

〔魅力ある特産熱帯果樹の周年生産モデル確立に向けた栽培技術開発〕

カンキツ類の小笠原における生育特性の把握

～「菊池レモン」貯蔵果実の緑色保持を目的とした低温輸送時の個包装資材の検討～

田邊範子・倉木将史*・吉田実花*・馬場 正*

(小笠原農セ・*東京農大)

【要 約】長期貯蔵後の果実を個包装し低温輸送すると、微細孔フィルムが最も緑色保持率が高くなる。内地到着後7日間の緑色果の割合は貯蔵2ヵ月後で6割、貯蔵3ヵ月後で4割である。

【目 的】

これまでの試験研究から、「菊池レモン」貯蔵果実の緑色保持には、7℃貯蔵後にMH1フィルム(0.03mm厚のポリエチレン(PE)と同等のO₂透過度で水蒸気透過度が高い資材、以下MH)で包装して輸送することが有効であることを明らかにした。しかし、目標である3ヵ月後には緑色果率は20%まで低下したことから、長期貯蔵果の緑色保持においては常温輸送とフィルム包装の組み合わせだけでは不十分だと考えられた。そこで、長期貯蔵果実の低温輸送時における個包装資材の検討を行った。

【方 法】

農業センターで露地栽培した「菊池レモン」果実を19年生8樹から、2019年9月26日に収穫し供試した。果実は0.03mm厚PEの大袋で密封包装し、7℃で3ヵ月間貯蔵した。収穫直後、貯蔵1, 2, 3ヵ月後に各区10果を個包装し、その都度東京農業大学厚木キャンパス(以下、農大)へ低温輸送した。試験区として無包装(無包装区)、0.03mm厚PE(PE区)、PEと同等のO₂透過度の微細孔フィルム(微細孔区)、MH(MH区)、0.03mm厚ポリプロピレン(PP区)で個包装する区を設けた。内地の小売店での販売期間を想定して、農大到着後10℃の冷蔵庫で7日間貯蔵した。個包装開始から開封までの温湿度を測定した。開封時に袋内ガス濃度、緑色果の割合、外観品質(CC値、袋の曇り、異臭、カビの発生、果実の硬さ、低温障害、ヘタ枯れ)、内部品質(果実重、果肉率、果汁率、アスコルビン酸(VC)、糖度、酸度)を調査した。なお、CC値は0.5から3.0まで0.5刻みの6段階で評価し、2.0未満を緑色基準値とした。

【成果の概要】

1. 個包装から開封までの温湿度の推移：発送後は徐々に温度が低下し、5℃以下になる場合もあった(図1)。湿度は、微細孔区に比べてMH区で10%程度低い値を示した。
2. 開封時のガス濃度および外観：貯蔵2ヵ月後および貯蔵3ヵ月後の緑色果の割合は微細孔区が最も高くなった(表1)。これはガス濃度制御に加えて、高湿度条件となったことで緑色果率が保持されたものと考えられる。ただし、貯蔵3ヵ月後は40%に留まったことから店持ちを十分確保できているとは言えない。
3. 開封時の果実品質：貯蔵に伴い、VC、糖度および酸度が減少する傾向が認められた(表2)。

【残された課題・成果の活用・留意点】

1. 大袋包装開封時のCC値は1.5以下の緑色果のみを個包装し供試した。
2. 貯蔵2ヵ月以降に確認された低温障害回避や、緑色保持期間を延長できる個包装資材開発を目指し、ガス環境と緑色保持率の関係をより詳細に調査する必要がある。

表1 個包装開封時（内地到着7日後）のガス濃度, 袋の曇り, 異臭および外観品質

輸送前 貯蔵期間	試験区	個装内濃度		緑色果 ^z の 割合(%)	平均 CC値 ^y	袋の曇り ^x		異臭 ^w	カビ ^w	果実の 硬さ ^v	低温 障害 ^w	へタ 枯れ ^w
		O ₂ (%)	CO ₂ (%)			開封直後	30分後					
0か月	無包装区	—	—	20	1.9	—	—	0	0	0	0	0
	PE区	11.7	2.0	40	1.8	2.0	1.4	0	0	0	0	0
	微細孔区	14.3	4.3	40	1.8	0	0.2	0	0	0	0	0
	MH区	13.5	7.6	70	1.7	1.0	1.0	0	0	0	0	0
	PP区	9.0	5.4	60	1.7	1.0	1.0	0	0	0	0	0
1か月	無包装区	—	—	30	1.9	—	—	0	0.2	0	0	0
	PE区	11.5	2.1	60	1.7	0.8	0.9	0	0.3	0	0	0
	微細孔区	14.6	4.6	50	1.8	0	0.3	0	0.1	0	0	0
	MH区	14.3	7.0	40	1.8	0	0	0	0.3	0	0	0
	PP区	6.0	7.6	50	1.8	0	0.2	0	0.1	0	0	0
2か月	無包装区	—	—	50	1.8	—	—	0	0.3	0.9	0.7	0.2
	PE区	9.0	3.5	50	1.8	1.3	0.8	0	0	0.2	0.5	0
	微細孔区	12.4	7.3	60	1.7	0	0	0	0	0.8	0.8	0
	MH区	11.3	11.9	50	1.8	0	0	0	0.2	0.5	0.5	0.2
	PP区	2.3	11.1	30	1.9	1.1	0.2	0	0.4	0.8	1.0	0.3
3か月	無包装区	—	—	10	2.0	—	—	0	0	0.4	0.1	0.9
	PE区	9.4	3.0	10	2.0	0.9	0.2	0.1	0	0	0.2	0.1
	微細孔区	11.7	7.9	40	1.8	0.1	0.1	0	0	0.1	0.1	0.2
	MH区	11.8	12.4	10	2.0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.4
	PP区	3.9	10.7	20	1.9	0.9	0.2	0.1	0	0.2	0.2	0.2
分散分析 ^u	包装(P)	—	—	—	n. s.	**	**	n. s.	n. s.	*	n. s.	**
	貯蔵期間(S)	—	—	—	**	**	**	n. s.	**	**	**	**
	P×S	—	—	—	n. s.	**	**	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	**

^z緑色果：CC値2.0未満の果実

^yCC値：0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0の6段階で評価。値が低いほど緑色を示す

^x袋の曇り 0：なし, 1：少し, 2：袋の面積の半分以下, 3：袋の面積の半分以上

^wカビ, 低温障害, へタ枯れ, 異臭 0：なし, 1：あり

^v果実の硬さ 0：なし, 1：やや軟化, 2：軟化

^u二元配置分散分析により**は1%水準で、*は5%水準で有意差あり, n. s. は有意差なし

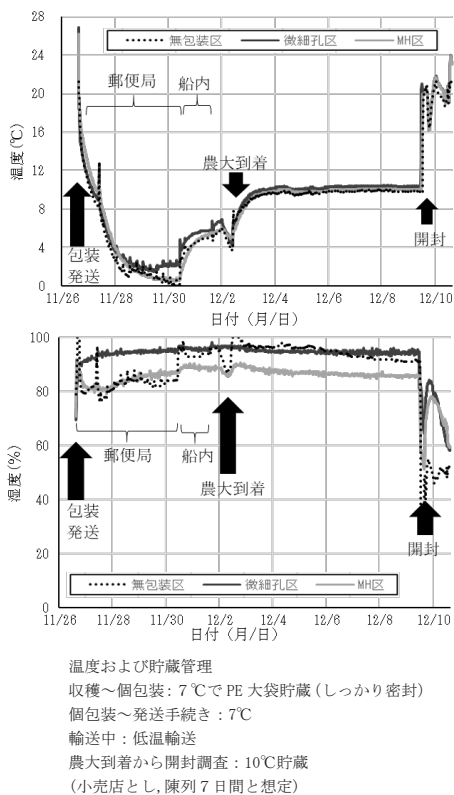


図1 貯蔵2ヵ月後の個包装開始から開封までの温湿度の推移

表2 個包装開封時の果実品質

輸送前 貯蔵期間	試験区	果肉率 (%)	果汁率 (%)	VC (mg/L)	糖度 (Brix%)	酸度 (g/100ml)
収穫直後	—	—	40.9	153.6	6.7	4.71
0か月	無包装区	78.8	43.2	154.4 b ^z	7.0	4.94 ab
	PE区	80.1	42.6	147.1 ab	7.0	4.97 ab
	微細孔区	79.3	40.8	139.4 ab	7.0	5.01 ab
	MH区	80.5	40.4	133.6 a	7.0	4.91 a
	PP区	80.4	42.1	149.5 ab	6.9	5.27 b
1か月	無包装区	78.0	41.8	135.5	6.8 c	4.59
	PE区	78.3	40.9	130.2	6.7 bc	5.01
	微細孔区	78.8	42.6	143.2	6.6 a	4.54
	MH区	78.9	42.9	136.4	6.6 ab	4.91
	PP区	78.9	43.5	139.7	6.5 a	4.52
2か月	無包装区	76.3	37.9	140.3	6.3	3.60
	PE区	77.2	38.6	130.6	6.3	3.68
	微細孔区	75.6	35.4	139.4	6.3	3.88
	MH区	75.7	34.7	135.7	6.4	3.74
	PP区	75.3	34.2	130.3	6.1	3.99
3か月	無包装区	80.4	42.7	104.9 a	6.1	3.91
	PE区	78.8	42.5	118.4 ab	6.1	3.97
	微細孔区	79.2	40.3	129.7 b	6.1	3.96
	MH区	80.7	40.0	127.6 b	6.1	3.95
	PP区	78.3	40.5	133.4 b	6.0	3.75
分散分析 ^y	包装(P)	n. s.	n. s.	n. s.	**	n. s.
	貯蔵期間(S)	**	**	**	**	**
	P×S	n. s.	n. s.	**	n. s.	n. s.

^zTukey検定により異なる文字間に5%水準で有意差あり

^y二元配置分散分析により**は1%水準で有意差あり, n. s. は有意差なし