

진공예냉처리에 의한 양상치의 선도 연장

김병삼* · 김동철 · 이세은 · 남궁배 · 최문정 · 정문철

한국식품개발연구원

초록 : 양상치의 유통구조 개선 및 선도연장을 위해 생산지에서 직접 수확한 후 전처리하여 진공예냉시킨 다음 저온유통시험을 수행하였다. 양상치는 기존 상온 수송에 비하여 예냉처리후 냉장수송하였을 때 소비지에 도착시 관능적으로 신선도에 있어서 유의차를 인지할 수 있었으며, 각 방법에 의하여 수송해온 양상치를 0~15°C에 저장하였을 때 저장 설정 온도에 도달하는데는 10~17시간이 소요되었다. 양상치는 진공예냉장치에 의하여 27분만에 1°C까지 냉각이 가능하였으며, 예냉처리 및 냉장수송한 후 0°C에 저온저장하였을 때 감도율은 최고 5% 이하로 30일간 저장이 가능하였고, 아스코르브산은 86%, 클로로필은 52% 이상 유지되었다. 관능적 특성에 의하여 평가하였을 때 예냉 및 냉장수송을 한 양상치는 15°C에서는 5일, 0°C에서는 40일 이상 저장이 가능하였으며 예냉처리하지 않고 상온수송을 하여 저장한 경우는 15°C에서 3일, 0°C에서는 20일 정도 밖에 저장이 되지 않았다(1995년 4월 10일 접수, 1995년 5월 16일 수리).

서 론

우리나라에서 재배되는 양채류는 6.25 동안 이후 유엔군에 군납용으로 재배했던 양상치를 시초로 샐러리, 꽃양배추, 브로콜리, 래디쉬등 샐러드 용으로 이용되는 것으로 채소 자체의 향기와 맛이 독특하여 그 생산량이 계속 증가하고 있다. 현재 우리나라에서 양채류의 지역별 출하시기와 주요 품목은 품목별 차이는 있으나 년중 생산되고 있는 형편이며 이중 양상치는 하절기에는 대관령 지역을 중심으로 주로 생산되며 그 외의 계절에는 중남부 지방에서 계속 생산되고 있다. 특히 양채류중 양상치는 식습관의 서구화와 함께 햄버거나 샐러드용으로 많이 이용되고 있으며 매년 생산량이 증가하고 있다.

양상치는 현재 10 kg들이 골판지 박스에 포장되어 2.5톤이나 4.5톤 布裝 트럭, 보냉트럭 또는 일부이기는 하나 냉장차를 이용하여 출하되고 있으며 도매 시장에서 다시 외업을 떼어내고 랩포장(wrapping)을 하여 소매상이나 백화점에 유통되고 있다. 따라서 소비지에서 다시 다듬기, 포장등 재작업을 해야 하는 번거로움과 쓰레기 처리 문제가 대두되고 있으며 조직이 취약해 수송과정중 파손이나 품질 열화가 문제되고 있다. 특히 양상치와 일부 엽채류에 대해서는 이러한 특성 때문에 유럽, 미국, 일본 등 유통 선진국에서는 수확 후 조제하여 진공예냉(vacuum cooling)처리를 한 후 저온 유통시키는 것이 거의 관례화되어 있다.¹⁻²⁾

진공예냉은 주위의 압력이 낮아지면 물의 끓는 점이 동시에 낮아지게 되며 이 때 증발한 수증기에 의하여 빼앗긴 증발 잠열에 상당하는 만큼 품온 강하가 일어나 냉각이 이루어지는 예냉방식으로 단시간(20~30분)에

냉각을 완료할 수 있어서 표면적이 넓은 채소류에 광범위하게 적용되고 있다. 특히 예냉과정중에 표면수분의 손실에 따라 외부 조직이 단단해짐으로써 유통중 손상을 줄일 수 있는 잇점이 있어 양상치와 같이 조직이 취약한 엽채류에 탁월한 효과가 있다.³⁻⁷⁾

국민소득의 증가에 따라 식습관에 있어서도 상당한 변화를 가져오고 있는데 최근 들어서는 위생적으로 안전하고, 최소가공된 상태, 그리고 고도의 신선도를 갖는 천연에서 유래한 식품을 추구하는 건강지향성과 미식의 형태로 발전하고 있다. 그런데 청과물에 있어서는 고도의 신선도를 유지하기 위해서는 기존의 상온 유통 체제하에서의 유통으로는 문제가 있으며 수산물과 축산물에서 보편시되고 있는 cold-chain system이 도입되어야 할 것이다.

지금까지 양상치에 대한 연구는 저장중의 품질 변화나 유통에 관하여 부분적으로 수행되어져 왔다.⁸⁻¹⁴⁾ 따라서 본 고에서는 상기 목적하에 양상치를 산지에서 수확한 직후 진공예냉을 행하고 이어 보냉차와 냉장차를 이용하여 수송함으로써 기존 수송방법에 의한 품질 저하를 줄이고자 하였으며 나아가 청과물 유통에 있어서 저온 유통체계(cold-chain system)의 기초 자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에서 사용한 양상치(*Lactuca sativa* L.)는 1992년 8월 13일 강원도 횡성군 도암면(대관령)의 재배 농가에서 수확한 것을 현장에서 직접 구입하여 사용하였다. 수확은 청명한 날 오전 10시 이전에 수확하여 인근의

찾는말 : 진공예냉, 양상치, 선도연장, 콜드체인
*연락처

저온 저장고(15°C 정도)로 옮긴 다음 이곳에서 작업을 수행하였다.

조제

예냉처리를 위한 시료의 조제는 다음과 같이 행하였다 즉 결구 외엽은 1매만 남기고 제거한 다음 폴리에틸렌 랩으로 wrapping한 다음 10 kg들이 골판지 박스(550×310×300 mm)에 2단으로 포장하였다. 이 때 하단에는 切口를 밑으로 향하게 하여 놓고 그 위에 완충 및 흡습 재료를 겹하여 신문지를 1장 접어서 편 다음 상단에는 하단과는 반대로 절구가 위를 향하게 하여 적재하여 수송중 손상을 받지 않도록 하였다.

진공예냉장치 및 예냉

실험에 사용된 진공예냉장치는 1배치당 업체류 30 kg을 30분 이내에 0°C까지 냉각시킬 수 있고 진공조의 규모는 가로 720 mm, 세로 530 mm 및 높이 1,050 mm 이고 진공펌프의 배기용량은 350 l/min, 냉동기의 압축기는 2마력 그리고 콜드트랩의 표면 온도는 -6°C이었다.

양상치의 예냉처리는 위에서 조제, 포장한 양상치를 1 배치당 3박스(1박스당 중량: 7.75~8.70 kg)씩 진공조에 넣고 양상치의 품온이 1°C에 도달할 때까지 냉각시켰다. 예냉과정중 진공조내의 압력은 운전 개시후 5분만에 20 Torr 부근까지 도달하였으며 그 이후는 서서히 하강하여 25분경에 5 Torr 부근에 도달하였다. 그리고 양상치의 품온은 수확후 24.5°C에서 27분후에 1°C 부근까지 도달하였으며 이 때 줄기 부분은 2~3°C 정도 높게 나타났다.

유통 및 저장 방법

양상치의 유통은 다음과 같이 4가지 방식으로 행하였다. 즉, NT: 골판지 박스에 포장한 후 상온 포장 트럭(covered truck)으로 수송, PTC: 조제하여 랩포장한 다음 골판지 박스에 담아 5°C 냉장차로 수송, VCC: 조제한 후 랩포장하여 골판지 박스에 담아 진공예냉후 5°C 냉장차로 수송, 그리고 VCA: 조제후 랩포장하여 골판지 박스에 담아 진공예냉후 보냉차로 수송.

그리고 연구원의 저장고에 도달한 후에는 0±0.5°C 및 15±0.5°C(R.H 80~95%)로 조절된 6평 규모의 저장실에서 저장하였으며 저장고내의 적재율은 30% 정도로 하였다.

품온의 측정

양상치의 수송 과정중 품온은 electronic thermometer(Comak, Type 1621-4, Comak Electronic Ltd. England)를 이용하여 차량의 중간 위치에 놓여진 골판지 박스중 중간에 위치한 양상치의 중심부에 thermocouple을 고정하여 측정하였으며 thermocouple은 Cu/Con을 사용하였다.

감모율의 측정

초기 중량에 대한 중량 감소 정도를 일정간격으로 측정하여 백분율로써 나타내었다.

아스코르브산의 정량

양상치 상자의 상,중,하단에서 각각 1포기씩을 채취한 다음 각각을 4등분하여 그 중 한 개를 모아 함께 마쇄시켜 착즙기를 이용, 착즙한 다음 착즙액을 저온에서 원심분리하여 얻은 상등액을 일정량 취해 고속액체크로마토그래프(Waters, model 510)를 이용하여 분석하였으며 이 때 칼럼은 Radial pak C₁₈ cartridge, 이동상은 methyl alcohol PIC solution, flow rate는 2 ml/min, detector는 UV 214를 사용하였다.

클로로필의 정량

앞에서 조제한 양상치의 외엽 3잎을 이용하여 AOAC법¹⁵⁾에 의해 정량하였다.

표면 색택

양상치의 표면 색택(surface color)은 Chroma meter(CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였다. 측정은 각 처리구별로 미리 지정한 5개의 양상치의 일정한 부위에 대해 그 변화 정도를 측정하였는데 측정은 4부위를 측정해 산술 평균하였다. 이 때 calibration plate의 L, a 및 b value는 각각 97.5, -0.49 및 1.96이었다.

관능검사

양상치의 관능적 특성은 별도로 설정한 기준에 의거 변색, 조위, 조직감, 부패 등에 대하여 8인의 판별 요원에 의해 5단계 평점으로 평가하였으며 검사 결과는 SAS 프로그램¹⁶⁾을 이용하여 통계학적으로 분석하였다.

1) 변색(discoloration)

5, 수확 직후-양상치 고유의 색택을 유지하고 있으며 갈색 또는 붉은 색의 반점이 하나도 없는 상태; 4, 갈색 또는 붉은색의 반점이 생기기 시작한 상태-반점이 서로 뭉치지 않은 상태; 3, 변색이 어느 정도 진행되었으나 다듬으면 식용은 가능한 상태-반점이 서로 뭉쳐서 커진 상태; 2, 변색이 심하여 식용은 곤란한 상태; 1, 변색이 극심한 상태-변색이 50% 이상 진행된 것.

2) 조위(wilting)

5, 수확 직후의 신선한 상태; 4, 양상치 잎이 약간 시들기 시작한 상태; 3, 어느 정도 시들었으나 식용 가능한 상태; 2, 시든 정도가 심하여 양상치 고유의 조직감이 상실된 상태; 1, 아주 심하게 시든 상태.

3) 조직감(firmness, texture)

5, 수확 직후의 상태-단단하고 씹을 때 아삭아삭한 상태; 4, 수확 직후에 비해 약간 조직감이 저하되었으나

그런대로 초기 상태와 비슷한 상태-약간 물러진 상태; 3, 조직감이 저하되어 초기 상태와는 차이가 나지만 그런대로 식용이 가능한 상태; 2, 물러져서 식용에 적당하지 않은 상태; 1, 아주 심하게 물러진 상태.

4) 부패(decay)

5, 수확 직후의 상태-부패 흔적이 전혀 없는 상태; 4, 부패 흔적이 한두군데 나타나기 시작한 상태; 3, 부패 흔적이 5~6군데 나타나 상품 가치를 잃기 시작한 상태로 다듬으면 식용이 가능한 상태; 2, 부패가 어느 정도 진행되어 점질물이 많으며 식용은 곤란한 상태; 1, 부패가 극심한 상태-부패가 50% 이상 진행되어 전체적으로 부패한 상태.

5) 종합적 평가(overall acceptability)

5, 수확 직후의 신선한 상태; 4, 위의 1~4항목중 품질저하 요인이 1~2개 이상 나타나기 시작한 상태; 3, 신선도는 조금 떨어지나 식용은 가능한 상태; 2, 신선도가 많이 저하되어 식용이 불가능하고 상품성도 없음; 1, 신선도가 매우 저하되어 폐기 직전의 상태.

결과 및 고찰

유통중의 품질 및 품온 변화

양상치의 유통 방법을 개선하고 신선도를 제고시키기 위하여 전처리 방법과 수송 수단을 달리하여 유통시킨 결과 연구원의 저장고에 도착한 직후의 품질상태는 Table 1과 같았다. 수확 직후의 품온은 24.5°C였으며 이를 기존의 상온 布裝트럭으로 수송하였을 때는 저장고에 도착하였을 때의 품온이 25.6°C로 오히려 1°C정도 상승하였다. 그러나 예냉처리를 하여 5°C 냉장차로 7시간 수송한 경우는 4.7°C, 보냉차로 수송한 경우는 9.8°C를 나타내었으며 예냉처리를 하지 않은 상태의 양상치를 바로 냉장차에 적재하여 수송한 경우는 16.4°C를 나타내었다. 따라서 냉장차로 수송하더라도 가급적 산지에 냉을 행하여 수송하는 것이 선도 유지는 물론 냉장차의

냉동부하를 덜어주는 효과를 가져올 것으로 여겨졌다. 전처리 및 수송방법 차이에 따른 아스코르브산의 보존은 예냉처리를 하여 냉장차로 수송한 경우는 수확직후의 상태를 거의 그대로 유지하였으나 상온 유통시킨 경우는 초기의 8.0 mg%에서 7.0 mg%로 12% 이상이 소실되어 짐을 알 수 있었다. 표면색택과 클로로필 함량은 외관적으로 보았을 때 기존 방법대로 유통한 경우는 조위 현상이 외엽에서 부분적으로 보이거나 분석 결과 크게 차이를 보이지는 않았다. 그러나 관능적 특성을 비교한 결과 기존 방법대로 유통한 양상치와 예냉처리를 하거나 냉장, 보냉차 수송을 한 경우와 차이를 인지할 수 있었다.

Fig.1~4는 산지에서 여러 방법에 의해 수송해온 양상치를 0~15°C에 보관하였을 때 품온이 변화하는 과정을 나타낸 것이다. 본 실험은 저장고에 냉각 공기를 충분히 공급한 상태에서 행하여 졌는데 진공예냉 처리후 냉장차로 수송한 양상치는 15°C에 저장한 경우 10시간 만에 15°C에 도달하였으며 0°C에 저장한 경우는 11시간 후에 0°C에 도달하였다. 한편 진공예냉후 보냉차로 수송해온 양상치를 0~15°C에 저장한 경우는 10~12시간 만에 저장고의 설정 온도에 도달하였다. 그리고 진공예냉후 포장 트럭으로 수송한 경우는 저장고 도착시의 품온이 15°C정도였는데 5°C와 0°C까지 도달하는데 각각

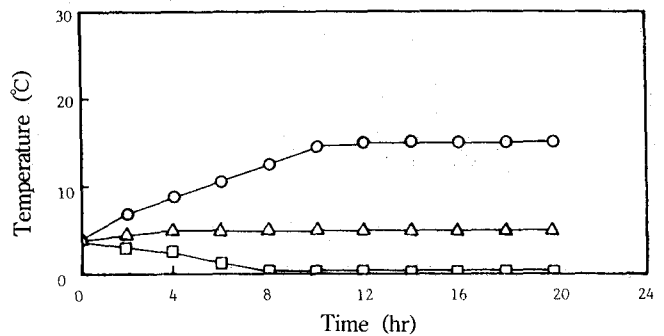


Fig. 1. Changes of temperature of crisphead lettuces during storage at various temperatures after vacuum cooling and transporting with 5°C cold car. □-□, 0°C; △-△, 5°C; ○-○, 15°C.

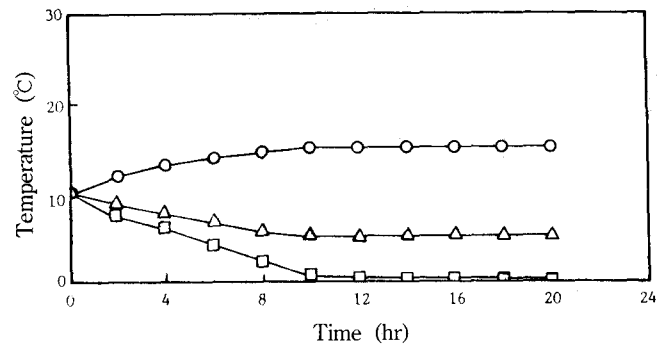


Fig. 2. Changes of temperature of crisphead lettuces during storage at various temperatures after vacuum cooling and transporting with a insulating car. □-□, 0°C; △-△, 5°C; ○-○, 15°C.

Table 1. Changes in quality of crisphead lettuce during transportation

Characteristics	after harvest	after transportation			
		NT	PTC	VCC	VCA
Temperature (°C)	24.5	25.6	16.4	4.7	9.8
Ascorbic acid (mg%)	8.0	7.0	7.4	7.9	7.8
Surface color L-value	72.8	72.0	72.3	72.7	72.4
a-value	-17.7	-17.0	-17.2	-17.6	-17.4
b-value	20.3	21.0	20.9	20.4	20.7
Chlorophyll (µg/g.f.w)	48.6	46.8	47.3	48.1	47.9
Sensory score ¹⁾	5.0 ^a	4.3 ^b	4.8 ^a	4.9 ^a	4.8 ^a

Transportation time, 7 hours; outer air temperature, 23~32°C. ¹⁾Means not followed by the same letter are significantly different from one another(p<0.05)

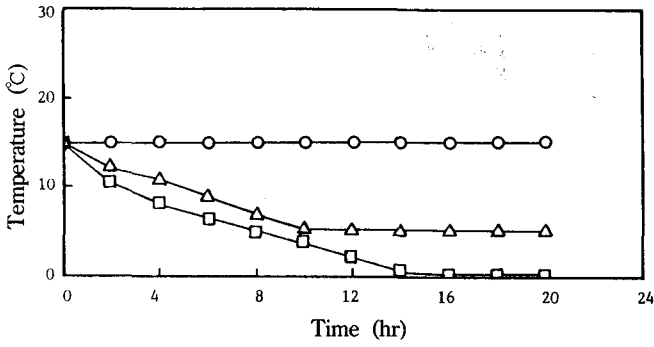


Fig. 3. Changes of temperature of crisphead lettuces during storage at various temperatures after vacuum cooling and transporting with a covered truck. □-□, 0°C; △-△, 5°C; ○-○, 15°C.

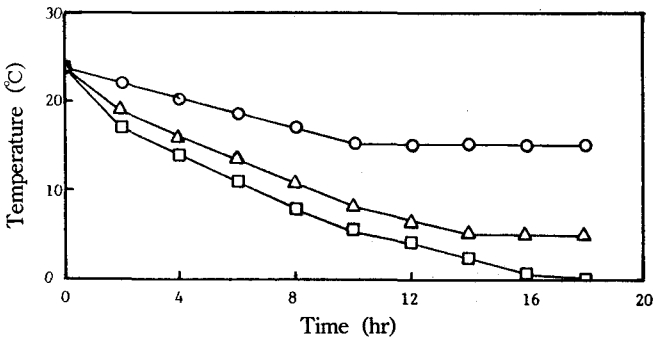


Fig. 4. Changes of temperature of crisphead lettuces during storage at various temperatures after transporting with a covered truck (without vacuum cooling) □-□, 0°C; △-△, 5°C; ○-○, 15°C.

11시간과 15시간이 소요되었다. 한편 기존 유통 방식대로 포장 트럭을 이용하여 전처리 과정없이 수송한 경우는 15, 5 및 0°C에 도달하는 시간이 각각 11시간, 15시간, 17시간으로 나타났다. 그런데 이 경우는 냉기를 충분히 공급하고 저장고내의 공기흐름을 방해하지 않은 상태에서 행하였기 때문에 이상과 같은 결과가 도출되었으나 많은 박스를 저장고내에 일시에 적재한 경우는 저장 설정 온도에 도달하는 시간이 더 소요될 수 있을 것으로 여겨졌다.

감모율의 변화

Fig. 5 및 6은 양상치의 저장중 감모율의 변화를 나타낸 것이다. 0°C에 저장한 경우는 진공예냉 후 냉장수송 및 보냉수송한 양상치는 저장 30일 후에 각각 5%, 7% 그리고 40일 후에는 각각 9%, 12% 정도로 감소하였으나 전처리후 예냉을 하지 않고 냉장 수송한 경우는 30일 후에 9%, 40일 후에는 19%의 감모를 나타내었다. 그리고 기존 방식대로 유통한 경우는 20% 이상의 감모율을 나타내었다. 이는 예냉 처리한 양상치의 경우 예냉 처리시 약 3% 정도의 수분이 증발하여 상대적으로 비예냉품에 비해 증발 가능한 수분이 줄어들었기 때문으로 여겨지며 한편으로는 초기에 품온을 강하시켰으므로 호흡이 훨씬 억제되어 성분분해가 적게 일어난 결과로

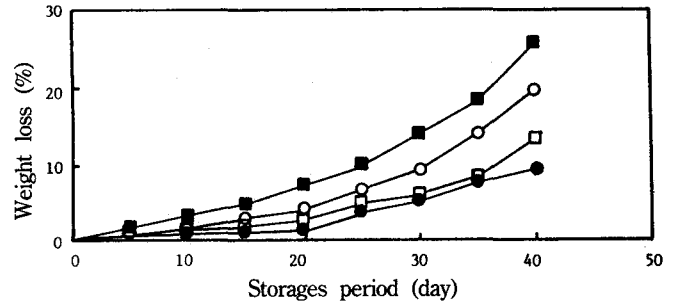


Fig. 5. Changes in the weight loss of crisphead lettuces during storage at 0°C. ●-●, VCC; □-□, VCA; ○-○, PTC; ■-■, NT.

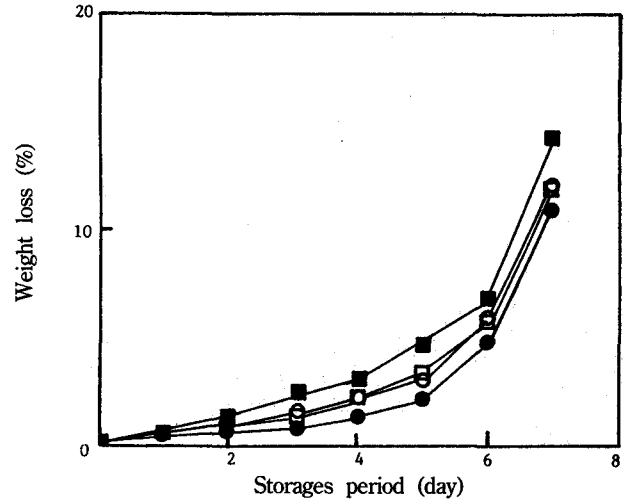


Fig. 6. Changes in the weight loss of crisphead lettuces during storage at 15°C. ●-●, VCC; □-□, VCA; ○-○, PTC; ■-■, NT.

추정되었다.

따라서 장기 저장한 경우 예냉 처리에 의해 초기 수분을 제거하더라도 오히려 비예냉품에 비해 총 감모율에 있어서는 유리한 결과를 보여주고 있다. 보통 청과물은 5% 이상 감모하면 외관상 조위(wilting)를 인지할 수 있어 상품성이 저하된다고 하는데,¹⁷⁾ 양상치의 경우 저장고의 상대습도가 80~95% 정도 되었기 때문에 증발 감모율은 대개 초기에는 호흡에 의한 감모와 표면증발이 주를 이루다가 저장 말기에 가서는 연부현상과 더불어 수분이 유리되어 크게 증대되는 것으로 여겨졌으며 관능적으로 판단할 때 양상치의 경우는 가장자리의 외엽만 제거하면 감모율이 10% 이하일 때는 외관상 크게 영향을 미치지 않는 것으로 여겨졌다. 15°C에 저장한 경우는 온도에 의한 영향이 심해서 전처리나 예냉의 유무에 상관없이 6일 이후에는 급격히 감모가 일어나기 시작하였는데 이 역시 부패와 연관한 유리수의 분리현상과 관계되는 것으로 여겨졌다.

아스코르브산의 변화

Fig. 7 및 8은 각 처리구별로 수송해 온 양상치를 0°C 및 15°C에 저장한 경우 아스코르브산의 함량변화를 나

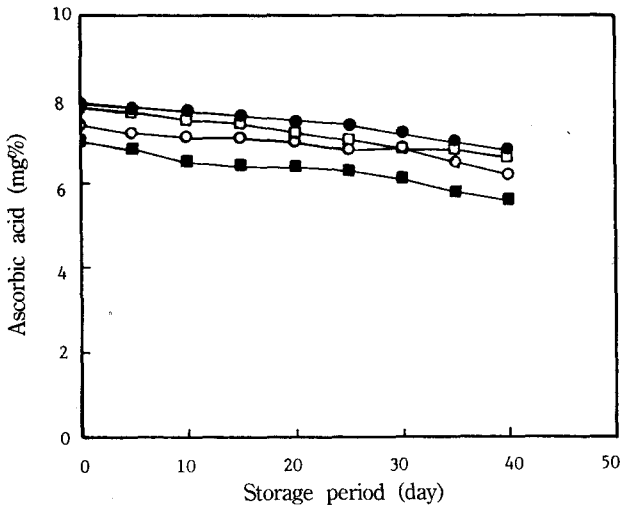


Fig. 7. Changes of ascorbic acid content of crisphead lettuces during storage at 0°C. ●-●, VCC; □-□, VCA; ○-○, PTC; ■-■, NT.

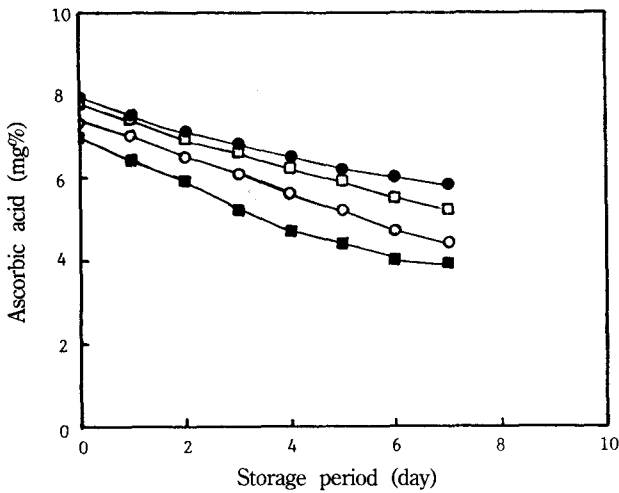


Fig. 8. Changes of ascorbic acid content of crisphead lettuces during storage at 15°C. ●-●, VCC; □-□, VCA; ○-○, PTC; ■-■, NT.

타낸 것이다. 수송 직후의 처리구별 아스코르브산 함량은 진공예냉 처리후 냉장수송 및 보냉수송한 경우가 각각 7.9 mg%와 7.8 mg%, 전처리만 해서 냉장수송한 경우가 7.4 mg%이었고 기존 상온수송 방식에 의한 경우가 7.0 mg%였다. 즉 기존 방식대로 유통된 경우는 수확 직후 예냉처리해서 냉장수송한 경우에 비해 11% 이상 아스코르브산이 손실되어짐을 알 수 있었다.

저장중의 아스코르브산의 보존 상태를 보면 0°C에 저장한 경우, 수확 직후(7.9~8.0 mg%)에 비해 저장 40일 후에 예냉 처리한 경우는 83~86% 정도 보존되었으나 기존 방식대로 수송해온 경우는 70% 정도밖에 보존되지 않았다. 또한 15°C에 저장한 경우는 아스코르브산의 파괴속도가 빨라 저장 일주일만에 기존 방식대로 수송한 경우는 50% 이상 손실되었으나 예냉처리한 경우는 73% 이상 유지되었다.

양상치는 다른 시금치, 무우, 양배추 등의 채소류에 비해 상대적으로 아스코르브산 함량이 적으나¹⁸⁾ 그 소실정도나 보존상태를 볼 때 초기품은 강하의 중요성을 이들 자료로부터 알 수 있으며 이는 주로 아스코르브산이 온도에 민감한 것이기 때문으로 여겨진다. 특히 속갓 같은 경우는 수확 후 1°C에 보관한 경우는 24시간 후에도 아스코르브산이 거의 그대로 유지되나 31°C에 보관한 경우는 15% 정도 밖에 보존되지 않은 것으로 보고되고 있다.¹⁾ 따라서 청과물의 경우 초기 품운을 낮춰 저온유통, 보관할 경우 외관상의 변화 뿐만아니라 영양성분의 보존에 효과적일 것으로 여겨진다.

표면 색택과 클로로필의 변화

양상치를 생산지에서 저장고까지 수송한 직후의 표면 색택은 크게 차이를 인지하기 어려웠다. 특히 기존 방식대로 수송한 경우는 외엽을 벗기고 다시 랩포장(wrapping)을 행하였기 때문에 내부는 색택에 의해서는 전혀 초기와 차이를 느낄 수 없었다. Table 2 및 3은 양상치를 0 및 15°C에 저장하면서 처리구별로 L, a 및 b값의 변화를 본 것이다. 대체로 저장초기에는 외관상이나 측정

Table 2. Changes of L, a and b -values of crisphead lettuce during storage at 0°C

Hunter color	Treatment	Storage period (day)								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
L-value	NT	72.0	68.1	63.0	61.0	57.3	54.6	51.9	49.8	44.3
	PTC	72.3	68.4	64.2	63.1	60.2	55.4	54.1	51.9	49.4
	VCC	72.7	69.9	67.2	64.3	61.2	59.8	58.1	57.3	56.2
	VCA	72.4	68.7	66.5	63.9	60.8	58.1	57.3	56.6	54.9
a-value	NT	-17.0	-15.5	-12.7	-10.2	-8.4	-7.8	-6.2	-3.4	-1.3
	PTC	-17.2	-15.7	-13.4	-11.6	-9.2	-8.6	-7.1	-4.9	-3.7
	VCC	-17.6	-15.9	-14.8	-12.9	-11.2	-10.2	-8.4	-6.5	-5.8
	VCA	-17.4	-15.8	-14.9	-12.6	-10.8	-9.5	-8.0	-5.9	-5.0
b-value	NT	21.0	22.2	23.9	25.8	26.9	29.1	30.2	32.1	34.9
	PTC	20.9	22.0	23.4	25.0	26.4	28.0	29.3	31.2	32.3
	VCC	20.4	21.8	22.4	23.9	25.1	26.8	28.1	29.4	30.6
	VCA	20.7	21.9	23.0	24.2	25.9	27.4	28.9	30.1	31.0

Table 3. Changes of L, a and b -values of crisphead lettuce during storage at 15°C

Hunter color	Treatment	Storage period (day)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	
L-value	NT	72.0	65.4	58.3	53.2	48.8	43.5	39.1	31.8	
	PTC	72.3	66.6	59.1	55.8	50.4	45.1	40.3	34.6	
	VCC	72.7	68.3	62.7	58.1	53.4	49.2	44.8	39.9	
	VCA	72.4	67.9	60.8	57.4	52.1	47.3	42.3	38.1	
a-value	NT	-17.0	-14.1	-11.3	-8.2	-4.3	-2.8	-1.9	-0.3	
	PTC	-17.2	-14.4	-11.9	-8.8	-4.9	-3.1	-2.0	-0.6	
	VCC	-17.6	-15.2	-12.8	-10.3	-6.2	-3.9	-2.8	-1.3	
	VCA	-17.4	-14.9	-12.3	-9.8	-5.8	-3.3	-2.2	-1.1	
b-value	NT	21.0	23.0	25.4	27.1	28.8	32.7	34.0	35.7	
	PTC	20.9	22.3	24.9	26.9	28.9	31.4	33.9	34.8	
	VCC	20.4	21.4	23.5	25.4	27.6	29.0	30.3	31.2	
	VCA	20.7	21.6	24.0	26.1	28.3	30.1	31.7	32.8	

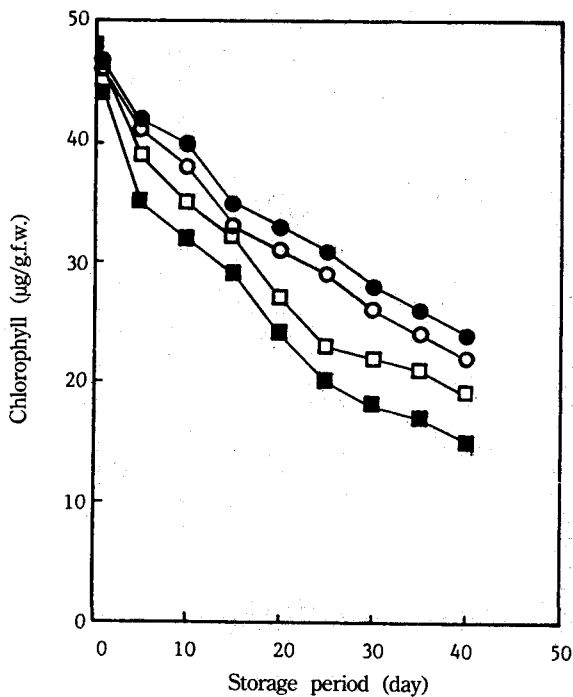


Fig. 9. Changes of chlorophyll of crisphead lettuces during storage at 0°C. ●-●, VCA; □-□, PTC; ○-○, VCC; ■-■, NT.

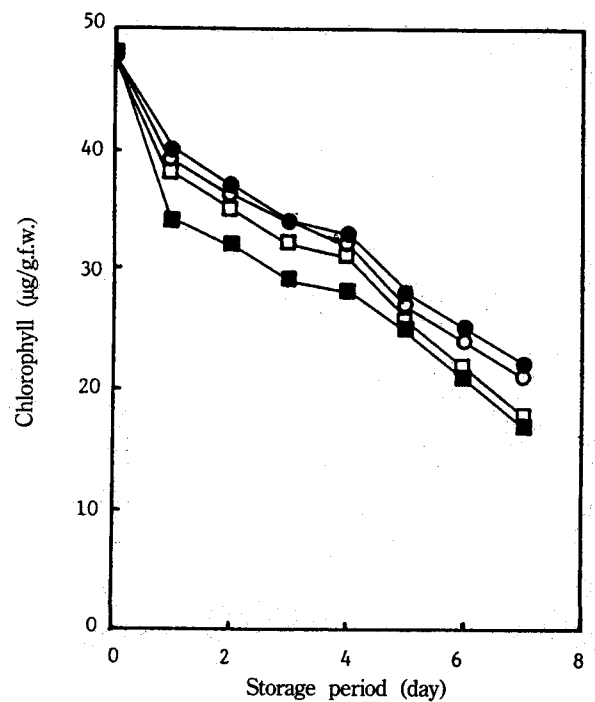


Fig. 10. Changes of chlorophyll of crisphead lettuces during storage at 15°C. ○-○, VCA; □-□, PTC; ●-●, VCC; ■-■, NT.

수치상 차이를 인지하기 어려웠으나 저장기간이 증가함에 따라 L값은 현저히 감소하였으며 a값과 b값은 증가하는 경향을 나타내었다. 그리고 처리구간의 변화를 보면 예냉 처리를 한 처리구들이 비예냉 처리구에 비해 훨씬 완만하게 변화하는 것으로 나타났다. 이는 표면색택이 주로 부패나 연부 현상과 더불어 갈색 쪽으로 변화하기 때문에 다른 품질 변수의 저하 경향과 비슷하게 나타난 것으로 여겨졌다.

Fig. 9 및 10은 양상치의 저장중 클로로필 함량의 변화를 도시한 것이다. 양상치는 재래종의 상추(청치마)¹⁹⁾나 시금치에 비해 클로로필 함량이 상대적으로 적은데 본 실험에서는 저장 초기에 48 µg/g.f.w로 나타났다. 0°C

에 저장한 경우는 저장 40일후에 진공예냉 처리후 냉장수송한 것은 25 µg/g.f.w, 전처리만 해서 냉장 수송한 경우는 20 mg/g.f.w, 그리고 기존 방식대로 유통한 경우는 17 µg/g.f.w였다. 이러한 현상은 클로로필 함량의 변화가 부패와 같은 선도저하와 더불어 일어나기 때문에 이러한 유형으로 변화되는 것으로 여겨졌다. 대체로 클로로필 함량의 70%, 단백질의 40% 정도가 소실되면 저장 한계점으로 여겨지고 있는데,¹⁹⁾ 본 실험에서는 약 50% 정도가 소실되었을 때 거의 저장 한계점에 도달하였으며 이는 클로로필 파괴와 별도로 연부 현상 때문에 품질이 열화되었기 때문으로 여겨졌다. 그리고 15°C에서는 저장 일주일만에 이와 유사한 값에 도달하였

으며 대체로 20 µg/g.f.w 이하로 떨어진 경우는 상품성이 현저히 저하됨을 알 수 있었다.

관능적 특성

일반적으로 청과물의 품질평가는 주로 관능으로 평

가되고 있고 부패, 황화, 갈변, 조위, 손상 등의 정도에 따라 판단되어진다. 본 연구에서는 앞에서 분석한 객관적 지표외에 양상치의 품질을 선택, 조위, 조직감 및 부패 등에 대하여 관능적 평가를 병행하였는데 Table 4 및 5는 각 처리구별로 유통되어 온 양상치의 저장중

Table 4. Changes of organoleptic characteristics of crisphead lettuces during storage at 0°C

Characteristics	Treatment	Storage Period (day)									
		0	1	5	10	15	20	25	30	35	40
Discoloration	NT	4.32	4.30	3.81	3.28	3.00	2.78	2.54	2.18	1.49	1.29
	PTC	4.80	4.80	3.90	3.45	3.15	3.02	2.73	2.39	2.12	1.84
	VCC	4.87	4.86	4.68	4.64	4.46	4.24	4.08	3.60	3.14	2.95
	VCA	4.84	4.83	4.60	4.54	4.31	4.02	3.85	3.24	3.01	2.81
Wilting	NT	4.72	4.70	4.51	4.49	4.19	3.82	3.51	3.36	3.21	2.98
	PTC	4.74	4.71	4.69	4.55	4.24	4.11	3.99	3.84	3.42	3.06
	VCC	4.85	4.85	4.85	4.81	4.49	4.42	4.34	4.18	4.02	3.46
	VCA	4.84	4.82	4.80	4.71	4.34	4.25	4.24	4.09	3.98	3.24
Texture	NT	4.72	4.70	4.52	4.41	4.02	3.88	3.79	3.63	3.11	2.89
	PTC	4.77	4.76	4.62	4.59	4.31	4.24	4.11	4.00	3.82	3.02
	VCC	4.85	4.84	4.84	4.82	4.50	4.44	4.29	4.17	4.00	3.39
	VCA	4.84	4.83	4.82	4.80	4.46	4.29	4.27	4.11	3.94	3.18
Decay	NT	4.11	4.02	3.69	3.14	3.01	2.85	2.62	2.39	2.09	1.56
	PTC	4.30	4.29	3.84	3.20	3.22	3.02	2.84	2.51	2.19	1.94
	VCC	4.69	4.64	4.51	4.49	4.25	4.12	3.87	3.49	3.12	2.82
	VCA	4.66	4.61	4.42	4.29	4.21	4.06	3.79	3.28	2.99	2.71
Overall Acceptance ¹⁾	NT	4.38 ^a	4.34 ^a	4.00 ^a	3.64 ^a	3.40 ^a	3.15 ^a	2.89 ^a	2.64 ^a	2.26 ^a	1.94 ^a
	PTC	4.61 ^{ab}	4.60 ^{ab}	4.14 ^a	3.76 ^a	3.54 ^a	3.38 ^a	3.19 ^a	2.91 ^a	2.58 ^a	2.28 ^a
	VCC	4.80 ^b	4.78 ^b	4.68 ^b	4.65 ^b	4.40 ^b	4.26 ^b	4.10 ^b	3.76 ^b	3.43 ^b	3.08 ^b
	VCA	4.78 ^b	4.75 ^b	4.61 ^b	4.51 ^b	4.29 ^b	4.11 ^b	3.96 ^b	3.54 ^b	3.33 ^b	2.92 ^b

Means not followed by the same letter in the same column are significantly different from one another ($p < 0.05$)

Table 5. Changes of organoleptic characteristics of crisphead lettuces during storage at 15°C

Characteristics	Treatment	Storage Period (day)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Discoloration	NT	4.32	4.01	3.42	3.19	2.85	2.24	2.06	1.82
	PTC	4.80	4.35	3.81	3.61	3.14	2.58	2.26	2.01
	VCC	4.87	4.71	4.14	3.92	3.52	3.11	2.90	2.52
	VCA	4.84	4.42	4.04	3.71	3.39	3.00	2.72	2.44
Wilting	NT	4.72	4.21	3.39	2.98	2.90	2.31	2.12	1.93
	PTC	4.74	4.36	3.80	3.59	3.12	2.64	2.31	2.00
	VCC	4.85	4.69	4.16	3.81	3.49	3.10	3.08	2.76
	VCA	4.84	4.51	4.01	3.71	3.34	2.99	2.78	2.54
Texture	NT	4.72	4.21	3.40	2.98	2.89	2.33	2.14	1.89
	PTC	4.77	4.37	3.82	3.61	3.10	2.66	2.33	2.12
	VCC	4.85	4.70	4.16	3.83	3.51	3.12	3.00	2.77
	VCA	4.84	4.49	4.02	3.69	3.29	3.00	2.81	2.60
Decay	NT	4.11	4.82	3.29	3.00	2.65	2.12	1.98	1.77
	PTC	4.30	4.00	3.71	3.29	3.04	2.74	2.49	2.02
	VCC	4.69	4.22	4.00	3.72	3.34	3.12	2.86	2.49
	VCA	4.66	4.14	3.98	3.54	3.19	3.04	2.66	2.31
Overall Acceptance ¹⁾	NT	4.38 ^a	4.01 ^a	3.37 ^a	3.06 ^a	2.80 ^a	2.22 ^a	2.05 ^a	1.84 ^a
	PTC	4.61 ^{ab}	4.24 ^a	3.77 ^b	3.50 ^b	3.10 ^b	2.65 ^b	2.35 ^{bc}	2.01 ^a
	VCC	4.80 ^b	4.54 ^b	4.10 ^b	3.82 ^b	3.45 ^b	3.11 ^c	2.95 ^b	2.59 ^b
	VCA	4.78 ^b	4.36 ^{ab}	4.01 ^b	3.65 ^b	3.31 ^b	3.01 ^{bc}	2.72 ^{bc}	2.43 ^b

Means not followed by the same letter in the same column are significantly different from one another ($p < 0.05$)

각 온도에서의 관능적 특성치의 변화를 나타낸 것이다. 수확 직후의 관능 평점을 5.0으로 하였을 때, 저장고에 도착한 직후의 판단으로는 진공예냉 처리 후 냉장수송한 것이 4.80, 진공예냉 처리 후 보냉수송한 것이 4.78, 전처리만 해서 냉장수송한 것이 4.61 그리고 기존 방식대로 수송한 것은 4.38로 처리구간에 약간의 차이를 보였으나 크게 두드러지지는 않았다. 그러나 저장 과정 중의 선도변화를 보면 0°C에 저장한 경우는 기존 방식에 의한 유통의 경우는 23일 정도 상품성이 유지되었으나 진공예냉 처리를 하여 유통한 경우는 저장 후 40일 이상 관능치가 3.0 이상을 유지해 상품성이나 식용에 별 무리가 없는 것으로 나타났다.

수송 방법간의 차이를 보면 진공 예냉 처리를 하여 보냉수송한 경우는 냉장 수송한 경우에 비해 5일 이상 저장기간이 단축되었다. 그리고 예냉처리를 하지 않고 전처리만해서 냉장수송한 경우는 27일 정도까지 상품성이 유지되었다. 따라서 이 결과로부터 진공예냉과 같은 예냉처리에 의해 초기 품온을 강하시키는 것이 선도유지에 크게 효과적임을 알 수 있었다.

특히 우리나라의 하절기는 장마철과 겹쳐서 때에 따라서 한 계절을 두고도 양상치의 출하 가격이 5배 이상 등락을 하기 때문에 예냉을 비롯한 저온 유통 체계가 갖추어지면 1개월 이상 저온 장기보관이 가능하기 때문에 계획 출하를 통해 안정된 공급을 유도, 생산 농가의 안정된 소득보장은 물론 증대에 기여할 수 있을 것으로 여겨진다.

양상치의 선도 저하는 주로 연부현상과 함께 수반된 갈색화 현상이 품질 저하의 근간을 이루는 것으로 여겨졌다. 그러나 15°C에 저장한 경우는 선도 저하가 극심하여 각 처리구 간에 큰 차이를 보여주지 못하였는데 역시 진공예냉 처리후 냉장수송한 경우와 진공예냉 처리 후 보냉수송한 경우가 5일째까지 상품성이 유지되었으며, 전처리후 냉장수송한 경우는 4일, 상온수송의 경우에 있어서는 3일만에 상품성이 소실되었다. 그리고 15°C에 있어서는 품질 저하가 상대적으로 빨라서 변·퇴색, 조위, 조직감, 부패의 모든 특성이 거의 동시에 저하되는 것을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 大久保増太朗 (1991) 野菜の鮮度保持, pp.39-138, 養賢堂, 東京, 日本.
2. 長谷川良雄 (1991) 低温流通システムの現状と課題. 食品加

工技術 11, 39-47.

3. 岩元睦夫 (1981) 農産物の豫冷と輸送. 農業 および 園藝 56, 111-118.
4. Steven, A. S., Michael, T. T. and Jeffrey, K. B. (1980) Evaluating precooling methods for vegetable packing house operations. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 101, 175-182.
5. Kawano, S., Onodera, T., Hayakawa, A. and Iwamoto, M. (1984) Precooling and cold storage of chestnuts. *J. Japan. Soc. Hort. Soc.* 53, 194-201.
6. Gorenkov, E. S., Shishkina, N. S., Yarkina, N. P., Vershkovaya, V. V. (1982) Development of the progressive technology of precooling and short term storage of fruits and vegetables in the site of harvesting, IIF-IIR-Commissions B2-C2,DI-Sofia(Bulgaria), 4, 297-30.
7. Henry, F. E. (1980) The effect of certain precooling and storage conditions on the quality of bell peppers. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 93, 314-316.
8. Bolin, H. R. and Huxsoll, C. C. (1991) Effect of preparation procedures and storage parameters on quality retention of salad-cut lettuce. *J. Food. Sci.* 56, 60-62.
9. Larry, R. B. and Robert, E. B. (1990) Survival and growth of listeria monocytogenes on lettuce as influenced by shredding, chlorine treatment, modified atmosphere packaging and temperature. *J. Food. Sci.* 55, 755-758.
10. Shankargouda P., Chikkasubbanna and Narayana, J. V. (1989) Effect of preharvest sprays of triacntanol on the storage life of lettuce. *J. Food. Sci. Tech.* 26, 156-157.
11. Risse, L. A. (1981) Storage quality of florida crisphead lettuce. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 94, 297-299.
12. Midon, H. and Lam, P. F. (1986) Prepackaging and cool storage of lowland lettuce. *Malaysian Agric. J.* 53, 151-154.
13. Jeffrey, K. B., Mark, S. and Judith, J. A. (1986) Film wrapping to improve the postharvest quality of florida head lettuce. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 99, 135-140.
14. Aharoni, N. and Yehoshua, S. B. (1973) Delaying deterioration of Romain lettuce in polyethylene packages. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 98, 464-469.
15. AOAC (1990) Pigments, 15th ed., pp.62-63.
16. SAS (1988) SAS/STAT Guide for Personal Computer, SAS Institute Inc., Cary, NC.
17. 唐澤信, 土屋久稱 (1984) 生鮮食品の強化技術, 日本コンサルタント.グループ,東京, 日本, pp.24-26.
18. 濟藤進, 高間總子 (1971) 食品原料學, 理工圖書株式會社, 東京, 日本, p. 257.
19. 양용준, 박권우, 정진철 (1991) 수확 전후 요인이 잎상추의 저장수명 및 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지 23, 133-140.

Freshness Prolongation of Crisphead Lettuce by Vacuum Cooling

Byeong-Sam Kim*, Dong-Chul Kim, Se-Eun Lee, Bae Nahmgoong, Mun-Jeong Choi, Mun-Cheol Jeong (*Korea Food Research Institute, Song-nam 463-420, Korea*)

Abstract: The improvement of distribution system and freshness prolongation of crisphead lettuce were carried out through vacuum cooling and distribution under the low temperature. Lettuce that vacuum-cooled and transported by cold storage car was shown better freshness than that distributed by conventional method when they arrived at consuming area. And it took 10~17 hours until their temperatures arrived at same temperatures when they were stored at 0~15°C cold storage room. It was cooled to 1°C after 27 minutes with vacuum cooling apparatus. The weight loss of lettuce that vacuum cooled and transported by cold storage car was below 5% after 30 days cold storage. And ascorbic acid and chlorophyll retentions were 86% and 52%, respectively. The shelf-life of crisphead lettuce, distributed by vacuum cooling and cold storage car transportation, was 5 days at 15°C and over 40 days at 0°C, respectively. However, when it was distributed by conventional method, it was only 3 days at 15°C and 20 days at 0°C, respectively.

*Corresponding author