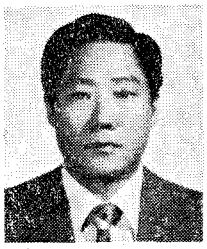
青果物의 安全貯藏技術



李 聖 甲
〈國立安城農業專門大學 食品工學科長〉

1. 머 리 말

農產物은 收穫 후에도 生命體로서 機能을 갖고 呼吸을 繼續하여 生命을 維持한다 그리하여 農產物의 貯藏은 이들의 生命을 維持 延長시켜 人間이 利用할 수 있도록 一定期間 동안 保存하는 技術이다. 그리하여 農產物을 科學的으로 取扱하여 高度로 利用하려면 生產, 流通, 消費의 側面에서 品質을 保全하는 것이 重要한 課題이다. 貯藏技術은 現在 開發된 方法이 많아 貯藏 目的에 따라 技術의 選擇, 品質保存에 의한 技術의 system化를 推進하는 것이 必要하다고 생각된다.

農產物의 貯藏法은 種類가 많아 菜蔬, 果實의 新鮮度를 維持하는 데는 低溫貯藏法이 가장 一般的이다. 일부 CA貯藏, 放射線照射, 化學處理, wax coating, 包裝에 의한 保護를 實施하기도 하나 대부분의 對象產物이 限定되어 低溫과의 併用이 效果的이고 完全 貯藏法은 결국 技術的으로 確立이 않되고 있다.

低溫에 의한 貯藏은 대부분 氷結點 이상의 低溫에서 貯藏하는 것이고 이 溫度가 貯藏適溫이 된다. 이 溫度帶가 一定期間 동안 農產物을 貯藏할 수 있는 溫度로서 農產物의 種類, 栽培條件, 收穫 후의 取扱, 倉庫 내 空氣組成 등 상당히 많은 因子에 의해 크게 달라진다.

農產食品은 品目에 따라 品質을 保全할 수 있는 기간이 각각 다르다. 더우기 輸送이나 冷藏 등이 包含되는 cold chain은 品溫과 品質維持 期間과의 관계를 알면 基本的으로 把握할 수 있다. 이와 같은 關係를T.T.T.(Time-Temperature-Tolerance)라 부르고 이것은 品質에 대하여 許容되는 時間과 溫度와의 關係를 나타내는 것이다.

貯藏의 指針으로서 T.T.T.를 每品目에 대하여 栽培條件, 包裝條件 등을 區分하여 實際貯藏에 應用하고 있다(表 1).

低溫貯藏이 新鮮菜蔬, 果實類의 貯藏法으로 適當한 理由를 들면 ① 呼吸, 其他의 代謝作用을 抑制하고, ② 成熟, 軟化 및 老化를 防止할 수 있고 ③ 高濕度時 水分의 損失과 이에 따른 萎凋를 抑制할 수 있고, ④ 有害微生物의 繁殖을 防止해주고, ⑤ 發芽를 抑制해 주기 때문이다.

또 果實, 菜蔬는 他食品에 비하여 水分含量이 상당히 높고 生活生理도 活發하여 비교적 貯藏期間이 짧은 特性을 갖는데 반하여 作物食品인 cereal이나 pluse나 legume 같은 種實은 收穫期가 되면 自然히 乾燥되어 그대로 長期間 變化가 없어 主食으로 使用하는 큰 理由인 高度의 貯藏技術이 필요없는 特徵을 갖는다.

表 1. 菜蔬의 低溫貯藏條件과 貯藏性

品目	最適條件			T.T.T.의 例			最高氷結點 °C	水分 %
	温度°C	相對濕度	貯藏可能期間	包裝	商品으로 品質保存期間			
딸기	−0.5~0	90—95%	5—7日	polycase 200g入	12-16°C, 60-80%	7°C60%	−0.8	89.9
	0	85—90	7—10日		2日	5日		
참외	7—10	85—90	2—4週	23—26.5°C	10—12日	20°C 8日		
수박	2—5	85—90	2—4週	C/TBox	13°C, 85%	6°C, 75%	−0.4	92.6
	5—10	80—90	2—3週	4個入	28—35日	35日		
	3—4	80	2—3日 (소련)					
도마도	13—21	85—90	2—4週	完熟	10.5°C, 85%	5.5°C, 95%	0.6	93.0
	7—10	85—90	2—7日	2分着色果	10—15日	20日		94.1
	2—7	90	3—5日	6分着色果	10—15日	20日		
오이	7—10	90—95	10—14日	C/TBox	10°C, 91%	3°C, 93%	−0.5	96.1
	10—13	95, 90-95	10—14日		15日	10日		
오쿠라	7—10	95	1週	20°C, 3日	10°C—11日	5°C, 6日	−0.8	89.7
	7—10	90—95	7—10日					
가지	10—13	95	10—14日	C/TBox	24°C, 73—94%	10°C, 83—89%	−0.8	92.7
	7—10	90—95	7—10日	無包裝	2—3日	5—7日		
	7—10	85—90	10日	PE, 有孔	6—7日	7—9日		
피만	7—10	90—95	2—3週		22°C, 45—85%	10°C, 83%	−0.7	92.4
	7—10	85—90	8—10日	PE 無孔	15日	35日		
	7—10	95	2週	〃 有孔	10日	20日		
배추	0	95	1—2日	7-14°C, 68-90%	5°C, 90—96%	0°C, 90—98%		95.0
	0	90—95	1—2日	21日	30日	75日		
양배추	0	90—95	4—8週	春—竹箱子	10°C, 90—95%	0°C, 88—98%	−0.9	92.4
	0	98	3—6週		8—10日	15—20日		
	−0.5—0	98	4—6日	夏—poly box	5°C, 30日			
	0	90—95	3—6週	秋—C/T box	2°C, 60日			
	0	95—109	3—4日	冬—PE, 有孔	5°C, 90-95% 14日	0°C, 95%, 45-50日		

畜產食品은 家畜에 먹이를 주어 生命을 維持하는 하나의 貯藏으로 英語로 畜產을 live stock라 부르고 있다. 그리하여 길러서 屠殺하는 것을 果實菜蔬의 貯藏과는 直接 對比할 수는 없다.

水產食品의 경우, 魚類는 魚獲과 同時에 死物로 되기 때문에 그대로는 急速히 變質腐敗가 進行되어 옛부터 乾燥, 鹽貯, 통조림, 冷凍등의 强力한 保存手段을 採用해 오고 있다.

2. 靑果物의 貯藏性에 關與하는 要因

果實, 菜蔬의 貯藏은 養分과 水分의 補給을 中斷한 狀態로서 旺盛한 生活生理를 Control하여 貯藏하는 것으로 가장 高度의 貯藏技術이 要求됨으로 貯藏에는 基本的인 特性, 즉 貯藏生理를 理解하여야 한다.

(1) 呼吸作用과 溫度

靑果物은 收穫후에도 呼吸을 繼續한다. 이 作用으로 空氣중의 酸素는 植物體의 炭素와 結合하여 주로 糖을 生成하고 또 各種의 分解生成物을 만들며 最終的으로 CO_2와 水分을 生成하게 된다. 그리하여 呼吸作用이 活發하게 되면 貯藏壽命도 短縮된다. 이러한 過程에서 Energy는 熱의 形態로 發生된다.

이와 같은 呼吸作用은 溫度와 密接한 關係로 溫度 10°C 上昇으로 呼吸量은 2~3倍 增加된다. 이러한 溫度變化와 植物體의 呼吸量과의 關係는 溫度係數인 Q_{10} value로 表示한다. (表 2.3)

이 Q_{10} value는 溫度가 10°C 變化하는데 따른 呼吸量이 元來値의 몇倍 또는 몇分의 1로 表示한다. Q_{10} value는 0—10°C가 最大値를 나타내고 10°C 이하로 되면 呼吸量의 急激한 減少를 뜻하는 것으로 靑果物을 凍結되지 않을 程度의 低溫은 微生物의 活動抑止와도 關聯되어 貯藏에 좋은 條件이 된다.

表 2. 菜蔬의 呼吸量과 溫度係數(Q_{10} value)

品 目	呼吸數*	Q_{10}**	
		0.5—10.0	10.0—24.0
Asparagus	692	3.5°C	2.5°C
깍지 완두콩	394	3.9	2.0
깍지 강남콩	321	5.1	2.5
시 금 치	318	3.2	2.6
홍 고 추	79	2.8	2.3
당 근	66	3.3	1.9
상 추	64	1.6	2.0
Tomato	50	2.0	2.3
오 이	44	4.2	1.9
감 자	12	2.1	2.2

* 收穫직후 24°C에서 呼吸量 CO_2mg/kg/hr
** Q_{10} : 溫度上昇 10°C에 대한 呼吸量增加率

表 3. 果實類의 呼吸과 溫度係數(Q_{10} value)

種 別	Q_{10} value			
	0—10°C	11—21°C	16.6—26.6°C	22.2—32.2°C
딸 기	3.45	2.10	2.20	—
복 숭 아	3.05	2.95	2.10	—
	4.10	3.15	2.25	—
lemon	3.95	1.70	1.95	2.00
orange	3.30	1.80	1.55	1.60
	3.95	2.15	1.60	1.50
grapefruit	3.35	2.00	1.45	1.65

「化學反應의 速度는 溫度 10°C 上昇함에 따라 약 2倍로 增加한다」

즉 $Q_{10}=R_2/R_1=a$(약 2)로 表示된다. 여기서 R_1은 주어진 溫度에서의 呼吸速度, R_2는 10°C 上昇時의 呼吸速度이다.

이 法則은 一般化된 것으로 10°C 이외의 溫度間隙에 대해 適用時는

$$Q_{10}=(R_2/R_1)10/(t_2-t_1)=\text{Constant}$$

약 2이다.

t_2와 t_1: 任意溫度 °C,

R_2와 R_1: 各各의 溫度에서의 呼吸速度

이 式으로 Q_{10}이나 任意溫度差에 대한 未知의 呼吸速度를 計算할 수 있다. 그러나 溫度差가 10°C 이상이 되면 誤差가 큰 缺點을 갖는다.

〔例 1〕 菜蔬가 다음과 같은 양의 CO_2를 發生할 때의 Q_{10} value는? 15°C(t_1)에서 54 mg/kg/hr(R_1) 20°C(t_2)일 때 86mg/kg−hr(R_2)

(答) $Q_{10}=(R_2/R_1)\ \exp\ (10/t_2-t_1)$

$=(86/54)\ \exp\ (10/20-15)$

$=1.6\ \exp\ 2=2.6$

〔例 2〕 어떤 채소가 0°C(t_1)에서 15mg/kg−hr(R_1)의 비율로 CO_2를 발생하고 Q_{10}은 3.0이며, 5°C때의 呼吸速度를 計算하라.

(答) $Q_{10}=(R_2/R_1)\ \exp\ (10/t_2-t_1)$

$3.0=(R_2/15)\ \exp\ (10/5-0)=(R_2/15)\ \exp\ 2$

$3.0\ \exp\ 1/2=R_2/15,$

$R_2=15(3.0\ \exp\ 1/2)=26\text{mg}\ CO_2/\text{kg}-\text{hr}$

◎ 植物體基質이 呼吸에 依한 消耗

呼吸에 關係하는 基質成分의 量的關係式은 $C_6H_{12}O_6+6\ O_2=6\ CO_2+6\ H_2O$으로 즉, 180gm (1 mole)의 Glucose(基質)가 呼吸으로 192gm (6 moles)의 O_2를 消費하여 264gm의 CO_2와 108gm(6 moles)의 H_2O 및 673 kcal의 Energy

가 發生한다. 그리하여 식물체는 呼吸基質을 提供하여 相當量을 消耗하게 되고 環境空氣는 O_2를 供給하는 반면 CO_2와 放散 energy를 받게 된다.

그리하여 消費되는 呼吸量基質은 적고 生成되는 것은 CO_2 1gm에 대하여 약 1gm이 된다. 대부분의 菜蔬는 常温하에서 植物體 1kg當 每時間 CO_2를 0.1gm 이상 放出되지 않아 基質消耗도 0.01% 未滿이다.

그리하여 채소류(감자, 양파, 양배추)를 推裝温度에서 6~8個月 貯藏하더라도 呼吸速度가 낮아 呼吸에 의한 重量損失은 2~3% 이하로 된다.

(2) 温度와 呼吸熱, Climacteric rise

呼吸熱에 의한 農產物의 温度上昇은 이로 인해 呼吸作用을 促進시켜 品質의 劣化가 早期에 일어나게 된다. 呼吸熱이 상당히 높은 收穫產物을 冷藏하려면 그에 비해 많은 冷藏容量을 必要로 한다(表 4.5).

보통 夏期의 市場入荷 菜蔬의 品温은 豫冷品은 12-22°C이고 常温品은 32-42°C의 範圍內에 있어 呼吸熱에 의한 品温上昇에 주의를 要하며 豫冷品과 常温品과의 温度差, Film 包裝方法差에 따라 品温이 달라진다. 역시 果實의 呼吸에 의한 climacteric rise와 温度와의 關係는 그림 1와 같이 度温가 낮으면 climacteric rise의 開始가 遲延되어 追熟이 抑制되

表 4. 菜蔬의 呼吸熱

kcal/t/day

種類	0°C	5°C	15°C	20—21°C	25—26°C
Tomato 綠熟	—	280—450	910—1,560	1,560—2,290	1,920—2,820
Tomato 完熟	—	330	1,340—1,610	1,340—2,440	1,660—2,900
오이	—	—	830—1,840	780—2,670	1,060—3,050
피만	—	280—1,180	1,110—3,180	1,260—3,600	1,990—4,100
오쿠라	—	2,920—3,250	7,660—8,490	13,730—15,200	18,170—20,080
깍지 완두콩	1,690—,2600	3,050—4,230	9,900—11,210	13,610—20,030	19,030—20,890
깍지 강남콩	1,390—2,270	2,320—2,870	8,090—11,110	11,440—13,360	—
green peas	2,620—4,180	4,390—5,390	—	13,930—30,850	—
sweet corn	1,660—2,850	2,370—4,610	8,390—9,680	14,870—17,240	15,620—24,140
가리 후라우어	910—1,060	1,060—1,210	2,370—2,720	4,160—4,760	4,660—7,760
부로크리	1,030—1,180	1,920—8,870	9,630—18,850	15,420—18,900	31,050—48,790
어린 양배추	550—1,660	1,210—2,670	3,550—7,540	4,760—9,530	—
양배추	250—350	430—680	1,030—1,440	1,540—2,720	2,700—3,530
상치	330—930	730—1,110	1,760—2,500	2,820—3,330	4,060—5,070
양상치	1,060—1,510	1,340—1,920	2,850—4,110	4,560—6,580	6,650—9,580
시금치	1,060—1,240	1,920—3,200	7,430—12,400	9,550—15,930	—
세러리	—400	—600	2,070	35,800	—
아스파라가스	1,560—3,330	3,280—5,820	6,430—12,980	9,650—14,920	20,610—26,380
양파	150—180	180—200	580—630	780—1,060	1,510—1,610
마늘	230—780	500—1,840	780—1,610	730—1,390	—
당근	530—1,130	710—1,460	1,440—2,970	2,550—5,270	—
순무	—480	530—550	1,180—1,340	1,340—1,390	—
감자	—	150—480	330—660	450—880	—
고구마	—	—	1,080—1,340	—	—
양송이	1,560—2,420	—3,930	—	14,620—17,540	—

U.S.D.A. Agriculture Handbook, No. 66, 1960

표 5. 果實類의 呼吸熱

kcal/t/day

種　類	0°C	5°C	15°C	20—21°C	25—26°C
orange	100—280	200—400	710—1,310	1,240—1,890	1,360—2,240
grape-fruit	—	180—330	550—1,010	710—1,440	1,060
lemon	130—230	150—480	580—1,260	1,030—1,410	1,130—1,650
lime	—	80—330	330—580	380—1,030	830—2,520
apple	130—230	280—400	760—1,710	930—1,940	—
grape 歐州系	80—130	180—330	550—660	—	1,390—1,660
grape 美國系	150	300	880	1,810	2,140
peach	230—350	350—500	1,840—2,340	3,280—5,670	4,510—6,750
apricot	—	450—900	2,090—3,810	3,330—6,930	—
Plum	100—180	230—500	660—710	930—1,440	1,560—1,930
앵　두	230—300	530—780	1,390—2,500	1,560—1,760	—
서 양 배	180—380	280—550	830—3,330	1,660—3,880	—
persimmon	—	330	660—780	1,110—1,340	1,610—2,220
melon 마스크	280—330	480—550	1,870—2,140	2,470—3,580	3,450—3,960
melon 하네쉬우	—	180—280	660—880	1,110—1,490	1,460—1,920
수　박	—	180—230	—	960—1,390	—
black berry	980—1,080	1,740—2,270	—	8,640—10,690	—
blue berry	130—580	500—680	1,890—3,430	2,870—4,840	4,330—6,880
olive	—	—	1,210—2,170	2,040—2,720	2,270—3,380
pineapple (完熟)	—	80—130	730—1,010	1,340—2,220	1,970—3,480
banana(黃果)	—	—	1,390—4,160	1,810—7,860	2,770—13,610
Papaya	—	230—330	830—1,210	—	2,170—4,890
딸　기	680—980	910—1,840	3,930—5,120	5,670—10,860	9,370—11,690

U.S.D.A. Agriculture Handbook No. 66, 1968.

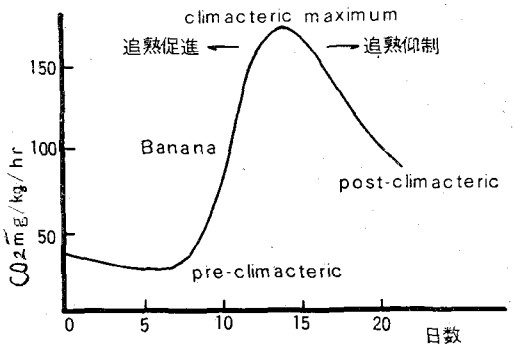


그림 1-1 Climacteric type 과실의 追熟制御

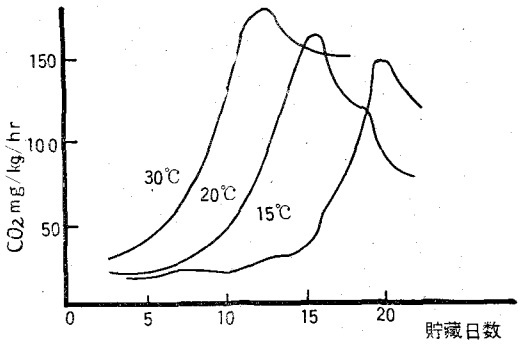


그림 1-2 Banana 追熟중 호흡과 온도와의 관계

고 pre-climacteric 期間도 길어진다.

그러나 注意할 것은 追熟果實 중에는 어느 程度의 低温이나 高温에서 어느 期間 동안 放置시키더라도 Metabolism에 變化를 일으키어 所謂 低温障害(chilling injury)나 高温障害(heat injury)를 이르키는 正常的인 追熟을 하는 種類도 있다. Banana의 追熟적온은 거의 20°C이고 30°C에서는 高温障害, 12°C이하

에서는 低温障害의 危險이 있다.

(3) 濕度와 呼吸作用

貯藏濕度가 높아지면 呼吸도 促進된다. Orange는 90% RH 이상의 高温狀態下 하에도 呼吸이 旺盛하여 汁液의 消失을 가져와 果皮와 果肉사이에 틈새를 만들어 所謂「바람들이 밀감」을 만드는 하나의 原因이 된다. 이 경우 貯藏庫內의 過温化를 防止하고 入庫前 밀감을 豫措乾燥하여 果皮部의 水分을 약 3% 이하로 하여야 한다.

普通農産物의 豫乾은 呼吸量을 抑制하는 외에 機械的 外力에 대한 抵抗을 强하게 해주고 表皮의 損傷을 회복시켜 傷處部位로 病菌의 侵入을 防止해 주는 效果가 있다. 대부분의 채소류나 고구마 감자 등을 豫乾하면 呼吸을 減少시킬 수 있다. 眞空冷却이나 通風冷却 등의 豫冷處理는 温度를 낮추는 외에 表面의 水分을 除去하는데 效果的이다.

貯藏에서 濕度는 温度보다 直接的인 作用을 하는데 높은 温度는 蒸散에 의한 과실의 乾燥를 지연시키고 微生物의 繁殖을 促進시켜 腐敗를 助長한다.

〈表 6〉에서 보면 RH 85~90%로 濕度를 調節하는 것이 理想的이나 施設費와 運轉經費가 많이 소요되어 實用的이 못된다.

표 6. 各種果實의 最適冷藏條件과 貯藏期間

種類	貯藏温度	關係温度	貯藏期間	凍結度温	水分含量
Apricot	−0.5—0 °C	85—90%	1—2 week	−1.05 °C	85.4%
Avocado	8—13	85—90	4 week	−0.27	65.4
무화과	−2—0	85—90	5—7 day	−2.44	78.0
딸기	0	85—90	7—10 day	−0.77	89.9
orange	0—1	85—90	8—12 week	−0.77	87.2
olive(生)	7—10	85—90	4—6 week	−1.44	75.2
Persimmon	−1	85—90	2 month	−2.16	78.2
grapefueit	0—10	85—90	4—8 week	−1.05	88.8
coconut	0—1.5	75—85	1—2 month	−0.88	46.9
뻣지	0	85—90	10—14 day	−1.77	83.0
수박	2—5	85—90	2—3 week	−5.00	92.1
chestnut	0—10	85—75	8—12 month	−1.50	20.0
서양배(왓렛)	−1.5—0	85—90	2—3 month	−1.50	82.7
〃 (Anjou)	−1.5—0	85—90	4—6 month	−1.00	82.8
pineapple(green)	10—15	85—90	3—4 week	−1.10	—
pineapple(ripen)	4.5—7	85—90	2—4 week	−0.88	85.3
papaya	7.2	85—90	2—3 week	−0.77	90.8
banana	13	85—95	6—10 day	−0.82	74.8
plum	0	75—85	3—4 week	−1.17	85.5
grape (美國系)	−0.5—0	85—90	3—8 week	−1.16	81.9
grape (歐州系)	−1—0.5	85—90	3—6 month	−0.94	81.6
mango	10	85—90	2—3 week	−0.94	81.4
marumellu밀감	0	85—90	2—3 month	−2.00	85.3
밀감	0—3	85—95	3—4 week	−1.05	87.3
melon(간다루프)	0—4.5	85—90	5—15 day	−1.16	92.0
melon(하레레유)	7—10	85—90	2—4 week	−0.94	92.6
peach	0	85—90	2—6 month	−0.88	78.6
apple(국광, 욱)	0	85—90	2—4 month	−1.05	85.4
lemon	12.7—14.4	85—90	1—4 month	−1.33	89.3

그리하여 貯藏 初期에는 過濕을 除去하기 위하여 出入門이나 換氣口를 開放하고 貯藏終期에는 乾燥되지 않게 간단한 加温機로 濕度를 維持시키는 것이 經濟的이다.

(4) 環境空氣의 組成

大氣의 組成은 N_2 : 78%, O_2 : 21%, CO_2 : 0.03%, 其他成分으로 되어 있다. 地球上의 生物은 이와 같은 大氣組成 중에서 正常的인 生理를 營爲하고 있다. 貯藏側面에서 生活生理에 어느 程度 制動을 하는 것은 呼吸에 의한 養分의 消耗, 追熟抑制같은 結果를 招來하는 것이다.

一般的으로 O_2濃度가 떨어지면 CO_2의 濃度가 높아져 呼吸生理를 抑制하게 된다. 이와 같은 環境 Gas組成을 變化시키는 貯藏法을 CA storage (Controlled Atmosphere storage)라 한다. 대체로 O_2와 CO_2 兩者를 調節하는데 CO_2 濃度가 過渡하게 높아지면 表 7과 같이 各種의 障害現象이 發現한다. 그리하여 CO_2에 약한 品目에 대하여는 O_2를 낮게하는 貯藏法이 採用되는데 이것을 低酸素貯藏法(Low oxygen Gas storage)라 부른다.

貯藏庫內의 Air는 農產物의 呼吸作用에 依

표 7. 사과의 品種別 CO_2耐性과 CO_2 障害症狀

品 種	CO_2 耐性	CO_2 障害症狀
紅 玉	極히 弱함	燒病症, 內部褐變과 空洞 Gum病, Gum類似症樣褐變
starking	比較的 높음	燒病症 內部褐變, Gum病, Gum, 조밀 유사갈변, 花辯管束장해
Golden	極히 弱함	軟性燒病, 水浸狀褐變, 小班點褐變, 內部의 褐變과 空洞
國 光	낮음	燒病, 內部의 갈변과 空洞
Fuji	낮음	燒病, 內部의 갈변과 空洞 Gum, 조밀유사갈변
印 度	비교적 강함	內部 褐과 空洞

CA : 條件 CO_2 6—8%, $O_2$3%, 0—2°C

하여 O_2는 減少하고 CO_2는 增加하게 된다.

一般的으로 O_2가 減少하고 CO_2가 增加되면 Banana의 경우는 Fig3과 같이 Climacteric rise의 發現이 遲延되고 그 結果 追熟이 抑制되어 長期貯藏이 可能하게 된다. 더우기 CO_2의 濃度가 높게 되면 lemon의 呼吸은 一時的으로 上昇되어 Climacteric type과 類似한 現象이 나타나게 된다.

貯藏中의 O_2, CO_2 濃度가 果實의 生理現象에 미치는 效果는 Climacteric의 有無에 상당한差異가 있음을 注意할 필요가 있다. O_2의 供給이 制限되는 異狀呼吸 즉 醱酵作用이 일어나 不快한 異臭味를 遂伴하게 된다. 庫內의 O_2濃度가 3% 이하로는 그다지 큰 影響은 없으나 CO_2가 3% 增加되면 어떤 채소는 2~3日 중에 品質의 損傷이 일어난다. 그리하여 庫內에서 呼吸에 의한 CO_2의 累積에 留意할 필요가 있다.

(5) EthyleneGAS ($CH_2 \cdot CH_2$)

果實이 成熟過程을 거치지 않고 追熟하게 되면 果實의 體內에서 Ethylene Gas가 生成된다. 實際 Ethylene gas를 적당한 濃度로 하여 果實에 處理하면 果實의 呼吸量을 增加시키게 되어 追熟이 促進된다.

그리하여 Banana, 서양 pear, Tomato 등은人工的으로 ethylene을 처리하여 追熟시키는 것이 企業化되고 있다. Banana Avocado는 Ethylene 농도가 높으면(0.1—1,000ppm) climacteric의 開始가 일찍되는데 이때 climacteric rise가 일어나기 전에 Ethylene을 처리하지 않으면 果實의 追熟은 促進되지 않는다.

Climacteric rise를 갖지 않는 감귤과실은 ethylene 처리로 chlorophyll의 分解가 일어나고 carotenoid는 分解되지 않아 綠色果는 黃色果로 되는데 이 原理를 利用하여 催色處理(coloring)를 實施한다.

(6) 蒸散作用

青果物의 蒸散作用은 呼吸作用과 같이 重要한 生理作用이다. 果實菜蔬貯藏 중의 蒸散作用은 重量減少의 損失組織, VitaminC의 劣化를 招來하여 品質을 惡化시켜 商品價値를 떨어뜨리게 된다. 收穫時 重量의 5% 蒸散에 의한 減量은 商品性을 잃게 된다. 表 8은 蒸散特性에 따른 果實菜蔬類를 分類한 것이다. 이때 C型에 속하는 種類는 包裝 또는 wax coating處理로 保護조치가 필요한 것들이다.

표 8. 果實 菜蔬의 種類別 蒸散 特性

型	蒸散 特性	果 實	菜 蔬
A	溫度를 낮추면 蒸散量이 極히 적은 것	감, 밀감, 사과, 배, 수박	감자, 고구마, 양파, 양배추, 당근, 호박
B	溫度가 낮으면 증산량도 저하되는 것	비파, 밤, 복숭아, 포도(歐州種), 자두, 무화과, 참외	무우, Califlower Tomato 완두
C	溫度 變化 상관 없이 蒸散이 되는 것	딸기, 포도(미국종), 사꾸람보(벗지)	Celery, Aspargus. 배추, 시금치, mushroom, 가지

보통 過度의 蒸散은 青果物을 萎凋시켜 芳香을 잃게 하여 品質을 低下시키는 한편 貯藏庫의 過濕에 의한 蒸散을 抑制시켜 病害虫의 被害를 助長시키게 하고 青果物의 生理的 變調를 이르키어 生理障害를 誘起시키는 原因이 된다.

역시 庫內 空氣濕度와 空氣流의 特性은 蒸散作用을 左右한다. 즉 農產物의 溫度가 庫內空氣溫度보다 높거나 또는 庫內空氣의 相對濕度가 100%가 되면 農產物에서 水分이 蒸散하게 된다. 지금 21°C의 農產物을 2.2°C庫內에 貯藏時 相對濕度는 飽和되어 100%라면 農產物表面의 蒸氣壓力은 18.76mmHg 庫內空氣의 증기압은 5.37mmHg가 되어 수증기는 農產物에서 庫內空氣로 향하여 移動한다. 이때 水蒸氣壓差 (deficit)는 2.2°C에서 100% RH와 50%RH의 경우보다도 크다(13.39>2.69).

결국 貯藏品과 庫內空氣의 溫度差가 크면 蒸散量도 커지게 된다. 이같은 蒸散을 抑制하려면 貯藏農產物을 豫冷하고 庫內濕度를 높이고 空氣의 移動을 적게 하고 包裝이나 wax coating 등 保護處理 등의 手段을 講究하여야 한다. 根菜類는 葉部를 切斷除去하여 蒸散量을 적게 하여야 하고 Tomato는 表皮下에 皮層을 形成되게 水分을 供給하면 蒸散은 주로 葉柄에서 일어나게 되어 水分損失을 적게 할 수 있다.

(7) 衝擊·損傷

貯藏作業時 不注意에 의한 衝擊, 振動荷重, 損傷 등에 따라 品質의 低下는 意外로 크다. 강한 衝擊이나 損傷을 받은 果實이나 菜蔬는 重病人과 같아 아무리 優秀한 貯藏法을 採用하더라도 短期間에 變質 腐敗가 된다. 果實의 경우 果樹園에서 貯藏庫까지 사이에 일어날 문제는 收穫時의 銖傷이나 떨어뜨려 일어나는 擦果傷이 있다.

그림 2는 40cm 높이에서 떨어뜨린 落果가 正常果보다 呼吸이 急增되어 生理에 異常이 옴

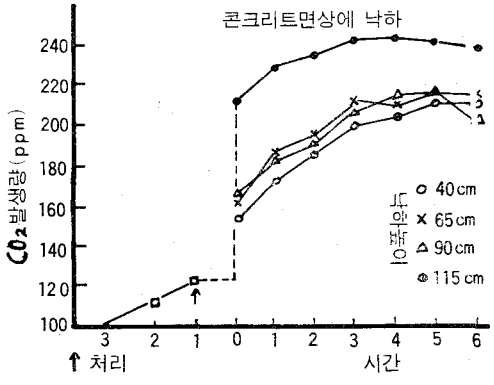


그림 2 落下에 따른 온주밀감의 호흡량 증가

을 알려주는 성적이다.

다음 過程인 貯藏庫까지의 運搬인데 表 9에서 富有감을 荷造容器를 달리하여 非舖裝道路에 小形 Truck으로 약 3km의 距離를 運搬할 때의 果實에 傷處받은 것을 調査한 것으로 荷造가 과실의 損傷에 큰 影響이 미침을 알 수 있다.

표 9. 運搬容器를 달리하여 運搬中 감·果實의 傷害에 미치는 影響(100果當 傷果數)

搬 運 容 器	擦傷	突傷	打傷
木箱 block裝	16	14	4
C/TBox 木毛 block裝	12	10	4
C/T Box, 個裝 plastic隔板	4	0	2
市販品(C/TBox block裝)	34	18	12

또 다른 要因으로 道路의 상태나 Truck의 速度가 振動速度(G)에 미치는 影響을 調査한 것은 Fig5와 같다. 道路가 不良한 곳에서 速度를 크게 내면 振動衝擊이 많게 되고 역시 車의 種類도 Fig6과 같이 小型이 振動이 크다

振動에 의한 損傷抵抗性은 表 10과 같이 種類에 따라 差가 크다.

표 10. 靑果物의 種類와 振動에 對한 損傷 低抗性

類 型	種 類	수송중 耐 진동 가속도 한계점
打撲, 摩擦에 强함,	감, 감귤류, Tomato(未熟), 根菜類, 피만	3.0G
打撲에 弱함,	사과, Tomato(完熟)	2.5
摩擦에 弱함.	배, 가지, 오이, 結球菜蔬類	2.0
打撲摩擦에 弱함.	복숭아, 딸기, 수박, Banana, 엽채류	1.0
脫 粒	포도	

이상과 같이 貯藏用 果實은 收穫에서 貯藏收納까지 一貫하여 愼重히 取扱하는 것이 基本이다.

(8) 農產物 自體

○ 種類와 品種

果實은 種類에 따라 貯藏性이 크게 달라 사과, 밀감은 數個月 貯藏이 可能하나 살구나 딸기는 收穫후 腐敗變質이 急速하다. 또한 同一種類라도 品種에 따라 차이가 있는데 포도의 경우 American種(Delaware, Campbellearly)은 貯藏性이 極히 없고 European種(mascut. 甲州)은 상당히 貯藏性을 갖는다.

표 11. 果實의 種類와 低溫障害發生溫度 病徵

種 類	温度 °C	病 徵
Avocado	5—11	追熟不良, 果肉變色
배 실	5—6	褐 變
Orange	2—7	褐變 pitch-dark
Grape-fruit	8—10	燒 水浸狀病敗
lemon(黃熟)	0—4.5	褐變(果芯) pitch-dark
〃 (綠熟)	11—14.5	pitch-dark
夏 蜜 柑	3—7	枯한症, 褐變
Banana	12—14.5	果肉褐變, 追熟不良
Pineapple	4.5—7.2	果芯部 黑變 適熟不良
papaya(熟果)	7.5—8.5	off-flavor. Pitch-dark
Mango	7—11	灰變色, 追熟不良 燒
Apple(三部品)	22—3.3	內部褐變, 바렘(燒)

○ 原產地

熱帶, 亞熱帶를 原產으로 하는 果實은 一般的으로 高溫을 좋아하고 低溫에서 貯藏하면 生理作用에 異常이 생기는데 이같은 生理病을 低溫障害라고 한다. 表 11에서 貯藏限界溫度와 그 이하의 低溫에서 發生하는 病徵을 보여주고 있다.

○ 栽培條件

栽培條件에 의해서도 果實의 貯藏性이 差가 있는 것으로 알려지고 있다. 加里肥料를 적당히 施肥하고 窒素肥料를 抑制하거나 果樹園이 南面의 排水良好한 곳에서 생산된 것이나 果實은 中間크기의 完熟直前에 收穫한 것이 貯藏性이 좋다. 其他 貯藏에 關與하는 栽培條件은 氣候, 施肥, 熟度, 莖葉菜나 根菜如何, 生產物의 充實度 등이 있다. 〈다음 호에 계속〉