

과실류의 저장중 생리장해 발생과 방지대책

김월수

전남대학교 원예학과

1. 서론

과실은 인류의 생존을 위한 생필 품목의 범주에는 포함되지 않지만 인간의 식생활을 풍요롭게 해주는 소중한 먹거리이다. 과실은 수확하여 곧바로 생식하거나 저장하여 두었다가 단경기에 시장에 출하하기도 하며 때로는 가공을 하여 장기간 보관해두면서 때와 장소에 관계없이 먹기도 한다. 따라서 과실은 인간에게 에너지를 보충해주고 여러 가지 비타민과 미네랄을 공급해주는 신선한 기호식품에 속하므로 무엇보다도 품질(品質, quality)이 우수하지 않으면 소비자로부터 외면 당하기 쉽다.

과실의 품질은 외부 특성(크기, 과형, 색깔, 과피, 외상 등)과 내부 특성(과피 두께, 육질, 경도, 종자수 등) 및 풍미(당질, 유기산, 아미노산, 방향성분 등) 등으로 구성되고 최근에는 여기에 영양적 가치나 안전성, 유통특성 및 가공특성을 품질에 포함시키는 경우도 있다.

2. 과실 품질의 구성요소와 생리장해

(1) 과실 외관과 생리장해

1) 과실 크기 (fruit size)

과실의 크기는 보통 3L, LL, L, M, S, SS 등 6단계로 구분하는데 우리 나라의 소비자들은 일반적으로 과실이 클수록 품질이 우수하다고 믿는 경향이 있다. 그러나 실제로 과실의 크기와 품질지수는 정비례하지 않는 것이 보통이고 과실의 종류에 따라 차이는 있지만 L급 이상의 과실간에는 당도, 산 함량, 착색, 과육질 등에서 별 차이가 없다. 오히려 3L 및 LL급 과실은 과실이 지나치게 커서 취급이 곤란하고 저장기간중 바람들이 현상, 과육붕괴, 과육갈변 등 여러 가지 생리장해가 발생되어 저장용으로 부적당하다. 외국에서는 大果에 대한 소비자의 선호도가 낮고 中果 크기가 보편화되어 있다(Yahia, 1994).

2) 果皮色 (fruit skin color)

과실의 표피색은 과실의 품질결정에 매우 중요한 요인으로서 이는 과실의 피층세포에 함유된 chlorophyll, carotenoid 및 anthocyanin의 함량에 따라 과실이 녹색, 황색 또는 적색을 띄게 된다. 일반적으로 chlorophyll은 과피 조직중에 적게 함유될수록 우수한 품질요인으로 작용하고, 반대로 carotenoid와 anthocyanin

은 많을수록 고품질 과실로 간주된다(Christensen et al., 1978). 수확된 과실은 저장 또는 유통과정중 과피색이 어느 정도 변화되는데 chlorophyll은 점차 감소되고, carotenoid는 상온하에서 합성이 진행되며 anthocyanin은 착색봉지를 씌운 과실의 경우 약간 감소된다. 밀폐된 저장고 내에서 유해한 가스 농도가 높아질 경우 과피색이 dark browning되는 가스장해가 발생되기도 한다(金 等, 1994).

3) 成熟度 (maturity)

과실은 충분히 성숙된 상태에서 수확해야하지만 해에 따라 성숙기에 차이가 있고 조생종과 중생종 과실은 공판장 가격이 유동적이므로 수확적기보다 빨리 수확하는 경우가 적지 않다. 과실을 너무 일찍 수확할수록 착색이 나쁘고 당도가 낮으며 신맛이 강하여 상품성이 떨어진다. 특히 중생종 사과인 '쓰가루' 품종은 미숙된 상태에서 수확하여 추석까지 저온저장고에 보관할 경우 瘡痘病(bitter pit)과 같은 생리장해가 심하게 발생되어 상품성을 감소시키게 된다(淸, 1993). 반대로 수확적기를 지나서 과숙된 과실을 수확하면 저장중 과육붕괴와 갈변현상이 발생된다(金 等, 1995).

(2) 風味 (flavor)

1) 단맛 (甘味, sweetness)

과실의 풍미는 단맛이 높을수록 소비자의 요구에 부합되므로 가장 중요한 요소이다. 과실의 단맛을 내는 것은 단당류로서 glucose, fructose가 있고, 2당류로서 sucrose가 있으며, 당알콜인 sorbitol 등이 있다. 이와 같은 단맛의 구성 성분은 과실의 종류에 따라서 다르고 동일한 과종(또는 품종)이라도 재배지역에 따라 달라지게 된다. 단맛은 sucrose를 100으로 했을 때 官能檢査(sensory evaluation)에 따른 비교치에 의하여 평가되는데 fructose는 103-173으로 단맛이 매우 강하고 glucose는 49-74로 약한 편이다(Seymour et al., 1993). 과종별 당의 조성(sucrose - glucose - fructose)에 있어서 사과 2.97-2.39-5.13, 배 0.59-2.27-5.10, 포도 0-8.09-6.91, 복숭아 5.14-0.76-0.93, 감 0.76-6.17-5.41 등으로 사과와 배는 fructose가 단맛을 대표하고 복숭아는 sucrose가, 포도와 감은 glucose와 fructose가 주류를 이루고 있다. 한편 사과는 이들 3종의 당질 이외에 sorbitol이 미처 fructose로 전환되지 못하고 과육중에 축적되는 경우가 있는데 그 농도가 critical level을 초과하면 蜜病(water core)과 같은 생리장해로 진전되고 이러한 과실은 저장기간중 과육조직이 褐變(dark browning)되어 상품성을 저하시킨다(Ferguson & Watkins, 1989).

2) 신맛 (酸味, sour taste)

과실은 나무 상에서 성숙되는 동안 단맛이 급증하는 반면 신맛은 급격히 소실되어 가식하기에 적당한 상태에서 수확하게 된다. 당도가 높은 과실이더라도 신맛이 강하던 맛이 없는 과실로 간주되는데 전형적으로 포도와 감귤에서 나타

난다(Ahmedullah, 1983). 따라서 과실의 맛은 단맛/신맛의 비율(sugar/acid ratio)로 결정된다.

3) 떫은맛 (澀味, astringency)

떫은맛을 지닌 과실은 감, 배, 등으로서 특히 떫은감에서 그 맛이 매우 강하다. 떫은맛이 과실에 남아있게 되면 생식하기에 극히 불편하므로 떫은맛은 전혀 없거나 적을수록 좋다. 단감 중에는 서촌조생과 같은 불완전 단감이 있는데 성숙기에 근접하여 기온이 온화하면 과육의 soluble tannin이 insoluble tannin으로 전환됨으로써 떫은맛을 못 느끼게 된다. 배 품종중 금촌추와 추황배 등도 충분히 성숙되지 않았을 때에는 떫은맛이 잔존하므로 적기에 수확해야 한다.

4) 芳香成分 (aroma)

모든 과실은 고유한 향기를 지니고 있는데 과실의 향기와 관련된 휘발성 화합물은 ester, alcohol, aldehyde 및 keton 등과 같은 저분자 화합물이다. 사과와 배의 경우 방향성 성분은 ethanol 등 6종의 alcohol류가 92%를 차지하고, acetaldehyde 등의 carbonyl류가 6%, butylate와 같은 ester류가 2%이며 나머지는 미량의 휘발성 유기산이라고 한다(Kader, 1993). 대체로 과실은 나무에 열려 있을 때보다는 과실을 수확하여 저장하거나 유통과정중 진한 과실 향을 발산한다. Postharvest 기간 중에서도 저장말기에 과실의 신선도가 급격히 떨어지면서 매우 강한 과실 향을 발산한다. Ethylene은 냄새가 없는 기체이지만 과실에서 발생된 ethylene이 저장고 내에 축적되면 과실에 재흡수되고 이로 인하여 과실의 후숙이 촉진되면서 과실 향의 발생이 많아짐과 동시에 저장력이 현저히 감소하게 된다. 동일한 저장고에 ethylene이 많이 발생하는 과실(사과, 복숭아, 참다래 등)과 적게 발생하는 과실(포도, 단감, 배 등)을 혼합 저장할 경우 후자의 과실에서 조직의 연화 또는 붕괴현상이 심화될 수 있다(金等, 1990).

3. 과실의 저장장해와 방지대책

(1) 사과

1) 瘡癩病 (bitter pit)

① 증상 및 원인 : 사과의 赤道 下端部位에 암갈색의 소립반점이 발생된다. 반점 直下의 과육은 탈수되어 cork화되고 일정 크기가 되면 더 이상 진전되지 않는다. 과실에 Ca가 부족할 경우 발생된다.

② 방지대책 : 재배기간중 Ca흡수율이 높도록 석회를 토양에 시용하거나 염면살포한다. 수확후 Ca 4% 용액에 침지한다. 적숙기에 수확한다.

2) 紅玉 斑點病 (Jonathan spot)

① 증상 및 원인 : 홍옥, 쓰가루, 델리셔스 품종에서 Ca가 부족할 경우 과피 전면에 흑갈색 반점이 나타난다. 저장초기에 발생한다.

② 방지대책 : 재배시 칼리와 질소질 비료가 과다하지 않도록 한다. Ca가

충분히 흡수되도록 한다(尹 等, 1996).

3) 스칼드 (superficial scald)

① 증상 및 원인 : 사과 저장중 과피에 부정형의 갈색-흑갈색 무늬로 오염된다. 과피중의 peroxidase가 phenolic compounds를 산화시킴으로써 장해가 발생된다.

② 방지대책 : 과피가 젖어있는 상태에서 저온저장고에 반입되지 않도록 한다. 수확직후 diphenylamine(DPA)을 처리한다.

4) 果肉 粉質化

① 증상 및 원인 : 쓰가루, 일리 브레이즈 등과 같은 조. 중생종 사과의 유통 또는 저장중 과육이 퍼걱 퍼걱해지면서 과즙이 고갈된다.

② 방지대책 : 수확기가 지연되지 않도록 하고 저장고 온도를 빙점에 근접하도록 낮춘다. 과실에 Ca흡수가 잘되도록 한다. 낙과방지제(2,4-DP)를 사용할 때는 Ca를 혼용한다.

5) 果肉 褐變 (flesh browning)

① 증상 및 원인 : 과심부에 가까운 赤道 上端部의 果肉部로부터 갈변이 시작되어 과육 전체로 확산된다. 후기에는 果心部까지 갈변된다. 테리셔스에서 발생이 심하고 후지에서도 발생한다. 저온저장중 2-3월부터 발생된다.

② 방지대책 : 장기 저장용 과실은 수확시 water core가 발생되지 않는 과실을 선택하고 Ca함량이 많도록 재배한다. 저장 온도를 약간 높이면 이 장해가 감소되지만 반면에 과육 연화가 촉진되는 2차 장해가 증가된다.

6) 고무병

① 증상 및 원인 : 赤道部의 과육이 갈변되면서 처음에는 연화되다가 점차 탄력성을 지닌 고무질로 변화한다. 테리셔스, 후지, 쓰가루에서 발생되고 大果와 만기에 수확한 과실에서 발생이 많다.

② 방지대책 : 과실에 Ca가 많이 함유하도록 재배하고 적기에 수확한다. 大果는 저장하지 말고 생과로 즉시 출하한다.

7) 겹질덴병

① 증상 및 원인 : 테리셔스 계통의 과실을 장기 저장할 경우 3월 이후에 과피가 전면적으로 갈변되지만 과육의 연화현상은 나타나지 않는다.

② 방지대책 : 미숙과를 장기저장하면 다발생되므로 적기에 수확한 과실만 저장한다.

8) 蜜病 (water core)

① 증상 및 원인 : 과실의 수확기에 근접하여 과육 또는 과심의 일부가 水浸狀으로 되어 꿀을 발라놓은 것 같이 주변조직과 구별되는 양상을 보이고 증상 조직은 甘味가 현저히 강하게 느껴진다. 원인은 과육조직에 sorbitol이 과다하게 축적되어 삼투압의 급증으로 수침상이 발생된 후 저장중 산화 갈변되면서 생리

장해를 일으킨다.

② 방지대책 : 가을철에 기온의 교차가 클수록, 과실이 대과일수록, 葉果比가 높을수록, 왜화성 대목에 접목한 나무의 과실에서 발생이 심한 편이다. 과육에 Ca가 많으면 발생이 감소한다. 대과보다는 중과를 저장한다.

(2) 배

1) 果皮黑變現狀

① 증상 및 원인 : 초기에는 몇 개의 흑갈색 반점이 발생된 후 점차 확대되는데 심할 경우에는 과실 전면으로 확산된다. 금촌추, 추황, 신고 품종에서 주로 발생된다. 이 장해는 과피부에만 발생되고 과육으로는 확산되지 않으므로 식용에는 지장이 없으나 외관이 보기 흉하게 되므로 상품성을 떨어뜨린다. 발생 원인은 과피의 phenolic compounds를 peroxidase, polyphenoloxidase 등이 작용(oxidation)하여 과피를 흑변시키기 때문이다.

② 방지대책 : 감수성 품종은 수확 2-3주일전 봉지를 벗겨둔 후 과피를 순화시켜 수확하거나, 봉지 상태로 수확한 경우에는 저장고에 입고하기 전에 봉지를 벗기고 10일 정도 읊건 순화시킨다. 38℃에서 2일간, 또는 48℃에서 2시간 정도 고온처리를 한 후 저장한다. 과실 봉지가 비 또는 이슬에 젖어있는 상태에서는 수확하지 않는다.

2) 바람들이 현상

① 증상 및 원인 : 수확 후 또는 저장중 과실을 쪼개보면 무 바람들이 처럼 과육이 부분적으로 sponge化 되어있다. 증상 부위를 확대하여 관찰하면 세포 내용물이 고갈되고 세포벽이 일그러져 부정형을 나타낸다. 과실 비중이 1.0 이하로 가벼워서 물에 뜬다.

② 방지대책 : 재배적인 방법으로 바람들이 현상을 방지할 수 있다. 즉 토양중 유기물 함량을 높이고(3-5%) 석회를 충분히 사용하며(300kg/10a) 硬盤層을 파쇄한다(爆氣式 深土 破碎機). 밀식과원에서는 간벌을 하고 도장지가 우거지지 않도록 하며 관·배수 관리를 철저히 한다. GA도포제 처리 과실은 저장을 하지 말고 생과용으로 즉시 출하한다.

3) 心腐現狀 (core breakdown)

① 증상 및 원인 : 장기 저장과에서 초기에는 果心部가 갈변되면서 果汁이 유출되고 증상이 심해지면 과실 전체가 붕괴되면서 썩는다. 과실의 심부현상은 過熟된 과실에서 발생되기 쉽고 또한 저장 말기에 과실의 노화로 인하여 나타난다.

② 방지대책 : 적숙기에 수확된 과실을 저장하되 저장 한계기간을 초과하지 않도록 한다. 밀폐된 저온저장고 또는 CA저장고의 경우 유해가스가 축적되지 않도록 환기에 힘쓴다. CA저장시 CO₂ 농도는 1% 이하, O₂ 농도는 3% 이상을 유지한다.

(3) 포도

1) 果梗部 萎凋現狀 (rachis wilt)

① 증상 및 원인 : 포도의 과경부가 위조되어 과립이 탈락하거나 위조된 체 말라붙어 있는 현상으로 저온 저장고의 습도가 너무 낮을 경우 흔히 발생된다.

② 방지대책 : 저온 저장고의 저장조건을 유럽종 포도는 온도 $-1 \sim -0.5^{\circ}\text{C}$, 습도 90~95%로 유지하고, 미국종 포도는 온도 $-0.5 \sim 0^{\circ}\text{C}$, 습도 85%가 적당하다(Nelson, 1985).

2) 회색 곰팡이병 (gray mold, *Botrytis cinerea*)

① 증상 및 원인 : 포도 생과 저장중 과실을 썩게 하는 치명적인 병해로서 일단 이 병해가 발생되면 단기간에 확산되어 저장과를 손상시키는 무서운 저장장해이다. 유럽종 포도의 저장 습도가 90~95%로 매우 높기 때문에 과방에 붙어 있는 병 포자가 발아하여 만연되기 쉽다(金, 1998).

② 방지대책 : 회색 곰팡이병의 피해를 막기 위하여 SO_2 가스 훈증처리 (gas fumigation)를 한다. 즉 수확과실은 저장 직전 예냉실의 SO_2 0.5% 농도에서 20분 동안 처리한 후 저장고에 반입하고 본 저장중에는 7-10일 간격으로 SO_2 0.25% 농도에서 20분 동안 훈증 처리한 후 잔존 가스를 환기, 배출시킨다. 30분 이상 가스를 처리하면 가스 장해가 우려되고 또한 잔존 가스는 저장고에서 작업하는 사람에게 피해를 줄 수 있으므로 철저히 배출시켜야 한다. 포도 과피에 잔존하는 SO_2 의 허용 잔유량은 (FDA 기준) 10 ppm이다(Luvisi, 1992).

(4) 복숭아

1) 核割 (stone cracking)

① 증상 및 원인 : 복숭아는 성숙되더라도 內果皮인 核이 쪼개지지 않아야 하는데 특히 조, 중생종 복숭아가 핵할되어 상품성을 저하시킨다. 핵할은 재배과정에서 유래되는데 경핵기를 전후하여 심한 건조후 강우에 의하여 핵의 縫合線에 틈이 생기면서 발생하는 장해이다.

② 방지대책 : 큰 과실일수록 핵할이 심해지므로 지나친 적과를 피하고 착과량을 충분하게 한다. 질소과다 시비를 피하고 경핵기 무렵에 건조하면 관수를 하거나 수관하부에 멀칭을 한다(Bennett, 1993).

2) 과피 Inking 현상

① 증상 및 원인 : 과실 저장 또는 유통중 과피에 암청색의 반점 또는 줄무늬가 발생하여 품질을 저하시키는 장해이다. 복숭아를 비롯한 핵과류과실의 과피색소는 anthocyanin으로서 강한 산성 조건하에서 2가 Fe 등 금속성분과 화학반응하여 변색된다.

② 방지대책 : 과실 수확시 상처가 발생하지 않도록 주의하고 과실 세척시 산성도가 강한 물이나 Fe가 많이 함유된 물의 사용을 피한다.