オクラさく果の食品物性と化学成分に及ぼす貯蔵温度の影響

(第1報) オクラさく果の鮮度保持について

田 尻 尚 士*

Effect of the Storage temperatures on Changes of Food physical properties and Composition of Okra Pods (*Hibiscus esculentus* L.)Part I Studies on Keeping Quality of Okra Pods (*Hibiscus esculentus* L.)

Takashi TAJIRI**

Summary

Effect of storage temperatures on the freshness, food physical properties and changes in the chemical composition of Okra pods (*Hibiscus esculentus* L.). The stored under 1, 5, 10, 15, 20 and -20°C temperature for the evaluation of the optimum storage temperature.

1. Food physical properties: Needle-invasion, elasticity and viscosity of the samples were deteriorated greatly after 5~7 days of storage at 1, 5°C and 20°C respectively. The stored at 10 and 15°C and -20°C , Okra maintained the freshness for around 25 days.
2. Color: The samples became brown in the same manner as the deterioration tendency of food physical properties. Also, it was found that the browning phenomenon detected by the method used in this study was about 3 days-earlier than the macroscopic observation.
3. Total ascorbic acid content: Under 1, 5°C and 20°C storage the decrease in the total ascorbic acid content was rapid in a high frequency compared to the deterioration degree of food physical properties. The decreasing tendency under at 10, 15°C and -20°C were slower, and the rates were reprssed singnificantly.
4. Total pectin content: The decrease in the total pectin content during the storage was quite similar to the changing profile of viscosity. At each storage temperature, the decrease in the total pectin content generally started 3~5 days after the initiations of deterioration of food physical properties and reduction of total ascorbic acid content. The decreasing rate was slightly high during 7-10 days of storage at 1, 5°C and 20°C , and during early period of storage at 10, 15°C and -20°C . After no decrease was observed at 10, 15, and -20°C storage.

In conclusion, the optimum storage temperature of Okra pods was $10\sim 15^{\circ}\text{C}$, and the limiting period for storage was about 20~25 days for fresh.

(Received Nov. 28, 1985)

緒 言

* 近畿大学農学部食品加工学教室
(〒577 東大阪市小若江3-4-1)

**Laboratry of Food process, Faculty of Agriculture,
Kinki University (3-4-1, Kowakae, Higshi-Osaka,
Osaka 577)

青果物は収穫後の取扱いによって、生理面などの種々の変化を起し、品質低下¹⁾を来たすが、収穫直後より消費者への流過程では実際にはかなり温度管理面などで

粗雑に取扱われ、その結果として見かけ上は正常であるが物理的品質や内容成分が劣化し、品質劣化がかなり進行している場合が多い。

嗜好性に富む果菜類の一つであるオクラは最近消費量が著しく増加する傾向にある。その独特な食味は粘質物であるペクチン、ガラクトンおよびアラバンの混合物である多糖類^{2),3)}に由来している。本報告では、収穫から消費者への流通過程中の温度状態を想定し、貯蔵温度を1℃(±1℃)～20℃ および対照区として-20℃凍結区を設定し、各貯蔵温度下での食品物性(針入度、弾力度、粘性度および色調)および内容成分としての総アスコルビン酸と総ペクチン含有量を測定し、同時に肉眼による外観変化を測定し、これら結果より適正貯蔵温度を検討した。

実験材料と方法

実験材料は、兵庫県川西市産のオクラさく果“グリーンスター(変種)”の開花結実後6日のさく果を用いた。オクラさく果の大きさは長さ6.0～8.0cm、重さ6.5～9.4gで収穫直後30分以内に緑色ネット袋(10 mesh)に10個体を投入、発泡スチロール皿上に整置したのち熱収縮ポリビニリデンコロライド(20μ厚、15×10cm)包装袋でシュリンクパック包装を行い、直ちに1, 5, 10, 15および20℃に貯蔵した。なお、-20℃貯蔵区は収穫後直ちに85～90℃の熱湯中で3分間ブランチング処理を行った後、-20℃のフリーザーに貯蔵した。

針入度、弾力度および粘性度は、テコによる抵抗力をIC回路により増幅させる自記記録装置つきレオ・メーターで測定した。

粘性度は、オクラさく果全果に5倍量の水を加えてホモジナイズし、42 mesh のステンレス製篩を用いて裏ごしを行った濾液をピーカーに移した後、レオ・メーターを用いて測定した。

総アスコルビン酸はオクラさく果全果を(果柄部除去)ホモジナイズした後、12,000rpmで遠心分離を行い上澄液を蛍光分析法⁴⁾(励起波長350nm、蛍光波長430nm)で測定した。また、総ペクチンは、オクラさく果全果(果柄部除去)をホモジナイズし、8,000rpmで遠心分離した上澄液を用いて、カルバゾール比色法⁵⁾(吸光度520nm)で測定した。色調は色差計によるハンター表色法⁶⁾でLb/|a|として表示した。

鮮度保持評価は、鮮度指数を8段階に設定し、20名に

て評価決定した。

実験結果

1. 針入度

オクラさく果の組織密度の保持性と、咀嚼時の歯当り感を知るために測定したが、これらの結果はFig. 1に示した。

Fig. 1 Changes in needle-invasion of Okra pods during storage

針入度は貯蔵温度に大きく影響され、全般的に低温区の1, 5℃ および-20℃凍結区では貯蔵5日間で収穫時と比較すれば40%前後針入度は低下した。

一方、中温区の10, 15℃区ではわずかに12%前後と極めて低下率は低く、常温20℃区はこれらの両温度区のほぼ中間の低下率で26%となった。低温区は貯蔵5日より15日にわたって緩慢な状態で針入度は低下し、貯蔵15日間で収穫時に比して60%の低下率を示した。見かけ上は貯蔵10日までさほど変化はみられないが、機器測定値では大きく低下した。低温区では組織密度的にみて貯蔵初期にかなり急速に鮮度の低下することが認められた。

一方、-20℃区では貯蔵初期での組織密度は低下が急速であり、10日目より徐々に低下し貯蔵30日間で低下率は60%となった。10, 15℃区では15日貯蔵で15%の低下率を示し、組織的にみて鮮度保持性は良好で、肉眼的にはほとんど差は認められなかった。これらの結果より、貯蔵温度5℃よりも10℃区が極めて有効であることがわかった。

2. 弾力度

オクラさく果の組織強度の保持性を知るために測定した。この結果はFig. 2に示した。

Fig. 2 Changes in elasticity of Okra during storage

一般的に各貯蔵温度区とも弾力度の保持性は、 -20°C 区以外針入度の結果と類似した様相を示した。貯蔵5日間で1, 5°C 区は大きく弾力度は低下し、 1°C 区36%, 5°C 区は23%, 20°C 区は15%と大きく低下した。しかし、 10°C 区と 15°C 区は10%前後で弾力保持性は良好で、ほとんど収穫直後と差は認められなかった。 -20°C 区は10, 15°C 区と類似した状態であった。

貯蔵15日間での弾力度の低下率は収穫時に比して1, 5, 20°C 区で32%前後、10, 15°C 区で10%前後となり、中温区での貯蔵が極めて有効であった。 -20°C 区ではオクラさく果の呼吸や自己消化および乾燥が抑制⁷⁾されたためか針入度に比して極めて弾力性保持が良好であった。

3. 粘性度

嗜好性物質の保持力を知るために測定し、その結果をFig. 3に示した。

粘性度は、一般的に各貯蔵温度区とも低下速度は針入

Fig. 3 Changes in viscosity of Okra pods during storage

度、弾力度より3~5日遅延された。とくに、1, 5°C および 20°C 区においてこの傾向が顕著であった。貯蔵10日までは緩慢な低下を示し、以後急激に粘性度は低下した。これは貯蔵10日間が組織内での粘性物質の保持力が限界で、以後は組織の軟化などの劣化により低下率が高まるためと針入度、弾力度の低下様相より判断される。

貯蔵5日での1, 5および 20°C 区での収穫時に比しての低下率は約25%前後、10, 15°C 区で8%前後であった。一方、15日間貯蔵したものでは前者で70%, 後者で12%前後となり、後者において粘性度の保持が顕著であった。

4. 総アスコルビン酸含有量

オクラさく果中最も含有量の多いビタミン類の消長を知るべく測定し、その結果はFig. 4に示した。

総アスコルビン酸の消失状況は、針入度、弾力度の低下率と極めて類似した様相を示し、組織の軟化や萎凋とともに大きく減少し、貯蔵5日間で低温区の1, 5°C 区で収穫時に比して66%, 20°C 区で44%と大きく減少した。一方、中温区の10, 15°C 区および -20°C 区では15%前後とかなり減少率は抑制され、貯蔵10日間では低温区で90%, 20°C 区で52%, 中温区の10, 15°C 区で27%, -20°C 区で25%となり、物性度 に比してかなり減少率は高く、急速である。

また、低温区に比して中温区および凍結区が極めて有意であった。とくに、 -20°C 区は貯蔵初期より30日間にわたって安定した貯蔵状態を示した。低温貯蔵下では組織の萎凋や軟化および乾燥などの物理的劣化現象より1~2日早く減少が始まり、かつ急速であり、1~ 5°C の低温貯蔵では5日前後でほぼ総アスコルビン酸は急激に

Fig. 4 Changes in total ascorbic acid content of Okra pods during storage

消失することが認められた。

5. 総ペクチン含有量

嗜好性を左右する粘性物質の代表的成分の保持性を知るべく測定し、その結果は Fig. 5 に示した。

全般的に中温区の10～15℃および-20℃区は物性度の低下様相と類似した傾向を示すが、低温区の1, 5℃区および常温区20℃では貯蔵15日間にわたって急激に総ペクチン含有量は減少し、貯蔵5日で収穫時に比して30%, 15日間で62%と大きく低下した。一方, 10, 15および-20℃区では貯蔵10日まで低下率はやや高く24%前後となり、以後緩慢な低下様相を示した。この結果から、物性度の低下様相より総ペクチン含有量の低下速度は2～3日促進される傾向が認められ、貯蔵10日での低温区と中温区および-20℃を比較すれば後者が有意であることが顕著に認められた。

Fig. 5 Changes in total pectin of Okra pods during storage

この結果より、中温区、-20℃区では嗜好性を十分有したオクラさく果の貯蔵が可能であった。貯蔵5日間では見かけ上良好なオクラさく果も、実質的には低温貯蔵された場合には総ペクチン含有量は収穫時に比して30%低下していることが認められた。

粘性度の低下様相と比較すれば、組織的粘性度は25%低下し、総ペクチン含有量の低下率は30%強であり、低下速度が早く、かつ高いことが認められ、総ペクチン以外の粘性物質であるガラクトンおよびアラバンの組織内での残存性と貯蔵温度との関係など今後の研究が必要である。

6. オクラさく果の鮮度保持

肉眼による見かけ上の鮮度保持性を8段階の示度で評価し、その結果を Fig. 6 に示した。

Fig. 6 Changes in freshness of Okra pods during storage

貯蔵中のオクラさく果の鮮度保持性は、総ペクチン含有量の消長様相と極めて類似した傾向が認められ、低温区の1, 5℃区では貯蔵15日間で大きく、急速に低下した。貯蔵5日間で鮮度6程度、15日間で商品性がなくなった。中温区の10, 15℃および-20℃区では貯蔵5日で7.5, 15日間で6.5前後となり、常温区の20℃では貯蔵5日で6.5前後、15日間で商品性の限界となった。この結果から低温区と中温区および常温区での有意性は中温区が顕著に有意であることが認められた (Fig. 6)。

鮮度低下の様相は、貯蔵初期 (2～3日) で乾燥を伴って萎凋が現出し、次いで変色し、軟化を経て腐敗へと進行した。この傾向は低温区で最も顕著で、中温区および常温区ではこれらの現象が3～5日低温区より遅延して現出する傾向となった。-20℃では貯蔵30日間にわたって緩慢に鮮度低下を来し、萎凋、乾燥感はや元時に認められず、ややさく果のはりを消失し、稜線部が若干形くずれを呈し、一部裂果するものが認められるが、貯蔵30日間ではこれらの様相はほとんどなく、40日前後でこの現象が認められた。

7. オクラさく果の色調変化

全般的に貯蔵日数の増加に伴い褐色化を呈し、退色して腐敗へと進行する。これらの傾向は貯蔵15日までは緩慢であるが以後かなり急速に褐色化および退色が進行する。この結果は Fig. 7 に示した。

低温Zの1, 5℃および常温20℃区ではとくに上述の傾向が顕著であった。褐色化および退色度を生鮮時と貯蔵5日で比較すれば、低温区、常温区で18%前後、15日間で比較すれば25%前後と極めて大きく退色する。一方、中温区の10, 15℃および-20℃区では5日間での比

Fig. 7 Changes in color of Okra pods during storage

較で6%前後低下し、15日間で1.2%前後上昇して褐色化したのち一度暗褐色を呈し、次いで退色化する特徴が認められた。とくに低温区では貯蔵15日から20日の5日間で20%と褐色、退色し、中温区および-20℃区においても12%と褐色、退色現象が認められた。なお、両者とも肉眼においても褐色、退色化が顕著に認められた。変色状況はさく果の稜線部より始まり、次いで果柄部と先端部へ進行して最終的にはさく果全域に広がり腐敗に至った。さく果表面に萎凋が認められると同時に褐色化し、退色する。

この結果から、最も安定性を有した-20℃区は前述の現象が極めて弱く、良好な状態で30日間貯蔵が可能であった。-20℃区以外の全区では腐敗直前に黄色化⁹⁾し、さく果のはりが全く認められず、ねじり様を呈した。貯蔵温度別にみた有意性では、中温区および-20℃区が低温区および常温区より有意性を有することが認められた。この有意性は貯蔵10日において最も顕著であった。

考 察

オクラさく果の貯蔵性においては全般的傾向としては食品物性面では、低温区の1、5℃区および常温区20℃において貯蔵性は極めて不適格で、貯蔵5～7日間でオクラさく果のはりは消失し、萎凋感を呈し、貯蔵10～15日で軟化し腐敗へと進行した。収穫時に比較して、針入度では適性貯蔵温度は10～15℃であり、貯蔵限界日数は、1～5℃で3～5日、10～15℃で15～20日、20、-20℃で3～5日となった。弾力度では適性貯蔵温度は10～15℃であり、貯蔵限界日数は1～5℃で3～5日、20、-20℃で5～7日、10～15℃で20～25日となった。

針入度、弾力度は貯蔵5日前後で低温区、凍結区とも

大きく低下し、以後15～20日に急速に低下して腐敗した。嗜好性に大きく関与する粘性度は、低温貯蔵区において針入度、弾力度より低下様相は3～5日遅延され、貯蔵10日までかなり安定性を示した。

粘性度からみた適性貯蔵温度は10～15℃であり、貯蔵限界日数は1～5℃で10日、20℃で10～12日、10～15℃で30日前後となった。このことから、中温貯蔵区および凍結区では低下率はかなり抑制され、緩慢な状態で低下し良好な貯蔵性を示した。

色調変化は、粘性度と類似した様相で変化し、低温貯蔵区および常温貯蔵区で貯蔵15日前後まで低下率はかなり抑制され、中温区および凍結区では貯蔵初期からほとんど変化なく、貯蔵30日間にわたって良好な貯蔵性を有した。肉眼的には貯蔵20日前後までほとんど色調変化は認められなかったが、以後褐色化が認められ退色へと進行した。適性貯蔵温度は-20℃であり、貯蔵限界日数は1～5℃で5～7日、10～15℃で15日前後、-20℃で30日となった。これらの結果から、食品物性のみからオクラさく果の貯蔵性を判定すれば、適性貯蔵温度は中温区の10～15℃および凍結区-20℃が最適であった。

栄養成分および嗜好性に関与する成分の消長については、全貯蔵温度区とも食品物性度と類似した傾向を示すが、オクラさく果中の貯蔵に伴う総アスコルビン酸の低下率は低温区において食品物性度の低下速度より急速かつ高く、一方、中温区および凍結区では低下率は顕著に抑制された。適性貯蔵温度は10～15℃であり、-20℃もより効果的であった。貯蔵限界日数は1～5℃で2～3日、20℃で10日前後、10～15℃区で30日、-20℃区でも30日間良好な貯蔵性を示した。総ペクチン含有量の低下様相は粘性度と類似した傾向で総アスコルビン酸の低下速度より3～5日遅延されるが、貯蔵10日以後は急速に低下した。この現象は低温区において顕著であった。

中温区および凍結区では低下様相は極めて緩慢で、低下率も低いことが認められた。適性貯蔵温度は10～15℃および-20℃であり、貯蔵限界日数は1～5℃および20℃では5～7日、10～15℃および-20℃では20～25日となった。粘性度および総ペクチン含有量の低下が、物性度や成分より遅延されたのは多糖類であるガラクトサンおよびアラバンなどの粘性物質が組織の軟化や弱化が進行しても組織中に残存し、とくに低温中でも粘性物質分解酵素の不活性化^{9),10)}によって低下率が抑制されたものと考えられる。

肉眼的な面からみた鮮度保持性では、前述の測定結果からかなり見かけ上良好な様相を示し、貯蔵5日間での鮮度指数は各温度区とも変化はみられなかったが、貯蔵10日から全貯蔵区において鮮度指数の低下があきらかに認められた。見かけ上良好なオクラさく果も、食品物性および成分的には実質的にかなり品質が低下し、機器による測定値と肉眼での品質保持の差は貯蔵日数的にみれば3日前後の差を有することが認められた。適性貯蔵温度は -20°C であった。限界貯蔵日数は $1\sim 5^{\circ}\text{C}$ で、 5°C で7～8日、 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ で15～18日、 -20°C で25日前後となった。

以上の結果から総合的に判断すれば、オクラさく果の適性貯蔵温度は中温の $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ で25日前後の貯蔵が可能であり、凍結区では生食以外のペースト状などでの調理、加工用としての大量利用などに適し、30日間の貯蔵が可能であった。一方、低温区の $1\sim 5^{\circ}\text{C}$ および常温区 20°C では貯蔵性は極めて悪く、貯蔵限界日数は5～7日であった。

要 約

オクラさく果の鮮度保持性につき、食品物性および成分消長の点から開花結実後6日のグリーンスター変種を用い検討した。さく果は緑色ネットと熱収縮ポリビニルデンコロライドフィルムでシュリンクバック包装を行い、貯蔵温度は低温区として $1, 5^{\circ}\text{C}$ 、常温区は 20°C 、中温区は $10, 15^{\circ}\text{C}$ 、および凍結区として -20°C 区を設定した。

1. 食品物性

針入度、弾力度および粘性度とも低温貯蔵区および常温区において貯蔵5～7日で物性は劣化し、さく果は“はり”を消失し、萎軟軟化し腐敗へと進行し、貯蔵限界日数は5～7日であった。中温区および凍結区ではこれらの現象は顕著に抑制され、25日前後の貯蔵が可能となった。

2. 色 調

食品物性の劣化と類似した傾向を呈し、褐色化するが、測定値と肉眼観測値では見かけ上より測定値が3日前後退色現象が早い。低温区では貯蔵限界日数は10日前後であり、中温区では20日前後、凍結区では30日間の貯蔵が可能であった。

3. 総アスコルビン酸含有量の消失度

食品物性の劣化より急速かつ高く、低温区および常温区でこの傾向がとくに顕著であり、貯蔵限界日数は5日前後であった。中温区、凍結区では低下様相は緩慢で低下率はかなり抑制され貯蔵限界日数は25～30日となった。

4. 総ペクチン含有量の消失度

粘性度と極めて類似した傾向で低下した。食品物性度および総アスコルビン酸含有量の低下速度より低温区においては3～5日遅延された。中温区、凍結区では貯蔵初期にやや低下率は高いが、貯蔵10日以後はほとんど低下せず極めて安定した状態を呈し、貯蔵限界日数は低温区で7～10日前後、中温区、凍結区で25～30日間の貯蔵が可能である。

オクラさく果の鮮度保持性は貯蔵温度に大きく左右され、適性貯蔵温度は $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ であり、生食以外ペースト状などでの調理、加工の大量利用では -20°C が良好である。低温貯蔵 $1\sim 5^{\circ}\text{C}$ および 20°C では貯蔵初期より大きく品質は劣化し、貯蔵限界日数は5～7日であった。

本研究の概要は昭和60年9月の本会関西講演会において発表した。

引 用 文 献

- 1) 大阪府立大学農学部園芸学教室編：園芸学実験・実習（養賢堂），p.282（1981）
- 2) 最新園芸大辞典編集委員会：最新園芸大辞典(4)（誠文堂新光社），p.1943（1976）
- 3) 大川徳太郎ら：食品材料学（4版）（医歯薬出版），p.239，（1980）
- 4) KIRK, J.R. and TING, N.: *J. Food Sci.*, **40**, 463（1975）
- 5) McCOMB, E.A. and MCCREADY, R.M.: *Anal. Chem.*, **24**, 1630（1952）
- 6) 大阪府立大学農学部園芸学教室編：園芸学実験・実習（養賢堂），p.294（1981）
- 7) 桜井芳人ら：冷凍食品ハンドブック（光琳書院），p.185，（1976）
- 8) 南出隆久・田村順介・緒方邦安：コールドチェーン研究，**5**, 150（1979）
- 9) JOSLYN, M.A. and MARSH, G.L.: OBSERVATION ON THE EFFECT OF RATE OF FREEZING ON THE TEXTURE OF CERTAIN FRUITS AND VEGETABLES, *Fruits prod.* **J.11** p.327（1932）
- 10) 食品低温流通推進協議会編：食品の低温管理（農林統計協会），p.141，（1975）

（昭和60年11月28日受理）