

간밤 포장 재료에 관한 연구

최양찬((주)EDF 대표이사)

I. 서 론

1. 일반적 배경

밤은 정월 대보름날 먹는 부럼의 하나이며 삼색과의 한 가지로 자식이나 부귀를 상징하는 과실로 여겨 제사나 의례용 공물로 쓴다. 민간에서는 열매를 천식 또는 기침을 갖아들게 하는데 쓰고 잎은 옷이나 화상치료에 이용했다.

밤나무는 아시아, 유럽, 북아메리카 등 온대지방에 약 12종이 분포하고 있고 우리나라에는 밤나무와 약밤나무가 있으며 현재 재배되는 품종은 대부분 일본에서 도입된 것이다. 밤의 품종은 수확시기에 따라 8월말부터 수확되는 극조생과 약 1주일정도 수확시기가 늦은 조생과 9월 중순부터 수확되기 시작하는 중생과 만생이 있으며 중만생인 은기와 촉파가 대부분을 차지하고 있다.

밤나무는 지리적으로 반도인 우리나라와 유럽의 이탈리아에서 잘 자라고 최근 중국의 양쯔강변 등에 많이 식재되어 앞으로 일본의 간 밤 시장에서 우리나라의 경쟁대상이 될 것으로 예상되고 있다.

밤의 이용은 약재로서도 중요하여 조선시대의 의학서인 '향약집성방'(1433년)에 과실부문의 최상품으로서 밤이 나오고 '방약합편'(1884년)에도 약물로서 간밤 8종류가 기록되어 있다. 양위(養胃), 건비, 강근골, 활혈(活血), 지혈, 혈변(血便), 설사에 효과가 있는 것으로 전한다. 신장이 허약하고 허리, 다리가 무력하여 연약한데, 코피가 멈추지 않거나 모든 약이 듣지 않는데 좋은 것으로 전한다.

밤은 과수원으로 조성하여 재배하기보다는 야산이나 구릉지에 대부분 식재, 관리되고 있어 재배면적은 공식통계가 없으며 1992년 까지는 증가추세였으나 이후로는 노동력의 부족으로 재배면적이 확대되지는 않은 것으로 추정된다. 생산량은 1996년의 경우 106.3천톤으로 주산지는 경남하동, 함양, 산청, 전남광양, 보성, 구례, 전북남원, 장수 등지로 전체 생산량 중 60%정도가 이 지역에서 생산된다(표 1).

표 1. 우리나라 밤의 주산지 및 시군 별 밤의 생산량

| 년도 | 생산량(천M/T, %) | | | | |
|-----|--------------|---------|-------|------|------|
| | 세계(A) | 한국전국(B) | 경남(C) | B/A | C/B |
| '92 | 493 | 101.7 | - | 20.6 | - |
| '93 | 437 | 81.0 | - | 18.5 | - |
| '94 | 484 | 100.2 | 41.5 | 20.7 | 41.4 |
| '95 | 502 | 93.7 | - | 18.7 | - |
| '96 | 505 | 106.3 | 52.6 | 21.0 | 49.5 |
| '97 | 516 | - | - | - | - |

농산물유통실태('98, 농수산물유통공사), FAO통계

밤은 100g당 열량이 156cal, 칼슘함량은 35mg으로 칼슘은 과일 중에서 함유량이 가장 높으며 우리나라에서는 명절에 제수용인 생과용, 겨울철 군밤용, 과자, 통조림용으로 주로 소비되고 있고 일본에서는 과자용과 밤을 지을 때 잡곡의 형태로 많이 소비되고 있다.

밤 등 임산물의 국내소비가 증가함에 따라 최근 값싼 저질품이 중국 등으로부터 다량 수입되어 국내 산업피해가 증가되고 있어 원산지표시제를 실시하고 조정관세 부과 등으로 국내 산업보호를 위한 조치를 강구한바 있다.

밤의 수출은 대부분이 외피와 내피를 제거한 상태인 깎 밤 형태로 일본에 수출하며 전체 밤의 수출의 85%를 차지하고 있고 5~6개의 우리나라 식품 업체에서 수출하고 있다. 깎 밤으로 가공하는 공정에서 인건비의 상승 등으로 인하여 인접국이며 밤의 생산량이 많고 아직은 인건비가 상대적으로 저렴한 우리나라에서 수입하기에 이르렀다. 이에 따라 수출량은 1970년대 후반부터 급격히 늘어났고 1994년의 경우에는 3만4천46만톤 1995년도에는 2만8천 860만톤을 수출하였다(표 2).

표 2. 밤의 연간 수출량

| 년도 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|---------------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|
| 수출량 (톤) | 36,471 | 33,915 | 32,855 | 25,716 | 34,046 | 28,860 |
| 수출금액 (천달러) | 94,279 | 99,222 | 101,888 | 95,006 | 140,707 | 114,768 |

한국식품연감 농수축산신문 1996 pp171~172

그러나 일본 수입업체들이 자국내 경기침체를 이유로 국내 수출업체에 매년 1만3천여톤에 달하는 수출물량을 1만톤 이하로 억제시켜 줄 것을 요구하고 있고 수출가격도 1997년도에 kg당 7.08달러이던 수출지도가격을 98년도에는 최소 kg당 5달러 수준까지 내릴 것을 요구하고 있다. 1)

2. 청과물의 저온처리

(1) 생체식품의 청과물

청과물은 수확직후 수분이나 영양분의 공급이 중단된 상태에서도 일정기간동안 살아있는 상태를 유지하므로 생체 식품으로 유통된다. 청과물은 수확 후에도 성숙, 완숙, 과열상태로 변화하면서 그 자체의 신선도를 서서히 잃게 된다.

청과물의 수확 후 생리적인 변화의 진행은 여러 가지 환경요인에 의해 좌우되나 이중 온도조절로서 이러한 변화를 억제시켜 신선도를 유지시켜 청과물의 저온저장·유통에서 기대되는 효과라 할 수 있다. 또한 필요에 따라서는 다른 환경요인 즉 공기의 조성을 변화시켜 이로 인한 효과를 저온에 의한 효과에 더해 주는 경우가 신선도유지에 더욱 필요할 경우가 있다. 한편 저온환경을 조성하자면 습도의 변화도 피할 수 없으며, 이로 인하여 호흡과 증산작용(蒸散作用)에 영향을 주게 된다.

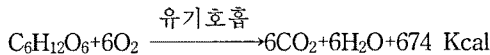
호흡에 의한 생산물들이 환경 중에 계속 축적되면 청과물의 호흡작용에 영향을 미치게 되어 품질은 저하된다. 품질저하에 영향을 주는 기본적인 것은 호흡작용과 증산작용이며 다

른 동물성식품처럼 저온만으로는 문제가 해결되지 못한다는 것이 청과물의 저온처리에서 고려해야할 점이다.

(2) 생체식품의 호흡작용

호흡작용에는 공기 중에서 산소를 취하여 이루어지는 유기적 호흡(호기적 호흡, aerobic respiration)이라고 하는 정상호흡과 무기호흡(혐기적 호흡, anaerobic respiration)이라고 하는 이상호흡 있다.

유기적 호흡은 청과물이 외계에서 O₂를 취하여 체내에서 호흡기질(체내성분)을 산화시켜 생활화합반응 일으켜 생활을 위해 필요한 energy를 만들고 그 결과 CO₂와 H₂O를 발생시키는 호흡작용이다. 이 때 반응경로는 다음과 같다.



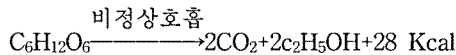
혐기적 호흡은 산소를 쉽게 취할 수 없을 때 비정상적인 호흡이 이루어진다. 산소의 참여가 없으므로 무기호흡 또는 분자간 호흡이라고 하며 호흡결과 alcohol이나 유산(lactic acid)을 생성하므로 alcohol 발효 또는 유산발효라 한다. 이러한 비정상 호흡은 다음과 같은 경우에 발생한다.

① 청과물을 밀폐된 용기나 포장으로 밀봉시키면 O₂의 감소로 청과물을 질식하게 되고 일정기간 분자간 호흡을 지속되다가 사물화(死物化)가 된다.

② 청과물의 전 표면부위를 통기성이 없는 포장재로 포장할 경우 비정상 호흡이 발생한다.

③ 청과물이 성숙되어 pectin질이 jelly화되어 외부 공기가 세포 내에 침투하지 못할 경우이다.

위와 같은 비정상 호흡으로 인한 반응 결과는 다음과 같다.



따라서 생활 가능상 필요한 energy량이 같은 경우보다 발효의 경우에서 보다 포도당 분해량이 훨씬 많게 된다.

(3) 호흡속도와 호흡상

1) 호흡속도(Respiratory intensity)

일정량의 청과물이 일정 시간 내에 호흡작용으로 발생하는 CO₂량이 많으면 호흡작용이 크다는 것을 의미한다. 따라서 청과물 1kg이 1시간에 발생하는 CO₂량을 mg로 나타내는 값을 호흡속도의 값(CO₂ mg/kg/h)으로 하며 mg 대신 흡수하는 산도 또는 발생하는 CO₂를 용적 yl로 표시 (O₂yl/kg/h, CO₂yl/kg/h)할 수도 있다.

호흡속도는 청과물의 종류, 상처 유무, 생리기능장애 유무, 단위중량에 대한 표면적(형상), 생육정도, 성숙과정, 환경온도, 습도 및 gas 조성 등에 의해서 달라진다.

일반적으로 업체류에 비해 과실이 적고 성숙기나 발아기에 크며 발육기에 있어서는 초기에 크고 후기에 적은 것은 것과 그 반대인 것이 있다. 특히 양파, 감자는 수확 후 휴면기에 는 극히 적어진다(표 3).

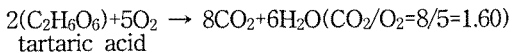
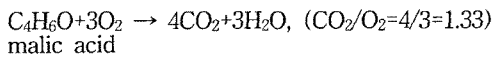
표 3. 각종 청과물의 수확후의 호흡속도

| 종 류 | 온도(℃) | 호흡속도(CO ₂ mg/Kg · h) |
|-----|-------|---------------------------------|
| 시금치 | 25 | 269.8 |
| 상 추 | 25 | 154.6 |
| 상 추 | 25 | 339.9 |
| 캐비지 | 25 | 91.5 |
| 오 이 | 25 | 128.1 |
| 가 지 | 25 | 138.0 |
| 토마토 | 25 | 48.0 |
| 딸 기 | 25 | 96.2 |
| 감 자 | 25 | 13.9 |
| 양 파 | 25 | 24.9 |
| 당 근 | 25 | 100.5 |
| 바나나 | 15 | 20~70 |
| 바나나 | 25 | 50~150 |
| 밤 | 10 | 8 |
| 레 문 | 10 | 10.5 |
| 사 과 | 16 | 19.6 |
| 사 과 | 16 | 26.5 |

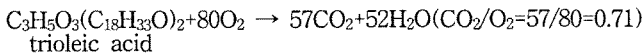
2) 호흡상(Respiratory quotient, RQ)

호흡작용시 흡입되는 O₂에 대한 방출되는 CO₂의 용적비를 호흡상(CO₂/O₂)이라 한다. 포도당 물질이 호흡기질이며 유기호흡으로 완전히 산화될 때 RQ=1 이다. 실제로 호흡작용에서는 RQ는 정확히 1.0이 아니고 거의 이 보다 클 때도 있고 작을 경우도 있다.

호흡기질로 유기산이 사용될 때 RQ>1 이 된다. 유기산은 포도당에 비해 분자중 함유된 Q₂의 비율이 크기 때문에 외부에서 O₂를 적게 취하게 되며 그 호흡상은 다음과 같다.



분자 중 함유산소 비율이 작은 지방이 호흡기질이 될 때 외부에서 산소를 많이 취해야 하므로 RQ<1이 된다. 그 호흡상은 다음과 같다.



(4) 호흡속도의 변화

청과물의 품종이나 종류에 따라 수확 후의 호흡속도는 상당한 변동폭을 보이고 있다. 수확 후의 호흡속도가 클수록 저장성은 떨어진다고 할 수 있다.

형상으로 보면 증량에 대한 표면적이 큰 것이 호흡속도가 크고 저장성이 떨어지게 된다. 또한 수확후의 호흡속도는 시간의 경과와 함께 점차 감소되다가 품질이 떨어지기 시작하면 다시 증가되는 경향을 나타내고 있다.

통조림이나 동결식품 원료에 있어서도 적당한 속도를 기다려 가공할 수 있게 하기 위해서는 적당한 추숙(after ripening, post ripening)이 필요하다. 특히, 바나나, 서양배, 복숭아, 토마토 등이 좋은 예이다. 이와 같이 과실은 대개 수확 후에도 호흡급증(climacteric rise) 현상이 일어난다.

일반적으로 과실의 완숙기와 호흡급증이 일어나는 시기는 일치하고 이 시기 또는 직후에 과실은 연화하여 착색도 좋고 먹기에 적당하다. 또 호흡급증 직전까지는 과실세포는 건전하고 경도가 커 저장성이 좋으나 급증 후에도 곧바로 과숙되어 빨리 상하게 된다.

청과물의 저온처리가 호흡급증 이후에 이루어지면 품질수준이 떨어진다고 알려져 있으며 이러한 점을 고려해야 한다.

호흡급증의 강도나 출현 시기는 과실의 종류, 품종, 수확시의 숙성도 및 품은 등에 좌우된다. 과실의 호흡급증에 의한 구분은 climacteric pattern에 속하는 청과류는 아보가이드, 바나나, 서양배, 사과, 토마토 등으로 거의 공통적인 것은 전분이나 지질과 같은 저장물질을 가지고 있으며 수확 후 추숙이 진행된다. non climacteric pattern에 속하는 것은 오렌지, 레몬, 배론, 오이, 무화과, 포도류와 같이 나무나 줄기에서 먹기 알맞게 성숙시켜 수확 후에는 호흡을 위한 산소섭취량이 야채의 호흡속도와 같이 감소되는 경향이 있다.

(5) 호흡작용에 따른 현상

1) 호흡열

호흡열의 크기는 유기호흡(호기적 호흡)에서는 674 Kcal이고 무기호흡(혐기적 호흡)에서는 28 Kcal이다. 발생한 에너지의 일부는 생리작용에 소비되나 수확후의 소요에너지는 극히 적으므로 거의 전부가 유기호흡에서는 $674/44 \times 6 = 2.57$ Kcal이며, 무기호흡에서는 $28/44 \times 2 = 0.32$ Kcal이 된다, 따라서 어느 온도에서의 호흡속도의 값이 측정되면 발열량의 계산이 가능하다.

2) 증산작용

호흡작용과 마찬가지로 청과물의 신선도나 품질에 큰 영향을 미친다. 수확직후에는 다량의 수분을 함유하여 세포가 긴장되어 있으나 수분 증발로 점차 시들고 결국 고사하게 된다. 따라서 저온 유통과정에서 고려해야 할 대상이며 이러한 작용에 의해 청과물이 원래 가지고 있던 수분은 물론 호흡작용으로 생긴 수분도 함께 증산된다. 또 수분의 증발로 인하여 잠열을 흡수하므로 자체는 냉각되어 체온도 조절된다. 증산작용은 외부 환경이 높은 습도, 저온 어두운 곳에서는 약해지나 반대의 조건에서는 왕성하여 진다. 이것은 환경조건에 따라 세포가 수분증발을 조절하여 주는 작용을 갖기 때문이다. 이외에는 증산작용은 청과류의 종류, 품종, 속도, 대소별, 형상은 자체의 형질에 영향을 받는다.

3) 중량의 감소

청과물의 저온처리에서 중량의 손실뿐만 아니라 과도하게 되면 팽창 감을 잃고 시들게 되고 잔주름이 생기게 되어 신선미를 잃게 된다. 이러한 현상이 더욱 진행되면 쇠약하여 고사하게 되고 이후에는 생체식품의 호흡작용과 관계없는 단순한 증발작용만 일으키게 된다. 이러한 감량이 처음중량의 어느 정도인가를 감량율(%)이라고 한다. 단위시간당 감량율은 공기온도, 습도, 공기조성, 유통상태 등이 동일하여도 일반적으로 초기에 심하고 점점 약해진다. 그러나 상해나 동결 등으로 청과물의 일부 또는 개체가 고사하게 되면 감량율은 갑자기 증가한다. 이러한 감량현상을 반응식으로 설명하면 다음과 같이 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 67$ Kcal에서 외계에서 들어가는 양은 $6O_2 = 32 \times 6 = 192$ 이며, 외계로 나오는 양은 $6CO_2 \times 6H_2O$ 이므로 $(44 \times 6) + (18 \times 6) = 372$ 가 된다. 따라서 $372 - 192 = 180$ 은 포도당의 분자량에 해당된다. 그러나 물이나 탄산가스가 모두 체외로 나온다고는 할 수 없다.

수분증발이나 gas의 확산은 각각 외계의 수증기압과 탄산가스 분압의 영향을 받기 때문이다. 따라서 환경공기중의 수증기압이나 CA 냉장에서 CO₂ 확산을 너무 억제하는 조건하에서는 감량은 억제되더라도 청과물의 생리적 기능장애를 일으키기 쉬워진다는 점도 고려해야 할 문제이다.

(6) 휴면과 냉장

식물은 성장이나 성숙 중에 생활 활동을 휴지(休止)하는 경우가 있다. 종자, 씨눈, 구근, 감자로, 양파류 등에서 볼 수 있는 현상으로 휴면(dormancy, rest)이라 한다. 휴면이 일어나는 것은 환경조건이 나빠졌을 때 이미 견뎌 내는 경우의 다발적 휴면과 생물체의 조직이나 기관의 생리적인 편의를 위한 경우의 자발적 휴면이 있다. 어느 쪽이나 휴면기간에 맞추어 저장해야 하므로 휴면은 주요한 현상으로 취급된다.

(7) 저온장해(Chilling injury)

청과류들을 저온으로 유지하면 미생물의 번식은 없으나 이상증상이 나타나는 것을 저온장해(Chilling injury)라 한다. 보통의 저온장해는 냉장 중에 나타나는 경우가 많으나 냉장 중에는 별 이상이 없다가 냉장 후 상온으로 옮겨졌을 때 추숙진행의 변화가 오거나 추숙능력을 완전히 상실하는 수도 있다. 이런 경우 대사기능의 실조로 인한 병적 증상으로 생각되므로 일종의 저온장해로 볼 것이다.

저온장해가 발생하는 원인으로서는 청과물의 품온이 낮을 때 체내에서의 생리기능에 관계되는 생화학적 여러 반응계간의 균형이 변조되어 어느 분해 생성물이 체내에 축적되어 유해하게 작용하며 또한 호흡작용으로 생성된 CO₂와 기타 휘발성 가스가 공기 중에 축적되어 증독작용을 나타내기 때문이라고 생각되고 있다.

저온장해의 발생온도는 과일, 야채의 종류, 품종, 재배조건에 따라 다르며 일반적으로 열대, 아열대 원산의 것이 장해를 받기 쉽다. 냉장중의 청과물은 저온장해에 걸리기 쉬운 형과 그렇지 않은 형이 있다.

3. 청과물의 저장기술

(1) CA저장

CA(controlled atmosphere) 저장이란 농산물이나 과일류의 보관에 있어서 창고내의 가스조성을 바꾸어 O₂를 줄이고 CO₂를 증가시키고 나머지를 N₂로 치환함으로써 반질식 또는 휴면상태로 유지시켜서 일정기간 저장이 가능하게 하여, 출고시의 색, 품미 등이 우수한 품질을 얻는 방법으로 CA저장은 냉장의 보조수단에 불과하나 각 식품에 따라 공기조성을 조절함으로써 일반 냉장보다 장기보존이 가능하다는 이점이 있다. 밤의 CA저장조건은 온도는 0℃에서 습도는 85~90%, 환경공기조성은 O₂ 3% CO₂ 6%에서 7~8개월 저장할 수 있다.

(2) 진공포장

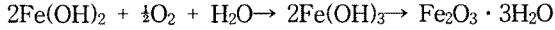
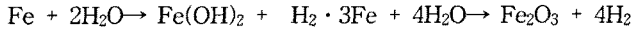
진공포장은 포장용기 내부를 완전히 진공으로 하는 것은 아니고, 통상 5~10Torr(표준대 기압의 760분의 1이 1Torr) 정도로 유지하는 것이다. 따라서 실용적인 입장에서 식품의 진공포장이란, 플라스틱용기를 주체로 한 포장용기에 식품을 넣고, 그 용기내 압력을 그 식품의 수증기압 또는 그에 가까운 감압하의 조건하에 밀봉하는 포장이라고 정의할 수 있다.

(3) 탈산소제 봉입 포장

1925년 철분과 유산철에 의한 탈산소제가 개발되어, 1976년경부터 차단성포장제와 조합해, 곰팡이방지나 지방의 산화방지에 대량으로 사용되게 되었고, 포장식품중의 산소를 산화철의 환원 등에 의해 제거해 진공상태와 마찬가지로 해서 미생물의 증식과 식품의 산화를 방지하는 것으로, 포장을 위해 특별한 기계설비를 필요로 하지 않는 이점이 있다.

탈산소제의 효과로써는 ① 곰팡이방지, ② 호기성세균에 의한 부패방지, ③ 충해방지, ④ 지방과 색소의 산화방지, ⑤ 향기·맛의 유지, ⑥ 비타민류의 유지 등을 들 수 있다. 최근에는 탈산소의 목적으로 탈산소제를 포장식품 내에 봉입해 포장 내부의 유리산소를 제거하는 방법이 널리 이용되고 있다.

철계 탈산소제의 산소흡수기구는 다음과 같이 반응한다.



실제로는 철 1g이 수산화철이 되는 경우 1500ml의 공기량을 소비한다. 이 철계의 탈산소제는 수분의존형과 자력반응형의 두 종류가 있다. 수분의존형은 포장되는 식품에서 수분을 흡수해 산소와 반응하는 타입으로 식품의 수분함유량이 10%이상일 때 적용하고, 자력반응형은 탈산소제 안에 수분이 포함되어 있어, 공기와 접하면 즉시 산소와 반응하는 타입으로 식품의 수분함유량이 1~10%일 때 적용한다.

또 탈산소와 탄산가스를 발생하는 타입이나, 탈산소와 탄산가스를 흡수하는 타입도 개발되어 사용되고 있다.

(4) CO₂ 흡수제 봉입 포장

CO₂ 흡수제는 식품을 포장하여 보관할 때 발생하는 CO₂ gas를 제거시키기 위해 가스흡수제를 사용하고 가스흡수제는 gas를 발생 즉시 제거하여 식품의 보관 및 유통기간을 연장하여 준다. 주요 구성성분은 CaO 80%이상, MgO 4.5%, SiO₂ 0.2%, Al₂O₃ 0.2%, Fe₂O₃ 0.2%이다.

4. 간밤의 제조공정

(1) 밤 채집과 훈증

밤은 다른 과실과 달리 성숙하여 떨어진 종실을 수집하여 수확하므로 같은 날 수집하여도 탈립된 기간이 서로 다른 종실이 섞이게 된다. 이러한 수확상의 문제로 인하여 수확 당시부터 품질에 많은 차이를 나타낼 수 있으며, 종종 불량 종실이 섞이게 되어 건전한 종실마저 품질이 저하되거나 부패하는 사례도 있다. 밤은 생육중 밤바구미에 의한 피해를 받을 수 있으나 수확한 과실을 부적당한 온도에 저장할 때 부화한 충의 피해를 크게 일으킬 수 있다. 따라서 수확한 밤에 대하여 즉각적인 훈증이 필요하고 훈증은 대체적으로 이황화탄소 또는 에피흠 등 훈증약제를 사용하는데 두가지 약제의 훈증효과는 비슷한 것으로 알려져 있다. 현재 권장하고 있는 훈증농도는 이황화탄소의 경우 50ml/m³, 에피흠의 경우 13g/m³의 농도로 상온에서 24시간 내지 72시간에 94% 이상의 살충효과를 나타내는 것으로 밝혀져 있다. 그러나 처리시간을 단축할 필요가 있는 경우는 약제 사용량을 다소 늘리고 팬(fan)을 가동시켜 훈증공기를 순환시킬 경우 8시간 이내에 동일한 살충효과를 얻을 수 있다.

(2) 선별과 냉수침

미숙, 병과, 곤충침입과의 선별과 저온상태유지로 저장성을 높이고 밤내부 침입 곤충의 질식사 유도하는 공정으로 선별은 냉수 중에 가라앉는 밤만 선별하면 불량 제거효과는 87%에 달하기 때문에 비교적 효과적이고 경제적인 방법이다. 불량한 밤을 제거한 후 육안으로 선별하여 부패하였거나 충해를 받은 과실은 2차적으로 제거하고 건전한 밤 과실을 모아 예냉을 실시한다. 물에 침수한 과실중 떠오르는 것이 반드시 불량한 과실은 아니지만 저장성이 크게 떨어지므로 이들은 선별하여 조기 출하하는 것이 바람직하다. 소금물(2.5%)을 이용하면 불량과실의 선별효과는 98%까지 높아지지만 선별을 마친 과실은 반드시 깨끗한 물로 헹궈줘야 되므로 용수가 충분히 확보되고 세척장치가 있는 경우에만 실시할 수 있다.

선별을 마친 과실은 빠른 시간 내에 품온을 낮추어야 하는데 이는 훈증으로 인하여 품온이 높아진 밤을 냉각시키는 것이므로 본 저장과는 많은 차이가 있다.

밤의 호흡률은 다른 과실에 비하여 높지 않으나 관행적인 저온실 냉각방식에서는 품온이 낮아지는 속도가 매우 느린데 이는 밤의 구조적 특성 때문이다(표 4). 즉, 밤은 종실로 되어 있어 겉껍질과 속껍질이 있고 그 속에 과실이 들어있는 구조이므로 냉기가 과육으로 침투되기가 매우 어렵다.

표 4. 밤의 품종별 호흡률 비교

| 품종 | 온도(℃) | | |
|-----|-------|------|-------|
| | 0 | 10 | 20 |
| 평균 | 6.59 | 8.06 | 8.85 |
| 옥광 | 7.68 | 9.02 | 10.52 |
| 이평 | 8.39 | 9.02 | 9.08 |
| 은기 | 6.42 | 7.26 | 7.88 |
| 병고 | 6.09 | 8.10 | 8.10 |
| 대단파 | 6.58 | 8.08 | 8.86 |
| 축마 | 5.50 | 6.70 | 8.60 |
| 유마 | 5.44 | 8.27 | 8.88 |

*수확후 훈증을 마친다음 각각의 온도에서 측정된 결과임
호흡열량은 호흡률에 612를 곱하여 Kcal/ton/24hr로 산출함.

밤은 생물이기 때문에 저장도중 지속적으로 대사작용이 발생하며 이러한 현상은 저장중의 품질에 많은 영향을 미친다. 밤의 저장 중에 발생하는 생리적 변화는 전분의 감소에 따른 당화현상과 호흡에 의한 저장양분의 소모가 품질을 변화시키는 중요한 요인이다. 당화현상은 밤의 관능적 품질(맛)을 높여 주는데 이러한 현상이 지나치게 발생하면 오히려 품질이 저하된다. 전분의 가수분해는 밤의 호흡기질을 생성하는 작용을 하며 이는 곧 중량의 감소를 가져온다. 따라서, 생물로서의 대사적 이상을 초래하지 않을 정도의 최소한의 호흡을 유지시키되 호흡이 지나치게 과도하여 품질이 나빠지지 않도록 해야한다.

과실의 호흡은 온도와 밀접한 관련이 있는데 과실이 충분히 냉각된 상태에서 일어나는 호흡률은 냉각되기 전에 비하여 2/3 수준에 불과하게 된다. 또다른 요점은 습도관리인데 습도가 떨어지면 지나치게 건조하여 밤이 마르며 과습하게 되면 미생물이 증가하게 되어 부패가 진행되는 원인이 된다. 밤의 적정습도는 90~95%이다.

(3) 박피, 살균 및 포장

자루(연신 PP사, net bag)에 담아 일반가정으로 보내져 칼로 외피 및 내피를 박피하여 가져오면 원통상태의 구멍이 뚫려 돌아가는 크기 선별기에서 크기, 형태의 온건 정도와 파과 정도, 병해충의 정도로 a,b,c,d등급으로 선별후 컨베어로 이동시키며 다시 종업원에 의한 육안선별을 거친다.

살균은 최근 들어 O₃ 액 처리 및 염소처리후 세척하여 포장하는데 슈퍼용은 밤에 놓아먹는 용도로 주로 판매되며 발포폴리스틸렌(PSP) box에 인플레이션 법으로 생산된 LDPE를 한 면을 열접착한 봉지를 씌운 후 품온 10℃의 간밤 5kg를 담고 5-6℃의 냉각된 물 2kg을 부은다음 다시 그 위에 얼음 2kg을 채운 후 봉지의 주둥이를 고무줄로 묶고 box뚜껑을 닫은 후 OPP접착테이프를 봉한 후 PP밴드로 결속 처리하여 냉장실에 보관후 수출한다.

가공용은 주로 통조림용이고 제과제빵에도 일부 사용되고있는데 살균된 간밤을 20ℓ들이 각관에 인플레이션 법으로 생산된 LDPE를 한 면을 열접착한 봉지를 씌운 후 품온 10℃의 간밤 12.5kg을 담고 5-6℃의 물 7.5kg을 붓고 봉지의 주둥이를 고무줄로 묶은 후 can 뚜껑을 닫은 후 OPP접착테이프로 봉한 후 PP밴드로 결속 처리하여 냉장실에 보관후 수출한다. 여기서 슈퍼용이나 가공용이나 품질의 보존을 위하여 냉각수를 채우고 있는데 이는 변색을 방지할 수 있으나 밤에 함유되어 있는 당류가 냉각수에 용출되므로 밤맛이 떨어지는 결점이 있다.

5. 연구 목적

간밤은 일본으로 가공, 수출하는 임산물로서 중요할 뿐만 아니라 가공공정에서도 많은 노하우와 갈변, 미생물 조절, 보관수명의 연장, 포장등 여러 가지 산업기술이 요구되고 있어 1999년도 농림부 정책연구과제 중에는 간밤의 활용도 증진과 가공식품 수출촉진을 위한 농가 및 업체 기술지원사업에서 간밤의 동결처리와 저장성분석, 저장기술을 연구과제로 제시한 바 있다.

일본인들이 특별히 귀하게 여기는 식품은 자연산 송이, 죽순, 밤의 세 가지로 일본 왕실에서도 밤나무를 궁성에 심어 밤을 수확한 것으로 알려져 있을 정도이다. 일본의 슈퍼용 간밤의 포장과 유통은 우리 나라에서 수입한 간밤을 재포장하여 유통되고 있는데 염소 처리하여 부착미생물을 살균한 후 다시 알코올 처리하여 남아있는 미생물의 성장을 억제토록 하며 진공포장과 동시에 산소흡수제를 투입한 후 저온에서 유통, 판매된다.

일본에 수출하는 간밤의 품질은 첫째, 미생물의 과다 증식에 의한 부패가 없어야 하며 이는 밤을 포장할 때의 최초발견균수가 약 100만 마리 이내로서 관리되어야 하며 미생물(주로 대장균)의 수가 증식한다해도 상품성을 갖기 위한 균수는 300만 마리 이하이어야 한다. 둘째, 수확된 밤 자체에서 이미 생겨있거나 밤의 취급공정에서 온도가 너무 고온에서 취급되었을 때 생기는 표면의 등근 반점과 박피 미숙에 의한 내피부착이 없을 것. 셋째, 주로 미숙과에서 생기며 밤의 채취시기의 날씨의 고온 현상, 수확한 밤의 첫공정인 냉수침공정에서 뜨는 밤인 곤충침입과와 외피 및 내피 박피시 고온에서의 취급 등의 여러 가지가 원인인 밤의 성장 눈의 노란색의 액체화에 의한 손으로 눌렀을 때 붕괴 및 과액침출현상. 넷째, 심(芯)이라는 것으로 밤이 수확된 후 빠른 시간 내에 수침하여 저온에서 관리를 안했거나 건조한 밤에서 발생하며, 삶았을 때 뚫은 맛 성분인 Tannin이 심(芯)부에서 표면 쪽으로 이동하여 표면에 검은색의 가는 실이 여러 개 있는 듯한 것이 없어야 하고 다섯째 갈변현상이 없어야 한다.

진공포장과 탈산소제 봉입, CO₂ 흡수제 봉입포장재료의 선택에는 배리어성이 있는 포장 재료를 사용할 필요가 있다. 그들에 사용하는 포장재료에는 산소투과도가 20cc/m² · atm · 24hr · at 25℃ 이하인 것이 바람직하다.

우리 나라의 밤의 포장은 PSP tray에 간밤을 담고 스트레치 필름으로 씌우는 방법과 격자형으로 진공성형된 PP tray에 밤을 날개로 격자형 홈에 담고 PET12 μ m/LDPE50 μ m 또는 ONY20 μ m/LDPE50 μ m 의 사양의 봉지에 담아 진공포장하거나 PSP tray에 밤을 담고 PET12 μ m/LDPE50 μ m의 사양의 봉지로 필로우포장하고 저온 유통되며 슈퍼에서도 저온상태로 진열된다.

따라서 본 연구에서는 일본에서 20년간 적용되어왔고 현재 우리 나라에서 간밤의 일본 수출에 30년 등 약 50년간 적용되어온 간밤의 보존성을 실험하기 위하여 각종 보존료 및 첨가

제 실험을 진행하였으며, 기존 포장방법의 유통기한이 약 3일이고 불필요한 포장공간을 많이 포함하고 있음에 착안하여 이를 포장기술을 통하여 개선하여 1억4천만 불의 간밤의 대일본 수출 경쟁력을 높이고, 향후 중국과의 경쟁에서도 우위를 점할 수 있는 계기를 만들어 보고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 간밤의 보존성 테스트

(1) 각종 처리조건에 따른 보존성 테스트

- 1) 사용원료 : 저장밤
- 2) 처리방법(대조구 : 깐밤)
 - 가) 명반처리 : 0.43% 명반액 용액에 3분 처리
 - 나) 염소처리 : ① 200ppm 1분 30초 처리
 - ② 30 ppm 15ch 처리
 - ③ 30초 수세
 - 다) 건조방지제 처리(염소처리후)
 - ① Trehalose 1%에 3분 침지후 1분 30초간 수절
 - ② 비타민 C 0.1% 3분 침지후 1분 30초간 수절
- 3) 포장
 - 가) 탈산소제(한국 태풍겔사 제품) 500cc용 투입
 - 나) 진공(0.08분 진공)과 탈산소제 500cc용 투입
 - 다) 무진공과 탈산소제 500cc용 2개 투입

| 사용 보존료 | Trehalose의 농도(%) | | | 탈산소제 |
|---------|------------------|-----|-----|------|
| | 0.1 | 0.3 | 0.5 | |
| 침지시간 | 10분, 30분 | | | |
| 보관장소 | 예냉실 (7~15℃) | | | |
| 중량 및 포장 | 100g, ONY / LDPE | | | |
| 대조구 | 무처리 깐밤 | | | |

(2) 최적 보존 조건 선정

농도별 Trehalose 용액에 깐밤을 시간별로 침지후 수절하여 100g씩 진공포장하여 보관하면서 2점 대비법으로 실험실 연구원들 7명을 대상으로 2회 반복하여 관능검사를 실시 하였다.

| | | | | |
|---------|------------------|-----|-----|------|
| 사용 보존료 | Trehalose의 농도(%) | | | 탈산소제 |
| | 0.1 | 0.3 | 0.5 | |
| 침지시간 | 10분 | 30분 | 10분 | 태풍겔 |
| 보관장소 | 예냉실 (7~15℃) | | | |
| 중량 및 포장 | 100g, ONY / LDPE | | | |
| 대조구 | 무처리 간밤 | | | |

2. 포장실험

(1) 포장재질의 투과도 측정

국내에서 진경포장 재질로 가장 많이 사용되는 표면층필름인 ONY20 μ m에 접착보조제 처리를 한후 T-die에 의해 열접착층으로 LDPE40 μ m을 접합시킨 실험용 복합필름의 산소투과도를 측정하였다.

(2) 수송용 포장실험

1) 기존포장

일본에 수출하는 기존의 포장은 슈퍼용과 가공용으로 구별되며 슈퍼용은 밥을 지을 때 놓아서 잠곡밥의 형태로 소모되는 간밤을 포장하는 것으로 간밤을 다른 약품처리 없이 포장하며 가공용은 주로 통조림용으로 소모되며 제과, 제빵용으로도 소모된다. 이들의 유통기한은 3일이며 이들의 포장 공정과 포장사양은 표 5, 6, 7과 같다.

표 5. 간밤 슈퍼용의 포장 공정

| 작업 순서 | 품명 | 비고 |
|----------|--------|-----------------|
| 1 | 발포PS용기 | 수동투입 |
| 2 | PE봉지 | 수동투입 |
| 3 | 간밤 | 5kg |
| 4 | 냉각수 | 2kg, 5~6℃, 자동투입 |
| 5 | 사각얼음 | 2kg, 수동투입 |
| 6 | 봉지묶기 | 수동 |
| 7 | 뚜껑 닫기 | 수동PP접착 tape 처리 |
| 8 | PP밴드, | 결속기사용, +처리 |
| 9 | 펠리트 | 수동작업 |

표 6. 간밤 가공용의 포장 공정

| 작업 순서 | 품명 | 비고 |
|----------|-------|----------------------|
| 1 | 각통20ℓ | 수동투입 |
| 2 | PE봉지 | 수동투입 |
| 3 | 간밤 | 12.5kg, 수동투입 |
| 4 | 냉각수 | 7.5kg, 5~6℃, 명반수, 자동 |
| 5 | 봉지묶기 | 수동 |
| 6 | 뚜껑 닫기 | PP점착 tape 자동처리 |
| 7 | PP밴드, | 결속기사용, +처리 |
| 8 | 팔리트 | 반자동 쌓기(핸들러) 작업 |

표 7. 일본수출 간밤의 슈퍼용 및 가공용의 포장재질 및 포장 단가

| 슈퍼용 | | | 가공용 | | |
|-----------------------|-----|-------|--------------------------|-----|-------|
| 재질 | 소요량 | 단가(원) | 재질 | 소요량 | 단가(원) |
| 발포PS용기 238×238×191 | 1 | 600 | 금속 20ℓ 각통 238×238×382 | 1 | 1,500 |
| 튜브상 LDPE 480×680 | 1 | 60 | 튜브상 LDPE 480×680 | 1 | 60 |

2) 개선 포장 재질 검토 및 샘플 제작

기존 포장사양의 문제점과 원인, 그리고 개선방향을 요약한 것은 표 8에서 보는 바와 같다.

표 8. 기존 포장사양의 문제점, 원인과 개선방향

| 문제점 | 원인 | 개선방향 |
|-------------------------|------------------------------|---|
| 1. 부피,중량 과다 | 1. 제품 보호 (냉각수. 얼음충진) | 1. 부피 중량 축소 포장기법 연구, 적용 (냉각수, 얼음제거) |
| 2. 포장비용 과다 | 2. 포장내외 온도변화 최소화(PSP box) | 2. 포장방법의 단순화 (2종→1종) |
| 3. 사용포장재의 재활용과 환경친화성 | 3. 각통과 발포PS사용 (압축강도 유지) | 3. 단열효과, 재활용, 환경친화성 포장재 적용(골판지상자) |

3) 개선 포장재질 검토

포장재질은 기존 포장사양의 문제점, 원인과 개선방향에서 밝힌 바와같이 골판지상자를 안전계수를 감안하여 적정 압축강도를 라이너와 골심지의 지질을 검토하여 구성해 보았다.

요구되는 골판지상자의 압축강도는 총포장 중량은 슈퍼용이 10kg, 가공용이 20kg의 2종이 있으나 슈퍼용이나 가공용 공히 갈수록 두드러지고 있는 작업인력의 고령화, 여성화 현

상과 반복작업으로서 20kg의 중량은 무리가 있는 것으로 판단되고 골판지상자의 조달과 안정적인 품질관리를 위하여 압축강도의 설계에서 특별규격의 라이너와 골심지를 사용하는 문제점을 회피하고 통상적인 재질과 규격의 라이너와 골심지를 사용하기 위하여 적정하다고 판단되는 중량인 10kg 한가지로 입상수량을 단순화하여 치수와 압축강도를 기획하였다.

골판지 상자의 치수는 기존의 슈퍼용 238×238×191에서 높이만 79mm를 키워서 골판지 상자 설계방법에 따라 DW로 길이에 +9, 너비에 +9, 높이에 +18의 골판지상자 제작시 내치수에 더해지는 가산치만을 더하여 247×247×288의 외치수로 결정하므로써 기존의 팻릿적재방법부터 수출용 컨테이너 적재량, 일본내 저온유통 차량, 슈퍼의 쇼우케이스(show case) 면적등과의 일치성을 도모하였고 이로서 수출과 일본내 유통구조와의 혼란을 최소화하였다.

4) 치수의 포장표준화의 일치성

247×247×288은 가장 많이 사용되는 골판지상자 형식 0201에서 경제적인 골판지 소모율인 길이:너비:높이가 2:1:2와는 차이가 있지만 기존 유통구조에 아무런 문제없이 적용이 가능하다는 장점과 압축강도에 강하고 팻릿적재에서 전도, 전락이 발생할 가능성이 적은 장, 폭, 고의 비율을 가지고 있다.

팻릿은 우리나라와 일본이 국제적으로 채택하고 있는 T-11형의 표준 파렛트(KS A2155, 1,100mm×1,100mm) 채택시의 적재효율을 포장 모듈치수 일람표(KS A1002)와 비교하여 알아보았는데 69종의 표준치수에서는 폭에서 적절한 치수를 찾지 못하여 직접 산출한 결과 길이×너비가 247×247이므로 1단 적재수는 4×4로 16상자가 적재된다고 할수 있다.

적재효율의 산출에서 장과 폭이 247×247은 계산에 의한 수치로 적재효율을 팻릿 치수에 맞춰 그대로 개선하여 구할수도 있으나 적재여유치수가 0이 되므로 이는 이상적인 치수라고 할수도 있으나 실무적으로는 오버행의 문제와 고단적재시 전도, 전락이 발생할수 있어 이를 상자 1개당 각각 4mm 씩 총16mm를 가산치로 하여 247×247에서의 1단 적재수는 16상자로 정사각형이므로 적재방법에서는 어떠한 적재방법에서도 팻릿적재가 가능하고 적재효율은 91.3%를 구현하였다.

컨테이너(container)는 국제 유통을 목적으로 자동차, 철도차량, 선박 상호간에 사용되는 상자형의 국제 일반화물 컨테이너(KS A1701)에서 가장 많이 사용되고 있고 칸밤의 수출에도 사용하고 있는 최소 안치수인 높이 2,350mm×나비 2330mm×길이 11,998mm의 1AA에 맞추어 여유치수를 적용하여 적재효율을 분석하였다.

기존 및 개선포장의 컨테이너(1AA) 적재가능 수량 및 중량

| 구분 | 계산수량(box) | | | | 실제적재 수량 box | 실제적재 중량(kg) | 비고 | |
|----------|-----------|-------|----|----|----------------|----------------|---|--------|
| | 계 | 길이 | 나비 | 높이 | | | | |
| 기존 포장 | 가공용 | 2,205 | 49 | 9 | 5 | 1,660 | - 최대총무게(KSA1718) 30,480kg (최대실중량25 ton) | |
| | 슈퍼용 | 4,851 | 49 | 9 | 8 | 2,500 | | 25,000 |
| 개선포장 | | 2,688 | 48 | 8 | 7 | 2,500 | | 25,000 |

5) 상자의 압축강도 결정

골판지상자의 강도는 압축강도와 파열강도로 크게 나뉘는데 상자의 기능으로 볼 때 파열 강도보다는 압축강도가 더 중요한 요소가 된다. 특히 칸밤의 포장에서는 습기와의 접촉이 많으므로 더욱 그러하다. 칸밤을 안전하게 보호할 수 있는 수출용 골판지상자의 압축강도는 다음 식으로 구하여 400kg이 되었다.

$$P=K \cdot W(H/h-1)$$

여기에서 P : 골판지 상자의 필요압축강도(kg)

K : 안전계수

W : 골판지상자 1개의 총무게(kg)

H : 적재 총높이(cm)

h : 골판지 상자의 높이(cm)

공식에 대입하면 $P(400\text{kg})=5 \cdot 10\text{kg}(233\text{cm}/28.8\text{cm}-1)$

여기에서 안전계수는 보통의 공산품에서의 경우는 약 3~4를 적용하고 있으며 자립제품이므로 안전계수가 낮아도 될수 있으나 간밤의 포장공정에서는 주로 물을 취급하고 고습상태이며 수출품이므로 5를 적용하였고, 적재 총높이는 수출용 컨테이너의 내부 적재 최고높이를 적용하여 233cm로 하였다.

6) 골판지 상자의 원지 구성

이론 압축강도 400kg을 만족할수 있는 골판지는 SW에서는 강도의 한계를 초과하므로 (SW는 주변장1,500mm기준, 최고 표준압축강도는 275kg임) DW에서 가장 보편적으로 쓰이는 원지구성을 해본결과 표준압축강도 420kg의 표준원지배합 SK210/S120/A200/S120/K200이 압축강도 실저하율과 여유율을 감안하면 400kg의 이론 압축강도를 만족스럽게 구현할 수 있을 것으로 판단되었다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 간밤의 보존성 테스트

밤을 포함한 과실류의 효소갈변 방지 조건은 기질은 조절이 불가능하나 분해효소는 온도나 pH 등을 조절함으로써 막을 수 있다.

먼저 효소갈변의 최적온도는 43℃이므로 이 온도를 피해 냉장이나 냉동시켜 갈변을 지연시키거나 데치거나 가열해서 효소작용을 상실시키거나 효소갈변의 최적 pH는 5.7~6.8이므로 가능하면 산 조건으로 만든다. 예를 들어 pH 3정도의 과일쥬스 즉 레몬, 오렌지쥬스 등에 담그거나 아황산가스, 아황산염을 사용하기도 하며(예, 건시), 1~2%의 소금물에 담근다. 또한 갈변의 기질이나 효소가 수용성이면 물에 담그어 침출시킨다. 둘째는 산소차단으로 항산화제 사용이나 밀폐용기에 과일을 넣고 공기차단하거나 공기를 빼고 탄산가스, 질소가스로 치환한다. 셋째는 촉매작용을 하는 구리나 철로 된 칼의 사용을 피한다.

끝으로 갈변방지 첨가물인 축합인산염제제 Acidic sodium metaphosphate(Sporix®)(pH1.8~2.2) 또는 Acidic sodium Polyphosphate(Multiphos®)(pH2.5~4.5)를 첨가하여 식품의 갈변방지, 비타민-C안정제, 금속이온봉쇄제, 쓴맛의 순화, 방청제 작용을 하게 한다.

위스콘신주 농업연구청연구팀은 포테이토칩 제조용으로 적합한 야생용 감자를 개발, 종래 저온저장된 감자를 실온상태로 유지하여 가공처리하는 소요시간과 경비를 줄이는 방법으로 저온저장되었던 감자를 포테이토칩으로 제조하기 위해 약 1개월간 가온처리를 함으로써 저온감자를 바로 칩으로 가공할때의 갈변현상을 방지하고 있다.

국내산 밤을 이용한 가공제품 개발연구에서 밤의 변색방지를 위하여 산화방지제를 처리한 결과 아황산소다 0.1-0.2%처리구가 가장 좋은 색깔을 유지하였고 명반 처리구는 0.1%처리구가 비교적 좋았다는 보고가 있다.2)

본 연구에서는 먼저 Trehalose 용액을 0.5% 이하로 만든후 침지시간을 달리하여 관능검사를 실시하였고 또 탈산소제를 전혀리없이 병행하여 실험하였으며 2점검사법으로 실시한 관능검사는 검사원 7명이 2회에 걸쳐 실시하였으며 실시 결과를 양측검정에 의한 유의성 검정결과 5% 유의수준에서 검정하여 정리한 결과 아래 표 9와 같다.

표 9. 관능검사 결과 ○ : 양호, △ : 보통, × : 불량

| 기간 / 농도,관능 | 0.1% | | | 0.3% | | | 0.5% | | | 탈산소제 투입 | | | |
|---------------|------|----|----------|------|----|----------|------|----|----------|---------|----|----------|---|
| | 맛 | 색상 | 팽창 유무 | 맛 | 색상 | 팽창 유무 | 맛 | 색상 | 팽창 유무 | 맛 | 색상 | 팽창 유무 | |
| 1주차 | 10분 | △ | △ | 무 | △ | △ | 무 | ○ | △ | 무 | ○ | ○ | 무 |
| | 30분 | △ | △ | 무 | ○ | △ | 무 | ○ | ○ | 무 | | | |
| 2주차 | 10분 | △ | △ | 무 | △ | △ | 무 | ○ | △ | 무 | △ | △ | 무 |
| | 30분 | △ | △ | 무 | ○ | △ | 무 | △ | △ | 무 | | | |
| 3주차 | 10분 | ○ | △ | 유 | △ | △ | 유 | ○ | △ | 유 | △ | △ | 유 |
| | 30분 | △ | △ | 유 | ○ | △ | 유 | △ | △ | 유 | | | |

* 2주차 : 각 군별로 조금씩 이취가 발생하기 시작하였지만 맛은 크게 변화가 없었다.

* 3주차 : 각 군별로 팽창이 일어나기 시작하였고 이취도 좀더 심하였다.

이상의 결과로 볼 때 0.1%/10분, 0.3%/30분, 0.5%/10분 처리구가 3주차 까지 가장 양호하였다. 이중에서 0.3%/30분 군이 가장 양호하였다.

또한 이를 관능 검사와 미생물 검사를 한 결과는 표 10과 표 11에 나타내었다.

표 10. 관능 검사 결과

○ : 양호, △ : 보통, × : 불량

| | | 대조구 | 명반 | 염소 | | Trehalose | | 비타민 C | |
|----|------|-----|-----|-----|----|-----------|----|-------|----|
| | | 무진공 | 무진공 | 무진공 | 진공 | 무진공 | 진공 | 무진공 | 진공 |
| 1주 | 팽창 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 이취 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 표면건조 | × | × | × | ○ | × | ○ | × | ○ |
| | 맛 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 2주 | 팽창 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 이취 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 표면건조 | × | × | × | × | × | ○ | × | × |
| | 맛 | × | × | × | × | × | × | × | × |
| 3주 | 팽창 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 이취 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 표면건조 | × | × | × | × | × | × | × | × |
| | 맛 | × | × | × | × | × | × | × | × |

표 11. 일반 미생물 검사 결과

| 구분 | 대조구 | 명반 | 염소 | | Trehalose | | 비타민 C | |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | 무진공 | 무진공 | 무진공 | 진공 | 무진공 | 진공 | 무진공 | 진공 |
| 초기 | 66x10 ² | 18x10 ² | 15x10 ² | | 14x10 ² | | 16x10 ² | |
| 1주 | 2x10 ⁴ | 3x10 ³ | 2x10 ³ | 1x10 ³ | 2x10 ⁴ | 1x10 ⁴ | 2x10 ⁴ | 1x10 ⁴ |
| 2주 | 3x10 ⁵ | 2x10 ⁴ | 2x10 ⁵ | 3x10 ⁴ | 3x10 ⁵ | 2x10 ⁴ | 3x10 ⁵ | 2x10 ⁵ |
| 3주 | 2x10 ⁵ | 3x10 ⁵ | 3x10 ⁵ | 5x10 ⁴ | 2x10 ⁷ | 3x10 ⁴ | 4x10 ⁵ | 2x10 ⁵ |

앞서 실험 결과를 바탕으로 0.1%/10분, 0.3%/30분, 0.5%/10분 처리구에 탈산소제를 첨가하여 실험한 결과 2주차 까지는 맛, 냄새, 색상에 있어 서로간에 차이가 없었지만 3주차에서 모두 팽창이 일어났다. 그리고 탈산소제 뒷면에 접촉된 시료가 검게 변하는 것이 발견되었다.

팽창이 빨리 일어나는 것으로 볼 때 보관온도가 적어도 4℃이어야 4주이상 보관을 할 수 있을 것 같고 관능적으로도 맛이 보존될 것 같다.

모든 실험 결과를 종합하여 볼 때 0.3%/30분이 가장 양호한 것으로 나타났지만 30분 처리는 현장작업에서 어려움이 있으므로 고농도에서 5분 이내 처리가 바람직할 것으로 사료된다.

이상의 결과를 요약해 보면 처리구중 7일째부터 무진공포장 처리구의 표면건조가 진공포장 처리구보다 불량하였으며 이후 시간이 경과할수록 진공포장보다 표면건조가 빨리 진행되었다. Trehalose진공처리구는 14일째까지는 양호하였다. 미생물은 진공포장이 $10^{-1} \sim 10^{-2}$ 정도 적게 나타났다. Trehalose, 비타민C 처리는 미생물 발육억제에는 효과가 없는 것으로 나타났다. 팽창, 이취는 모든 처리구가 21일 까지는 양호하였다. 실험경과 14일째 간밤 고유의 고소한 맛의 저하가 일어났으며 특히 14일째 비타민C 처리구는 조직연화가 있었다.

따라서 실험 7일 이후부터 간밤 고유의 맛이 저하되는 경향을 보였으며 Trehalose진공처리구만이 14일 정도 Shelf-life 유지가 가능하였다. 미생물은 진공포장이 무진공보다 $10^{-1} \sim 10^{-2}$ 정도 적게 나타났다. 탈산소제와 진공포장을 병행하면 14일 정도 Shelf-life 유지가 가능하였다.

2. 포장 테스트

(1) 포장재질의 투과도 측정

진공포장과 탈산소제 봉입, CO₂ 흡수제 봉입포장재료의 선택에는 배리어성이 있는 포장재료가 선택되어야 하는데 박등은 포장재료의 산소투과도는 20cc/24hr/atm 이하가 바람직하다고 하고 있으나 국내 산소흡수제 생산업체인 T사에서는 30cc/24hr/atm 이하이면 가능하다고 하고 있다. 따라서 이번 실험에 사용한 필름의 산소투과도를 경북과학대학 포장연구지원센터에서 측정한 결과는 표 12와 같으며 진공포장 또는 산소흡수제 충전포장에는 적합한 재료라고 판단된다.

표 12. 간밤포장용 봉지의 산소투과도 측정결과

| 재질구성 | 두께 | 산소투과도(cc/24hr/atm) |
|----------|------------|--------------------|
| ONY/LDPE | 60 μ m | 20~25 |

(2) 골판지 상자 압축강도 시험

골판지상자를 외치수를 기준하여 치수는 247×247×288, DW 원지구성은 SK210/S120/ A200/S120/K200으로 특별 주문하여 상자가공 전문회사인 진영하이팩(경기 광주 소재)에서 0201형식으로 골판지상자 가공공정에 따라 제작하여 경북과학대학 포장연구지원센터에서 압축강도 시험기로 상자 압축강도를 실시한 결과는 표 13과 같다.

표 13. 실험제작 골판지상자의 압축강도 측정결과

| 종류 | 상자 형식 | 압축강도(kg) | 원지구성 |
|----|-------|----------|---------------------------|
| DW | 0201 | 430 | SK210/S120/A200/S120/K200 |

압축강도 측정결과가 이론적으로 검토된 결과보다 더 높게 나타났으며 이는 이론치는 주변장이 1,500mm를 기준으로 하였으나 본 실험용 상자는 주변장이 988mm로 적었으며, 실험용으로 특별제작 됨으로서 인쇄 등 일반 골판지상자의 가공과 제작과정에서 생기는 압축강도 저하요인이 적었던 것으로 생각된다.

(3) 포장개선 결과의 경제성 검토결과

포장 개선결과는 중량과 공간의 축소, 내용물량의 차이, 냉장컨테이너의 국내 운송비, 일본내 냉장컨테이너 운송비등 계산하기가 약간은 복잡하다. 따라서 계산이 편리하고 명확한 요소만을 정리한 것은 표 14와 같다.

표 14. 간밤 기존포장과 개선포장의 경제성 평가 결과

| 구분 | 기존포장 | | 개선 포장 | |
|--------|--------------|---|-------------------------------------|---|
| | 슈퍼용 | 가공용 | | |
| 포장부분 | 입상물품 | 간밤 5kg 냉각수2kg 0원 사각얼음2kg 0원 | 간밤 12.5kg 냉각수7.5kg 0원 | 간밤 10kg 산소흡수제30원 ^{주1)} |
| | 내포장 | 봉지 60원 | 봉지 60원 | 봉지 310원 ^{주2)} 진공포장 73원 ^{주3)} |
| | 외포장 | 발포PS box600원 | 각판 1,500원 | 골판지상자600원 ^{주4)} |
| | 소계 | 660원 (3억1200만원/년) | 1,560원 (3억1200만원/년) | 1,013원 (2억260만원/년) ^{주5)} |
| 물류부분 | 컨테이너 입상수량 | | 미산출 | 미산출 ^{주6)} |
| | 국내냉장 운송비 | 냉각수2kg,년400ton 얼음 2kg, 년400ton | 냉각수7.5kg, 년400ton | 미산출 ^{주7)} |
| | 일본냉장 운송비 | 냉각수2kg,년400ton 얼음 2kg, 년400ton 추가 천만원/년 | 냉각수7.5kg, 년1,500ton 추가 4천만원/년 | 4천만원/년, 절감효과 ^{주8)} |
| | 소계 | 추가 천만원/년 | 추가 4천만원/년 | 4천만원/년, 절감효과 |
| 합계(년간) | (억 만원/년) | (3억5,200만원/년) | (2억260만원/년) | |

- 주1) 전격가 1봉
- 주2) LDPE 인프레션 필름과 차단성 필름(ONY/LDPE)
- 주3) 진공포장기 구입비 4,000만원×이자11-감가상각 3년-20만개/년
- 주4) 상자 전격가
- 주5) 포장부분 절감액 547원/개당, (년간절감액 1억940만원)
- 주6) 컨테이너당 제품 중량 20% 추가 입상(얼음 및 냉각수 중량 차지부분)
- 주7) 단가산정 자료 미흡
- 주8) 일본 냉장운송비20¥/kg (200원/kg) 년간20만켤×2,500ton
- 주9) 1억4,900만원/년 절감

표 14에 따르면 슈퍼용의 포장비는 간밤 5kg의 포장비는 700원이었으나 개선한 포장은 10kg을 포장하며 1,050원 의 포장비가 소요되므로 얼핏 보면 포장비가 증가한 것으로 생각할 수 있으나 냉각수 2kg와 얼음 2kg의 제거로 수출시 컨테이너 입상수량의 증가, 중량의 감소를 계산하고 일본내 냉장운송비 20¥/kg를 추가로 계산한다면 포장 및 유통비용의 절감액은 의외로 상당한 액수가 될 것으로 기대 된다.

가공용의 포장비는 기존 1,560원에서 1,050원으로 1상자당 510원이 절감되고 이를 연간 가공용 수출량 20만개로 곱하면 연간 1,020,000원이 절감되며 이를 유통비용까지 합하여 계산하면 연간 8,000만원 이상의 직접 원가절감과 부수적인 무형의 원가절감이 가능하다.

IV. 결론 및 의견

V. 참고문헌

1. 농수산물 수출입뉴스 농림수산물수출입조합 1998. 8. 28
2. 김성수외3 (1995) 한국식품개발연구원, 국내산 밤을 이용한 당침밤, 양갱 및 통조림 가공 제품개발
3. 한국산업규격 KSA1701-1997 국제 일반 화물 컨테이너
4. 한국산업규격 KSA1703-1997 국제냉동컨테이너
5. 한국산업규격 KSA1601-1997 금속판제 4, 18, 20ℓ 통
6. 월간 산림 임업협동조합중앙회 1999년 1월호 삼문인쇄(주)pp69~71
7. 격월간 골판지포장·물류 한국골판지공업협동조합 pp35~43 1998.5 Vol.5 No.22 문성프로세스
8. 식품포장의 기초와 응용 김청, 박근실 (주)포장산업pp187~189 압강 pp289~293진공 pp298~300탈산소
9. 포장표준화 해설집 한국산업디자인진흥원1997.2 pp13 표준치수, pp22~31압강라이너