum storage condition for Butternut Squash. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86: 451-456.
2. Hopp, R. J., S. B. Merrow and E. M. Elbert. 1960. Varietal differences and storage changes in β -carotene content of six varieties of winter squashes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 76: 568-576.
3. 福士敏雄. 1953. 洋種南瓜の貯蔵に関する研究。(其の二). 保温処理の貯蔵効果について. 食研時報. 13: 5-9.
4. 飯野久栄. 1982. ペクチン. p. 232-237. 食品分析法編集委員会編. 食品分析法. 光琳書院. 東京.
5. 見目明継. 1982. β -カロチン. p. 440-445. 食品分析法編集委員会編. 食品分析法. 光琳書院. 東京.

6. 小林邦彦・阿武尚彦・芥田三郎, 1969, 本邦産果実のカロチノイド色素と色調に関する研究, 第1報, 果実のカロチノイド定量法について, 山口大学農学報, 20: 1347-1355.
7. 小林正夫・森 雅央・むろやま百合子, 1988, 健康食かぼちゃ, p. 14-24, 農文協, 東京.
8. 小餅昭二・佐藤正人, 1981, 馬鈴薯の貯蔵と加工, (1), 農および園, 56: 150-154.
9. 近 雅代・榛葉良之助, 1988, カボチャのカロチノイド蓄積, 家政誌, 39: 1059-1064.
10. 真部正敏・坂根幸雄・樽谷隆之, 1974, 果実・そ菜の肉質に関する研究, I, 果実・そ菜のペクチン含量とその性状, 香川大学農学報, 26: 7-13.
11. Mizuta, T. and H. Sabramanyam, 1978, Changes in pectic and cellulosic constituents in "Alphonso" and "Pai" mangoes (*Mangifera indica* L.) during postharvest ripening, Jap. J. Trop. Agr. 21: 213-220.
12. 村山 登・吉野 実・大畠正男・塚原貞雄・川原崎裕司, 1955, 澱粉の定量法, 農研報告, B 4: 127-128.
13. Phillips, T. G. 1946, Changes in the composition of squash during storage, Plant Physiol. 21: 533-541.
14. Ryall, A. L. and W. T. Pentzer, 1974, Handling, transportation, and storage of fruits and vegetable, Vol. I, p. 191-193.
15. Schales, F. D. and F. M. Isenberg, 1963, The effect of curing and storage on chemical composition and taste acceptability of winter squash, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83: 667-674.
16. Smittle, D. A. and M. J. Hayes, 1980, Post-harvest quality changes in immature summer squash (*Cucurbita pepo* var. *condensa*), Hort. Res. 20: 1-8.