低温貯蔵中における生栗の品質変化

菅原 渉*・河野澄夫**・太田英明*

Quality Changes of Chestnuts during Cold Storage

Wataru SUGAWARA*, Sumio KAWANO** and Hideaki OHTA*

Summary

Chemical, physical and organoleptic properties of the chestnuts during storage at 1, 5 and 10°C were studied, in order to develop the preferable storage temperature. The spoilage (mould and sprout) of chestnuts was dependent upon storage temperature. The quality of chestnuts packed in polyethylene Pouch at 1°C maintained better than those at 5 and 10°C. Total polyphenol content, elastic coefficients, color index and sensory score of chestnuts at 1°C were also varied smaller. The sucrose content in chestnuts was markedly increased while the starch content was decreased, by cold storage. Storage temperature had a profound effect on the sucrose content and the degree of sucrose accumulation increased with the decrease of storage temperature. The maximum sucrose content was 10% at 1°C. it was considered that the chestnuts in polyethylene Pouch at 1°C were able to store for a long term (more than 6 months) with improving organoleptic taste due to sucrose accumulation.

(Received August 27, 1986)

緒 言

我国の栗の生産は、昭和60年には年間約55,000 tに達する。栗の収穫は、9月上旬から11月下旬の短期間に集中しており、特に9月下旬から10月上旬にかけては、銀寄・筑波等の中生種が大量に市場に出荷されるため、市場価格の低下が著しい。さらに近年は、加工用栗として、韓国・中国等から安価な剥き栗が大量に輸入され、国産栗の市場価格の維持は一段と難しくなっている。こうしたことから栗の生産地では、生食用栗の貯蔵技術の確立が、市場価格の安定化ならびに国産栗の消費拡大の意味で重要な課題となってきた。

栗の貯蔵に関する研究は、加工用栗についてはすでに

水漬貯蔵法^{1),2)}やおが屑貯蔵法等多くの報告が見られる。しかしながら、加工用貯蔵栗の品質評価指標は、カビ、萌芽等の不良果の発生および加工に伴う果肉色・剥皮性の変化が主であり、味や外観が重視される生食用栗の用途に直接適用することは困難である。

他方、生食用栗についても、いくつかの報告があるが、低温貯蔵法^{3)~5)}やCA貯蔵法^{6),7)}では、2~3カ月貯蔵時で重量の目減りや萌芽の発生が顕著となり、3カ月以上の長期間貯蔵は難しいとされている。また、貯蔵中の生栗の品質を、生食用として重視される味等の食味性から検討した報告も少ない。

筆者らは、生食用生栗の長期貯蔵法の確立を目的に、食味性を主眼にした貯蔵中の生栗の品質変化を検討し、二、三の知見を得たので報告する。

実験材料および方法

1. 供試材料

供試した生栗は、昭和58年10月28日に愛媛県中山町農

* 全国農業協同組合連合会 農業技術センター
(〒254 平塚市東八幡5-5-1)

* Agricultural Technical Center, National Federation of Agricultural Co-operative Associations, Hiratsuka, Kanagawa 254

** 農林水産省食品総合研究所 (〒305 筑波郡谷田部町)

** National Food Research Institute, Tsukuba, Ibaraki 305

協において収穫された石鎚種（等級：3 L，メチルプロマイド燻蒸済）で，ダンボール箱に梱包後冷蔵車（庫内温度5～10℃）によって輸送したものをを用いた。

2. 実験方法

上記供試生栗をポリエチレン袋（厚さ：40 μ m，以下PEと略す）に2kgずつ詰め，袋内の湿度が適度に高く保たれるように，開放口を2回折り曲げた状態で，1，5，15および20℃の温度条件下で貯蔵を行った（各温度区とも，サンヨー製定温送風冷蔵庫：400L容，温度精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ を用いた）。これとは別に，急速凍結（ -80°C ）後，凍結貯蔵（ -20°C ）したものを対照区とした。またビニール製の網袋に生栗2kgを詰め（以下VI区と略す），1および5℃区に貯蔵したものを低湿度条件貯蔵区とした。

以上の貯蔵試料について定期的に品質の変化を調査した。なお各貯蔵庫内の湿度を高湿に保つため定期的に蒸留水を噴霧したが，相対湿度は庫内で65～85%，PE包装内で90～95%であった。

3. 測定項目および方法

貯蔵中以下の項目について調査した。

(1) 不良果の発生

カビ果：貯蔵中の生栗の表面に発生したカビを肉眼により観察した。供試した試料は3袋（約200個）であり，カビ果の発生割合を百分率で示した。

腐敗果：カビ果と同様に肉眼により，表皮に黒い斑点の認められた個体を計数した。

萌芽：外皮（鬼皮）の外観から肉眼により発生が識別できる個数とした。

(2) 重量の目減り 各貯蔵区の貯蔵開始時の重量を100%とし，その後の変化を百分率により示した。

(3) 官能試験 各温度区の貯蔵栗を約90℃の湯浴中で90分間ゆでた後，ナイフで2分割し官能試験に供した。試験項目は，鬼皮の外観，果肉色，甘味，食感，総合評価とし，大変良い（+3），少し良い（+2），わずかに良い（+1），普通（0），わずかに悪い（-1），少し悪い（-2），大変悪い（-3），の7段階嗜好尺度法とした。なお，評点-1で商品性が失われたものとし，-2が食用の限界として評価を行った。パネル数は20名であった。

(4) 硬度変化 貯蔵した栗の中心を $\phi 10\text{mm}$ の円柱状に切り抜いた後，万有引張圧縮試験機（インテスコ2005型）による一軸圧縮試験から求め，弾性係数（kgf/

cm^2 ）で示した。

(5) 化学成分

可溶性糖：各貯蔵栗の可食部（鬼皮および渋皮をナイフで剥皮したもの）を各温度区毎10個ずつホモジナイズ（1000r.p.m.，5分）した後30gを採取し，80%エチルアルコールで加熱抽出を3回行い，抽出液を定容後，高速液体クロマトグラフィーにより可溶性糖量を測定した（装置，島津LC-3A型；カラム， μ -bondapack CH（ $\phi 3\text{mm}\times 25\text{cm}$ ）；液相，アセトニトリル：水（75：25）；検出器，示差屈折計（島津RID-2A）；流速1.5ml/分）。また，定量計算は島津クロマトパックC-RIBにより行った。

澱粉：上記粉碎試料30gを採取し，2.5%塩酸で加水分解後中和し，グルコースオキシダーゼ法（和光純薬G-テスト）により生成したグルコース量を測定した。澱粉含量は，得られた全グルコース含量から上記の可溶性糖を差し引き，0.9の係数を乗じて求めた。

ポリフェノール：80%エチルアルコール抽出液の一定量を減圧乾固した後，Folin-Denis法に従って定量した。

果肉の色調：果肉のカロチノイド系色素の指標として，前記粉碎試料20gを80%メチルアルコール100mlにより抽出し，抽出液の430nmにおける吸光度を分光光度計（島津UV-250）によって測定した。

アミノ酸組成：粉碎した試料を0.2N塩酸に懸濁，1分間ホモジナイズした後，日立-835型により遊離型アミノ酸を測定した。また6N塩酸で酸分解した試料について，全アミノ酸を測定した。

(6) 統計分析 官能試験における各項目の評価値および硬度，化学成分の測定値ととの間の相関係数をそれぞれ求め，それぞれの項目間の相関行列を作成した。

実験結果

1. 不良果の発生

各貯蔵区の不良果の発生をTable 1に示した。

貯蔵に伴い高温貯蔵区はほど不良果の発生が著しかった。5℃以上の貯蔵区では，1カ月貯蔵時から腐敗果が認められ，2カ月貯蔵時には萌芽も発生した。5℃，PE貯蔵区では，4カ月貯蔵時で不良果の合計が36%に達した。また，10℃，PE貯蔵区および20℃，PE貯蔵区はそれぞれ2カ月貯蔵，1カ月貯蔵で不良果の発生が30～40%に及び，いずれの貯蔵区ともにその時点で商品性は失われていた。一方1℃，PE貯蔵区は，6カ月貯蔵で

Table 1 Changes of deterioration ratios (%) of chestnuts during storage at 1, 5 and 10°C

Temperature (°C)	Package	Storage time (months)						
		1	2	3	4	6	9	
1	polyethylene	decay	0	2	5	6	8	14
		mould	0	0	0	0	0	12
		sprout	0	0	0	0	0	6
	vinyl net	decay	0	2	2	2	2	-
		mould	0	0	0	0	0	-
		sprout	0	0	0	0	0	-
5	polyethylene	decay	4	6	8	10	30	-
		mould	0	4	10	20	36	-
		sprout	0	0	4	6	20	-
10	polyethylene	decay	4	8	18	22	40	-
		mould	6	12	24	30	6	-
		sprout	0	2	6	10	50	-

不良果の発生がほとんど認められず、他の温度区に比較し特に少なかった。1°C、PE区は、9カ月貯蔵ですら、カビ果の発生が12%、萌芽が6%認められたにすぎず、9カ月貯蔵でも軽い選果を加えることにより商品性は充分保たれているものと考えられた。このときVI区は腐敗、萌芽は皆無であったが、外観上萎れが著しく発生していた。

2. 重量変化

VI区では1°C貯蔵区でも、1カ月貯蔵で9.3%の重量減が認められ、2カ月貯蔵では18.9%もの減少となり、外観上も著しく品質が損なわれていた。一方、PE貯蔵区は貯蔵温度にかかわらず重量減は僅少であり、2カ月貯蔵でも2~3%であった。1°C貯蔵区は特に重量の減少が少なく、9カ月貯蔵でも僅か2~3%であり、外観上、表皮の乾燥等もほとんど認められなかった。

3. 官能試験

貯蔵栗の品質の官能検査結果を Fig.1 に記載した。Fig.1 から明らかなように、貯蔵温度が高いほど評価値の低下が甚しかったが、1°C PE貯蔵区は6カ月貯蔵時でも、外観、果肉色・食感・味の評価値がそれぞれ、0.30, 0.17, 0.42, 0.19と高く、とりわけ品質の劣化が少ないことが官能的にも示された。このとき、5°C、PE区は3~4カ月貯蔵時、10°C、PE区は2カ月貯蔵時で総合評価の評価値が、商品性の限界とした-1の評価点以下になった。官能評価でも、1°C、PE貯蔵区と5°C PE貯蔵区との品質の差は顕著であった。

4. 硬度変化

Fig. 1 Changes of sensory score of chestnuts during storage at 1 and 5°C.

貯蔵中の硬度変化を Table 2 に示した。

河野らの報告⁸⁾では、栗の短径方向の弾性係数が長径方向に比べ大きく、貯蔵中の変化も大きくなるとしており、本試験においても短径方向の弾性係数を測定した。貯蔵期間を通じて各貯蔵区とも弾性係数の変化は少ないが、不良果の発生が全個数の30%に達した時期に顕著に低下する傾向が認められた。10°C、PE区および5°C、PE区では、それぞれ2カ月、4カ月貯蔵で10kgf/cm²の低下であった。一方、1°C、PE貯蔵区は、6カ月貯蔵で2~3 kgf/cm²、9カ月貯蔵で10kgf/cm²の低下となった。

5. 化学成分の変化

(1) 可溶性糖 Fig.2 に可溶性糖の測定結果を示し

Table 2 Changes of elastic coefficients of chestnuts in the polyethylene pouch during storage at 1, 5 and 10°C
(start : 74.3 kgf/cm²)

Temperature (°C)	Elastic coefficient (kgf/cm ²)					
	Storage time (months)					
	1	2	3	4	6	9
1	71.9	72.1	69.8	75.3	72.2	62.1
5	74.8	77.2	75.2	68.8	-	-
10	70.3	61.5	-	-	-	-
20	72.3	60.4	-	-	-	-

た。

貯蔵に伴いショ糖含量の著しい増加が認められた。ショ糖含量の増加は、1℃、PE区では1カ月貯蔵で貯蔵開始時の約2.5倍の8.1%、9カ月貯蔵では2.8倍の10.5%であった。

このとき5℃、PE区は、1カ月貯蔵で1.4倍の5.5%、10℃、PE区は、1カ月貯蔵で約1.3倍の4.2%であり、このショ糖含量の増加が、低温貯蔵区ほど大きいものであることが認められた。他方、ブドウ糖、果糖等の他の可溶性糖類は貯蔵期間を通じて各貯蔵温度区ともに変化は認められなかった。

(2) 澱粉 澱粉含量の変化を Fig. 3 に示した。

Fig. 2 Effect of storage temperature on sucrose content of chestnuts in polyethylene pouch. **Fig. 3** Change of starch content of chestnuts stored at 1, 5, 10 and -18°C.

貯蔵に伴い各貯蔵温度区とも澱粉含量が減少し、この減少は、ショ糖含量の変化とは逆に、低温貯蔵区ほど顕著で、5℃、PE区、10℃、PE区はそれぞれ1カ月貯蔵時で約1.5%、約1.0%の減少であったのに比べ、1℃、PE区は、1カ月貯蔵で4.0%、9カ月貯蔵では7.0%もの減少であった。

(3) 総フェノール 総フェノール含量の貯蔵中の変化を Fig. 4 に示した。

貯蔵中、総フェノール含量は各貯蔵温度区ともに増加が認められた。特に3カ月以降の増加が激しく、10℃、PE区では貯蔵開始時の約10倍(27mg%)、5℃、PE区では約6倍(15mg%)に達した。一方、1℃、PE

Fig. 4 Change of total phenol content of chestnuts during storage at 1, 5, 10 and -18°C. **Fig. 5** Effect of storage temperature on absorbance at 430nm of 80% methanol extract of chestnuts during storage.

Fig. 6 Changes of amino acid contents of chestnuts during storage at 1°C.

区は3カ月貯蔵時で約2.5倍(7mg%), 6カ月貯蔵でも約8倍(22mg%)であり, 他の貯蔵温度と比較し, 総フェノール含量の変化が際立って少なかった。

(4) 色 調 カロチノイド系色素の指標とした80%メチルアルコール抽出液の色調を Fig.5 に示した。抽出液の吸光度は貯蔵に伴い高度貯蔵区ほど大きく減少する傾向が認められた。色調の変化においても, 1°C, P E区は他の温度貯蔵区に比べ僅少であった。

(5) アミノ酸含量 総アミノ酸組成およびそれらの含量と貯蔵中の変化を Fig.6 に示した。

生栗のアミノ酸組成は, アスパラギン酸(22.6%), グルタミン酸(13.6%), アルギニン酸(11.9%), ア

ラニン酸(7.7%)の順で多く, それら4成分で全アミノ酸含量約2,500mg%の約55%を占めていた。これらのアミノ酸組成および含量とも, 貯蔵中の変化は認められなかった。また, 遊離型アミノ酸は, 170~200mg%の含量が認められ, このアミノ酸組成比は総アミノ酸と類似していた。遊離アミノ酸含量および組成についても貯蔵中の変化は認められなかった。

6. 化学成分および官能評価値との相関性

各化学成分および官能評価値の項目間の相関係数を Table 3 に示した。ショ糖含量と澱粉含量との間には, $r = -0.970$ の高い負の相関が認められた。

また, 官能試験における各項目間では, 味, 食感, 果

Table 3 Column of correlation coefficients between chemical components and sensory scores

Item	sucrose	starch	polyphenol	carotinoid	Sensory score					
					hardness	appearance	color of embryo	taste	texture	overall
sucrose	1.000									
starch	-0.970	1.000								
polyphenol	0.410	-0.520	1.000							
carotinoid	0.382	0.489	-0.689	1.000						
hardness	0.100	-0.060	-0.289	0.106	1.000					
appearance	0.465	-0.334	-0.113	0.013	0.206	1.000				
color of embryo	0.553	-0.462	-0.206	0.053	0.140	0.567	1.000			
taste	0.762	-0.469	-0.331	0.134	0.477	0.649	0.803	1.000		
texture	0.642	-0.527	-0.276	0.202	0.498	0.652	0.817	0.829	1.000	
overall	0.701	-0.616	-0.204	0.053	0.515	0.655	0.828	0.931	0.875	1.000

5℃以上の貯蔵区に比べ際立って少なかった。

以上より、1℃、PE貯蔵により6ヵ月以上の長期貯蔵が可能であると考えられると同時に、貯蔵に伴うシヨ糖含量の増加による甘味の改善という副次的効果が確認された。

本報告の概要は、昭和60年5月11日の日本コールドチェーン研究会第10回大会で発表した。

参 考 文 献

1) 松本輝夫：果実日本，30(2)，54(1975)

- 2) 真部孝明：広島農短大報，5，425(1977)
- 2) 田村民和：罐詰時報，49(5)，372(1970)
- 4) 原田 昇：果実日本，27(3)，66(1972)
- 5) 早上三男・益田信篤・坂井健輔：落果試資，50,109(1476)
- 6) 古田道夫・田中康彦・明田川太七郎：新潟食品研報，12，27(1972)
- 7) 加藤 薫・山下育彦・西岡克浩：日食工誌，19(8)，18(1972)
- 8) 河野澄夫・小野寺武夫・早川 昭・岩元睦男・太田英明・菅原 渉：園学雑誌，53，(2)，194(1984)
- 9) T.HAYASHI and K.KAWASHIMA: *Agric. Biol. Chem.*, 46(6)，1475(1982)
- 10) 林 徹：京都大学学位論文，(1985)
- 11) T.HAYASHI and K.KAWASHIMA: *J. Food Sci.*, 48(6)，1242(1983)

(昭和61年8月27日受理)