低温貯蔵野菜の品質および成分の変化

The Changes of Quality and Composition of the Vegetables Stored at Cold Temperature

特に細胞組織、水分量およびアミノ態窒素含有量について

東京農業大学栄養学科食品原料学教室 (Dept. of Nutrition, Tokyo University of Agriculture)

高 間 総 子 (Fusako Takama) 斎 藤 進 (Susumu Saito)

The investigation was planned to obtain the basal knowledge about the changes of quality and nutritional value of vegetables during transportation in the cold chain system.

Our previous report showed that the quality and the nutritional value of several vegetables stored at cold temperature were better than that stored at room temperature.

In the present paper, the microscopic observation was done for the tissue preparations of sweet pepper, tomato, and carrot stored under the same experimental conditions as previous report. And also moisture content and amino nitrogen content of the same samples were determined.

The results indicate that the greater changes of quality, in terms of hardness and of microscopic tissue conditions, in the samples stored at room temperature were observed than that of the samples stored at cold temperature. And there were significant decrease in moisture content and significant increase in amino nitrogen content in the samples stored at room temperature.

緒 言

蔬菜類は収穫により水分や養分の補給が絶たれるが、生活作用は継続されているため呼吸、代謝等¹⁾²⁾によって蔬菜成分が消耗され品質低下を招く一原因となっている。

特に蔬菜中の水分は蒸散作用により減少し、萎凋・目減りを起こし³⁾、歯ざわりや新鮮度の低下の原因、かつ取引上の損失ともなる。また水分蒸散の結果、表皮細胞が変化し食品組織学的見地からも好ましくない。

われわれはこれまでに常温および低温貯蔵蔬菜の品質と栄養価について報告し、常温貯蔵・輸送は代謝成分の変化が速かで品質の低下を認めたが低温輸送の蔬菜は遊離アミノ酸・不揮発酸等代謝成分の変化もほとんど認められなかった。

生産地より温度条件を変えて東京へ輸送された、コールド・チェーン野菜の市販トマト、ピーマン、人参、キャベツその他の葉菜類について品質・成分を調べ、低温輸送が効果的であることを報告⁴⁾した。有色野菜のプロッコリ、いんげんのクロロフィル含有量を比較した結果でも低温でよい効果のあったことを本誌に報告⁵⁾した。

そこで今回は特にピーマン、トマト、および人参について前回試験と同種のものを用い品質と細胞組織、水分およびアミノ態窒素との関係についての実験をこころみたのでその結果を報告する。

1. 実験材料および方法

1. 実験材料

実験に供試した蔬菜類の生産地、品種名および購入日は Table 1 のとおりである。

Table 1 Producing district and variety of samples*

	Producing District	Variety
Sweet pepper	Kochi	California
Tomato	Tochigi	Fukuju
Carrot	Chiba	Gosun

* bought on Sep. 6, 1968

6 打点自動記録温度計に接続した。

(3) 品質官能判別

新鮮度、萎凋、損傷の有無、色沢、香味、歯ざわりについて、試料入手日および供試日に官能審査を行なった。

(4) 水分および重量減少の測定

常法どおり貯蔵全量に対し重量変化を調べ、また 105°C 乾燥法によって水分の測定を行なった。

(5) 生体の物理的測定および組織の検鏡

硬度：ユニバーサルハードネスメーター（5 kg）を用いた。各々について 5 カ体を供試し、トマトは果肉の赤道部、人参は根部のほぼ真中の部分に各々 5 カ所にハードネスメーターの先端をさし、ピーマンは果頂部 2 カ所にさした。

組織：検鏡用試料の調製は常法⁶⁾に従い、ピーマンおよびトマトは果頂部より、人参は肩部よりハンドセクションにより切片をつくった。これを 200 倍と 600 倍で検鏡した。

(6) アミノ態窒素の定量

試料の圧搾搾汁液を用い、マイクロヴァンスライク装置で定量を行なった。

2. 実験結果

1. 環境温湿度

貯蔵試験期間中の室内およびショーケース内の温湿度は Fig. 1 のとおりである。

2. 品質官能判別

貯蔵中における蔬菜類の品質の変化は Table 2 のようであり、ピーマンは室温貯蔵 6 日目においてかなり赤色に着色し 9 日目に至ってはほとんど全体に赤く色着いたが、一方低温区の方は新鮮さを保持していた。

トマトでは 3 日目において室温区は完熟しているのに比べ、低温区ではかなり青味が残し、温度条件による着色進行の速度の違いを明瞭に示した。9 日目では室温区は食用に適さない程

2. 実験方法

実験は下記の方法によって行なった。

(1) 貯蔵方法

Table 1 の蔬菜類を二分し、室内貯蔵したものを室内区、ショーケース貯蔵を行なったものを低温貯蔵区とした。

(2) 貯蔵中の温湿度の測定

貯蔵中の温湿度はサーミスタ注射針型温度計で測定し、

Fig. 1 Temperature and relative humidity of the environment during storage

Table 2 Results of the sensory test about cold temperature storage vegetables

Sample	Sweet pepper						Tomato						Carrot					
	Sep. 9, 1968 (3 days)		Sep. 12, 1968 (6 days)		Sep. 15, 1968 (9 days)		Sep. 9, 1968 (3 days)		Sep. 12, 1968 (6 days)		Sep. 15, 1968 (9 days)		Sep. 9, 1968 (3 days)		Sep. 12, 1968 (6 days)		Sep. 15, 1968 (9 days)	
	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold	Room Cold
Temperature	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	b	a	a	a
Color	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	b	a	c	a
Quality	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a'	a	b	a	c	b
Flavor	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a'	a	b	a	c	b
Taste	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a'	a	b	a	b'	a
Freshness	a'	a	a	a	a	a	b	a	a	a	c	a'	a	a	b	a	c	a
Grade	A	A	A	A	A	A	A	A'	A	A	C	A'	A'	A	B	A	C	A'

Note: A, a: better; B, b: good; C, c: bad

Fig. 2 Weight loss of vegetables during storage

Fig. 3 Changes of hardness during storage

過熟しており、一方低温の方は青味が強い状態ではなはだしい品質の差異をみせた。

一方人参では3日目において室温の方にかなり表面の萎縮と褪色をみせ、品質が低下していることを示した。9日目では低温区

はほとんど貯蔵当時と外観上変化がないのに室温の方は萎縮がはげしく、外観を著しくそこね、極めて商品価値が低下した。

3. 重量の減少

貯蔵中の蔬菜類の重量の減少は Fig. 2 のような結果であった。室温区の方に著しい重量減少がみられた。特に室温区人参において顕著であった。

4. 硬度の変化

貯蔵中の蔬菜の硬度は Fig. 3 のとおりである。いずれにおいても緩慢な減少をみせている。

5. 組織の変化

組織検鏡結果ではピーマンの6日目の表皮細胞は Photo 1 および2であり、室温区の方は低温区に比し、細胞壁が肥厚していた。人参の6日目における表皮細胞の状態は Photo 3 および4のとおりであり、室温の方は低温より不鮮明な状態を示した。

Sections of epidermal tissue, room storage on left, cold storage on right.

Photo 1 Room

Photo 2 Ice box

Showing cell wall in sweet pepper (Storage for 6 days) magnification x 600

Photo 3 Room

Photo 4 Ice box

Showing cell wall in carrot (Storage for 6 days) magnification x 200

6. 水分量の変化

蔬菜貯蔵中の水分量を定量した結果は Fig. 4 のとおりであった。

Fig. 4 Changes of moisture in vegetables during storage

Fig. 5 Changes of amino nitrogen in tomato during storage

Fig. 6 Changes of amino nitrogen content in sweet pepper during storage

室温区は低温区に比べ水分減少が速かであった。

7. アミノ態窒素含有量の変化

ピーマンおよびトマト中のアミノ態窒素含有量の定量結果は Fig. 5 および 6 のとおりである。室温区は低温区より増加が著しい。両区間には、貯蔵によるアミノ態窒素量の消長に変化がみられた。

3. 考 察

以上を考察すれば次のようである。

1) 貯蔵中の環境温湿度の測定結果では低温区のものには常に温湿度は一定に保たれ、急激な変化はみられなかったが、常温区では外気によりかなり急激な変化を示した。

そこで貯蔵期間中の環境

温湿度の変化の少ないことが植物生理上、品質低下の防止に役立っているものと考えられる。

2) 貯蔵中の重量減少率は蔬菜の種類、貯蔵の環境条件によって違うが、何れも低温区のは僅少であった。これは北尾⁷⁾ がカンランについて行なった予冷試験、小畑⁸⁾ が白菜について行なった低温貯蔵試験においても低温が重量減少防止に有効であることを報告している。また重量減少の少ないことは青果物の経済価値にも関係する重要なものと考えられる。

3) 蔬菜の色沢・香味等の品質、新鮮度は低温貯蔵のものは良好であったが、ただし低温により熟度が進まなくなるトマトでは低温のものは色づきが悪く、この点収穫時期の選択等今後検討の余地があると思われる。

4) 硬度は蔬菜の種類によって違うが、3種の蔬菜では新鮮度が低下すると硬度も低くなり、組織軟化の指標となり得るように思われた。また生体組織の変化をみる予備試験としてその表皮細胞を顕鏡したところ、低温のものと室温のものでは3種の蔬菜ともその細胞膜に変化がみられた。組織の変化は味覚のうち物理的触感にも影響を与えるものと考えられる。これは Meyer⁹⁾ も細胞膜は果実の熟期、加工により変化するとしている。

5) ピーマン, トマト貯蔵中のアミノ態窒素の経時変化をみたところ, 室温貯蔵のものは低温にくらべ著しく増加の傾向を示した。この増加量は生体中の水分含有量の消長を考慮してもかなり大きいことを認めた。小畑は白菜で温度を変え貯蔵した場合, 両区間にはアミノ態窒素の消長⁹⁾があるとしている。

要 約

低温における野菜貯蔵の効果をみるため, 試料にピーマン, トマトおよび人参を用いて, 対象区を室温とし品質, 重量, 水分量, 硬度, 細胞組織およびアミノ態窒素量の経時変化をみた。その結果低温に貯蔵したものは室温のものに比し重量の減少は少なく水分含有量も多く, 従って品質, 鮮度の低下が少なかった。しかし硬度測定の結果では室温貯蔵のものは数値が低く軟化の早いことを示し, さらに組織の切片を鏡検した場合, この区のものとは表皮細胞に変化がみられ, 鮮度, 品質の低下が明らかであった。なおピーマン, トマトのアミノ態窒素量の経時変化では低温のものに比し室温貯蔵のものは含有量の増加が認められ, 内容成分の変化も野菜貯蔵の温度条件で異なることを示した。

以上低温で蔬菜を貯蔵する場合低温は生鮮食品としての新鮮度, 品質の保持により影響を与えていることを水分の含有量とこれに関する消耗率, 組織の硬軟, 細胞膜の状態およびアミノ態窒素の消長より確認することができた。

終りにのぞみ, 組織の実験について御援助賜った東京農業大学植物病理学研究室丹田誠之助氏に深甚なる謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 本多靖, 石黒修: 果実とそ菜の保存に関する研究, 果実とそ菜の呼吸におよぼす環境ガス組成の影響, 園芸学雑誌, **36**, 3, 363 (1967)
- 2) 岡本辰夫: 青果物におけるCA貯蔵の原理, 日本食品工業学会第15回大会シンポジウム講演集, 5(1968)
- 3) 小畑正行: はくさいの低温輸送貯蔵試験について, 包装輸送試験成績書, 東京都農業試験場, 35(1967)
- 4) 斎藤進, 狩野総子: 低温貯蔵と輸送の蔬菜果実の品質に関する研究(第3報)特に市販低温流通蔬菜の品質, 栄養価について, 東京農業大学農学集報, **13**, 2, 68 (1968)
- 5) 斎藤進, 高間総子, 田中なな子, 杉崎順子: 有色野菜貯蔵中の生体色素の変化, 栄養学雑誌, **28**, 6, 233 (1970)
- 6) 小島正夫: 植物形態学実験法, 広川書店, 139 (1965)
- 7) 北尾次郎: カンランの予冷について, 農林省専門別総括検討会議資料(利用加工), 昭和42年度版, 1~2 (1967)
- 8) Meyer, L. H.: Food Chemistry, Reinhold Publishing Corporation, New York, 264 (1961)
- 9) Bonner, J.: Plant Biochemistry, Academic Press Publishing Company, New York, 525 (1952)
- 10) 狩野総子, 斎藤進: 低温貯蔵野菜の水分含有量と品質の変化, 栄養改善学会第15回大会講演要旨(1968)

(受付: 昭和46年10月29日)