

氷感技術からオレンジ品質への影響

ドアン・ティ・バック¹, レ・タット・クオン¹, 大村 幸市², レ・ティ・ミン・ハン²,
ダオ・ヴァン・ミン¹, タ・トゥ・ハン^{1*}.

¹ 科学技術省地域研究や開発院

² 株式会社 *O's & Tec* (日本)

概要

科学技術省地域研究や開発院 (IRRD) の研究室にてオレンジ Valencia 2 タイプの保管実証を行い、氷感技術で保管する場合、オレンジの品質及び収穫後損失低減への影響について研究した。実験対象は収穫後熟成度80%のオレンジである。処理後、オレンジが二つの方式で保管された:

(1) 比較用 (省略: 比) は Sanky 冷蔵庫の 2~4°C で保管した; (2) 氷感庫の温度 2°C 電圧 3000V で保管した。保管 4 ヶ月後、普通冷蔵庫で保管されたオレンジは品質低下が速くて、感覚質減少をはじめた。氷感技術の保管方法で、保管されたオレンジは減量を制限し、新鮮さ・風味・果実の皮色・良好な栄養を保つことができた。それで、氷感技術の保管方法はオレンジを長期的に保管できる新しく有望な保管方法であると評価された。

キーワード: 冷蔵保管、氷感技術、オレンジ、Valencia 2

分類指数: 4.1

課題設定

オレンジ・みかん・ザボン はベトナムの主な柑橘類で、長期歴史があり、全国の地域で植えられる。柑橘類はここ数十年間で主な輸出品となり、更に国内の柑橘類消費量も多くなっている。柑橘類も高い栄養価値を持ち、それに果実の肉成分にての炭水化物、プロテイン、脂質はそれぞれ 4.60~8.50; 5.80~7.90 ; 2.50 ~9.50 グラムに増加し、有機酸が 0.4 ~ 12 % に上がり、その他に、高度生物活性の酸・ミネラル・アロマオイルもある [1]

オレンジの収穫期間は 35~40 日ぐらいで、非常に短い。収穫期間に暑い気候で、腐りやすい為、ピークシーズンの間、大量消費の圧力をかける。農民のために品質低下、低価値をさけるには、保管方法が大事である。

低温度・化学薬品・大気保管調整等のオレンジ保管方法が利用されている。その中に、低温度合わせる大気保管調整の方法は損失減量・熟成遅延・冷凍損失低減の様なメリットが多い [2]。但し、その保管方法は保管期間中にずっと商品の品質を確保できるという条件まで満たしていない。

Marcilla 氏と同僚 [3] の研究結果によると、保存温度が Valencia オレンジの風味に影響を与える。それに従って、低温度で、保存時間が長くなる (5°C の場合 2 か月間まで; 15°C、20°C、25°C なら 1 か月間保存可能)。つまり、高温度の方だと保存オレンジはもっとより風味・品質が変更される。グエン・ミン・トウイさんとグエン・ティ・ミー氏 [4] の研究結果によると、

28℃～30℃の室で保存されたオレンジは 30 日後腐りやすい一方で、10℃の低温度なら 50 日後、感覚質がよく維持できた。

氷感技術の保管方法は日本の新しい保管方法で、高電圧・低電流によって酸化抑制と微生物活動抑制という効果がある。この技術で鮮度保持できるし、凍結温度になっても水が凍らないし、長期に商品を保存できる。氷感システムはイノベーションコンテナに導入され、長期間で運送されても美味しさ及び新鮮さが保持できるようになっている[5]

我々が低温度・電場の組み合わせ条件で氷感技術からオレンジの品質にどのような影響を与えるかを評価した。

実験対象及び実験方法

実験対象

実験対象は V2 (Valencia 2) 種類のオレンジであり、熟成度 80%、皮の色が黄色である。実験するオレンジは大体同じ品質（熟成度、形、サイズなど）で、害虫なしのものが選択された。

実験方法

実施方法

オレンジの保管は以下の 2 つ方式で行った。

- ✓ 冷蔵庫保管：オレンジは HDPE ビニールに包まれ、普通冷蔵庫の温度 2～4℃ で 保管する。
- ✓ 氷感庫保管：オレンジは HDPE ビニールに包まれ、氷感庫の温度 2℃、電圧 3000 V で保管する。

オレンジの品質を定期的に 1 ヶ月に一回評価し、4 ヶ月で保管し、皮の色の変化・体重の変化・硬度・溶解固体の量・酸含有量・ビタミン C 含量・外見評価などの指標を分析した。



図 1：氷感庫

各指標の分析方法

- ハンドヘルドメーターNR3000 で測定した色などの指標 L, 指標 a を図り、果実の別々の 3 点で図り、色彩の数値は CIE(L, a) システムにより測る。
- 高精度の分析測定機で減量比率を確定する。減量比率は下記の方式で計算された。

$$X = \frac{M_1 - M_2}{M_1} 100 \quad (\%)$$

その中 : X (%) 分析毎の自然の減量

M_1 (g) は保管前のオレンジの重さ

M_2 (g) は分析毎のオレンジ重さ

- 乾燥成分は電子光度計で確定される
- 酸成分総量は NaOH 0, 1N を基準となる
- 試薬 2, 6-dichlorophenol indophenol の滴定法でビタミン C 成分を確定する
- TCVN575-2004 に基づき点数採点方法で感覚質を評価する

データ整理方法 :

データは Irristat 5.0 ソフト及び Microsoft Excel 2007 ソフトで整理された。

実験結果及び議論

オレンジの色に対する氷感技術での保管方法条件の影響

果実の色は製品質と製品価値に関連する主な基準の一つである。氷感庫保管と冷蔵庫保管方法から L, a 指数に対して 4 か月間後の保管されたオレンジの色評価結果は表 1 に表示された。

表 1 氷感技術で保管されたオレンジの色

指標	保管式	0 ヶ月	1 ヶ月	2 ヶ月	3 ヶ月	4 ヶ月
指標 L	冷蔵庫	48.40	47.43 ^a	46.70 ^b	45.98 ^a	45.07 ^b
	氷感庫	48.40	48.20 ^a	47.53 ^a	47.17 ^a	46.70 ^a
	LSD (0, 05)		1.23	1.09	1.14	0.93
指標 a	冷蔵庫	25.43	26.22 ^a	26.53 ^b	26.66 ^b	26.92 ^b
	氷感庫	25.43	25.45 ^a	25.56 ^a	25.67 ^a	25.95 ^a
	LSD (0, 05)		0.72	0.89	0.87	0.91

(同じ縦行では、各方法結果の指数が異なる場合、意味は異なる。信頼度 95%)

表 1 の指数によると、氷感技術で保管した場合と普通の冷蔵庫の保管結果で 4 ヶ月間後のオレンジの L, a 指数は差別があった: $\alpha = 0.05$ 。冷蔵庫保管では L 指数が早めに 48.40 から 45.07 まで下がって、a 指数が 25.43 から 26.92 まで上がった。

氷感保管方法で保管されたオレンジの色が良く、色指数が新鮮なオレンジの様な色が保持できた (L 指数が下がってもゆっくり 48.40 から 46.70 までで、a 指数もゆっくり 25.43 から 25.95 まで上がった。)

保管期間中、a 指数上がり、L 指数下がりについて、オレンジの色が緑の黄色から濃い黄色まで変更されたため。電場の影響を受けて、内部の分子が連続的に振動し、一緒に連結されてい

いので、呼吸プロセスと代謝を制限する為、氷感保管方法がゆっくりと変更された。その為、氷感保管方法は冷蔵庫保管方法より効果があったと証明された。

オレンジの硬度に対する氷感保管方法条件の影響

オレンジの硬度に関する果実内の構造を壊して、硬さの低減は収穫後に発生し、オレンジの商売価値を低下させる為、オレンジの色を観察すると共に、我々はオレンジの硬度を確定し、表2に結果を表示した。

表2：氷感保管方法で保管条件でのオレンジの硬度(kg/cm²)

保管式	0ヶ月	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月
冷蔵庫	7.23	7.10 ^a	6.99 ^b	6.88 ^b	6.77 ^b
氷感庫	7.23	7.18 ^a	7.13 ^a	7.08 ^a	7.03 ^a
LSD (0.05)		0.09	0.11	0.14	0.13

(同じ縦行では、各方法結果の指数が異なる場合、意味は異なる。信頼度95%)

表2の指数によると、二つの保管方法で、4か月間後のオレンジの硬度が下がった。氷感庫で保管されたオレンジの硬度が冷蔵庫保管方法より7.23 kg/cm²から7.03 kg/cm²まで下がった。冷蔵庫保管方法でオレンジの硬度が速めに7.23 kg/cm²から6.77 kg/cm²まで下がった。両方の保管方法の結果の信頼度が95%である。

原因としては保管プロセスで、細胞を構造した高分子量化合物は分解され、果実の肉が柔らかくなる。プロトプテリンの水分解の他に、果実の壊れを引き起こす微生物も、構造を破壊させる。氷感庫保管方法での温度処理合わせる電場を使って、微生物の成長を抑制し、呼吸と代謝のプロセスを制限する。それで、オレンジの皮にあるオイル線を調整し、表皮の裂け目を閉じる。同時に、果実の柔らかいプロセスに関する酵素活性を抑制し、4か月間後に保管されたオレンジの新鮮さを維持される。

オレンジの重量損失に対する氷感保管方法条件の影響

保管期間中、呼吸プロセスが自然に重量損失を引き起こし、果実の栄養価値と商売価値を低下する。オレンジの重量損失の評価結果は表3に表された。

表3：氷感庫保管方法によるオレンジの減量 (%)

保管式	0ヶ月	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月
冷蔵庫	0	1.31 ^a	3.42 ^b	5.49 ^b	8.2 ^b
氷感庫	0	0.56 ^a	1.48 ^a	2.21 ^a	2.8 ^a
LSD (0.05)		0.19	0.23	0.32	0.35

(同じ縦行では、各方法結果の指数が異なる場合、意味は異なる。信頼度95%)

表3の指数によると、4ヶ月後の保管で、両方の保管方法に重量損失が起こった。冷蔵庫で保管の方は速く重量損失が進んだ(冷蔵庫保管方法は8.2%減少;氷感庫保管方法は2.8%減少)。

保管中、オレンジの重量損失は自然に下がる傾向である。同時に、密着細胞が老化され、両方の保管方法で水分が下がっていくことが分かった。この結果は Hamedani & 同僚 [6] の研究にも示した [5]。

氷感技術からオレンジの T T S 含量・総酸含量、ビタミン C 含量への影響

品質は、消費者が受け入れた製品の価値を評価する主な要因である。両方の保管方法の溶解固体 (TSS)、総酸含量およびビタミン C 含量の結果を表 4 に示された。

表 4. 氷感庫でオレンジ保管の溶解固体 (TSS)、総酸含量およびビタミン C 含量の結果

指標	保管式	0ヶ月	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月
TSS 配合量	冷蔵庫	12.52	12.91 ^a	13.33 ^b	13.57 ^b	13.92 ^b
	氷感庫	12.52	12.87 ^a	13.00 ^a	13.12 ^a	13.29 ^a
	LSD (0.05)		0.08	0.09	0.12	0.14
酸含有量	冷蔵庫	1.21	1.12 ^a	1.04 ^b	0.98 ^b	0.89 ^b
	氷感庫	1.21	1.17 ^a	1.13 ^a	1.09 ^a	1.05 ^a
	LSD (0.05)		0.05	0.06	0.07	0.07
ビタミン C 含量	冷蔵庫	32.84	29.08 ^b	25.58 ^b	18.77 ^b	10.75 ^b
	氷感庫	32.84	31.16 ^a	29.06 ^a	28.19 ^a	24.37 ^a
	LSD (0.05)		1.37	1.18	1.43	0.66

(同じ縦行では、各方法結果の指数が異なる場合、意味は異なる。信頼度 95%)

両方の保管方法で果物の重量損失に比例して、TSS 含量が増加する傾向があった。冷蔵庫保管は 11.5%増加した。氷感庫保管は少しずつ 6.2%増加した。この変化は 2, 3, 4 ヶ月保管後で $\alpha = 0.05$ の意義範囲程度で異なった。

4 ヶ月後、どれの保管方法でも酸含有量が下がった。冷蔵庫保管の方は大きく 26.4%下がった。氷感庫保管は少し 13.2%に下がった。この変化は 2・3・4 ヶ月の時点からに見える。

T T S 含量が上がったり、T A 指標が下がったりすると (TSS/TA) 結果は冷蔵庫保管が 10.34 から 15.6 に上がり、氷感庫の保管は 10.34 から 12.65 に上がった。この TSS/TA 比率の上昇した結果は赤いオレンジ Tarocco 類 [7] および Hamlin 類 と Valencia 類 [3, 8] そしてザボン [9] にも発見された。TSS/TA 比率はオレンジの品質に影響を与えるが、同時に保管中エタノール [10] ができることでオレンジの匂い・味等も変化が起こる。

同様に、表 4 の結果によるとビタミン C 含量は両方の保管方法で下がり、冷蔵庫の保管方法のほうは速く下がったことが分かった (32.84 mg% から 10.75 mg% に下がり、最初の状態と比べると 63%下がった)。氷感庫の保管は少しずつ下がっていて、32.84 mg%から 25.02mg% に下がり (最初の状態と比べると 26.6%下がった)。他の研究結果はビタミン C 含量が下がったのはアントシアニン濃度が高いためである [1112]。

氷感技術で保管したオレンジの外見に影響

4 ヶ月後の氷感庫保管と冷蔵庫保管でオレンジの外見への影響を評価した結果は表 5 に示された。

表 5. 氷感技術で保管したオレンジの外見への影響

保管方法	外見	内見	匂い	味	合計	評判
保管前	4.8 ± 0.1	4.8 ± 0.1	4.9 ± 0.1	4.8 ± 0.1	19.295	もっと良い
冷蔵庫保管	3.6 ± 0.1	3.9 ± 0.1	4.0 ± 0.1	4.0 ± 0.1	15.515	まあまあ
氷感庫保管	4.6 ± 0.1	4.6 ± 0.1	4.8 ± 0.1	4.7 ± 0.1	18.71	もっと良い
重量係数	1	0.85	0.95	1.2		

表 5 の結果は氷感庫保管で見た目、味、皮の色などの指標はもっと良いと評価され、皮の色はまだ黄色で、水分がほぼ保持され、匂いが良くて、味が優れた。一方、冷蔵庫保管でのオレンジの感覚的な指標はかなり下がって「まあまあ」と評価された。まとめるとオレンジを保管する場合、氷感技術で保管した効果が非常に良いと分かった。

結論

氷感技術によるオレンジ V2 が電場で設定温度 2℃、3000V 電圧で保管した方は冷蔵庫の保管温度 2～4℃よりも優れている。4 ヶ月間氷感技術で保管されたオレンジの果実は皮の色を保持し、果肉の硬度は徐々に低下し、質量の重量損失 (2.8%) のような物理的な変化を制限し、TSS 含量はゆっくりと増加し (6.2%)、酸含量は 13.2% 下がり、ビタミン C 含有量は 25.79% 下がり、特に品質は良好なままであった。

氷感技術は、保管時間を延長させ、品質を維持して、ベトナムの農産物を国内で販売または輸出するために使用できる新技術である。

参考資料

1. D. K. Paul and R. X. Shaha (2004), Nutrients, Vitamins and Minerals Content in Common Citrus Fruits in the Northern Region of Bangladesh. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **7**, pp. 238-242.
2. D. Ke and A.A. Kader (1990), Tolerance of 'Valencia' oranges to controlled atmosphere as determined by physiological responses and quality attributes, *Journal of American Society for Horticultural Science*, **115**, pp. 779-783.
3. A. Marcilla, M. Zarzo and M. A. del Río (2006), Effect of storage temperature on the flavour of citrus fruit, *Spanish Journal of Agricultural Research*, **4(4)**, pp. 336-344.

4. Nguyễn Minh Thủy và Nguyễn Thị Mỹ Tuyền (2011), Bảo quản cam mật bằng phương pháp MAP (modified atmosphere packaging), *Tạp chí khoa học trường đại học Cần Thơ*, **17a**, tr. 229-238.
5. <http://www.ostec.co.jp/vn/hyokan/>
6. M. Hamedani, V. Rabiei, H. Moradi, A. Ghanbari and M. Z. Azimi (2012), Determination of storage duration and temperature effects on fruit quality parameters of blood orange (*Citrus sinensis* cv. tarocco), *Biharean biologist*, **6** (1), pp.10-13.
7. P. Rapisarda, S. E. Bellomo, and S. Intelisano (2001), Storage Temperature Effects on Blood Orange Fruit Quality, *J. Agric. Food Chem.*, **49** (7), pp. 3230-3235.
8. E. Echeverria, M. Ismail, (1987), Changes in sugars and acids of citrus fruits during storage. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.*, **100**, pp.50-52.
9. A. Marcilla, M. Zarzo and M. A. Del Río (2006), Effect of storage temperature on the flavour of citrus fruit, *Spanish Journal of Agricultural Research*, **4**(4), pp. 336-344.
10. H. J. Bruemmer, B. Roe (1969), Post-harvest treatment of citrus fruit to increase Brix/Acid ratio. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.*, **82**, pp.212-215.
11. P. Davis, R. C. Hoffman, T. T. Hatton (1974), Temperature and duration of storage on ethanol content of citrus fruits, *HortScience*, **9**, pp.376-377.
12. E. Maccarone, Passerini (1990), A. Stabilità di antocianine in sistemi modello. *Chim. Ind.*, **72**, pp. 890-898.