

野菜類の流通技術

平野稔彦・松本明芳・山下純隆・茨木俊行 (福岡県農業総合試験場)

Toshihiko HIRANO, Akiyoshi MATSUMOTO, Sumitaka YAMASHITA, Toshiyuki IBARAKI :
Packing and Storage Techniques for Vegetables

1. はじめに

野菜は副食あるいは嗜好食品として、各種ビタミン、ミネラル、さらには繊維質の給源であり、日常生活に欠かすことのできない食品である。我が国における野菜の1人当たり年間平均消費量は110kg前後であるが、食生活の洋風化が進むなかで、野菜の生食需要が増加し、鮮度及び品質に対する要求度が高まってきている。

一方、近年における野菜の生産は、都市近郊型から遠距離大産地型に移行し、輸送、貯蔵中の鮮度・品質の保持をいかにして図るかが、産地の存続、浮揚のうえでの鍵となってきた。

野菜は収穫後、一般的に次の経路をたどり消費者の手に渡る。

収穫→選別→箱詰→輸送(トラック、航空機)→競売場
↓ ↑ ↑ 消費者
予冷→内装→外装(箱詰) →貯蔵→輸送

市場市場への出荷は収穫、選別、箱詰、トラック輸送が一般的である。遠隔地への出荷は高付加価値をねらって予冷をはじめ、内装・外装等を行い、トラック、航空機等を用いた輸送によっている。特に、航空機の場合、福岡ー東京間が約90分で、輸送時間の大幅な短縮が可能であり、鮮度保持を図るうえで極めて有効な手段である。実際に、空輸量は大幅に伸びてきており、1985年の九州からの空輸実績は約6,600tに達している。関東向けが約9割で圧倒的に多いが、京阪神向けも前年比55%増の850tに増えている。

野菜は収穫後の時間の経過に伴って、吸収、蒸散作用により内容成分の消耗、外観の鮮度の低下を引き起こす。さらに、微生物の作用により腐敗が進行し、商品性を損なう。このため各種予冷技術、包装技術、輸送技術が開発されて来ている。

ここでは、トマト、イチゴについて行った鮮度保持に関する試験結果の概要を紹介する。

2. トマト、イチゴの鮮度保持技術

冬春トマトは施設栽培の普及により作付面積は一定している。しかし、春先の天候不順時には安定出荷が不可能であり、価格の変動が激しい。夏秋トマトは既存産地の都市化の進行、労働力不足、気象災害等の生産の不安定要素、さらには気温上昇による鮮度保持の困難性のため、現在の産地は、山間地等に散在し、その規模は小さく生産出荷の計画性に乏しい。

イチゴはかつては4～5月に収穫出荷されていたが、現在では作型が拡大し、収穫出荷期が11～5月になって

いる。抑制及び促成物はクリスマスから年末にかけての業務需要のため不足しがちである。促成物は年明けから本格的に出回るが、ミカン、晩柑類と競合し、価格が不安定である。4～5月期になると気温の上昇により果実の傷みが激しくなる。

これらの問題を解決し市場価格の維持を図るためには予冷、保冷、包装技術等を確立する必要がある。

1) 予冷、保冷(冷蔵)による鮮度保持

(1)温度別呼吸量

トマト、イチゴに限らず野菜は収穫後も、盛んに呼吸を行っている。このため呼吸基質である炭水化物を始めとして各種成分の分解、消耗により鮮度、品質が低下する。したがって、いかにして呼吸を抑制するかが鮮度保持のための重要な課題である。

呼吸量は第1表に示したように貯蔵温度に支配されている。トマトの呼吸量は、室温から15℃までの温度域では10℃低下するごとに約20%減少した。また、15℃以下では温度が10℃低下するごとに約50%減少した。イチゴでは室温から10℃までの温度域では10℃低下するごとに約40%、10℃以下では約60%の減少を示した。低温が呼吸の抑制にいかほど効果的であるかがうかがえる。

第1表 トマト、イチゴの温度別呼吸量、温度係数

温度(℃)	ト マ ト			イ チ ゴ		
	5	15	28(室温)	0	10	15.2(室温)
呼吸量 mgCO ₂ /kg/h	9.84	21.3	30.9	11.1	29.5	42.1
温度係数	(5~15℃)(15~28℃)			(0~10℃)(10~15℃)		
Q ₁₀	2.16	1.33		2.65	1.80	

注) 1. トマト品種「強力大聖東光」2分着色L果 1983年9月14日小石原産
2. イチゴ品種「宝交早生」8分着色M果 1984年1月30日三輪町産

(2)各種予冷方法の検討

予冷に要する時間を可能な限り短縮することは、作業上重要であり、また早期に呼吸を抑制し品質保持を図るためにも好ましいと考えられるので、各種予冷方法について検討した。

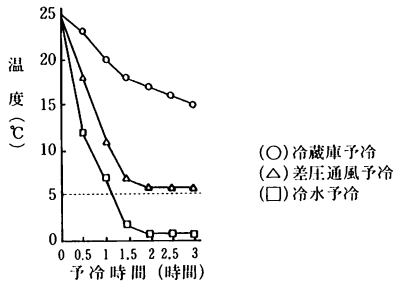
①真空予冷

真空予冷は蒸発の潜熱により冷却する方法である。葉菜類等には効果が高いが、トマトは30分間の処理でも5℃しか低下せず、実用的ではなかった。

②冷蔵庫予冷

冷蔵庫予冷は庫内冷気の動きが小さいので冷却に長時

間を要し、半冷却時間(冷却開始時と終了時の温度の中間点まで冷却するのに要する時間)は2時間54分であった(第1図)。



第1図 トマトの予冷方法と温度変化

③差圧(通風)予冷

差圧予冷は容器の中に冷気を導くために、通気孔を設ける必要がある。また、吸気口と排気口の圧力差は21mm Aqに設定した。この結果、冷蔵庫予冷に比べ冷却速度が大きくなり、半冷却時間は44分であった(第1図)。

④冷水予冷

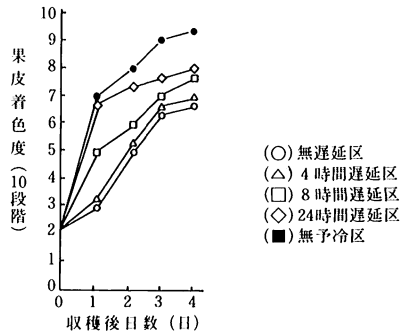
冷水を媒体として冷却を行うものである。本試験では0~1℃の水水中に浸漬する方法をとった。冷却速度は差圧予冷に比べさらに大きくなり、半冷却時間は24分であった(第1図)。しかし、緑熟トマトは低温に長時間遭遇すると、室温にもどした時に低温障害を起こすといわれており、本試験でも、6日後に腐敗果が発生した。

以上の結果から、低温障害の恐れがない冷蔵庫予冷か差圧予冷が好ましいといえるが、冷蔵庫予冷では処理量が増した時には半冷却時間ももっと長くなることが予想されるので、処理量に影響されない差圧予冷による冷却方法が実用的と考えられる。

(3)予冷の遅延の影響

トマトは収穫後の選別・箱詰作業のため予冷庫への入庫が遅延しがちである。また、予冷庫が設備されていない場合は輸送後に消費地で予冷を開始することになる。この予冷の遅延がその後の着色の進行及び硬度の保持に及ぼす影響を検討した。

午前9時に収穫し、直ちに予冷(設定温度10℃)を開始したものを0時間(無遅延)区として、4、8、24時間の予冷遅延区及び無予冷(室温放置)区を設けた。4時間遅延区は無遅延区とほぼ同じ着色の進行を示すが、8時間及び24時間遅延区ではその進行が速かった。特に24時間遅延区では無予冷区と大きな差は認められなかった(第2図)。予冷により着色進行の抑制を図るためには、収穫後4時間以内に入庫しないと効果が小さくなることが明らかである。トマトと同様にイチゴも収穫後の選別・パック詰作業あるいは輸送のため予冷庫への入庫が遅延する。4~8時間の遅延に比べ、24時間の遅延では硬度の低下が比較的早かった。硬度は競売時の重要な品質判定要因であるので収穫後は可能な限り早く予冷を開始する必要がある。



第2図 トマトの予冷の遅延が果皮着色に及ぼす影響

(4)貯蔵温度別鮮度保持日数

①呼吸量の変化

トマトの呼吸量の変化は一時上昇型であり、この上昇の後に鮮度低下が進む。イチゴの呼吸量の変化は末期上昇型であり、この上昇に伴って鮮度の低下が著しくなる。イチゴでは0℃及び5℃の呼吸量は、7日間大きな変化が認められないが、10℃区では3日後に上昇し、15℃及び室温(平均15℃)では収穫直後から上昇しはじめた。イチゴの市場出荷期間は、0℃では9日以上、5℃では7日間であり、10℃、15℃、室温ではそれぞれ4日、3日、3日間であった。

2)包装による鮮度保持

野菜の包装は目的により幾つかに分けられる。1つは取扱いや輸送性の向上を図るための外装(箱詰)、2つは鮮度・品質の保持を目的とした内装である。また、スーパー・小売店頭での販売のための個装がある。

(1)各種プラスチックフィルムによる密封包装(個装)の効果

トマト、イチゴの呼吸抑制は低温のみならず空気組成の調節によっても可能である。酸素濃度の低下及び二酸化炭素濃度の上昇により、呼吸作用に起因するもろもろの生化学反応が抑えられ、鮮度保持効果が発揮される。この効果をCA(controlled atmosphere)効果と呼んでいる。しかし、酸素濃度が低下し過ぎたり、二酸化炭素濃度が上昇し過ぎたりすると、ガス障害等が発生し品質低下が著しい。トマトの最適CA条件は温度6~8℃で酸素濃度3~10%、二酸化炭素濃度5~9%である。イチゴの最適CA条件は貯蔵温度0℃で、酸素濃度10%、二酸化炭素濃度は5~10%である。これに近い状態(簡易CA条件)はガス透過性のあるプラスチックフィルムで密封包装することにより簡易に作りだすことが可能である。

①密封袋内ガス濃度の変化

第2表はトマトの室温下での密封袋内ガス濃度の変化を示したものである。PE0.02(厚さ0.02mmの低密度ポリエチレンフィルム)では、袋内の酸素濃度は1日後に約9%に低下し、以後平衡状態となる。二酸化炭素濃度は3~5%で平衡状態に達した。PE0.03では酸素4~

第2表 トマトの各種プラスチックフィルム密封袋内ガス組成の変化

(%)

項目	処理	収穫後日数 (日)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
CO ₂	無包装	0.04	0.04	0.04	—	0.04	0.09	0.03	0.04	0.03
	PE 0.02		5.10	3.69	2.79	2.79	3.30	2.81	2.90	4.75
	PE 0.03		10.0	6.85	5.64	6.40	5.14	4.12	4.87	4.36
	PE 0.05		12.3	9.54	7.72	7.28	7.76	8.71	7.18	5.77
	PVA		14.2	26.0	34.6	14.1	12.0	24.7	14.3	37.1
	OPP		15.3	16.9	20.2	18.3	21.7	18.6	7.4	13.4
O ₂	無包装	22.5	22.5	22.5	—	22.5	22.5	22.6	22.5	22.9
	PE 0.02		9.32	7.94	9.86	9.63	10.3	9.81	9.09	7.45
	PE 0.03		4.04	4.86	6.25	3.65	6.01	6.25	5.22	7.10
	PE 0.05		2.57	3.87	3.11	3.26	3.66	3.46	3.02	14.2
	PVA		5.22	2.86	1.33	9.83	11.8	4.05	9.92	4.10
	OPP		2.74	4.53	3.73	3.70	4.31	3.49	13.3	6.37

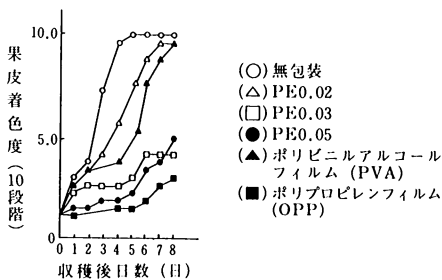
注) 貯蔵温度: 室温 (23.0℃), PE0.02: 厚さ0.02mmの低密度ポリエチレンフィルム, PVA: ポリビニールアルコールフィルム, OPP: ポリプロピレンフィルム

6%, 二酸化炭素4~6%で平衡状態に達した。PE0.05, ポリビニールアルコールフィルム, ポリプロピレンフィルムでは二酸化炭素濃度の異常な増加をきたした。

イチゴはトマトと異なり, 低温障害の発生がないので貯蔵温度を0℃に設定した。PE0.02により酸素濃度8~9%, 二酸化炭素濃度5~8%に調節され, 最適CA状態に近づいた。PE0.03はそれぞれ4~7%, 5~8%で平衡状態になった。

②品質の保持効果

トマトでは, PE0.02では無包装区に少し遅れる程度で着色進行の抑制効果は小さかった。PE0.03では一週間後でも着色度は4であり, 着色の進行が顕著に抑制され, 市場出荷期間が延長された (第3図)。



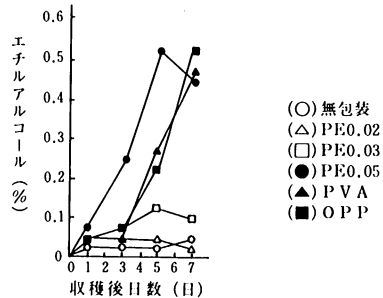
第3図 トマトの果皮着色度の変化

イチゴは, 0℃下ではPE0.02区が果実硬度の保持が良好であり, 2週間市場出荷性を保持した。メチルアルコールの生成も無包装区に比べ大きく抑制された。ペクチン物質の分解抑制の結果であろう。室温下ではPE0.02では酸素濃度は4~5%に保持するが, PE0.05, ポリビニールアルコールフィルム, ポリプロピレンフィルム密封区では酸素濃度が極端に低下した。この結果, 第4図に示すように, PE0.02以外の密封区は, 無気呼吸による果実内のエチルアルコール生成が著しく, 品質の低下が激しかった。

③減量抑制効果

フィルム包装のもう1つの大きな効果は減量抑制にあ

る。水分透過性の高いポリビニールアルコールフィルム以外は蒸散抑制の効果が高かった。トマトは特にヘタの乾燥が早い, 包装により効果的にヘタ枯れを防ぐことが可能である。



第4図 イチゴのエチルアルコール含量の変化

以上の結果から, トマト, イチゴの品質保持には, 収穫後, 早期に予冷を開始し, 短時間に温度を下げる必要があるであり, 更に, 貯蔵中の着色の進行, 硬度の低下減量の抑制, 出荷後の結露の防止等を図るためには厚さ0.02~0.03mmの低密度ポリエチレンフィルムにより密封包装することが効果的であることがわかった。

3. おわりに

トマト, イチゴに限らず野菜は一般に, 季節性, 地域性などの生産面の諸特性, また, 変質腐敗性, 種類の多様性などの商品面における特性により貯蔵・輸送技術の標準化が容易でない。貯蔵, 輸送に際しては対象品目毎にきめ細かな配慮が要求される。産地から小売店頭までの一貫した低温流通が理想的であるが, コスト面からの配慮が必要であるので, 包装を含めた総合的な鮮度保持技術の開発がさらに必要であろう。

引用文献

- 1) 大久保増太郎: 野菜の鮮度保持, 養賢堂, 1982.
- 2) 平野稔彦ほか: 福岡農総試研報B-6(園芸)1986.
- 3) 松本明芳: 園芸学会シンポジウム講演要旨, 1986.