

GOVP 12009304

최 종
연구보고서

시설채소산물의 선도유지를 위한 저장소재의
개발에 관한 연구

Development of Preserving Materials to Maintain the
Freshness of Harvested Greenhouse Produce

연구기관

경상대학교

농림부



제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “시설채소산물의 선도유지를 위한 저장소재에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1999. 10. 25.

주관연구기관명 : 경상대학교

총괄연구책임자 : 조 성 환

연 구 원 : 정 순 경

연 구 원 : 김 영 록

연 구 원 : 이 숙 지

연 구 원 : 류 충 호

연 구 원 : 정 진 환

연 구 원 : 이 근 회

협동연구기관명 : 경남대학교

협동연구책임자 : 이 동 선

협동연구기관명 : 마산대학

협동연구책임자 : 박 우 포

요 약 문

I. 제 목

시설채소산물의 선도유지를 위한 저장소재의 개발에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

채소류는 생리적인 특성상 수확후 저장 유통 중에 호흡작용, 증산작용 등의 작용이 활발해질 뿐만 아니라 곰팡이를 비롯한 식물병리 미생물의 오염 및 성장으로 부패현상을 일으키고 채소류 자체의 경도가 저하되며, 수분, 비타민, 유기산, 당분, 색소함량 등이 떨어져서 외관, 맛, 신선도 등의 감소로 제값을 받을 수가 없게 된다. 채소류의 소비가 계속적으로 증가하고 있고, 시설원예의 발달로 생산량이 늘어나고 있는 상황에서 저온저장시설이 제대로 갖추어져 있지 않은 농촌실정 때문에 매년 수확기에 일시적으로 홍수 출하하는 많은 양의 채소류를 병충해로 폐기 처분하게 되고 변패되기 전에 낮은 가격으로나마 수확 즉시 신속하게 판매처리 해야할 어려움에 직면하고 있다. 또한, 최근의 소비자들은 고품질, 건강성의 채소류를 요구하는 경향을 보이고 있으므로 적절한 선도를 유지해야 높은 가격을 받을 수 있으며 이는 생산농민에게 추가적인 이익을 보장해줄 것이다. 따라서, 저렴하고 단순한 처리 저장기술을 개발하여 수확시기나 횟수에 상관없이 연중 내내 신선도를 유지한 채소류를 공급할 필요성이 요구되고 있으며, 채소류의 생리활성을 적극적으로 지속시키면서 선도를 유지시킬 수 있는 선도유지제의 개발이 시급한 실정이다. 이러한 상황에서 수확한 시설채소산물의 이용도를 높이고 품질과 부가가치를 향상시키는 하나의 수단으로서 저장성 향상 및 선도 유지 방법의 개발이 요구된다. 선도를 유지시키고 저장성을 향상시키기 위해서 여러 가지 화학적 처리가 행해질 수 있으나 건강성을 지향하는 소비자들로부터 외면 당하거나 경계의 대상이 되고 있다. 수확한 시설채

소산물의 선도를 향상시키는 방안으로서 안전성에서 우수한 천연 항균제를 이용하는 것이 좋은 대안의 하나이다. 현재까지의 천연항균제에 관한 연구는 대부분 실제 응용분야에 있어서 효과면에 치중하여 항균작용을 하는 유효성분 및 작용 기작을 규명하기 위한 기초연구는 부족한 상태이다. 또한 천연항균제의 안전성과 관련된 연구도 부족하다. 따라서, 강력한 항균력을 가지며, 항균제로서의 안전성을 갖춘 천연항균제의 개발을 유도할 수 있는 연구가 필요하다. 아울러, 시설채소산물의 유통 시에 포장은 필수적이며 이때에 사용되는 포장시스템은 온도, 습도, 포장내부의 가스조성, 에틸렌 가스의 농도 등을 조절하는 기능을 가지도록 설계되며, 포장재료에는 필요한 기능성을 위해 적절한 투과성을 가진 플라스틱 필름과 함께 세라믹, 고흡수성 고분자, 활성탄, $KMnO_4$ 등의 다양한 재료를 복합적으로 결합하여 사용하고 있다. 이러한 신선도 유지의 기능을 가진 포장에 관련된 특허나 문헌이 최근에 들어 많이 나타나기 시작하고 있어 이에 대한 연구가 절실한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 시설채소산물의 선도유지 기능성을 지닌 항균소재를 발굴하여, 수확한 시설채소산물의 전처리 제재 및 포장소재로 응용함으로써, 저장 유통 중 시설채소산물의 품질향상을 도모하는데 그 목적을 두고자 하였다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

앞에서 제시된 연구목적을 달성하기 위하여 시설채소산물의 선도유지를 위한 천연항균소재 개발, 시설채소산물의 처리 및 저장조건 설정, 시설채소산물의 포장소재 개발, 개발된 기술의 현지 실증시험으로 분야를 나누어 연구를 진행하였다.

시설채소산물의 선도유지를 위한 천연항균소재 개발에 관한 분야 연구에서는 시설채소산물의 선도유지를 위한 천연항균제로 항균력이 뛰어난 한국산 약용식물추출물(Korean Medicinal Herb Extracts : KMHE)을 조제하여, 그 물리화학적 특성을 조사하고, 시설채소산물의 저장 중 발생하는 변패 균주인 Gram(+), Gram(-), 효모 그리고 곰팡이의 공시 균주에 대한 항균성을 확인하였다. 이 결과 첫째, 가장 우수한 항균력을 가진 대황 및 황련추출물을 선택하여 paper disk method에 의해 0~2,500 ppm 범위내의 농도별 항균력과 여러 가지 농도별(100, 500, 1000, 2500, 5000 ppm)로 미생물 생육저해 농도곡선을 측정하였다. 둘째, 대황 및 황련추출물의 안정성을

확인하기 위하여 대황 및 황련추출물에 대하여 40, 60, 80, 100, 120, 180℃로 30분 간 열처리하고, 4, 6, 7, 8, 10으로 pH를 조정하여 각각 열 및 pH 안전성에 대하여 실험하였다. 셋째, 미생물에 대한 항균작용의 방식을 알아보기로 에너지 대사와 관련된 효소인 hexokinase, glucose 6-phosphate dehydrogenase, malate dehydrogenase와 succinate dehydrogenase에 대한 영향을 변패 균주에 대하여 살펴 보았다. 넷째, 변패 미생물의 세포형태 및 기능성 변화를 알아보기 위해 전자현미경을 이용하여 처리전후의 세포구조를 관찰하였다. 다섯째, 대황 및 황련추출물이 미생물의 세포막의 기능성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 세포를 파쇄하지 않고 toluene, chloroform과 대황 및 황련추출물 존재시에 균체의 β -galactosidase가 정량 되는가의 여부를 살펴보았다. 여섯째, 대황 및 황련추출물로부터 항균물질을 column chromatography를 이용하여 순수하게 분리하고, NMR에 의하여 항균활성물질의 화학구조를 분리·동정함과 동시에 대황 및 황련추출물의 안전성검사로 급성경구 독성시험, 피부자극시험, 안점막 자극시험을 실시하였다.

시설채소산물의 처리 및 저장조건 설정 분야에서는 경남 지역에서 비교적 생산량이 많은 호박, 고추 등과 같은 시설채소산물을 대상으로 하여 먼저 채소류의 세척 및 건조 조건을 검토하였다. 이를 위하여 세척수의 온도를 달리하여 세척하고, 건조하면서 각각의 단계에서 채소류의 미생물학적인 품질을 검사하였다. 또한 적절한 환경기체조절포장 조건을 검토하기 위하여 기체의 투과도가 서로 다른 여러 가지 필름에 이들 채소를 포장하고 저장하면서 총균수, ascorbic acid 함량 및 경도 등과 같은 품질 특성의 변화를 측정하였다. 이 결과로 저장 중 품질 특성을 가장 잘 유지할 수 있는 산소 및 이산화탄소 농도를 구명하였다. 천연항균소재 개발 분야에서 항균력이 있는 것으로 확인된 대황 및 황련추출물을 채소류에 처리할 수 있는 조건을 설정하기 위하여 100ppm, 500ppm 및 1000ppm 농도의 용액을 만들어 침지 시간을 달리하여 처리하여 미생물학적인 품질을 측정하여 적절한 처리 조건을 설정하였다. 또한 시설채소산물에 따라 적합한 저장 온도를 설정하기 위하여 5℃, 10℃ 및 20℃에 이들을 저장하면서 포장 내부의 기체 조성 변화, 총균수, ascorbic acid 함량 변화, 부패율 등과 같은 품질과 관련된 특성들을 측정하였다. 오이, 호박과 같은 시설채소산물을 최적의 대황 및 황련추출물의 처리 조건으로 처리하고 포장한 다음 저장에 적합한 온도에서 저장하면서 품질 열화가 가장 적게 일어나는 조건을 구명하였

다.

시설채소산물의 포장소재 개발의 분야에서는 채소의 포장에 이용될 수 있는, 항균성 플라스틱 필름을 가공 성형하고, 이들 필름을 이용하여 채소산물의 포장시스템을 설계하고, 이를 이용하여 채소산물을 포장하였을 때 그 저장성에 미치는 영향을 평가하였다. 우선 시설채소산물의 포장에서 사용될 수 있는 다양한 선택적 투과성을 갖는 플라스틱 필름을 얻기 위하여 세계적으로 판매되거나 실험중인 여러 가지 플라스틱 포장필름 샘플을 수집하고 10℃에서 산소 및 이산화탄소의 투과성을 측정하여 시설채소산물의 포장에 이용될 수 있는지를 평가하였다. 다음으로 항균성을 가지면서 포장재에 혼입되기 쉬운 특성을 가진 제올라이트계 은치환무기이온교환체 (Ag-zeolite), 지르코늄계 은치환무기이온교환체 (Ag-zirconium), 자몽종자추출물 (GFSE), sorbic acid등을 저밀도 폴리에틸렌(low density polyethylene, LDPE)에 혼입하여 27~55 μ m 두께의 필름으로 제조하고 항균성을 시험하였다. 한국산 약용식물 추출물 (KMHE) 중 항균성을 가지면서 열안정성이 높은 것으로 확인된 대황과 황련도 LDPE에 혼입하여 필름으로 제조하고 항균성을 시험하였다. 또한 제조된 항균성 포장 필름을 이용하여 상추와 오이를 통기성 상태로 포장하고 저장하면서 시간에 따른 품질을 살펴서 이들 포장소재가 실제 저장유통중의 품질향상에 기여할 수 있는지를 살펴 보았다. 시설채소산물로서 딸기, 오이, 호박 등에 대하여 포장시 포장내부의 기체 조성의 변형과 품질열화속도에 크게 영향을 주는 호흡속도와, 제조한 항균성 LDPE 필름의 산소 및 이산화탄소 투과도를 5℃와 10℃에서 측정하고, 이들의 관계를 고려하여 각 품목의 품질보존에 적당한 환경기체조절포장을 설계하였다. 이들 항균성 LDPE 포장필름을 이용하여 딸기, 오이, 호박의 시설채소산물을 포장하고 저장하면서 품질변화를 측정하였다.

경제적이면서 열을 받지 않는 항균성 필름의 생산방법의 하나로서 corona 처리한 LDPE필름에 KMHE용액 및 GFSE 용액 등의 항균성 물질을 코팅하여 항균성 필름을 생산하는 방법을 개발하고자 하였다. 우선 단순한 항균물질의 코팅이 필름의 항균성에 주는 영향을 미생물 평판배지에서 확인하였다. 보다 안정적인 항균제 코팅 필름의 생산을 위하여 결합제 (binder)와 함께 코팅한 필름의 생산방법을 확립하였고, 이의 항균성을 미생물 평판배지 상에서 여러 미생물에 대해 확인하였다. 또한 다층 LLDPE(선형저밀도 폴리에틸렌, linear low density polyethylene) wrap의 내층(20%)

에 GFSE를 0.5% 및 1% 함유시킨 필름을 생산하고 그 항균성을 평판 미생물 배지상에서 검증하였다. 코팅필름을 채소산물의 포장에 적용하여, 항균제를 단순히 코팅한 LDPE 필름을 이용하여 오이와 호박에 밀착 포장할 때 시설채소산물의 저장성에 미치는 영향을 검토하고, 결착제 함유 코팅에 의해 생산된 항균성 필름을 이용하여 딸기, 오이, 호박을 환경기체조절조건으로 포장하였을 때의 채소산물의 물리적, 화학적, 미생물학적 품질 변화를 측정하였다. 적은 양의 항균제를 사용하는 항균성 포장의 가공방법의 하나로서 GFSE를 내면층에 함유시킨 다층 항균성 LLDPE wrap 필름을 딸기의 stretch 밀착 포장에 적용하였다.

개발된 기술의 현지실증시험분야 연구에서는 이상의 방법에서 시설채소산물의 선도유지 가능성을 지닌 항균소재를 발굴하여, 수확한 시설채소산물의 전처리 제재 및 포장소재로 응용하기 위하여 시설채소산물을 일정조건의 천연항균제로 전처리하고, 대항 및 황련추출물과 항균력이 확인된 GFSE를 각각 1%씩 저밀도 폴리에틸렌(LDPE) 수지에 첨가하여 필름을 제작하여 시설채소산물인 오이, 호박, 풋고추 및 딸기를 포장하여 저온실 및 저온저장고에 일정 기간동안 저장하면서 이들 시설채소산물의 품질변화를 측정하였다. 또한 개발된 기술의 경제성을 검토하기 위하여 대항 및 황련추출물의 간이적 대량생산시의 추출 수율 및 생산 가격을 계산하였다. 또한 현지실증 시험에서 얻은 시설채소산물의 부패율 결과를 바탕으로 하여 시설채소산물에 대항 및 황련추출물을 처리하고 항균필름 으로 포장하여 저장하였을 때 얻을 수 있는 이익을 검토함으로써 경제성을 분석하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

시설채소산물의 선도유지를 위한 천연항균소재 개발에 관한 분야 연구에서는 KMHE 중 대항추출물 및 황련추출물이 시설채소산물 변패미생물인 Gram(+), Gram(-), 효모 및 곰팡이에 대해서 농도에 비례하여 우수한 항균효과를 보였다. 미생물 생육저해 농도곡선의 측정에서는 대항추출물 및 황련추출물 100ppm 이상에서 미생물의 생육이 완전히 억제되는 것을 볼 수 있었으며, 광범위한 범위의 열처리의 온도와 pH에서 탁월한 항균력을 보임으로써 열과 pH에 안정한 것으로 나타났다. 효소작용의 억제효과에 대해서는 hexokinase 효소 활성의 경우 대항추출물의 최종농도가 0.01%와 0.1%에

서 대조구에 비교해서 각각 80%와 75%로 에너지 생성대사의 효소활성에 영향을 미치는 것으로 나타났으나 이외의 효소에 대해서는 약간 억제되었으나 유의성은 없었다. Transmission electron microscope (TEM)와 Scanning electron microscope (SEM)를 이용한 전자현미경적 관찰에서는 SEM의 결과 Gram(+) 균, Gram(-) 균 그리고 방선균에 이르기까지 미생물의 세포형태가 변화되고, 미생물의 생리가 중단되며, 생육이 억제되는 것을 볼 수 있었다. 또한 TEM의 결과는 Gram(+) 균, Gram(-) 균, 방선균 그리고 효모에 이르기까지 어느 경우에도 균체 물질에 의하여 균체 세포는 세포막의 기능이 파괴되어 세포내용물이 균체 외부로 유출되어 균체의 생육이 억제되며, 균체 내부가 빈 ghost 형태의 균체수가 증대함을 알 수 있었다. 미생물의 세포막에 미치는 영향을 알아보기 위한 β -galactosidase 활성 변화에서는 증류수를 가해준 대조구에서의 값을 0으로 하고 toluene을 가해 준 시험구를 100으로 하였을 때, *E. coli* 와 *Pseudomonas syringae*에서 대항추출물 처리구는 각각 40%, 50%의 활성이 검출되었다. chloroform을 가해서 세포막을 손상하여 얻은 값이 10%정도였는데, 이를 토대로 보면, 대항 및 황련추출물은 chloroform보다 세포막을 더 손상시키며, 세포막 파손이 심하게 일어나는 toluene 처리구의 40~50%에 상응하는 세포막 기능파괴가 초래된 것으로 예상할 수 있었다. 이러한 항균작용에 연유하여 대항 및 황련추출물 처리는 뛰어난 미생물 세포의 생육 억제 효과를 보여 줄 수 있는 것으로 판단되었다. 대항 및 황련추출물에서 항균력을 가지는 항균활성물질을 분리·동정한 결과, 대항의 경우 catechin과 chrysophanic acid, 황련의 경우 berberine과 obacunone으로 분리·동정되었다. 한편, KMHE중 황련추출물의 안전성 시험결과, 흰쥐에 경구 투여하였을 때의 LD₅₀값은 5.15g/kg이었으며, 흰토끼의 피부에 대한 독성 또한 약한 편으로 황련추출물은 비교적 안전한 천연추출물로 판단할 수 있는 것으로 나타났다.

한편, 시설채소산물인 오이, 호박, 풋고추를 항균소재에 침지 처리한 후, 1% 농도로 항균성 소재를 첨가시킨 저밀도 폴리에틸렌(LDPE) 필름에 의하여 오이, 호박, 풋고추를 싸서 포장하고 10℃에서 저장하면서 미생물 성장, 부패율, 텍스처, 화학적 품질을 측정된 결과, 대조구에 비교해서 긍정적인 결과를 얻을 수 있었다. 이는 대조구(LDPE) 필름에 비교해서 항균제에 침지 처리후, LDPE 필름으로 포장한 경우에 대체적으로 연화는 지연되었고, 비타민 C의 감소폭도 완만한 것으로 나타났으며 또한 중량손실에 있어서도 긍정적인 결과를 확인하였다. 미생물의 성장 역시도 억제하

는 것을 볼 수 있었고, 따라서 부패율도 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 항균필름과 항균제재의 병행효과의 경우에는 항균필름만으로 포장하는 경우와 침지 처리만 하는 경우보다도 미생물 변화와 물리·화학적인 변화에 있어서 더욱 효과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 아울러, 딸기의 경우, 항균 소재를 포함시킨 LDPE 필름은 무첨가 대조 필름에 비해 호기성 총균수, 유산균수, 효모수로 측정된 미생물의 증식을 억제하는 것으로 나타났다. 이러한 미생물 증식억제의 효과로 인하여 항균성 필름은 포장된 딸기의 부패율을 낮추어 주고, 연화를 억제하였다. 딸기의 저장 중 pH는 상승하고 적정산도는 감소하였으며, 가용성 고형분은 감소하는 경향을 보였으나, 포장 처리구간에는 유의하고 일관성있는 차이를 발견할 수 없었다. 앞서의 결과와 마찬가지로 대조구 LDPE에 비교해서 항균필름의 효과를 재확인 할 수 있었으며, 아울러 약용식물 추출물 및 GFSE등과 같은 항균소재에의 침지 처리 과정을 항균필름 포장 방법과 병행하여 사용함으로써 딸기의 신선도를 연장하는 효과를 극대화 할 수 있음을 확인하였다.

시설채소산물의 처리 및 저장조건 설정 분야에서는 경남 지역에서 비교적 생산량이 많은 호박, 고추 등과 같은 시설채소산물을 대상으로 하여 먼저 채소류의 세척 및 건조 조건을 검토하였다. 세척에 사용한 물의 온도는 5℃, 20℃였는데, 호박과 고추는 5℃에서 세척하는 것이 20℃에서 세척하는 것보다 총균수를 낮추는 효과가 큰 것으로 나타났으나 오이는 5℃와 20℃로 세척했을 때의 총균수가 비슷한 것으로 나타났다. 또한 냉각수를 사용이 어려울 경우에는 염소수를 사용하는 것도 총균수를 줄이는 데는 효과적이었다. 적절한 환경기체조절포장 조건을 검토하기 위하여 기체의 투과도가 서로 다른 여러 가지 필름에 이들 채소를 포장하고 10℃에서 저장한 결과 호박의 품질 특성이 오래 유지될 수 있는 필름은 LDPE (low density polyethylene)였으며, 적절한 포장 내부의 산소 농도는 2-7%, 이산화탄소 농도는 5-8%였다. 고추의 품질 특성을 유지하는 데에는 LDPE 포장재가 가장 우수하였으며, 적절한 산소 농도는 3-5%, 이산화탄소 농도 5%는 이하였다. 천연항균소재 개발 분야에서 항균력이 있는 것으로 확인된 대황 및 황련추출물을 채소류에 침지 처리한 결과 오이는 1000ppm, 고추, 호박 및 상추는 500ppm 농도가 적절하였으며, 처리 시간은 10분이 적절하였다. 또한 시설채소산물에 따라 적합한 저장 온도를 설정하기 위하여 5℃, 10℃ 및 20℃에 이들을 저장한 결과 오이, 호박 및 고추는 10℃가 적절

하였으며, 딸기는 5℃가 적당하였다. 적절하다고 결정된 대황 및 황련추출물의 처리농도 및 시간에 따라 채소류를 침지 처리한 다음 건조하여 포장하고 결정된 온도에서 저장하면서 품질 특성의 변화를 측정된 결과 고추는 대황추출물을 500ppm 농도에서 10분 동안 침지 처리한 다음 LDPE 필름으로 포장하여 10℃에서 저장하는 것이 품질특성을 유지하는 데에 가장 효과적이었다. 딸기는 황련추출물을 500ppm 용액에 10분간 침지 처리한 다음 5℃에서 저장하는 것이 효과적이었으며, 오이는 황련추출물 1000ppm 용액에 10분간 침지 처리하여 10℃에서 저장하는 것이 품질특성을 유지하는 데에 효과적이었다. 호박은 황련추출물 500ppm용액에 침지 처리한 다음 10℃에서 저장하는 것이 품질특성을 유지하는 데 효과적이었다.

시설채소산물의 포장소재 개발의 연구에서는 미생물적 변패와 생리적인 품질변화를 억제할 수 있는 포장 시스템을 개발하고자, 항균성 물질을 첨가 혹은 코팅시킨 항균성 포장 필름을 가공하고 이를 딸기, 오이, 호박, 상추 등의 포장에 적용시켰다.

대황추출물, 황련추출물, sorbic acid, 은치환무기이온교환체, 자몽종자추출물(GFSE)과 같은 몇가지 항균성 소재를 저밀도폴리에틸렌(LDPE)에 0.1~1%농도로 첨가하여 압출 공정에 의하여 필름으로 제조한 다음, 이들 필름의 물성을 비교하고 항균성을 몇가지 변패미생물에 대해 평판 배지상에서 항균성을 검사하였을 때, 1.0% GFSE를 함유한 필름은 *Escherichia coli*와 *Staphylococcus aureus*에 대해서 항균성을 나타내었고, 1% sorbic acid를 함유시킨 필름은 평판배지상에서 *E. coli*, *Sta. aureus*, *Leuconostoc mesenteroides*에 대해서는 항균활성을 보였다. 평판배지상에서 항균활성을 보이지 않은 여러 항균제 함유 필름 (농도 1%)도 상추와 오이의 포장에 적용시킬 때, 총균수가 10^8 /g의 범주에 이르기 전에는 미생물의 증식을 억제하는 효과를 보이면서 이들 채소의 다른 품질에 부정적인 영향을 주지 않았다. 필름에 1%농도로 첨가된 항균성 소재는 필름에 색택을 부여하여 약간의 광선투과도를 감소시키는 외에는 기계적 강도와 열수축성, 방담성의 측면에서 필름의 물성에 부정적인 영향을 주지 않으며 일부 측면에서는 오히려 긍정적인 효과를 보였다.

1% 농도로 항균성 물질을 첨가한 항균성 LDPE 필름을 사용하여 딸기, 오이, 호박에 대해서 환경기체조절포장을 실시하고 각각 5℃, 10℃, 10℃에서 저장하면서 포장내 기체조성, 미생물 증식, 물리화학적 품질변화를 측정하였다. 포장실험조건의 설계

를 위하여 이들 채소산물의 호흡을 측정하고 기체투과도를 측정하였다. 항균성 LDPE 필름은 200g 단위로 포장된 딸기의 총균수, 유산균수, 효모수에서 미생물의 생육을 억제하였고, 밀봉포장될 때 4%이하의 낮은 O_2 농도 및 6.3~9.0%의 CO_2 농도의 변형 기체조성을 유지하여서 현저하게 낮은 부패율을 보이고 딸기의 경도 유지에도 긍정적인 효과를 가졌다. O_2 농도 0.7~1.2%, CO_2 농도 6.3~9.8%를 형성시키는 오이의 개체별 환경기체조절포장은 미생물 억제와 부패율 감소에 효과를 가지며, 항균성 필름의 사용은 부가적인 부패율 감소를 가져옴과 아울러 ascorbic acid 보존에 기여하였다. 이와는 달리, 호박의 포장에서는 O_2 농도 0.8~8.9%, CO_2 농도 5.3~7.9%의 범위를 보이는 환경기체조절포장은 약간의 미생물 성장의 억제와 부패율 감소를 가져오지만 항균성 필름에 의한 부가적인 저장성 향상의 효과를 얻을 수는 없었다. 따라서 항균성 플라스틱 필름을 이용한 신선 과채류의 포장은 그 품목에 적절한 기체조성을 유지하는 경우에 저장성을 향상시키는 데 기여할 수 있으며, 품목에 따라서 항균성 필름의 효과는 크게 차이가 날 수 있는 것으로 판단되었다.

보다 경제성이 있는 항균성 포장필름을 개발하기 위하여 항균성을 가진 GFSE용액, 대황추출물, 황련추출물의 용액을 코로나 처리된 LDPE 필름에 코팅처리하는 방법을 시도하였다. 1%이상 농도의 GFSE용액으로 단순 코팅한 필름은 *E. coli*, *Sta. aureus*, *L. mesenteroides*, *B. subtilis*에 대해서 항균성을 보였으며, 5~25 °Bx의 대황 용액으로 코팅한 필름은 시험에 사용된 모든 균주에 대해 항균성을 나타내지 않았다. 5~25 °Bx의 황련 용액으로 코팅한 필름의 경우에는 *L. mesenteroides*에 대해서만 항균성을 보였다. 1% GFSE용액으로 코팅한 필름은 포장된 오이와 호박에 대해서 미생물의 성장을 억제하고, 부패감소와 경도유지의 면에 기여하였다. 10 °Bx의 대황과 황련 추출물 용액으로 코팅된 필름은 이들 산물에 대해 어떤 긍정적인 저장성 향상의 효과도 보이지 않았다. 수용성 항균물질 용액의 코팅에 의해 제조된 필름은 수분이 많은 채소류의 포장시 이행이 빠르게 진행되고 코팅이 벗겨지므로 결합제 (binder)를 이용한 항균물질을 코팅했을 때, polyamide수지용액이 안정한 필름 코팅을 형성할 수 있었다. 결합제를 이용하여 GFSE, 대황추출물, 황련추출물을 코팅한 항균성 LDPE필름을 딸기의 환경기체조절포장에 적용하였을 때에는 총균수와 효모, 곰팡이의 생육을 억제하였으나, 오이와 호박의 환경기체조절포장에서는 이들 채소표면의 미생물 증식을 유의하게 억제하지 못하였다.

경제적인 항균성 필름의 제조방법의 하나로서 GFSE를 선형저밀도폴리에틸렌(LLDPE) wrap의 다층구조에서 1% 농도로 내측에 합입시켰을 때, *Micrococcus flavus*균주에 대해서 약간의 항균성을 보였으나, 이를 딸기 포장에 적용시켰을 때, 부패율 억제에 긍정적인 기여를 하지 못하였다.

개발된 기술의 현지 실증시험에서는 실험실적으로 결정된 침지 및 포장조건으로 오이, 호박, 고추 및 딸기를 처리하여 농가용 저온저장고에서 저장하면서 품질 변화를 측정하고 부패율을 기준으로 하여 경제성을 검토하였다. 항균력이 있는 대황, 황련추출물 및 GFSE를 용액으로 만들어서 시설채소산물을 침지 처리하고, 만들어진 항균 필름으로 포장하여 저장한 결과 대부분의 처리구는 대조구보다 품질 특성이 오랫동안 유지되었으며, 부패율도 낮게 나타나 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 대황 및 황련추출물을 대량 생산하기 위한 간이적인 실험에서는 동결 건조한 분말 1kg을 만드는 데 소요되는 총경비는 대황의 경우는 35,625원이었고, 황련은 69,295원이었다. 저장중 부패율을 기준으로 경제성을 분석하였을 때 오이가 가장 효과적이었으며, 고추가 가장 경제성이 떨어지는 것으로 나타났다.

연구 활용면에서 시설채소산물의 포장소재 개발의 연구로부터 천연항균성 물질의 첨가에 의해서 항균성 폴리올레핀 필름을 제조하는 특허를 출원하였으며, 이와 관련된 본 연구 결과를 포장소재 제조업체와 협력하여 실용화시키는 협의를 진행하고 있다. 향후에 이들 업체가 구체적으로 시장 상황에 맞는 제품을 생산할 수 있는 기술의 개발에 본 연구결과를 제공하고 상호 협력하고자 한다.

SUMMARY

Korean medicinal herb extracts (KMHE) were applied to the preservation of greenhouse produce in order to prove their effective functions. KMHE showed remarkable antimicrobial effects against microorganisms causing the postharvest decay of greenhouse produce. We have found that the extracts of *Rheum palmatum* L. and *Coptis chinensis* Franch were the strongest inhibitors against the microorganisms causing the postharvest decay of greenhouse produce, which did not survive at detectable levels when treated with more than 500ppm of these two KMHEs. The activities of the two KMHEs were stable in the wide spectrum of pH and temperature. Direct visualization of microbial cells by using both transmission electron microscope and scanning electron microscope showed that microbial cell membrane was destroyed by treating with the dilute solutions of the KMHE. This change of cellular membrane permeability could be identified in the experiment that 0-nitrophenyl- β -D-galactopyranoside(ONPG), the artificial substrate of β -galactosidase, was hydrolyzed in the presence of KMHE, indicating that the membrane was perturbed. The separation and identification of the most antimicrobial substances isolated from *Rheum palmatum* L. and *Coptis chinensis* Franch was carried out by using column chromatography and NMR, which proved to be catechin & chrysophanic acid and berberine & obacunone, respectively. Effects of *Coptis chinensis* Franch extract on the lethality, the primary skin irritation, and the acute eye irritation potentials were evaluated in rats. The acute oral LD₅₀ of *Coptis chinensis* Franch extract for Sprague-Dawley derived rats was 5.15g/kg with 95% confidence limits. Patch application to the intact and abraded skin of rabbits led to mild to moderate erythema and no or mild edema.

The two KMHEs of *Rheum palmatum* and *Coptis chinensis* were applied to the

dipping treatment of the greenhouse produce such as cucumber, zucchini, green chilli pepper, and strawberry, which were then packed with low density polyethylene(LDPE) films incorporated with 1% antimicrobial agents and stored at 5°C or 10°C. Their qualities in microbial counts, decay, texture and chemical attributes were monitored during the storage. The antimicrobial agents incorporated into the packaging films were grapefruit seed extract, *Rheum palmatum* extract or *Coptis chinensis* extract. The dipping treatment by the KMHEs and packaging by the antimicrobial film suppressed the decay of the greenhouse produce and improved their firmness retention. During the storage of the greenhouse produce, their pH's were increased and titratable acidity and soluble solid content were decreased without any consistent difference by the treatment solutions and the packaging films.

In the study of pretreatment method of greenhouse produce, chilled water at 5°C was more effective than water at 20°C in removing the surface microorganism of green chili pepper, zucchini, cucumber. A 100ppm chlorine solution had a higher efficiency than chilled water in eliminating microorganism. Microbial load of washed produce was not greatly increased after drying at 5°C for 1 hour. Several plastic films with different gas permeabilities were used to package green chili pepper and zucchini, and suitable gas composition was attained for the retention of quality characteristics of produce. Zucchini showed a good quality characteristics at modified atmosphere(MA) of O₂ with 2~7% and CO₂ with 5~8%, and green chili pepper did the optimal MA at O₂ with 3~5% and CO₂ with < 5% during storage. Greenhouse produce was treated with KMHE to reduce microbial load, and optimum condition differs with produce. Produce was dipped in several KMHE solutions with different concentrations. Optimum concentration was 500ppm for zucchini, green chili pepper and curled lettuce, and 1000ppm was suitable for cucumber. Dipping time for produce was 10 minutes. Storage temperature to maintain good quality differs with produce, and 10°C was suitable for zucchini, green chili

pepper and cucumber. Strawberry showed a good quality at 5°C. Produce was treated with optimum conditions consisting of KMHE concentration, dipping time and storage temperature. Whereas the treatment with *Coptis chinensis* extract resulted in good quality preservation for zucchini, strawberry and cucumber, that of *Rheum palmatum* extract was good for green chili pepper.

In the development of packaging system for fresh vegetables, antimicrobial packaging films were fabricated by incorporating antimicrobial agents in the blown-extrusion process or coating them on low density polyethylene (LDPE) film, and then were applied to packaging strawberry, cucumber, zucchini and curled lettuce.

When LDPE films were fabricated with addition of antimicrobial agents of *Rheum palmatum* extract, *Coptis chinensis* extract, sorbic acid, grapefruit seed extract (GFSE) and Ag-substituted zirconium or zeolite matrix in 0.1-1% concentration, compared in physical properties, tested in antimicrobial activity against some selected microorganisms on the agar plate medium, the film containing 1.0% GFSE showed inhibitory activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in a disk test and the film with sorbic acid did against *E. coli*, *S. aureus* and *Leuconostoc mesenteroides*. When the films impregnated with antimicrobial agents in 1% concentration were applied to packaging of cucumber and curled lettuce, they showed the reduced growth of total aerobic bacteria in the vegetables compared with control film without any additive until it reached the level around 10^8 /g. They did not give any negative effect on other quality attributes during storage. The added antimicrobial agents changed the color and light transmittance of the films, but did not affect their mechanical tensile strength, heat shrinkage and wettability.

LDPE films incorporated with 1% antimicrobial agents were applied to modified atmosphere packaging of 200g fresh strawberries, cucumber and zucchini, which were stored at 5°C, 10°C, 10°C, respectively, with package

atmosphere, microbial growth and quality attributes being monitored. For designing the packages, respiration of the produces and gas permeabilities of the films were measured. The antimicrobial LDPE films in strawberry packaging retarded the growth in total aerobic bacteria, lactic acid bacteria and yeast on the fruits, and resulted in significantly lower decay. The degrees of reduced microbial growth and fruit decay in the antimicrobial film packages were more pronounced, when applied by hermetical sealing to produce the modified atmospheres of low O₂ (<4.0%) and CO₂ concentrations with 6.3~9.0%. The hermetically sealed packages of antimicrobial LDPE films also showed better retention of fruit firmness and did not give any negative effect on the physical and chemical qualities of strawberries. Modified atmosphere packaging (MAP) of cucumber, which established the atmosphere of 0.7~1.2% O₂ and 6.3~9.8% CO₂ concentrations inside the packages, suppressed the microbial growth and decay, and antimicrobial LDPE films contributed to the additional reduction of its decay and retention of ascorbic acid. Zucchini benefited in reduced decay by the MAP which maintained the modified atmosphere of O₂ 0.8~8.9% and CO₂ 5.3~7.9%. No additional beneficial effects were observed by applying the antimicrobial films to packaging zucchini. The effect of antimicrobial polymeric films on storage quality differs with commodities, when applied in MAP of fresh produce.

As an economical means of producing antimicrobial packaging films, the antimicrobial agents of GFSE and extracts of *Rheum palmatum* and *Coptis chinensis* in various concentrations were coated on LDPE films. The roller coating in wet solution state and subsequent drying produced the films with coated thickness of 1-2 μm. The film coated with 1% GFSE showed antimicrobial activity on the disk test against *E. coli*, *Sta. aureus*, *L. mesenteroides* and *B. subtilis*, and the films coated with *Rheum palmatum* extracts of 5-25 °Bx concentrations had inhibition only against *L. mesenteroides*, while those coated with *Coptis chinensis* extracts of 5-25 °Bx did not show any

antimicrobial activity against the organisms tested. The film coated with 1% GFSE, when used in packaging cucumber and zucchini, resulted in the reduced growth of total aerobic bacteria on the commodities. It also gave some retardation on the produce decay and improved retention in firmness during storage. Films coated with *Rheum palmatum* and *Coptis chinensis* extracts of 10 °Bx did not reduce or inhibit the growth of aerobic bacteria and improve the retention of any quality attribute. The antimicrobial coatings from water soluble solutions were dissolved with storage in contact with fresh produce due to transpired water vapor, which may restrict their use in the actual packaging situations. Thus a binder of polyamide solution was applied to produce strongly adhered coatings with antimicrobial agents on the film. When The films were used for MAP of fresh produce, they reduced total aerobic count and yeast/mold count on the packaged strawberry, while they did not for the cucumber and zucchini.

As another way of economical production of antimicrobial packaging films, multilayer linear low density polyethylene were coextruded with incorporating 1% GFSE in the innerlayer to show antimicrobial activity against *Microoccus flavus* on the disk test. However it did not contribute to reducing the decay of packaged strawberries.

Investigated conditions for the optimum storage of greenhouse produce were applied to large scale. Cucumber, zucchini, green chili pepper and strawberry were dipped in KMHE or GFSE solutions whose concentrations and dipping time were already determined by preceded studies and packaged with antimicrobial films which were fabricated with KMHE and GFSE. Quality characteristics of produce were measured during storage to show that the treatment and packaging was effective in reducing the decay of the produce. The data of decay ratio was used to evaluate the economical analysis of the treatment. Cucumber had a better potential of economical benefit by the treatment than other produces, and green chili pepper showed the least economic profit among studied

produces.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction -----	25
A. Aim and needs of the study -----	25
B. Scope of the project -----	28
Chapter 2. Development of natural antimicrobial agents to maintain the freshness of harvested greenhouse vegetables ----	30
A. Introduction -----	30
B. Materials & methods -----	31
1. Preparation of Korean medicinal herb extracts(KMHE) and their anti- microbial properties-----	31
2. Antimicrobial activities of KMHE -----	33
3. Separation and identification of antimicrobial substances -----	36
4. Safety test of KMHE -----	37
5. Treatment and application to packaging system of harvested green house produce with KMHE -----	40
C. Results & Discussion -----	43
1. Preparation of Korean medicinal herb extracts(KMHE) and their anti- microbial properties -----	43
2. Antimicrobial activities of KMHE -----	50
3. Separation and identification of antimicrobial substances -----	65
4. Safety test of KMHE -----	69
5. Quality changes of greenhouse produce stored after treatment with KMHE and its application to packaging system -----	82
D. Conclusions -----	97
References -----	98
Chapter 3. Establishment of the conditions for the postharvest treatment and storage of the greenhouse produce -----	102
A. Introduction -----	102

B. Materials & methods -----	103
1. Produce -----	103
2. Establishment of the conditions for the treatment of Koraeen medical herb extracts (KMHE)-----	103
3. Measurement of total microbial count -----	103
4. Measurement of surface color -----	104
5. Measurement of texture -----	104
6. Measurement of ascorbic acid content -----	104
7. Storage condition -----	104
8. Measurement of gas condition in produce package -----	105
9. Measurement of weight loss during storage -----	105
C. Results & Discussion-----	105
1. Investigation of treatment and modified atmosphere (MA) storage condition of greenhouse produce -----	105
가. Establishment of optimum conditions for produce treatment -----	105
나. Establishment of MA storage condition -----	108
2. Establishment of optimum KMHE treatment -----	115
3. Establishment of optimum storage conditions of produce treated with KMHE -----	118
가. Investigation of optimum temperature for the storage of produce -	118
나. Establishment of optimum storage conditions of produce treated with KMHE -----	128
D. Conclusions -----	137
References -----	138

Chapter 4. Development of packaging system for fresh vegetables -- 140

A. Introduction -----	140
B. Materials & methods -----	141
1. Development of freshness-preserving packaging films -----	141
가. Packaging films with a variety of gas permeabilities -----	141
나. Antimicrobial packaging films -----	141
다. Measurement of physical properties of the films -----	143
2. Design and application of freshness-preserving packaging system -----	143
가. Measurement of respiration characteristics of vegetables -----	143
나. Design of the packaging system -----	144
다. Application of antimicrobial films to fresh produce packaging -----	145

3. Development of economical fabrication method of antimicrobial films -	145
가. Antimicrobial films by coating process -----	145
나. Fabrication of multilayer antimicrobial LLDPE wrap -----	147
4. Application of antimicrobial packaging system to fresh produce -----	147
가. Individually wrap-packaging by antimicrobial agent-coated film -----	147
나. MAP by the films coated by antimicrobial agent embedded in binder --	148
다. Packaging of strawberry by antimicrobial multilayer LLDPE wrap ---	148
5. Analysis -----	149
가. Antimicrobial activity of the films -----	149
나. Quality of packaged vegetables -----	150
C. Results & Discussion -----	151
1. Development of freshness-preserving packaging films -----	151
가. Packaging films with a variety of gas permeabilities -----	151
나. Antimicrobial packaging films -----	151
2. Design and application of freshness-preserving packaging system -----	160
가. Respiration characteristics of vegetables -----	160
나. Design of the packaging system -----	161
다. Application of antimicrobial films to fresh produce packaging -----	162
3. Development of economical fabrication method of antimicrobial films -	180
가. Antimicrobial films by coating process -----	180
나. Antimicrobial activity of multilayer antimicrobial LLDPE wrap -----	184
4. Application of antimicrobial packaging system to fresh produce -----	185
가. Individually wrap-packaging by antimicrobial agent-coated film -----	185
나. MAP by the films coated by antimicrobial agent embedded in binder --	190
다. Effect of antimicrobial multilayer LLDPE wrap on strawberry -----	200
D. Conclusions -----	202
References -----	204

Chapter 5. Application of studied technology to large scale storage -----	207
A. Introduction -----	207
B. Materials & methods -----	207
1. Cucumber, zucchini and chili pepper storage -----	207
2. Strawberry storage -----	208
3. Economical analysis of stored greenhouse produce -----	209
가. Simplified mass production of <i>Rheum palmatum</i> L. and <i>Coptis</i> <i>chinensis</i> Franch extracts -----	209

나. Production cost -----	210
다. Economical analysis -----	210
C. Results & Discussion -----	210
1. Cucumber, zucchini and green chili pepper storage -----	210
2. Strawberry storage -----	219
3. Economical analysis of stored greenhouse produce -----	223
가. Simplified mass production of <i>Rheum palmatum</i> L. and <i>Coptis chinensis</i> Franch extracts -----	223
나. Production cost -----	224
다. Economical analysis -----	225
D. Conclusions -----	226
References -----	226

목 차

제 1 장 서론 -----	25
제 1 절 연구개발의 목적과 필요성 -----	25
제 2 절 연구개발의 범위 -----	28
제 2 장 시설채소산물의 선도유지를 위한 천연항균소재 개발----	30
제 1 절 서 설 -----	30
제 2 절 재료 및 방법 -----	31
1. 한국산 약용식물추출물(KMHE)의 조제 및 항균특성 -----	31
2. KMHE의 항균작용 -----	33
3. 항균활성물질의 분리 및 동정 -----	36
4. KMHE의 안전성 검사 -----	37
5. 시설채소산물의 선도유지를 위한 KMHE의 처리 및 포장시스템에의 적용--	40
제 3 절 결과 및 고찰 -----	43
1. KMHE의 조제 및 항균특성 -----	43
2. KMHE의 항균작용 -----	50
3. 항균활성물질의 분리 및 동정 -----	65
4. KMHE의 안전성 검사 -----	69
5. 시설채소산물의 KMHE의 처리 및 포장시스템에서의 저장중 품질변화 ---	82
제 4 절 결 론 -----	97
참고문헌 -----	98
제 3 장 시설 채소의 수확후 처리 유통 조건의 확립 -----	102
제 1 절 서 설 -----	102
제 2 절 재료 및 방법 -----	103
1. 시료 -----	103
2. 대항 및 항련 추출물의 처리조건 설정 -----	103
3. 총균수의 측정 -----	103
4. 시료의 표면 색도 측정 -----	104
5. 시료의 조직감 측정 -----	104
6. 비타민 C 함량의 측정 -----	104

7. 시료의 저장조건 -----	104
8. 포장 내부의 기체 조성 측정 -----	105
9. 중량 감소율의 측정 -----	105
제 3 절 결과 및 고찰 -----	105
1. 시설채소산물의 처리 및 MA (modified atmosphere) 저장조건의 구명 -----	105
가. 시설채소산물의 최적 처리 조건 설정 -----	105
나. 시설채소산물에 적합한 MA 저장 조건 설정 -----	108
2. 한국산 약용식물추출물의 최적 처리 조건의 설정 -----	115
3. 한국산 약용식물추출물을 처리한 시설채소산물에 적합한 저장 조건의 설정 -----	118
가. 시설채소산물의 저장에 적합한 온도의 설정 -----	118
나. 한국산 약용식물추출물을 처리한 시설채소산물의 저장 조건 설정--	128
제 4 절 결론 -----	137
참고문헌 -----	138

제 4 장 시설채소산물의 포장소재개발 ----- 140

제 1 절 서 설 ----- 140

제 2 절 재료 및 방법 ----- 141

1. 선도유지 기능을 지닌 포장 소재 개발 -----	141
가. 선택적 투과성을 지닌 포장 소재의 탐색 -----	141
나. 항균성 포장재의 탐색 및 개발 -----	141
다. 제조된 필름의 물성 측정 -----	143
2. 시설채소산물에 적용 가능한 포장조건설계 및 실제 포장에의 적용 ---	143
가. 시설채소산물의 호흡 특성 측정 -----	143
나. 시설채소산물의 품질향상을 위한 포장시스템의 설계 -----	144
다. KMHE 함유포장필름의 시설채소산물 포장에의 적용 -----	145
3. 경제성 있는 항균성 필름의 제조방법 개발 -----	145
가. 코팅에 의한 항균성 필름의 가공 -----	145
나. 항균성 다층 LLDPE wrap의 제조 -----	147
4. 선도유지 포장 시스템의 시설채소산물에의 적용시험 -----	147
가. 항균제 단순 코팅 필름을 사용한 오이와 호박의 결속포장 -----	147
나. 결합제 이용 항균제 코팅 필름을 이용한 딸기, 오이, 호박의 포장--	148
다. 다층 항균성 LLDPE wrap 필름을 이용한 딸기의 wrap 포장 -----	148
5. 분석 방법 -----	149
가. 포장 필름의 항균성 측정 -----	149
나. 채소포장의 품질측정 -----	150

제 3 절 결과 및 고찰	151
1. 선도유지 가능성을 지닌 포장 소재 개발	151
가. 선택적 투과성을 지닌 포장 소재의 탐색	151
나. 항균성 포장재의 탐색 및 개발	151
2. 시설채소산물에 적용 가능한 포장조건설계 및 실제 포장에의 적용	160
가. 시설채소산물의 호흡 특성	160
나. 시설채소산물의 품질향상을 위한 포장시스템의 설계	161
다. KMHE 함유포장필름의 시설채소산물 포장에의 적용	162
3. 경제성 있는 항균성 필름의 제조방법 개발	180
가. 코팅에 의한 항균성 필름의 가공	180
나. 항균성 다층 LLDPE wrap의 항균특성	184
4. 선도유지 포장 시스템의 시설채소산물에의 적용	185
가. 항균제 단순 코팅 필름을 사용한 오이와 호박의 결속포장	185
나. 결합제 이용 항균제 코팅 필름을 이용한 딸기, 오이, 호박의 포장	190
다. 다층 항균성 LLDPE wrap 필름을 이용한 딸기의 포장	200
제 4 절 결론	202
참고문헌	204

제 5 장 개발된 기술의 현지 실증시험	207
제 1 절 서 설	207
제 2 절 재료 및 방법	207
1. 오이, 호박, 고추저장예의 적용	207
2. 딸기 저장예의 적용	208
3. 경제성 분석	209
가. 대항 및 황련추출물의 간이적 대량생산	209
나. 생산원가	210
다. 경제성 분석	210
제 3 절 결과 및 고찰	210
1. 오이, 호박, 고추 저장예의 적용	210
2. 딸기 저장예의 적용	219
3. 경제성 분석	223
가. 대항 및 황련추출물의 간이적 대량생산	220
나. 생산원가	224
다. 경제성 분석	225
제 4 절 결론	226
참고문헌	226

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 목적과 필요성

채소류는 수확후 저장 중에 호흡작용, 증산작용 등의 생리작용 뿐만 아니라 곰팡이를 비롯한 식물 변패 미생물의 오염 및 성장으로 부패현상을 일으키고 채소류 자체의 경도가 저하되며, 수분, 비타민, 유기산, 당분, 색소 함량 등이 떨어져서 부패되지는 않는 것이라도 외관, 맛, 신선도 등이 떨어져서 제값을 받을 수 없게 된다. 최근, 과채류의 소비가 계속적으로 증대하고 있고, 시설원예산업의 발달로 생산량이 늘어가고 있는 상황에서 저온저장시설이 제대로 갖추어져 있지 않은 농촌실정 때문에 매년 수확기에 일시적으로 홍수 출하하는 많은 양의 시설채소산물을 병충해로 폐기 처분하게 되고 변패되기 전에 낮은 가격으로나마 수확 즉시 신속하게 판매 처리해야 할 어려움에 직면하고 있다. 따라서, 저렴하고 단순한 처리저장기술을 개발하여 산지농가에 보급, 활용케 함으로써 수확시기나 횟수에 상관없이 연중 내내 신선도를 유지한 시설채소산물을 공급할 수 있는 상황이 시급히 도래할 필요성이 요구되고 있으며, 시설채소산물의 생리활성을 적극적으로 지속시키면서 선도를 유지시킬 수 있는 선도유지제의 개발이 시급한 실정이다. 아울러 국내산 시설채소산물의 수출 확대 면에서 국제경쟁력을 강화시키기 위한 필수여건의 하나로, 시설채소산물의 선도유지기간을 연장할 수 있는 대책마련이 선행되어야 할 입장이다. 더구나, 농산물 시장의 개방에 따라 외국산 과채류 및 그 가공식품의 급격한 도입 및 소비가 예상될 수 있는 상황에서 최근 식품의 안전성을 최우선으로 여기는 대다수의 소비자들인 농약 및 합성보존료의 잔류와 안전성에 관하여 불안을 느끼고 있다. 따라서 국내산 시설채소산물의 경쟁력을 향상시키기 위해서는 유통 및 저장기술의 정립과 함께 시설채소산물을 이용한 고부가가치 제품의 생산이 필요하다. 수확한 시설채소산물의 이용도를 높이고 품질과 부가가치를 향상시키는 방법으로서 저장성의 향상과 선도를 유지시키는 것이 하나의 방안이 될 수있다. 선도를 유지시키고 저장성을 향상시키기 위해서 여러 가지 화학적 처리가 행해질 수 있으나 건강성을 지향하는 소비자들로부터 외면 당하거나 경계의 대상이 되고 있다. 시설채소산물의 선도를 향상시키는 방안으로서 안전성에서 우수한 천연 항균제를 이용하는 것이 좋은 대안의 하나이

다. 현재 세계적으로 검토되고 있는 천연항균제로는 식물추출물, 특정단백질 및 효소류, 유기산류, bacteriocin 등을 들 수 있으며, 본 연구자의 예비실험에서 항균력이 확인된 한국산 약용식물 추출물(Korean Medicinal herb extracts: 이하 KMHE라 칭함)와 자몽종자추출물(Grapefruit Seed Extract : GFSE)은 천연식품 보존제와 살균제로서 폭넓은 사용범위가 예상되는 물질이며, 특히 인체에 독성이 없으므로 그 실용가치가 클 것으로 생각된다. 최근, 수확한 과채류의 선도유지를 위한 생물학적 처리법에 관한 연구가 진행되고 있는 상황에서, KMHE 및 GFSE의 탁월한 항균력을 이용한 시설채소산물의 선도유지효과를 기대하는 것은 의미있는 연구방향으로 예상된다.

아울러, 시설채소산물의 선도와 저장성을 향상시키는 또 하나의 방법이 포장에 의한 방법이다. 신선 시설채소산물은 저장 유통 중에 선도저하가 심하기 때문에 수확 후 품질손실이 심하고 유통기한이 짧은 단점을 가지고 있다. 특히, 시설채소산물은 선도의 유지가 아주 중요하며 선도가 가격을 결정하여 선도의 향상에 의하여 부가가치의 창출이 가능하다. 더우기 최근의 소비자들은 고품질, 건강성의 과채류를 요구하는 경향을 보이고 있으므로 적절한 선도를 유지함에 의하여 높은 가격을 얻을 수 있고 이는 생산농민에게 추가적인 이익을 보장해줄 것이다. 시설채소산물의 선도유지에는 품종, 재배 및 수확조건, 수확후 처리, 저장 유통의 조건 등이 밀접하게 관련되나 적정 포장의 사용에 의하여 유통기간 중의 선도를 향상시키고 유지시키는 것이 가능하며, 최근에 선도를 능동적으로 향상시키는 포장시스템에 대한 관심이 증가하고 있다. 포장은 내용식품을 보호하는 역할을 하면서 적절한 포장재료의 선택에 따라 시설채소산물의 선도를 유지시키고 유통기한을 연장시킬 수 있다. 일본을 중심으로 이러한 선도유지 포장재가 많이 개발, 판매되고 있으며 우리나라도 일부 수입하고 있다. 주목받고 있는 포장재료로는 항균성 포장재, 선택적 투과성을 가진 필름, 특정 가스성분을 흡수하거나 방출시키는 포장재, 습도조절 포장재 등이 있다. 현재, 일본에서 생산, 시판되고 있는 와사비 포장 film과 같은 항균 필름 소재가 그 좋은 예가 될 수 있다. 이러한 포장시스템은 과채류 변패 미생물의 발생과 생육을 억제하면서 과채류의 여러 생리적 변화를 바람직한 방향으로 유도시키고 바람직하지 않은 생리활성 반응은 억제한다. 사용되는 포장시스템은 온도, 습도, 포장내부의 가스조성, 에틸렌 가스의 농도 등을 조절하는 기능을 가지도록 설계되며, 포장재료

에는 필요한 기능성을 위해 적절한 투과성을 가진 플라스틱 필름과 함께 세라믹, 고흡수성 고분자, 활성탄, $KMnO_4$ 등의 다양한 재료를 복합적으로 결합하여 사용하고 있다. 이러한 신선도 유지의 기능을 가진 포장에 관련된 특허나 문헌이 최근에 들어 많이 나타나기 시작하고 있으며, 이러한 포장의 이용범위가 무한히 확대될 가능성을 가지고 있다. 신선도의 향상을 위해서 포장내의 환경을 능동적으로 변화시키는 창의적인 아이디어들이 투과도가 적절히 조절된 포장재와 함께 적용되는 개념이 현실화 되어 가는 추세에 있다. 대표적인 예를 들면 Ag-zeolite를 포장에 혼입 시킴으로써 미생물에 대한 억제 효과를 얻거나, 산소나 이산화탄소를 흡수하거나 발생시킴으로써 호흡 등의 품질변화반응을 억제하거나, 과채류가 발생하는 에틸렌가스를 흡수 제거함으로써 숙성과정을 지연시키거나, 포장내에 수분흡수제나 방출제를 첨가하여 포장내의 습도를 조절함으로써 표면의 건조현상이나 부패를 방지하는 방법 등으로 그 이용범위는 무한히 넓으며 앞으로 계속 새로운 개념이 도입될 것으로 전망된다. 이렇게 빠르게 확대되어 가는 선도유지 포장의 원리를 수확한 시설채소산물에 적용시킴으로서 국내산 시설채소산물 제품을 시장에 신선한 고품질의 상태로 공급하고 이로 인해 국내 시설채소산물의 소비를 도와주고 가치를 향상시키는 역할을 할 것이다. 최근 일본, 호주 등을 중심으로 선도유지 포장재료가 많이 개발되어 사용되고 있으나 아직 이들의 기능에 대한 과학적 원리는 밝혀져 있지 않은 점이 많다. 보다 근본적이고 본질적인 선도유지 포장시스템은 사용되는 포장재료의 특성과 작용 기작을 정확히 구명함에 의해서 가능할 것으로 생각된다. 더우기 한국의 독특한 시설채소산물에 대해서는 외국의 예를 모방할 수 없는 한계성을 가지고 있다. 한국산 시설채소산물에 대한 선도유지 포장시스템의 설계는 이들 품목의 특성을 정확히 파악하고 이로부터 적절한 포장시스템이 설계되어야 한다.

이러한 필요성에도 불구하고 시설채소산물의 선도유지를 위한 저장소재의 개발에 관한 연구는 매우 미흡한 수준에 있으므로 본 연구에서는 시설채소산물의 선도유지 기능성을 지닌 항균소재를 발굴하여, 수확한 시설채소산물의 전처리 제재 및 포장소재로 응용함으로써, 저장 유통 중 시설채소산물의 품질향상을 도모하는데 그 목적을 두고자 하였다.

제 2 절 연구개발의 범위

수확한 시설채소산물의 선도유지를 위한 천연항균소재의 개발, 시설채소산물의 선도유지 가능성을 지닌 포장소재 개발, 시설채소산물에 적용 가능한 최적 포장 및 저장조건의 결정에 필요한 연구를 수행하고, 이로부터 얻은 결과를 시설채소산물 생산 단계에서의 현지실증시험으로 적용시키고자 하였다. 전체적인 연구의 구성과 내용은 표 1-1과 같다.

표 1-1. “시설채소산물의 선도유지를 위한 저장소재의 개발에 관한 연구” 과제의 구성

분야	연구내용	연구기관
시설채소산물의 선도유지를 위한 천연항균소재의 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한국산 약용식물추출물(KMHE)의 조제 및 항균력 검사 ○ KMHE의 열 및 pH 안정성 검사 ○ 변패미생물의 에너지 생성에 미치는 KMHE의 억제 효과 ○ KMHE의 항균력에 의한 변패미생물세포의 전자현미경학적 형태 변화 ○ KMHE처리에 의한 변패미생물의 세포막기능 변화 ○ KMHE의 항균활성물질의 분리 및 동정 ○ KMHE의 안전성 검사 ○ KMHE의 처리후 설계된 포장시스템에의 적용 시험 	경상대학교

분야	연구 내용	연구 기관
시설채소산물에 적용 가능한 최적 포장 및 저장조건의 결정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시설채소산물의 품목에 따른 수확후 처리조건의 설정 및 품목별 선도유지에 적절한 MA 저장조건의 탐색 ○ 시설채소산물에 KMHE의 최적처리 조건 설정 ○ KMHE를 처리한 시설채소산물의 최적 저장 조건 설정 ○ KMHE의 처리에 따른 시설채소산물의 품질변화 측정 ○ 개발된 기술의 경제적 타당성 검토 	마산대학
시설채소산물의 선도유지 기능을 지닌 포장소재 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선택적 투과성을 지닌 포장 소재의 탐색 ○ 항균성 포장재의 탐색 및 개발 ○ 시설채소산물의 호흡 특성 측정 ○ 시설채소산물의 품질향상을 위한 포장시스템의 설계 ○ KMHE 함유포장필름의 시설채소산물 포장에의 적용 ○ 기능성 포장시스템의 적용시험 ○ 경제성 있는 항균성 필름의 제조 방법 개발 	경남대학교
개발된 기술의 현지실증시험	<ul style="list-style-type: none"> ○ 설정된 KMHE의 처리 및 포장 조건의 대규모 시설채소산물 저장에의 적용 	경상대학교

제 2 장 시설채소산물의 선도유지를 위한 천연 항균소재의 개발에 관한 분야

제 1 절 서 설

시설채소산물의 경우는 대부분 수확한 다음 정선후 곧바로 포장을 하여 출하하므로 표피에 많은 병원성 및 변패성 미생물이 존재하므로 이들이 저장·유통 기간을 저하시킬 것으로 판단된다. 미생물에 의한 시설채소산물의 변패를 억제하거나 예방하는데 사용되는 보존료나 선도 유지제 등은 최근 들어 그 출하액이 급격하게 증가하고 있다. 이는 현대적 식생활 및 소비생활의 변화에 따라 시설채소산물의 품질 변패의 억제와 선도유지의 필요성이 현저히 증가되고 있음을 보여주고 있다. 그러나 대부분의 소비자들은 합성 보존료에 상당한 거부감을 가지고 있으므로 외국에서 생산된 천연항균제제가 수입된다면 이들 합성 보존료의 시장은 상당히 외국 기업에 잠식할 것이다. 따라서 안전성이 우수한 선도유지 기능을 가진 항균성 저장소재의 개발이 절실히 요구되고 있다. 현재, 국내외적으로 진행되고 있는 천연항균제에 관한 연구(곽등, 1993; 이등, 1984; 이등, 1991; Beuchat등, 1989; Biles등, 1991; Briozzo등, 1989; Farag등, 1989; Karkpınar등, 1990)는 대부분 실제응용분야에 있어서 효과면에 치중한 연구로서 살균작용을 하는 유효성분 및 작용 기작을 규명하기 위한 기초연구가 부족한 상태이며, 이들 천연항균제의 안전성에 관한 조사가 선행되어야 할 입장이다. 따라서, 본 실험에서는 한국산 약용식물추출물(Korean medicinal herb extracts : 이하 KMHE라 칭함)로부터 항균활성물질을 분리하고 KMHE의 항균활성성분이 미생물세포막 또는 세포벽의 유동성에 미치는 영향을 검토하는 한편, 전자현미경을 이용하여 변패 미생물의 세포형태 및 기능성변화를 살펴봄으로써 KMHE의 항균작용을 확인하였다. 이를 기초로 해서, 항균력이 우수한 KMHE를 선발하여, 시설채소산물에 대한 분무 또는 침지 처리제 및 포장소재 등의 천연 선도유지제로서의 이용가능성을 검토하여, 저장, 수송 등 유통과정에서 시설채소산물의 shelf life를 연장함으로써, 우리 나라 시설채소산물산업의 국제경쟁력 강화에 기여할 수 있는 기초를 마련하고자 하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 한국산 약용식물추출물(Korean Medicinal Herbs Extract : KMHE)의 조제 및 항균특성

가. KMHE의 조제

국내산 한약제 27종(Table 2-1)을 건조된 상태로 구입하여 각각 100g씩을 분쇄기에 분쇄하여 시료와 증류수를 1 : 5의 비율로 넣고 100℃ water bath에서 3시간 동안 추출하여 1차 여과포를 이용하여 여과한 후 10분 동안 5,000 rpm에서 원심분리하여 상등액을 수집하여 2차 여과시켜 얻은 액을 회전진공 증발기로 최초량의 약 1/10로 농축하여 동결건조기로 건조하여 조제하였다.

나. KMHE의 물리적, 화학적 특성 분석

전반부 실험결과에서 항균력이 뛰어난 것으로 밝혀진 KMHE에 대하여 그 물리적·화학적 특성을 집중적으로 분석·조사하였다. 즉, 일반성분은 AOAC법(AOAC, 1984)에 준하여 수분은 dry oven method, 회분은 직접 회화법, 총질소는 Kjeldahl법, 전당은 Somogyi변법, 지방은 Soxhlet 추출법으로 분석하고, 물리적 특성으로 점도는 Oswald점도계, 산도는 pH meter등의 기기를 이용하여 측정하였다.

다. KMHE의 농도별 항균력 측정(Piddock, 1990)

KMHE의 항균력을 측정하기 위하여 공시 균주에 대하여 KMHE의 농도를 0 ~ 1000 ppm 범위에서 각각 농도를 달리하여 측정하였다. 즉, Tryptic soy agar 15~20ml를 petri dish에 부어 굳힌 다음, 평판 가장자리로부터 일정거리 떨어진 곳에 돌아가면서 일정농도별 KMHE에 침지한 멸균 paper disk를 적당수 넣고 37℃에서 24~48시간 배양한 후, paper 주위에 형성된 growth inhibition zone의 직경을 측정하여 항균력을 비교하였다.

Table 2-1. Korean medicinal herbs selected for the extraction of antibacterial substances

Korean name of medicinal herbs (in Chinese)	Scientific name
甘草	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch.
肉桂	<i>Cinnamomum cassia</i> Presl.
金銀花	<i>Loincera japonica</i> Thumb.
大黃	<i>Rheum palmatum</i> L.
木香	<i>Saussurea lappa</i> Clarke
白芷	<i>Angelica dahurica</i> (Fisch. ex Hoffm.) Bebh. et Sav.
白朮	<i>Atractylodes macrocephala</i> (rhizoma) Koidz.
白芥子	<i>Brassica alba</i>
赤芍藥	<i>Paeonia lactiflora</i> Pall.
知母	<i>Anemarrhenae aphodeloides</i>
淫羊藿	<i>Epimedium grandiflorum</i> Morr.
香附子	<i>Cyperus rotundus</i> L.
黃柏	<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.
黃芩	<i>Scutellariae Radix</i>
梔子	<i>Gardenia jasminoides</i>
黃蓮	<i>Coptis chinensis</i> Franch
虎杖	<i>Polygonum cuspidatum</i> Sieb. et Zucc.
夏枯草	<i>Prunella vulgaris</i> L.
漁腥草	<i>Houttuymia Cordata</i> Thunb.
馬兜鈴	<i>Aristolochia contorta</i> Bge.
決明子	<i>Cassia tora</i> L.
木通	<i>Akelia trifoliata</i> Koidz. var. <i>australis</i> Rehd.
紫草	<i>Lithospermum erythrorhizon</i> Sieb. et Zucc.
艾葉	<i>Artemisia argyi</i> Levl. et Vant., (vulgaris)
黃精	<i>Polygonatum sibiricum</i> Redoute
丁香	<i>Syzyrium aromaticum</i> (L.) Merr. et Perry
苦參	<i>Sophora flavescens</i>

라. KMHE의 미생물 생육저해 농도곡선측정

KMHE의 항균력 시험에서 항균력이 우수한 KMHE를 선택하여 membrane filter(0.2

μm)로 제균시키고, tryptic soy broth(TSB)에 항균력이 우수한 KMHE를 여러 가지 농도단위로 첨가한 후, 각 공시 균주의 slant에서 배양된 균주 1백금이를 취하여 10ml TSB에 접종, 30℃에서 24시간 동안 배양시키고, 이 배양액 0.1ml를 취해 다시 10ml TSB에 접종하여 30℃에서 24시간 동안 배양한 배양액 0.1ml를 여러 농도의 KMHE가 함유된 TSB에 접종한 후 배양하였다. 항균력이 우수한 KMHE를 첨가 농도별 항균효과는 미생물의 생육정도를 spectrometer (620nm)로 흡광도를 측정하고 항균력이 우수한 KMHE를 넣은 TSB를 blank로 사용하였다. 이와 같은 실험 결과를 이용하여 공시균주에 대하여 KMHE의 생육억제를 확인하기 위하여 생육저해 농도곡선을 측정하였다.

마. KMHE의 열 및 pH 안정성의 검사

Paper disk method에 의하여 KMHE의 항균력을 측정하여 항균력이 가장 우수한 KMHE를 선택한 후, 열 안정성을 측정하기 위하여 40, 60, 80, 100, 120, 180℃까지 30분 동안 열처리한 후 처리온도 별로 항균력이 우수한 KMHE를 1000ppm 농도가 되게 한 다음 항균력 시험 방법과 동일하게 paper disk법으로 비교 측정하였다. 또한 pH 안정성은, buffer용액을 이용하여, pH를 4, 6, 7, 8, 10으로 조정 한 후, 항균력이 우수한 KMHE를 1000ppm 농도가 되게 한 다음, 공시 균주를 접종하고 37℃에서 1시간 방치한 다음 다시 pH 7로 중화시켜 열안정성 시험과 같은 방법으로 생육저해 환을 측정하였다.

2. KMHE의 항균작용

가. 변태미생물의 에너지 생성에 미치는 KMHE의 억제효과

1) 시험균주의 보관 및 배양

시설채소산물의 저장중, 발생한 탄저병의 병반에서 분리한 *Collectotrichum circinans*는 경상대학교 미생물학과에 소장중인 균주(Chung등, 1993)를 분양받아 nutrient agar에 계대 배양하여 보관하였고, nutrient media에 배양하였다.

2) 효소원의 제조

*Collectotrichum circinans*를 영양 배지에서 20시간 배양하고 원심 분리하여 세포

만을 수집하였다. 세포를 10mM EDTA를 포함한 10mM Tris-HCl (pH 7.5) 완충 용액에 현탁시키고, 초음파 파쇄기로 파쇄한 후 3000×g에서 15분간 원심 분리하여 상등액을 모아서 효소원으로 사용하였다.

3) Glucose-6-phosphate Dehydrogenase (D-glucose-6-phosphate: NADP-1-oxidoreductase ; G6PDH, EC 1.1.1.49)의 활성 측정

Glucose-6-phosphate Dehydrogenase의 활성은 다음과 같은 방법(Lee등, 1987)에 따라 측정하였다. 즉, 효소 반응액 (전체 부피 1ml)의 조성(최종 농도)은 30mM Tris-HCl (pH 9.0), 6mM MgCl₂, 0.24mM NADP⁺, 1mM Glucose-6-phosphate와 여러 가지 농도의 KMHE와 효소원이었다. 효소 반응은 기질인 Glucose-6-phosphate를 가하여 시작하였고, 시간에 따라 340nm에서 흡광도의 변화를 측정하여 효소의 활성을 결정하였다.

4) Hexokinase (ATP : D-hexose 6-phosphotransferase ; EC 2.7.1.1)의 활성 측정
Hexokinase의 효소 활성은 효소 반응액에 glucose를 기질로 하여 정제된 glucose-6-phosphate dehydrogenase를 첨가하여 주고 생성된 D-glucose-6-phosphate를 coupling assay 방법(Bergmeyer, 1974)으로 정량하여 결정하였다. 효소 반응액 (전체 부피 1ml)의 조성(최종 농도)은 40mM Tris-HCl (pH 7.6), 222mM Glucose, 8mM MgCl₂, 0.91mM NADP⁺, 0.64mM ATP, 1unit의 glucose-6-phosphate dehydrogenase, 여러 가지 농도의 KMHE와 효소원이었다. 효소 활성은 glucose를 가하여 시작하였고 340nm에서의 흡광도의 변화를 측정하여 결정하였다.

5) Malate Dehydrogenase (L-malate : NAD⁺ oxidoreductase ; MDH, EC 1.1.1.37)의 활성 측정

Malate dehydrogenase의 효소 활성 측정은 malate를 기질로 하여 생성된 NADH에 의해 2,6-dichlorophenol indophenol (DICPIP)가 환원되는 양을 620nm에서 흡광도의 변화를 측정하여 추적하였다. 반응액(전체부피 1ml)의 조성(최종 농도)은 20mM phosphate buffer (pH 7.4), 0.43mM NAD, 30mM nicotinamide, 10mM Na-malate, 0.86mM KCN, 0.0034mM DICPIP, 여러 가지 농도의 KMHE와 효소원이었다.

6) Succinate Dehydrogenase (succinate : oxidoreductase ; SDH, EC 1.3.99.1)의 활성 측정

Succinate dehydrogenase의 활성은 다음과 같은 방법(Joo등, 1976)에 따라 측정하였다. 즉, 반응액 (전체 부피 1ml)의 조성(최종 농도)은 50mM phosphate buffer (pH 7.6), 1mM KCN, 0.04mM DIPCIP, 20mM sodium succinate, 여러가지 농도의 KMHE와 효소원이었다. 환원된 DIPCIP의 양은 620nm에서 측정하여 효소의 활성을 추적하였다.

나. KMHE의 항균력에 의한 미생물세포의 전자현미경적 형태 변화

항균력이 뛰어난 KMHE의 처리로 인한 공시 균주의 세포형태 및 기능성 변화를 알아보기 위해 전자현미경을 이용하여 처리전후의 세포구조를 관찰하였다. 일정농도의 KMHE로 처리한 것과, 처리하지 않은 대조구 균체 세포의 전자현미경촬영사진을 비교·검토하여 미생물 세포조직의 변화를 측정(Bendayan등, 1984)하였다. 즉, 투과전자현미경(TEM : Transmission electron microscope)의 조직표본 제작은 0.1M phosphate buffer(pH 7.2)로 완충시킨 2.5% glutaraldehyde용액으로 4℃에서 2-4시간 동안 전고정하였다. 그리고 1% osmium tetroxide(OsO_4)로 4℃에서 2시간 동안 후, 고정하였으며, 고정이 끝난 재료는 0.1M phosphate buffer로 세척하고 ethanol을 이용하여 실온에서 15분 간격으로 단계별로 탈수하여 epon 812에 포매하였다. 포매된 조직은 두께 0.5 μ m의 semithin section과 70nm의 ultrathin section을 하였으며, ultrathin section은 copper grid(200 mesh)에 올려 uranyl acetate와 lead citrate용액으로 이중 염색하여 투과전자현미경(TEM : Hitachi H-600)으로 관찰하였다. 한편, 주사전자현미경(SEM : Scanning electron microscope)의 조직표본 제작과정 중, 고정과 탈수과정은 TEM 조직표본제작과 동일하게 처리되었다. 탈수된 조직은 critical point dryer로 건조시킨후 ion sputter를 이용하여 gold ion particle을 두께 20nm로 피막을 입힌 후 주사전자현미경(SEM : DS-130C, ISI ABT)으로 관찰하였다.

다. KMHE처리에 의한 변태미생물의 세포막 기능변화

1) β -galactosidase (β -D-galactoside galactohydrolase ; EC 3.2.1.23)의 정량 (Miller, 1972)

KMHE가 미생물의 세포막에 미치는 영향을 알아보기 위하여 세포를 파쇄하지 않고,

toluene, chloroform과 KMHE 존재시에 균체의 β -galactosidase가 정량되는 거의 여부를 살펴보았다. 사용 균주가 β -galactosidase를 가지고 있음은 IPTG와 X-gal을 함유한 배지에서 확인하였다. 변패된 시설채소산물에서 분리된 *E. coli* 및 *Pseudomonas syringae*를 영양배지에 접종한 뒤, 37°C에서 24시간 배양한 후, M9 medium으로 옮겨주고 600nm에서 흡광도가 0.2~0.7이 되도록 배양한 다음, 0°C에서 방치하여 성장을 억제하였다. 배양액 0.5ml에 같은 부피의 완충액을 가하고 10초간 잘 흔들어 toluene, 증류수, KMHE, chloroform을 같은 농도로 처리하고, 다시 10초간 세게 흔들어 주었다. toluene 제거를 위해 37°C에서 40분간 방치하고, 28°C에서 5분간 더 방치하고 ONPG(o-nitrophenyl- β -D-galactopyranoside, 4mg/ml)를 0.2ml 첨가후 잘 흔들어 주고 약 20시간동안 28°C에서 반응하였다. 1M Na₂CO₃ 0.5ml를 가하여 반응을 정지시킨 후, 원심분리하고 상등액의 흡광도를 420nm에서 측정하였다. 증류수를 넣은 경우를 0으로 하고 toluene을 넣어준 경우를 100으로 하여 KMHE가 미생물의 세포막에 미치는 영향을 비교하였다.

3. 항균활성물질의 분리 및 동정

KMHE중 항균력이 탁월한 대황추출물 및 황련추출물로부터 항균활성물질을 column chromatography를 이용하여 순수하게 분리하고, NMR에 의하여 항균활성물질의 화학구조를 다음과 같이 분리·동정하였다.

가. 대황추출물중의 항균성분의 분리 및 동정

건조분말화된 대황 50g을 상온에서 메탄올 200ml로 3회 추출하여 메탄올 추출물을 얻었다. 이 추출물을 증류수 300ml에 현탁한 후, ethyl ether, ethyl acetate, n-butanol 순서로 각각 3회씩 분배·추출하여 ethyl ether 분획물, ethyl acetate 분획물, n-butanol 분획물을 얻었다. Ethyl ether 분획물을 silica gel (70-230 mesh, Merck) column chromatography (petroleum ether/ethyl acetate=99 : 1 → 80 : 20, gradient)하여 5개의 소획분(FE1~FE5)을 얻었다. 소획분 FE1을 Sephadex LH 20을 사용한 column chromatography (CHCl₃/MeOH = 30 : 70)하여 Compound I을 분리하였다. ethyl acetate 분획물을 silica gel (70-230 mesh, Merck) column chromatography (CHCl₃/MeOH = 98 : 2 → 70 : 30, gradient)하여 9개의 소분획 (FA1-FA9)을 얻었다. 소분획 FA4를 sephadex LH 20을 사용한 column chromatography

(CHCl₃/MeOH = 10 : 90)하여 Compound II을 분리하였다. Compound I과 II를 각각 ¹H, ¹³C-NMR을 표준물질과 소상히 비교하여 각각의 활성물질을 동정하였다.

나. 황련추출물중의 항균성분의 분리 및 동정

건조 분말화된 황련 50g을 상온에서 메탄올 300ml로 3회 추출하여 메탄올 추출물을 얻었다. 이 추출물을 silica gel (70-230 mesh, Merck) column chromatography (CHCl₃/MeOH = 99 : 1 → 70 : 30, gradient)하여 10개의 소분획 (F1~F10)을 얻었다. 소분획 F1 (CHCl₃/MeOH = 99 : 1 분획)을 용출 용매로 CHCl₃을 사용한 silica gel (230-400 mesh, Merck) column chromatography하여 노란색의 화합물을 얻었으며, 이것을 다시 Sephadex LH 20을 사용한 column chromatography (CHCl₃/MeOH = 30 : 70)하여 Compound III를 분리하였다. 소분획 F8 (CHCl₃/MeOH = 9 : 1분획)을 용출 용매로 (CHCl₃/MeOH = 95 : 5 → 9 : 1, gradient)을 사용한 silica gel (230-400 mesh, Merck) column chromatography하여 갈색의 화합물을 얻었으며, 이것을 다시 Sephadex LH 20을 사용한 column chromatography (CHCl₃/MeOH = 10 : 90) 하여 Compound IV를 분리하였다. Compound III와 IV를 각각 ¹H, ¹³C-NMR을 표준물질과 비교하여 각각의 활성물질을 동정하였다.

4. KMHE의 안전성검사

본 연구에서 수행된 천연항균제 침지처리 및 포장 실험결과에서 황련추출물 (*Coptis chinensis* Franch. extract), 대황추출물(*Rheum palmatum* L. extract) 및 Grapefruit 종자추출물(Grapefruit seed extract: 이하 GFSE라 칭함)은 광범위한 범위의 병원성 및 부패성 미생물에 대한 뚜렷한 항균성을 보이는 것으로 확인되었으며, 그 활용범위가 검토되고 있다. 이들 천연 약용식물추출물(KMHE)을 시설채소처리 항균제, 살균소독제, 식품보존료, 의약품, 수의약품 등으로 사용하기에 앞서 이 물질의 안전성 여부를 검사할 필요가 있다는 것은 당연하다. 따라서 본 연구에서는 이들 KMHE중, 항균력이 뛰어나고 추출 및 포장가공특성이 탁월한 황련추출물의 안전성 검사를 이행하고자 우선 흰쥐를 대상으로 경구 투여시 황련추출물의 급성 경구 독성 여부를 알아보하고자 하였으며, 또한 토끼를 대상으로 피부와 눈에 대한 국소 독성 여부를 검사하였다.

가. 급성 경구 독성 시험

무게가 150-200g 가량 되는 Sprague-Dawley계 흰쥐 60 마리를 1군당 암수 각각 5 마리씩 6군으로 나누어, 1군부터 5군의 흰쥐에게 황련추출물을 흰쥐 무게 1 kg 당 0.9ml (1.0mg), 1.9ml (2.1mg), 3.8ml (4.3mg), 7.5ml (8.5mg), 15.0ml (17.0mg)씩 위관(gastric tube)을 통해 각각 투여하였다. 제 6군은 대조군으로서 흰쥐 무게 1 kg 당 식염수 15.0ml 씩을 투여하였다. 약물을 투여하기 18 시간 전부터는 먹이를 주지 않았다. 약물을 투여한 후 흰쥐들을 암수 및 군별로 사육통에 넣고 실험동물사료(삼양유지사료)를 주어 14 일간 사육하였다. 약물을 투여한 날은 흰쥐를 자주 관찰하여 죽거나 또는 이상한 몸의 자세, 이상한 꼬리의 위치, righting reflex의 소실, 무기력증, 경련, 진전(tremor), 행동의 변화, 수면, 타액 및 눈물 콧물 양의 변화, 배설물 성상의 변화, 먹이 소비량의 변화, 털의 일어섬 등과 같은 전신적인 독성 증상이 나타나는 가를 관찰하였다. 다음날부터는 하루에 2 번 이상 흰쥐를 관찰하였다. 흰쥐가 죽으면 즉시 무게를 단 후에 부검하여 육안적인 병변이 있는 지를 확인하고 폐, 간, 비장, 신장, 위, 장을 적출하여 광학현미경으로 관찰하였다. 8 일 후에 살아남은 흰쥐들의 무게를 측정하였고, 14 일 후에 살아 남은 흰쥐는 무게를 달고 희생시켜 마찬가지로 부검하고 주요 장기를 적출하여 현미경으로 관찰하였다. LD₅₀와 95 % confidence range는 Litchfield와 Wilcoxon(1949)의 방법으로 계산하였다.

나. 피부 자극 시험

무게가 2-3 kg 가량 되는 수컷 흰토끼 6 마리의 등쪽 털을 모두 제거하고 약물을 도포할 부위 4 군대를 선정하였다. 그중 한 군대에 황련추출물 용액 0.5 ml를 떨어 뜨리고 즉시 2.5×2.5 cm의 크기로 자른 가아제를 덮고 약물의 증발을 막기 위해 같은 크기의 비닐로 덮은 다음 테이프로 고정하였다. 또 한 군대는 주사 바늘로 긁어 피가 나지 않는 범위내에서 최대한 깊게 상처를 낸 뒤에 마찬가지로의 방법으로 황련추출물 용액을 도포하였다. 나머지 두 군대는 각각에 대한 대조군으로서 황련추출물 대신 식염수를 도포하였다. 24 시간 뒤에 비닐과 거즈를 제거하고 약물 도포 부위에 병변이 생겼는지, 생겼다면 얼마나 심한지를 관찰하였다. 그 후 14 일간 사육하면서

매일 약물 도포 부위를 관찰하여 병변의 변화 양상을 관찰하였다. 피부 병변의 평가는 국립보건안전연구원 예규 제10호 (1988년 10월 29일 제정) 의약품 등의 독성시험 기준에 의거하였다. 즉, 홍반에 대해서는 홍반이 전혀 없는 경우를 0 점, 육안으로 겨우 식별할 정도의 아주 가벼운 홍반을 1 점, 분명한 홍반을 2 점, 약간 심한 홍반을 3 점, 홍당 무색의 발적을 보이는 심한 홍반을 4 점으로 하였다. 부종에 대해서는 부종이 전혀 없는 경우를 0 점, 육안으로 겨우 식별할 정도의 아주 가벼운 부종을 1 점, 뚜렷하게 부어올라서 병변부가 분명히 구별될 경우의 가벼운 부종을 2 점, 약 1mm 정도 부어오르는 보통 정도의 부종을 3 점, 1 mm 이상 부어오르고 노출 부위 밖까지 확장된 상태의 심한 부종을 4 점으로 하였다.

다. 안점막 자극 시험

무게가 2-3 kg 가량 되는 흰토끼 9마리 중 6마리의 우측 눈에 황련추출물 용액 0.1ml 씩 떨어뜨린 후 매일 관찰하여 어떠한 병변이 얼마나 심하게 생겼는지를 평가하였다. 좌측 눈은 대조군으로 사용하였다. 나머지 3 마리의 우측 눈에도 황련추출물용액 0.1 ml 떨어뜨린 다음 20-30 초 후 미온수로 1 분간 세척하고 마찬가지로 관찰하였다. 병변의 평가는 국립보건안전연구원 예규 제10호 의약품 등의 독성시험 기준에 의거하였다. 즉, 각막 혼탁의 정도에 대해서는 화농이나 혼탁이 없는 경우를 0, 분산 또는 밀집된 혼탁이 있으나 홍채의 말단이 명확히 관찰되는 경우를 1, 반투명한 부분이 쉽게 관측되며 홍채의 말단이 약간 불명확한 경우를 2, 각막이 진주빛이며 홍채의 말단이 관찰되지 않고 동공의 크기가 가까스로 관측되는 정도를 3, 각막이 불투명하여 홍채가 관찰되지 않는 경우를 4로 하고, 혼탁된 각막의 범위에 대해서는 1/4 이하를 1, 1/4 이상 1/2 미만을 2, 1/2 이상 3/4 미만을 3, 3/4 이상을 4로 하여, 각막 혼탁의 정도를 A, 혼탁의 범위를 B로 할때 각막의 병변을 $A \times B \times 5$ 로 점수화 하였다. 홍채에 대해서는 정상을 0, 현저한 주름이나 충혈, 종창이 있으나 빛에 대한 반응은 있는 경우를 1, 출혈이나 심한 파괴가 관찰되거나 빛에 대한 반응이 없는 경우를 2로 하여 여기에 5를 곱한 값을 홍채 병변의 점수로 하였다. 결막의 발적에 대해서는 발적이 없는 경우를 1, 몇몇 혈관이 명확히 충혈된 경우를 1, 넓은 심홍색 색조를 보이는 경우를 2, 옅은 선홍색으로 변한 경우를 3으로 하고, 결막의 부종에 대해서는 부종이 없는 경우를 0, 약간의 종창이 있는 경우를 1, 안검

의 부분적 외전을 동반한 현저한 종창이 있는 경우를 2, 눈이 반쯤 감길 정도의 안검의 종창이 있는 경우를 3, 눈이 반 이상 감길 정도의 종창이 있는 경우를 4로 하고, 배출물에 대해서는 배출물이 없는 경우를 0, 약간의 배출물이 있는 경우를 1, 속눈썹과 눈꺼풀을 적시는 배출물이 있는 경우를 2, 눈주위의 상당 부위를 적시는 배출물이 있는 경우를 3으로 하여, 발적의 정도를 A, 결막 부종의 정도를 B, 배출물의 정도를 C로 할때 결막의 병변을 $(A+B+C) \times 2$ 로 점수화 하였다. 눈에 대한 황련추출물의 독성은 위와같이 계산된 각막, 홍채, 결막 병변의 점수를 모두 더한 값으로 하였다.

5. 시설채소산물의 선도유지를 위한 KMHE의 처리 및 설계된 포장시스템에의 적용

경남 지역에서 시설채소산물로 생산되고 있는 오이, 호박, 풋고추 등의 작물을(추수 및 수확전 후에 미생물에 의하여 변패될 수있는 작물) KMHE처리한 후에 본 실험실에서 설계하고 위탁·제조한 항균성 포장시스템으로 포장하고 10℃가 유지되는 저온실에 저장하면서 부패율, 조직의 경도와 같은 물리적 상태 및 ascorbic acid함량 변화를 조사하고, 아울러 오염된 총균수의 변화를 경시적으로 측정하여 저장중, 시설채소산물의 품질열화특성을 비교·검토하였다.

가. 시설채소산물의 포장 및 저온저장

약용식물에서 추출한 추출물의 항균소재로서의 사용가능성과 항균필름과의 synergy 효과를 가능성을 확인하기 위하여 호박, 오이, 고추에 대하여 포장실험을 수행하였다. 호박, 오이, 고추를 포장하기 전에 크기가 일정하고 표면에 상처가 없는 것을 선별하였다. 시설채소산물의 선도유지를 위하여 처리할 천연항균제로는 KMHE와 아울러, 선도유지효과가 확인된 자몽종자추출물(Grapefruit Seed Extract : 이하 GFSE라 칭함)(조성환등, 1991, 1993, 1994) 을 병용하였다. 즉, 호박, 고추에 대해서는 500ppm의 GFSE 용액, 황련추출물 및 대황추출물 용액에, 한편, 오이의 경우는 1000ppm의 각 추출물 용액에 각각 10분간 침지 처리 후 채소의 표면에 묻은 물기를 선풍기 바람에 의해 말렸다. 호박과 오이는 침지 처리하지 않은 것과 침지 처리한 것을 필름에 밀착되게 하나씩 날개로 포장하였다. 고추는 폴리스티렌 트레이(18 x 13cm) 위에 같은 넓이로 제단된 포장필름을 칸 다음 고추 $200 \pm 5g$ 을 담고 이를

40 x 30cm크기의 포장필름으로 고추표면과 밀착되게 덮고 접착 테이프로 폴리스티렌 트레이와 이어 붙여서 포장하였다. 이러한 포장조건은 채소와 필름이 밀착되면서 외부와 충분한 통기성을 가져서 포장내부의 기체조성이 통상공기와 같도록 한 포장상태이다. 이렇게 포장된 채소는 10℃에서 저장하면서 품질변화를 측정하였다. 포장에 사용된 필름은 Table 2-2와 같다.

Table 2-2. Treatment and packaging methods for cucumber, zucchini and green chilli pepper

Symbol	Treatment and packaging method
A	Wrapped with plain LDPE film (Control)
B	Dipped in 500ppm or 1000ppm GFSE solution and wrapped with plain LDPE film
C	Wrapped with 1% GFSE-impregnated LDPE film
D	Dipped in 500ppm or 1000ppm GFSE solution and wrapped with 1% GFSE-impregnated LDPE film
E	Dipped in 500ppm or 1000ppm <i>Coptis chinensis</i> solution and wrapped with plain LDPE film
F	Wrapped with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract-impregnated LDPE film
G	Dipped in 500ppm or 1000ppm <i>Coptis chinensis</i> solution and wrapped with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract-impregnated LDPE film
H	Dipped in 500ppm or 1000ppm <i>Rheum palmatum</i> solution and wrapped with plain LDPE film
I	Wrapped with 1% <i>Rheum palmatum</i> extract-impregnated LDPE film
J	Dipped in 500ppm or 1000ppm <i>Rheum palmatum</i> solution and wrapped with 1% <i>Rheum palmatum</i> extract-impregnated LDPE film

나. 딸기의 포장 및 저온저장

한편, 약용식물에서 추출한 추출물의 항균소재로서의 이용가능성과 항균필름과의 synergy 효과의 가능성을 확인하기 위하여 딸기에 대하여 포장실험을 수행하였다. 딸기는 황련추출물과 GFSE(Grapefruit seed extract)의 농도를 500ppm으로 조제된 용액에 각각 10초간 침지후 딸기의 표면에 묻어있는 물기를 완전히 말려서 저밀도폴리에틸렌 필름에 황련추출물과 GFSE를 1%농도로 첨가하여 제작한 필름에 밀봉상태로 포장하고 5°C 실험실 chamber에 저장하면서 포장내 기체조성과 미생물 및 품질변화를 측정하였다. 포장내 O₂ 및 CO₂ 농도는 포장내 기체 1mL을 취하여 기체크로마토그래프(Hitachi Model 163, Hitachi사, Tokyo, Japan)에 의해서 측정하였다. Carrier gas는 헬륨을 사용하였으며, 사용한 column은 CTR I (Alltech Associates Inc., U. S. A.)이었으며, 검출기는 TCD였다. 오븐의 온도는 40°C, 인젝터는 70°C, 검출기는 90°C로 하였으며, 운반 기체로 사용한 헬륨의 이동 속도는 30mL/min로 하였다. 딸기 표면의 미생물수를 측정하기 위하여 딸기의 표피로부터 깊이 5mm까지의 과육 5g을 무작위 3반복으로 취하여 무균적으로 10mL의 멸균수와 혼합하여 3분간 마쇄하였다. 이 마쇄액을 순차적으로 희석하여 영양배지에 도말배양하였다. 호기성 총균수는 Plate count agar(Difco Laboratories, Detroit, 미국)를 사용하여 25°C에서 3일간 배양하였다. 유산균수는 MRS 배지(Difco Laboratories, Detroit, 미국)를 사용하여 30°C의 혐기 용기에서 5일간 배양하였다. 효모수는 시료 용액을 chloramphenicol을 첨가시킨 PDA배지(Difco Laboratories, Detroit, 미국)에 도말하고 25°C에서 5일간 배양하였다. 딸기의 조직감은 Rheometer Compac-100(Sun Scientific Co., Japan)에 의하여 직경 5mm의 원통형 probe에 의해서 종방향으로 이동분된 딸기의 표면을 깊이 10mm까지 60mm/min의 속도로 수직으로 관입시킬 때 얻어지는 항복력을 측정하고 이를 경도로 하였다. 가용성 고형분은 굴절당도계(Atago사, 일본)에 의해서 °Brix 농도로 측정하였다. 딸기의 포장 방법은 Table 2-3과 같다.

조제된 항균소재와 항균성 포장필름을 이용한 딸기의 환경기체조절포장 실험에서는 18 x 13 cm 크기의 폴리스티렌 트레이 위에 같은 넓이로 재단된 항균성 필름 혹은 대조구 LDPE필름을 칸 다음 200±5 g의 딸기를 담았다. 이를 25 x 22 cm 크기의 항균성 혹은 대조구 저밀도폴리에틸렌 필름 봉지에 넣고 밀봉하여 포장하였다. 이러한 포장은 가급적 항균성 필름과 딸기가 밀착된 형태로 유지되는 조건이었다.

Table 2-3. Treatment and packaging methods for strawberries

Symbol	Treatment and packaging method
A	MAP with plain LDPE film (Control)
B	MAP with 1% GFSE-impregnated LDPE film
C	Dipped in 500ppm GFSE solution and MAP with 1% GFSE-impregnated LDPE film
D	MAP with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract-impregnated LDPE film
E	Dipped in 500ppm <i>Coptis chinensis</i> solution and MAP with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract-impregnated LDPE film

제 3 절 결과 및 고찰

1. 한국산 약용식물추출물(Korean Medicinal Herbs Extract : KMHE)의 조제 및 항균특성

가. KMHE의 조제

국내산 약용식물추출물(27종)을 건조된 상태로 구입하여 추출·농축하고 동결건조기로 건조하여 조제한 KMHE의 추출 수율은 다음 Table 2-4와 같다. 추출 수율은 건물 중으로 2.7%~46.7% 범위에서 다양하게 나타났으며 황정이 46.7%로 가장 높은 값을 보였으며, 항균력이 우수한 것으로 확인된 대황은 16.2%, 황련은 11.9%로 비교적 높은 수율로 나타났다.

Table 2-4. The extraction yields of Korean medicinal herbs as dry weight basis

Name of medicinal herb (in Chinese)	Scientific name	Extraction yields(%)
甘草	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch.	10.9
肉桂	<i>Cinnamomum cassia</i> Presl.	2.9
金銀花	<i>Loincera japonica</i> Thumb.	26.3
大黃	<i>Rheum palmatum</i> L.	16.2
木香	<i>Saussurea lappa</i> Clarke	40.9
白芷	<i>Angelica dahurica</i> (Fisch. ex Hoffm.) Bebh. et Sav.	17.2
白朮	<i>Atractylodes macrocephala</i> (rhizoma) Koidz.	37.9
白芥子	<i>Brassica alba</i>	12.3
赤芍藥	<i>Paeonia lactiflora</i> Pall.	9.8
知母	<i>Anemarrhenae aphodeloides</i>	13.2
淫羊藿	<i>Epimedium grandiflorum</i> Morr.	8.2
香附子	<i>Cyperus rotundus</i> L.	7.0
黃柏	<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.	6.7
黃芩	<i>Scutellariae Radix</i>	29.2
梔子	<i>Gardenia jasminoides</i>	21.8
黃蓮	<i>Coptis chinensis</i> Franch	11.9
虎杖	<i>Polygonum cuspidatum</i> Sieb. et Zucc.	10.5
夏枯草	<i>Prunella vulgaris</i> L.	13.8
馬兜鈴	<i>Aristolochia contorta</i> Bge.	8.0
決明子	<i>Cassia tora</i> L.	2.7
木通	<i>Akelia trifoliata</i> Koidz. var australis Rehd.	9.6
紫草	<i>Lithospermum erythrorhizon</i> Sieb. et Zucc.	37.6
艾葉	<i>Artemisia argyi</i> Levl. et Vant., (vulgaris)	14.0
黃精	<i>Polygonatum sibiricum</i> Redoute	46.7
丁香	<i>Syzyrium aromaticum</i> (L.) Merr. et Perry	16.1
苦參	<i>Sophora flavescens</i>	13.5

나. KMHE의 물리적, 화학적 특성 분석

전반부 실험결과에서 항균력이 뛰어난 것으로 밝혀진 대황, 황련의 KMHE에 물리적·화학적 특성을 분석한 결과는 Table 2-5와 같다.

다. KMHE의 농도별 항균력 측정

Table 2-6에서 보는 바와 같이, 본 실험 시료로 선택한 KMHE중 넓은 영역의 변태 미생물(Gram 양성균, Gram 음성균, 효모, 곰팡이)에 대하여 항균력이 뛰어난 것은 대황, 황금, 치자, 황련, 호장, 마두령, 정향 등으로 나타났으며, 하고초와 적작약도 약간의 항균력을 보였다. 이들 중, 대황추출물과 황련추출물의 항균력이 탁월하여 paper disk법에 의하여 얻어진 결과에서 가장 큰 생육 억제 저해환을 보여 주었다. 아울러 이들은 공시 균주에 대해서는 농도에 비례하여 항균력이 증가하는 것을 알 수 있었다.

라. KMHE의 미생물 생육저해 농도곡선측정

KMHE의 항균력 시험에서 항균력이 입증된 대황추출물과 황련추출물의 공시 균주의 생육억제를 확인하기 위하여 측정한 생육저해 농도곡선은 Fig. 2-1 및 Fig. 2-2와 같다. 즉, 대황 및 황련 어느 경우에도 *Bacillus cereus*에서는 100ppm 이상에서 생육이 완전히 억제되는 것으로 나타났으며, *Pseudomonas syringae*와 *Corynebacterium xerosis*에서는 500ppm 이상에서 거의 생육이 억제되는 것으로 나타났다.

마. KMHE의 열 및 pH 안정성의 검사

Paper disc method에 의하여 항균력이 가장 우수한 것으로 나타난 대황추출물과 황련추출물의 열안정성 및 pH안정성을 검토한 결과, 넓은 영역의 열처리 온도(40~180℃)와 pH 범위(pH4~10)에서 동일한 항균력을 보임으로써 열과 pH에 안정한 것으로 나타났다.

Table 2-5. Chemical components and physical properties of *Rheum palmatum* L. extracts and *Coptis chinensis* Franch extracts

Chemical components	Dry weight basis(%)	
	<i>Rheum palmatum</i> L.	<i>Coptis chinensis</i> Franch.
Moisture	4.8	5.8
Ash	19.2	11.6
Total sugar	12.3	-
Fat	4.0	3.8
Total nitrogen	6.8	11.4

Physical properties	<i>Rheum palmatum</i> L.	<i>Coptis chinensis</i> Franch.
Color	Brown	Reddish brown
pH at 25°C (aqueous soln.)	6.87	6.85
Flash point(°C)	195	192
Viscosity (Centistoke) (10% aq. soln)	6.3	4.8

Table 2-6. Antimicrobial activities of Korean medicinal herb extracts expressed as inhibitory zone diameter (mm)

Name of medicinal herb (in Chinese)	Scientific	Antibacterial effect			
		A	B	C	D
肉桂	<i>Cinnamomum cassia</i> Presl.	12	10	11	14
金銀花	<i>Loincera japonica</i> Thumb.	9	8	9	9
大黃	<i>Rheum palmatum</i> L.	18	17	17	16
赤芍藥	<i>Paeonia lactiflora</i> Pall.	12	14	14	15
淫羊藿	<i>Epimedium grandiflorum</i> Morr.	10	11	13	12
黃芩	<i>Scutellariae radix</i>	16	14	13	14
梔子	<i>Gardenia jasminoides</i>	14	13	12	15
黃蓮	<i>Coptis chinensis</i> Franch	17	19	20	18
虎杖	<i>Polygonum cuspidatum</i> Sieb. et Zucc.	15	15	14	16
夏枯草	<i>Prunella vulgaris</i> L.	11	12	13	11
漁腥草	<i>Houttuymia cordata</i> Thunb.	10	10	11	9
馬兜鈴	<i>Aristolochia contorta</i> Bge.	13	15	14	12
木通	<i>Akelia trifoliata</i> Koidz. var. <i>australis</i> Rehd.	9	9	10	8
艾葉	<i>Artemisia argyi</i> Levl. et Vant., (<i>vulgaris</i>)	11	10	13	14
丁香	<i>Syzyrium aromaticum</i> (L.) Merr. et Perry	15	16	14	16

* A : *Bacillus cereus* ATCC 11778 B : *Pseudomonas syringae* ATCC 19310
 C : *Candida albicans* ATCC 28366 D : *Fusarium* sp.

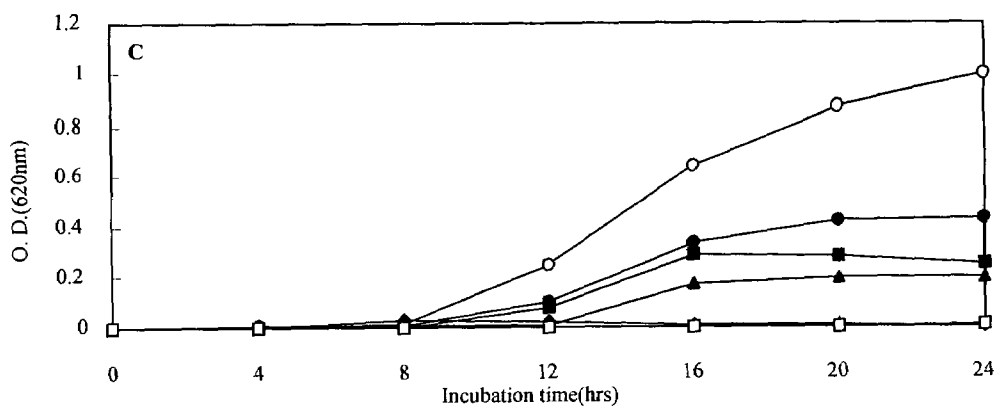
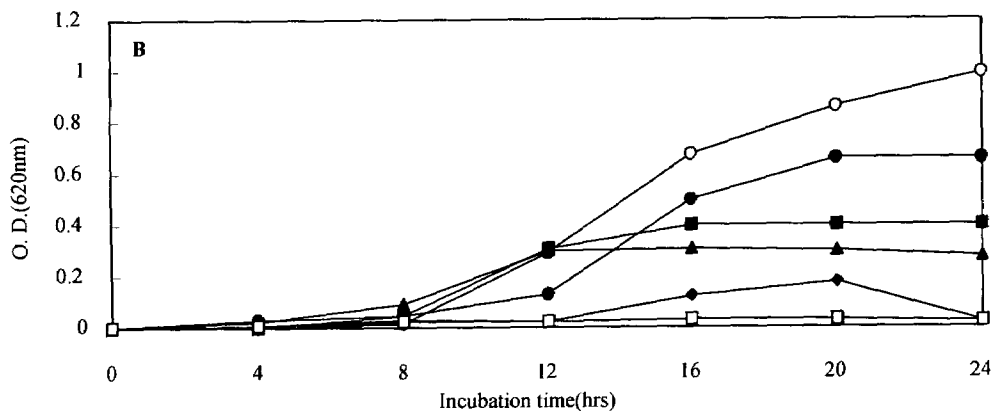
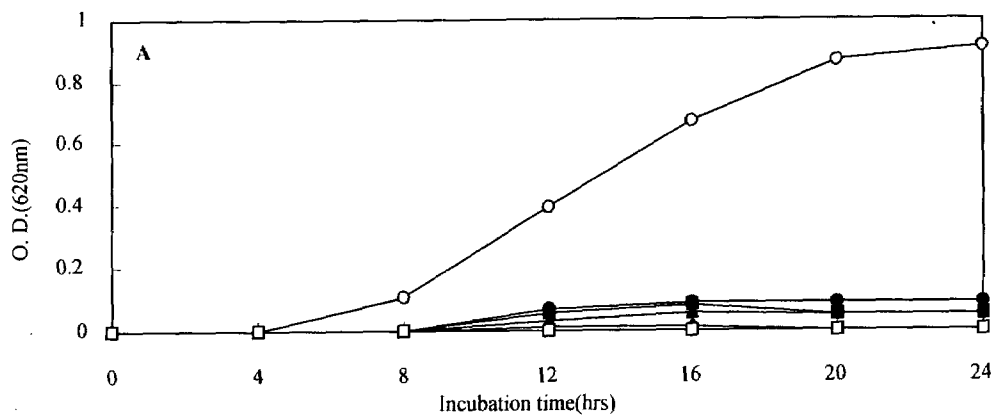


Fig.2-1. Microbial growth curve in the medium containing *Rheum palmatum* L. extracts. A: *Bacillus cereus*; B: *Pseudomonas syringae*; C: *Corynebacterium xerosis*, ○: Control; ●: 100ppm; ■: 500ppm; ▲: 1000ppm; ◆: 2500ppm; □: 5000ppm.

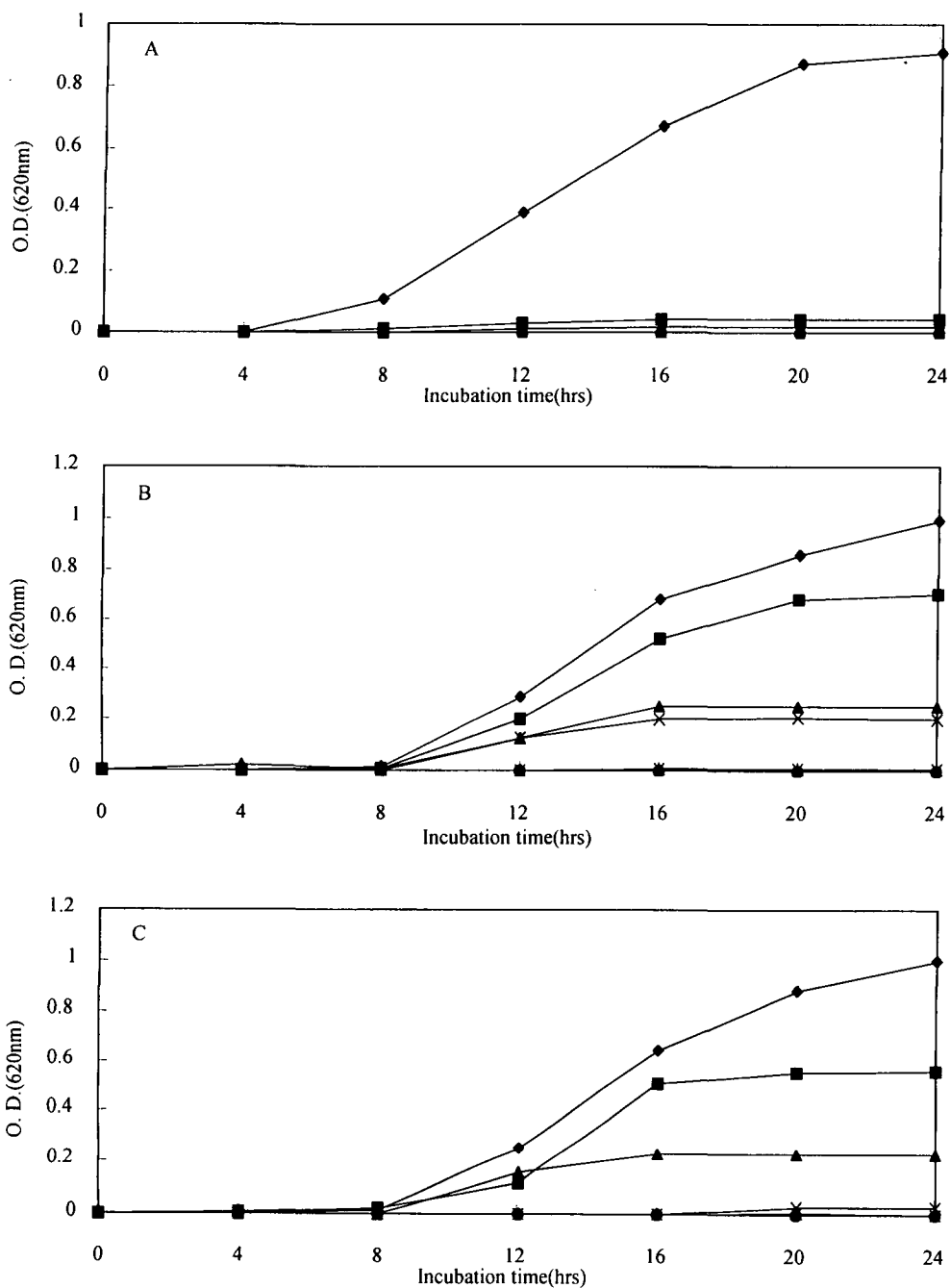


Fig.2-2. Microbial growth curve in the medium containing *Coptis chinensis* Franch extracts. A: *Bacillus cereus*; B: *Pseudomonas syringae*; C: *Corynebacterium xerosis*, ◆: Control; ■: 100ppm; ▲: 500ppm; ×: 1000ppm; *: 2500ppm; ●: 5000ppm.

2. KMHE의 항균작용

본 실험에서는 한국산 약용식물추출물(KMHE)로부터 항균활성물질을 추출하고, 항균력이 뛰어난 대황추출물 및 황련추출물을 선정하여, 그 항균활성성분이 미생물에너지 생성대사에 미치는 영향과 미생물세포막 또는 세포벽의 유동성에 미치는 영향을 검토하는 한편, 전자현미경을 이용하여 변태 미생물의 세포형태 및 기능성변화를 살펴봄으로써 대황추출물 및 황련추출물의 항균작용을 확인하였다.

가. 변태 미생물의 에너지 생성대사에 미치는 대황추출물 또는 황련추출물의 억제 효과

대황추출물 또는 황련추출물의 첨가 배지 상에서 미생물세포의 생육이 크게 억제된다는 실험결과를 토대로, 미생물에 대한 항균작용의 방식을 알아보고자, 여러 가지 효소 활성화에 미치는 영향을 조사하였다. 특히 에너지 대사와 관련된 효소들에 대한 영향을 살펴보기 위하여 여러 가지 대사경로에서 주요한 역할을 하는 효소인 hexokinase, glucose 6-phosphate dehydrogenase, malate dehydrogenase와 succinate dehydrogenase에 대한 영향을 살펴 보았다. 이중 hexokinase의 활성화는 glucose-6-phosphate dehydrogenase를 이용하여 coupling assay method를 사용하므로, 먼저 glucose-6-phosphate dehydrogenase에 대한 대황추출물 또는 황련추출물의 효과를 살펴보았다. 대황추출물 또는 황련추출물을 각각 효소 반응시 농도를 달리하여 첨가한 후 효소활성을 측정하였다. 대조구로는 이들 물질을 첨가하지 않고, 정상적인 효소활성을 나타내는 것을 사용하였으며 효소에 미치는 영향은 대조구에 대한 각 효소반응의 비율로 결정하였다. Table 2-7에서 보는 바와 같이, 미생물 에너지대사 관련효소중, glucose-6-phosphate dehydrogenase의 활성화는 대황추출물 또는 황련추출물의 최종농도가 0.01%와 0.1%에서 각각 약간의 효소활성 억제되었고, 항균활성이 큰 황련추출물에서 유의성이 있는 효소활성 억제 효과가 관찰되었다. Succinate dehydrogenase 효소 활성화는 대황추출물 첨가구의 경우, 대황추출물의 최종농도가 0.01%와 0.1%에서 각각 약간의 효소활성이 억제되었으나 유의성은 없었다. 황련추출물 첨가구에서는 각각 대조구에 비하여 80%와 76%로 나타나 약간의 효소활성 억제작용을 관찰할 수 있었다. Malate dehydrogenase 효소활성도 대황추출물 첨

가구의 경우, 추출물의 최종농도가 0.01%와 0.1%에서 각각 효소활성이 약간 억제되었으나 유의성이 없었고, 황련추출물 첨가구에서는 각각 87%와 77%로 나타났으며, succinate dehydrogenase와 같이, TCA cycle상의 에너지 생성대사에 미치는 대황추출물 또는 황련추출물의 뚜렷한 효소활성 억제효과는 예상할 수 없었다. 그러나, hexokinase 효소활성의 경우, 대황추출물의 최종농도가 0.01%와 0.1%에서 대조구에 비하여 각각 80%와 75%로 나타나, 효소활성이 억제되는 것을 관찰할 수 있었으며, 황련추출물 첨가구의 경우, 각각 65%와 60%로 나타나 뚜렷한 효소작용의 억제효과를 볼 수 있었다. 이 결과로 대황추출물 또는 황련추출물은 일부 에너지 생성대사의 효소활성에 영향을 미치는 것으로 나타나, 대황추출물 또는 황련추출물이 세포 내로 침투되어 membrane에 존재하는 효소의 활성을 억제하는 것으로 추정할 수 있었다.

Table 2-7. The relative activities of *Rheum palmatum* extracts and *Coptis chinensis* extracts on various metabolic enzymes

	Conc. (%)	Glucose-6-phosphate dehydrogenase	Succinate dehydrog- enase	Malate dehydro- genase	Hexokinase
Control		100	100	100	100
<i>Rheum palmatum</i> Extract	0.01	90	94	96	80
	0.1	85	90	92	75
<i>Coptis chinensis</i> Extract	0.01	74	80	87	65
	0.1	70	76	77	60

* Enzymatic activities were represented as percentage assuming the control as 100.

나. 대황추출물 또는 황련추출물의 항균력에 의한 변태미생물 세포의 전자현미경학적 형태 변화

항균력이 뛰어난 대황 및 황련추출물의 처리로 인한 시설채소산물 변태미생물의 세포형태 및 기능성 변화를 알아보기 위해 전자현미경을 이용하여 처리전후의 세포구조를 관찰하였다. 대황 및 황련추출물 1000ppm의 농도로 처리한 것과, 처리하지 않은 대조구 균체 세포의 전자현미경 촬영사진을 비교·검토하여 미생물 세포조직의 변화를 측정하였다. 대황 및 황련추출물이 미생물세포생리특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 변태된 시설채소산물에서 분리된 *E. coli*, *Pseudomonas* sp.,

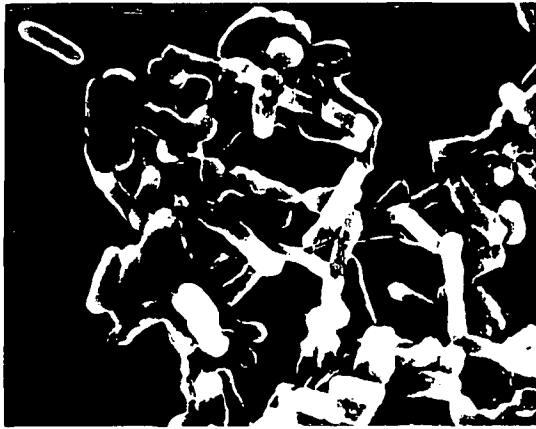
Corynebacterium sp., *Enterobacter sp.* 및 *Candida sp.*를 사용하여 대항 및 황련추출물의 농도를 1000ppm으로 처리한 것을 처리하지 않은 대조구 균주와 함께 전자현미경 촬영시료로 조제하여 SEM과 TEM을 촬영한 결과는 각각 Fig.2-3~Fig.2-6 및 Fig.2-7~Fig.2-11과 같다. SEM의 결과인 Fig.2-3~Fig.2-6에서 보는 바와 같이, Gram 양성균 및 Gram 음성균, 방선균에 이르기까지 미생물의 생리활성효소의 기능이 약화되고 세포벽 또는 세포막이 파손되어 삼투기능이 상실됨으로 해서 미생물의 세포형태가 변화되고, 미생물의 생리가 중단되며, 생육이 억제되는 것을 볼 수 있었다. 또한, TEM의 결과는 Fig.2-7~Fig.2-11에서 보는 바와 같이, Gram 양성균 및 Gram 음성균, 방선균, 효모에 이르기까지 어느 경우에도, 대항 및 황련추출물의 항균물질에 의하여 균체 세포는 세포막의 기능이 파괴되어 세포내용물이 균체 외부로 유출되어 균체의 생육이 억제되며, 균체 내부가 빈 ghost 형태의 균체수가 증대함을 알 수 있었다. 이것은 대항추출물 및 황련추출물이 미생물의 세포내 생리활성효소의 기능을 약화시키고, 그 결과, 미생물의 세포벽 및 세포막의 기능이 상실되어 세포내용물의 소실 등으로 인한 항균작용에 기인한 것으로 생각된다.

다. 대항추출물 또는 황련추출물처리에 의한 변태미생물의 세포막 기능변화

대항추출물 및 황련추출물을 미생물 세포에 처리하였을 때, 세포막에 영향을 주는가를 알아보기 위하여 대항추출물 및 황련추출물의 존재하에서 세포내 β -galactosidase의 활성이 확인된 *E. coli* 및 *Pseudomonas syringae*의 β -galactosidase활성을 측정하여, Fig.2-12 및 Fig.2-13에서 보는 바와 같이, 증류수를 가해준 대조구의 값을 0으로 하고 toluene을 가해 준 시험구를 100으로 하였을 때, *E. coli*의 경우, 대항추출물 및 황련추출물 처리구는 각각 40%, 43%, *Pseudomonas syringae*의 경우, 각각 50%, 43%의 활성이 검출되었다. chloroform을 가해서 세포막을 손상하여 얻은 값이 10%정도였는데, 이를 토대로 보면, 대항추출물 및 황련추출물은 chloroform보다 세포막을 더 손상시키며, 세포막 파손이 심하게 일

어나는 toluene 처리구의 40~50%에 상응하는 세포막 기능파괴가 초래된 것으로 예상할 수 있었다. 이 결과는 전자현미경 실험결과(Fig.2-3~Fig.2-11)와 잘 일치하였으며, 이와 같은 항균 기작에 연유하여 대항 및 황련추출물 처리는 각각 뛰어난 미생물 세포의 생육억제 효과를 보여줄 수 있는 것으로 판단되었다.

(A)



(B)



(C)

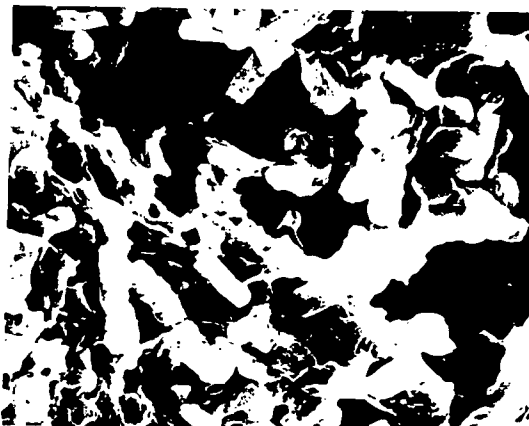


Fig. 2-3. Scanning electron micrographs of *Escherichia coli* not-treated (A: Control) and treated with *Rheum palmatum* L. extract(B) and *Coptis chinensis* Franch extracts(C).. (Magnification : x 5,000)

(A)



(B)



(C)

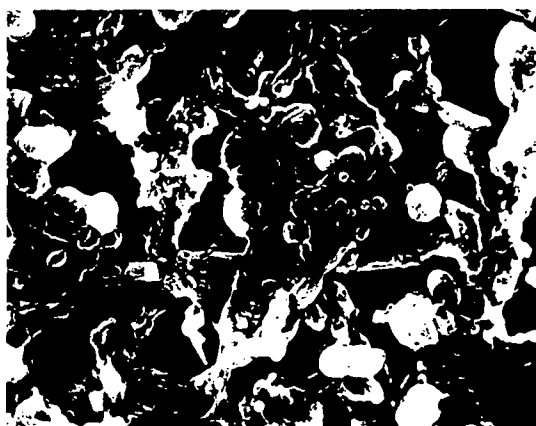
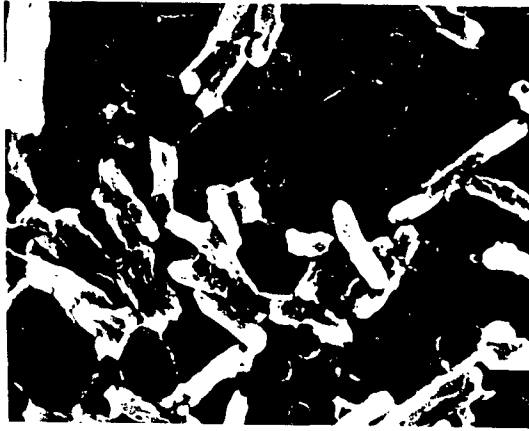


Fig. 2-4. Scanning electron micrographs of *Pseudomonas* sp. not-treated (A: Control) and treated with *Rheum palmatum* L. extract(B) and *Coptis chinensis* Franch extracts(C). (Magnification : x 5,000)

(A)



(B)

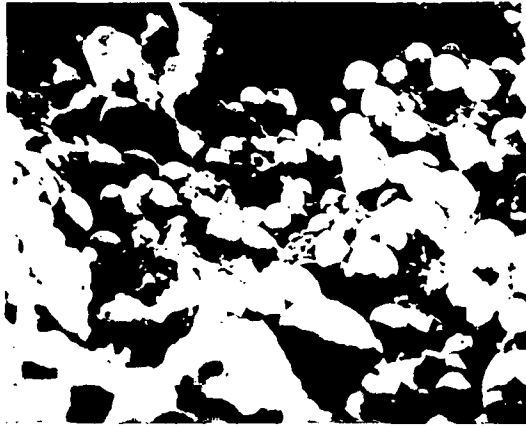


(C)

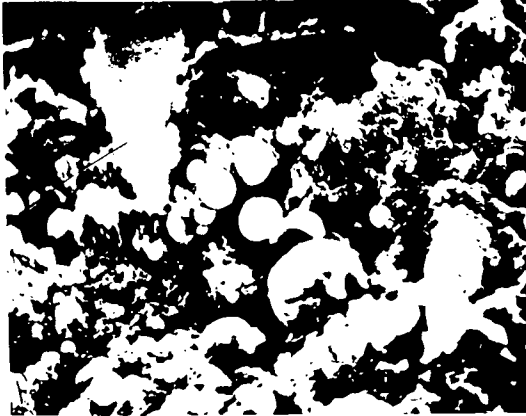


Fig. 2-5. Scanning electron micrographs of *Corynebacterium* sp. not-treated (A: Control) and treated with *Rheum palmatum* L. extract(B) and *Coptis chinensis* Franch extracts(C). (Magnification : x 5,000)

(A)



(B)



(C)

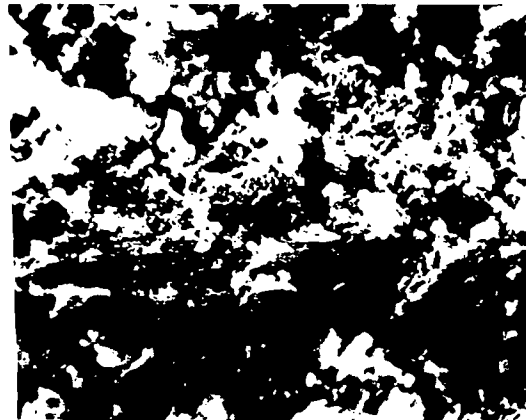
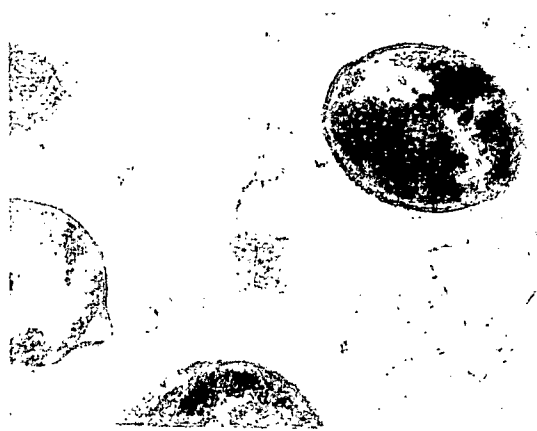
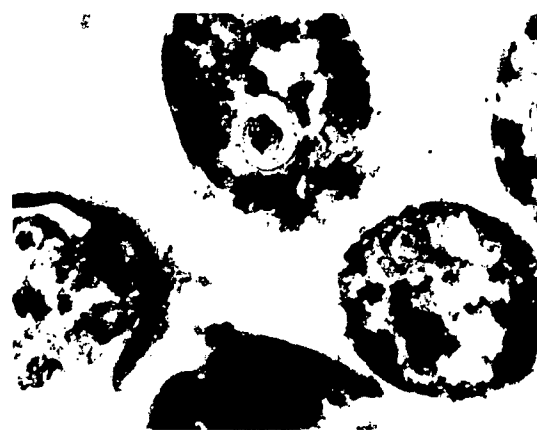


Fig. 2-6. Scanning electron micrographs of *Enterobacter* sp. not-treated (A: Control) and treated with *Rheum palmatum* L. extract(B) and *Coptis chinensis* Franch extracts(C). (Magnification : x 5,000)

(A)



(B)



(C)



Fig. 2-7. Transmission electron micrographs of *Escherichia coli* not-treated (A: Control) and treated with *Rheum palmatum* L. extracts(B) and *Coptis chinensis* Franch extracts(C). (Magnification : x 25,000)

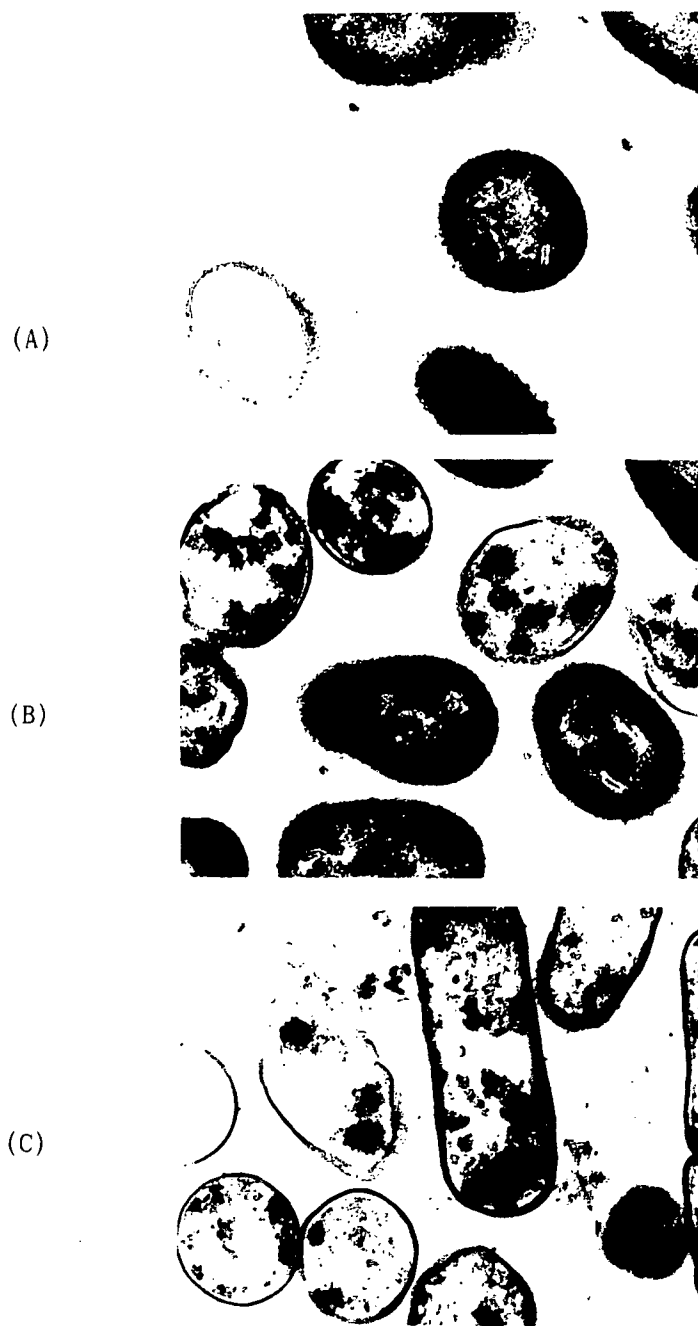


Fig. 2-8. Transmission electron micrographs of *Pseudomonas* sp. not-treated (A: Control) and treated with *Rheum palmatum* L. extracts(B) and *Coptis chinensis* Franch extracts(C). (Magnification : x 25,000)

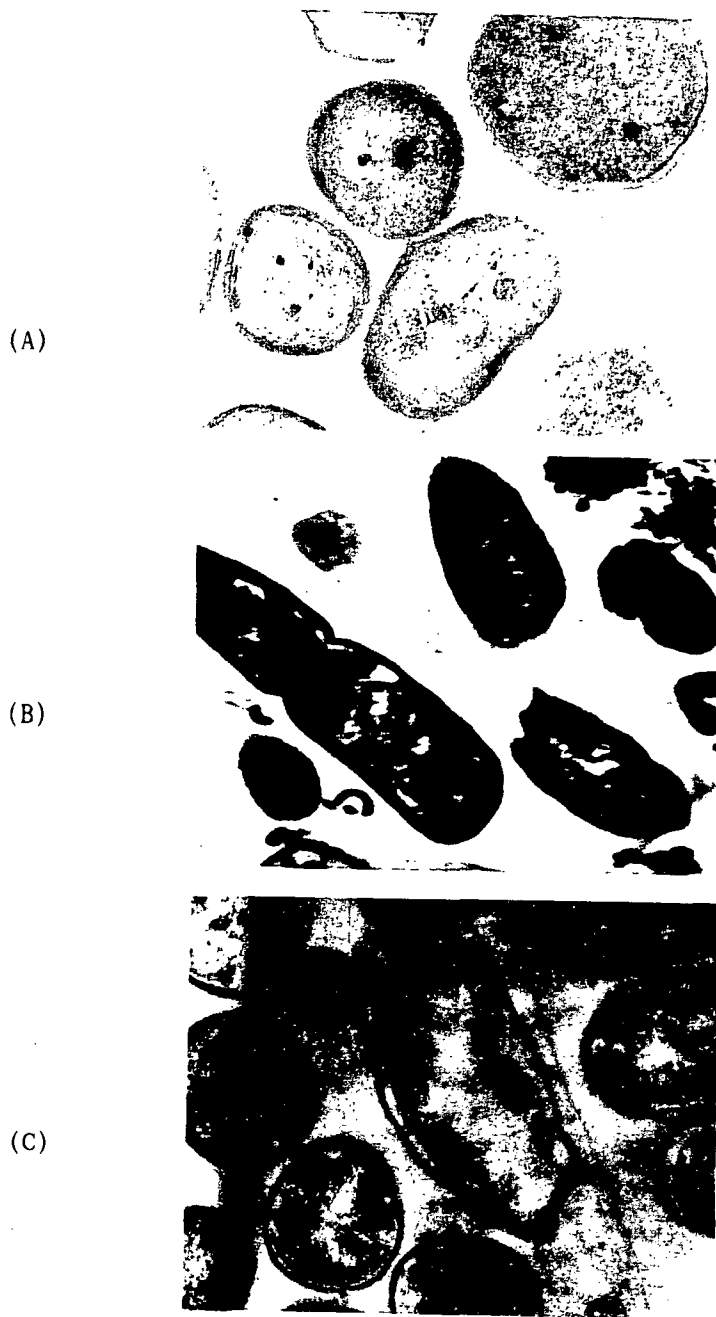


Fig. 2-9. Transmission electron micrographs of *Corynebacterium sp.* not-treated (A: Control) and treated with *Rheum palmatum* L. extracts(B) and *Coptis chinensis* Franch extracts(C). (Magnification : x 25,000)

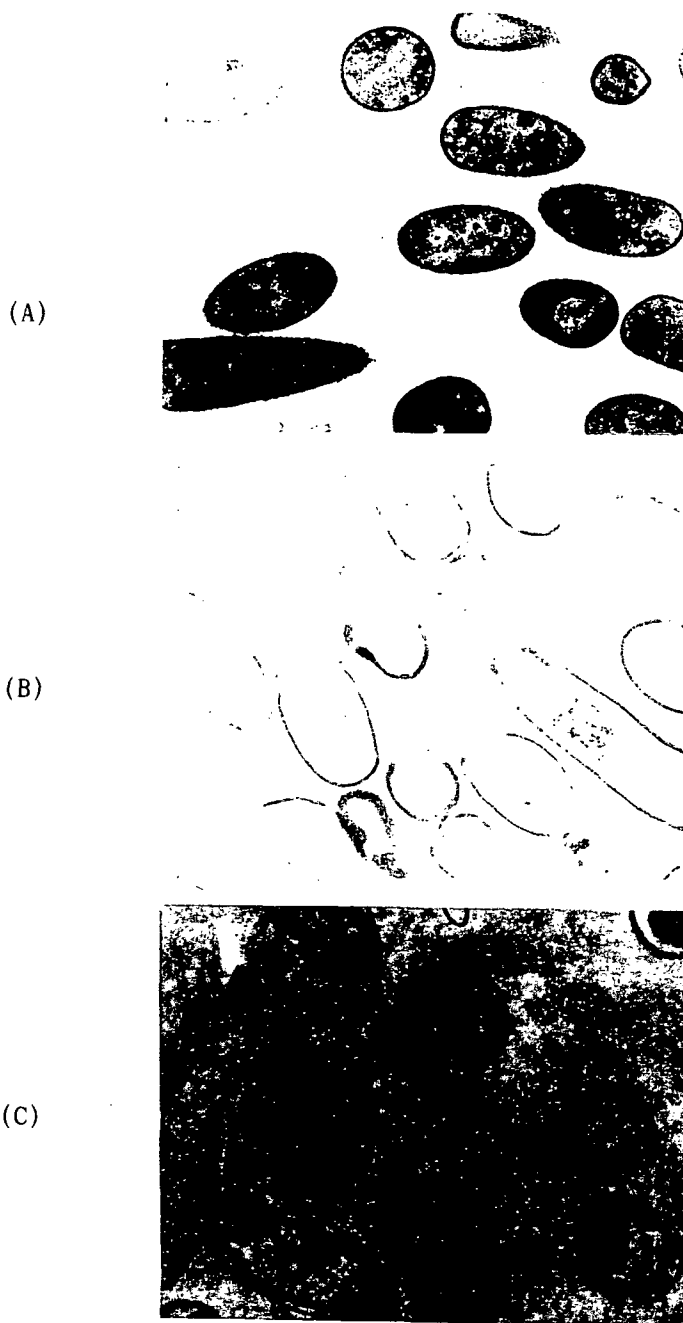


Fig. 2-10. Transmission electron micrographs of *Enterobacter sp.* not-treated (A: Control) and treated with *Rheum palmatum* L. extracts (B) and *Coptis chinensis* Franch extracts (C). (Magnification : x 25,000)



Fig. 2-11. Transmission electron micrographs of *Candida sp.* not-treated (A: Control) and treated with *Rheum palmatum* L. extracts(B) and *Coptis chinensis* Franch extracts(C). (Magnification : x 17,000)

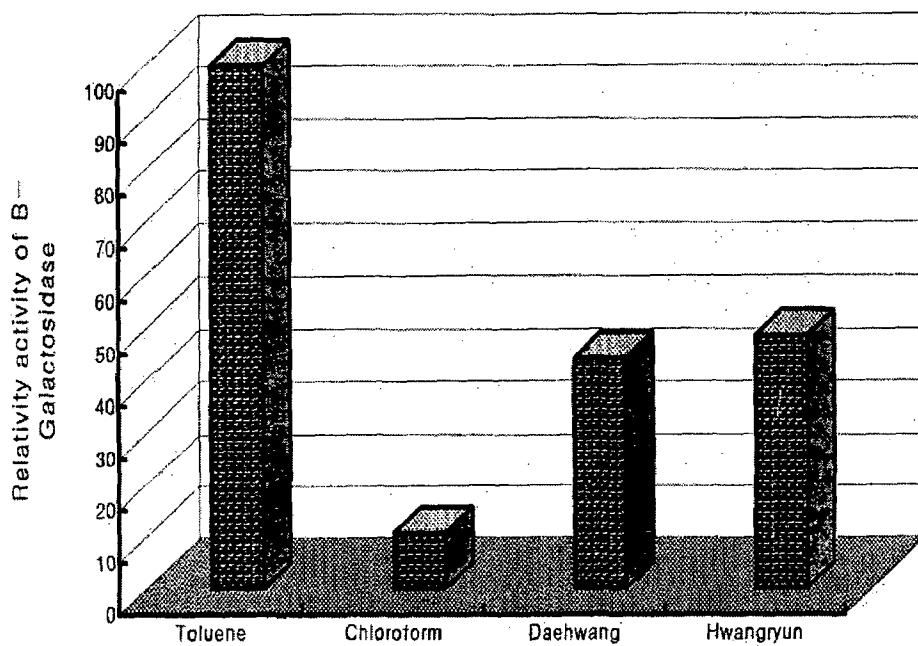


Fig. 2-12. The effect of KMHE on the membrane perturbation of *E. coli*. The cells were treated with the reagents including toluene, chloroform, *Rheum palmatum* L. extracts and *Coptis chinensis* Franch extracts.

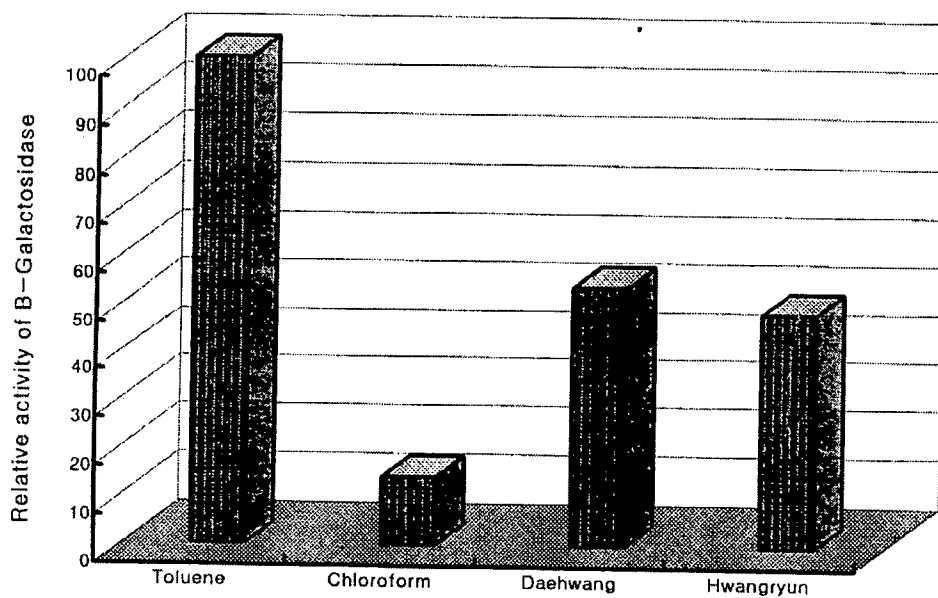


Fig. 2-13. The effect of KMHE on the membrane perturbation of *Pseudomonas syringae*. The cells were treated with the reagents including toluene, chloroform, *Rheum palmatum* L. extracts and *Coptis chinensis* Franch extracts.

3. 항균활성물질의 분리 및 동정

가. 대황추출물 NMR-SPECTRUM

1) catechin

대황추출물의 column chromatography로부터 분리된 compound I의 $^1\text{H-NMR}$ spectrum (Fig. 2-14)에서는 δ 2.3634- δ 3.2027에서 d의 signal이 나타났으며 2개의 proton은 coupling하므로 각각 doublet과 triplet를 나타낸다. δ 4.5509에 나타난 f signal은 적분시 δ 4.2959에서 나타난 H_2O 의 signal 때문에 잘렸으나 phenolic OH의 proton이며 e의 proton과 coupling해서 doublet를 나타낸다. δ 3.9256- δ 3.9591에서의 signal은 e와 l 위치의 proton이며, coupling해서 doublet를 나타낸다. δ 5.7756~ δ 6.7482에서는 5개의 aromatic proton의 signal이 나타났다. (m. b. k. j. g) a. c. h. i의 signal은 δ 9.1726- δ 9.7756에서 나타나는 aromatic OH의 proton이다. h, i가 비슷한 환경에 있으므로 δ 9.1720- δ 9.2015에서 겹쳐진 signal이 나타난다. 전기음성도가 큰 산소원자를 가지고 있는 proton이므로 proton의 전자밀도가 감소하여 저자장에서 나타났다.

$^{13}\text{C-NMR}$ spectrum (Fig. 2-15)에 나타난 C-12(δ 28.181)는 aliphatic carbon의 signal이다. δ 38.873- δ 40.134에서 나타난 signal은 solvent로 사용된 DMSO이다. OH기와 결합하고 있는 C-11과 C-4는 δ 67.119와 δ 81.583에서 나타났다. C-4가 인접한 산소에 의해 전자밀도가 감소하므로 C-11보다 저자장에 나타난다. δ 95.113~ δ 131.441에서의 signal은 이중결합하고 있는 aromatic carbon (C-2: δ 95.113, C-13: δ 96.268, C-15: δ 100.367, C-5: δ 115.320, C-6: δ 116.302, C-7: δ 119.693, C-10: δ 131.441)의 signal이다. δ 145.584- δ 157.019에서는 OH기와 결합하고 있는 5개의 aromatic carbon (C-8: δ 145.584, C-9: δ 145.584, C-3: δ 156.143, C-14: δ 156.937, C-1: δ 157.019)이 위치하고, C-1과 C-14의 carbon은 OH 주위의 인자들 때문에 전자밀도의 감소로 다른 carbon보다 저자장에서 확인되었다. C-9와 C-8의 phenolic carbon은 δ 145.584에서 나타났으며, 이 물질은 catechin으로 동정되었다.

2) chrysophanic acid

대황추출물의 column chromatography로부터 분리된 compound II의 $^1\text{H-NMR}$

spectrum (Fig.2-16)에서는 가장 고자장의 peak는 기준 물질인 TMS의 signal로 δ 이다. δ 1.5971에서의 signal은 CDCl_3 의 H_2O 에서 기인된 proton의 signal이며, δ 2.4561에서 나타나는 e signal은 methyl의 proton이다. δ 6.8761 ~ δ 8.4981 범위에서 확인되는 signal은 d와 c에 해당하는 5개의 aromatic proton이다. δ 11.9875- δ 12.8500의 signal은 phenolic OH인 a, b의 proton이다. 산소의 큰 전기음성도를 가지므로 저자장에 위치한다.

^{13}C -NMR spectrum (Fig.2-17)에 나타난 δ 22.734는 C-8의 signal이다. 용매로 사용된 CDCl_3 의 signal은 δ 77 부근에서 triplet으로 나타났다. δ 114.201 ~ δ 137.414에서 aromatic carbon (C-10; δ 114.201, C-12; δ 116.336, C-7; δ 120.392, C-9; δ 121.820, C-13; δ 124.825, C-14; δ 125.017, C-4; δ 133.739, C-2; δ 134.112, C-6; δ 137.414)의 signal이 나타났다. Phenolic carbon의 signal은 δ 149.814 ~ δ 192.986에서 나타났으며, OH기가 직접 붙어 있는 C-1 (δ 163.186)과 C-5 (δ 162.891)가 C-15 (δ 149.814)보다 저자기장에서 나타났다. C-3 (δ 192.986)과 C-11 (δ 182.418)의 포화 고리화합물의 signal이며, C-3의 carbon이 이웃한 산소의 영향으로 더 저자장에서 나타났으며, 이 물질은 **chrysophanic acid**로 동정되었다.

나. 황련추출물 NMR-SPECTRUM

1) berberine

황련추출물의 column chromatography로부터 분리된 compound III의 ^1H -NMR spectrum (Fig.2-18)에서는 δ 3.1920의 signal은 solvent인 DMSO의 H_2O 의 proton이다. δ 4.0035와 δ 4.0915는 7과 6의 proton의 singlet singl이다. 일반적으로 methyl의 proton은 δ 2부근에서 표시되나 산소의 전기음성도의 영향으로 δ 4 값으로 이동되었다. 6위치의 proton은 N'의 영향으로 전자밀도가 감소되어 저자장에서 위치한다. δ 4.4826의 signal은 DMSO의 강한 흡습성 때문에 나타나는 signal로 보통 δ 3.4정도에서 예측되나 여기서는 δ 4.8정도에서 나타났다. 이런 원인은 측정온도에 따라 달라지고 수소의 전자밀도에 따라 달라진다. 보통 실온에서 실험하나 기기에 따라 그 조건은 달라진다. δ 4.835의 signal은 3과4의 단일결합 proton의 signal이며, 이것은 서로 coupling할 수도 있으나 본 data에서는 기계적 오차로 triplet으로 나타나지 않고 singlet으로 나타나고 있다. 이것은 δ 4.4826에서 확인된 H_2O 의

signal의 영향이거나, 시료 자체의 순도 때문인 것으로 생각된다. δ 6.099는 1 위치의 산소에 인접하고 있는 proton의 signal이다. 산소에 의한 강한 전기음성도 때문에 저자장에서 위치한다. δ 6.813- δ 9.664에서 나타나는 6개의 signal은 aromatic proton의 signal이다. (2, 11, 8, 9, 10, 5) 특히, 8, 9의 signal은 coupling으로 doublet을 나타낸다. 8의 proton이 인접한 산소의 전기음성도의 영향으로 전자밀도가 감소해져서 9보다 저자장에 위치한다.

^{13}C -NMR spectrum(Fig. 2-19)에서는 Methyl의 carbon (C-10)의 signal은 δ 27.531에서 나타났다. δ 38.87- δ 40.141에서 DMSO의 signal이 나타난다. δ 56.690 부근의 signal은 단일결합의 carbon (C-5, C-6, C-1)의 signal이다. C-6이 N'의 (+)전하 때문에 전자밀도가 감소하므로 C-5보다 저자장에 위치하고, C-1은 2개의 산소의 영향으로 더 낮은 자장에 위치한다. δ 103.222- δ 151.532은 aromatic carbon (C-4/C-14/C-8: 103.222, C-3; δ 121.176, C-18; δ 1212.493, C-17; δ 124.802, C-13; δ 127.586, C-12; δ 131.477, C-11; δ 134.046, C-9; δ 138.431, C-19; δ 144.581, C-2 ; δ 145.837, C-15; δ 148.793, C-16 ; δ 1511.009, C-7; δ 151.532)의 15개 signal이며, C-7과 C-16은 N'의 (+)전하의 영향으로 다른 aromatic carbon보다 저자장에 위치한다. 이 물질은 berberine으로 동정되었다.

2) obacunone

황련추출물의 column chromatography로부터 분리된 compound IV의 ^1H -NMR spectrum (Fig. 2-20)에서는 b signal의 면적비의 수치가 큰 것은 실험자가 1H를 10H로 계산했기 때문이다. δ 1.126- δ 1.506의 4개의 signal은 methyl의 proton이다. (13, 14, 15, 16, 17) 여기서는 4개의 signal만이 나타났는데, 사실은 5개의 signal이 보여져야 한다. 이것은 어떤 2개가 아주 흡사한 환경을 가지고 있으므로 단일 signal로 나타난 것으로 생각된다. 면적비 64.610을 나타내는 signal이 다른 것보다 그 수치가 큰 것으로 봐서 2개가 겹쳐진 것으로 본다. δ 1.890- δ 3.022은 단일결합을 이루고 있는 5, 6, 7, 9, 10, 의 proton이다. 5와 6은 coupling해서 둘다 triplet을 나타내고, 적분비가 40이어야 하나 이 data에서는 31로 나타났다. 이것은 기기의 계산상의 오차로 본다. 9와 10도 coupling해서 9는 doublet을 10은 triplet을 나타낸다. 10은 왼쪽의 2개의 산소 때문에 더 저자기장에 위치한다. 7은 6의 methyl과

coupling해서 triplet을 나타낸다. δ 3.598 부근의 peak는 시료 분리시 사용된 용매의 영향으로 생각된다. 4와 8의 proton으로 4가 8보다 산소에 의한 전기음성도가 작아 (4에는 산소1개, 8에는 산소 2개가 인접하고 있다.) 고자장에서 나타난다. 1,2,3,11,12는 이중결합상의 proton으로 1과 2는 coupling해서 doublet을 나타내고 11과 12는 이중결합과 이중 결합한 산소의 영향으로 전자밀도가 감소해서 저자장에 위치한다. δ 7.27에서 관찰되는 signal은 분리시 용매로 사용된 CHCl_3 의 signal로 생각된다. (CDCl_3 치환시에는 1%정도의 CHCl_3 의 signal이 나타난다.)

^{13}C -NMR spectrum (Fig. 2-21)에서는 δ 17.122- δ 27.486에서는 methyl의 carbon을 나타내는 5개의 signal이다. (C-24: δ 17.122, C-22: δ 17.672, C-25: δ 20.129, C-26: δ 21.801, C-23: δ 27.486) δ 32.711- δ 65.733에서는 aliphatic carbon의 10개 signal이 위치한다. (C-8: δ 32.711, C-7 : δ 33.431, C-9 : δ 38.116, C-15 : δ 40.580, C-6 : δ 43.812, C-10: δ 49.886, C-16: δ 53.631, C-18: δ 54.131, C-19: δ 57.987, C-14: δ 65.733 δ 38.116와 δ 40.580에서는 2개의 proton과 결합한 C-9와 C-15의 signal이다. C-15는 인접한 다른 환경에 산소가 존재하므로 산소의 큰 전기음성도의 영향으로 C-9보다는 저자장에서 위치한다. δ 43.812와 δ 49.886에서는 methyl와 결합한 C-6과 C-10의 signal이다. C-10은 탄소의 이중결합의 영향으로 저자장에서 나타난다. δ 53.631- δ 65.733에서 단일결합의 그룹에서 산소에 인접한 carbon들이 위치하였다. C-16, C-18은 비슷한 환경으로 매우 인접한 해서 signal이 나타났고, C-19는 δ 57.987에서 나타나며 탄소에 H하나가 붙어 있는 형태이고, 주위 환경, 산소의 이중결합의 영향으로 저자장에 나타난다. C-14 (δ 65.73)는 탄소 옆의 산소로 인한 강한 전기음성도 때문에 이 그룹에서 가장 저자장에서 나타난다. δ 77.410- δ 78.673에서 보이는 signal은 CDCl_3 용매 signal이다. δ 84.668.- δ 208.119 signal은 산소에 인접한 carbon의 signal이다. δ 78.673과 δ 84.668은 (C-5, C-20)의 signal이다. C-11 (δ 110.441), C-3 (δ 120.760), C-2 (δ 123.627), C-1 (δ 141.69), C-4 (δ 143.86)는 이중결합을 이루거나 산소와 인접한 탄소이므로 다른 탄소보다도 저자장에 위치하고 비슷한 환경이므로 서로 인접해 있다. C-12 (δ 157.47)는 이중결합을 하고 있으나, 인접한 산소 때문에 C-4보다 저자장에 위치한다. C-17 (δ 167.33), C-21 (δ 167.61), C-13 (δ 208.12)는 산소와 이중결합을 하고 있는 탄소로서 제일 저자장에 위치한다. C-17과 C-21은 주위의 분자와의 관계가 비슷한 환경이므로 signal이 거의 겹쳐져 나

타난다. 그러나 C-21의 경우C-17보다 탄소가 다른 산소와 인접해 있으므로 더 저자장에서 나타난다. C-13은 산소와 이중결합, 다른 산소와 인접 그리고 이중결합 탄소와의 영향 때문에 가장 저자장에 위치하며, 이 물질은 obacunone으로 동정되었다.

4. KMHE의 안전성

KMHE중에서 항균력이 뛰어나고 추출 및 포장필름 가공 특성이 수월한 황련추출물의 안전성 검사를 이행하고자 우선 흰쥐를 대상으로 경구 투여시 황련추출물의 급성 경구 독성 여부를 판단하고, 토끼를 대상으로 피부와 눈에 대한 국소 독성 여부를 검사한 결과는 다음과 같다.

가. 급성 경구 독성

실험결과, 황련추출물을 투여하였을 때 14일 동안의 흰쥐의 치사율은 Table 2-8과 같다.

Table 2-8. The mortality rates of rats during the 14-day observation period with administration of *Coptis chinensis* Franch extract

Dose (g/kg)	Time of Death								
	Hours		Days						
	6	12	1	2	3	4	5	6	7-14
1.25	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
2.5	0/10	0/10	0/10	0/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10
5.0	0/10	0/10	0/10	2/10	5/10	6/10	6/10	6/10	6/10
7.5	0/10	0/10	6/10	8/10	9/10	10/10	10/10	10/10	10/10
10.0	0/10	2/10	7/10	8/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10

* Values are number of animals dead/number of animals tested, cumulative.

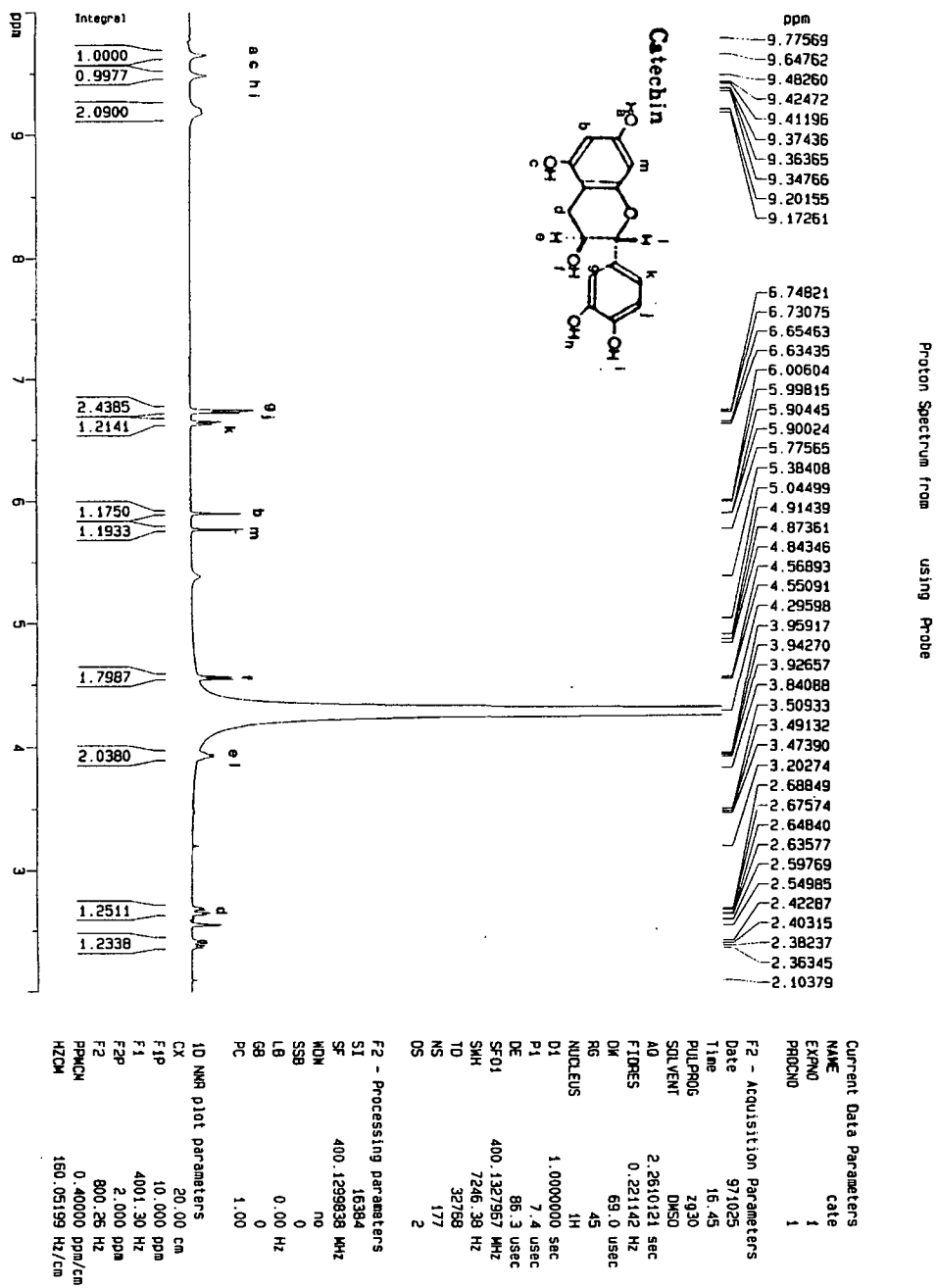


Fig. 2-14. ¹H-NMR spectra of catechin isolated from *Rheum palmatum* L. extract.

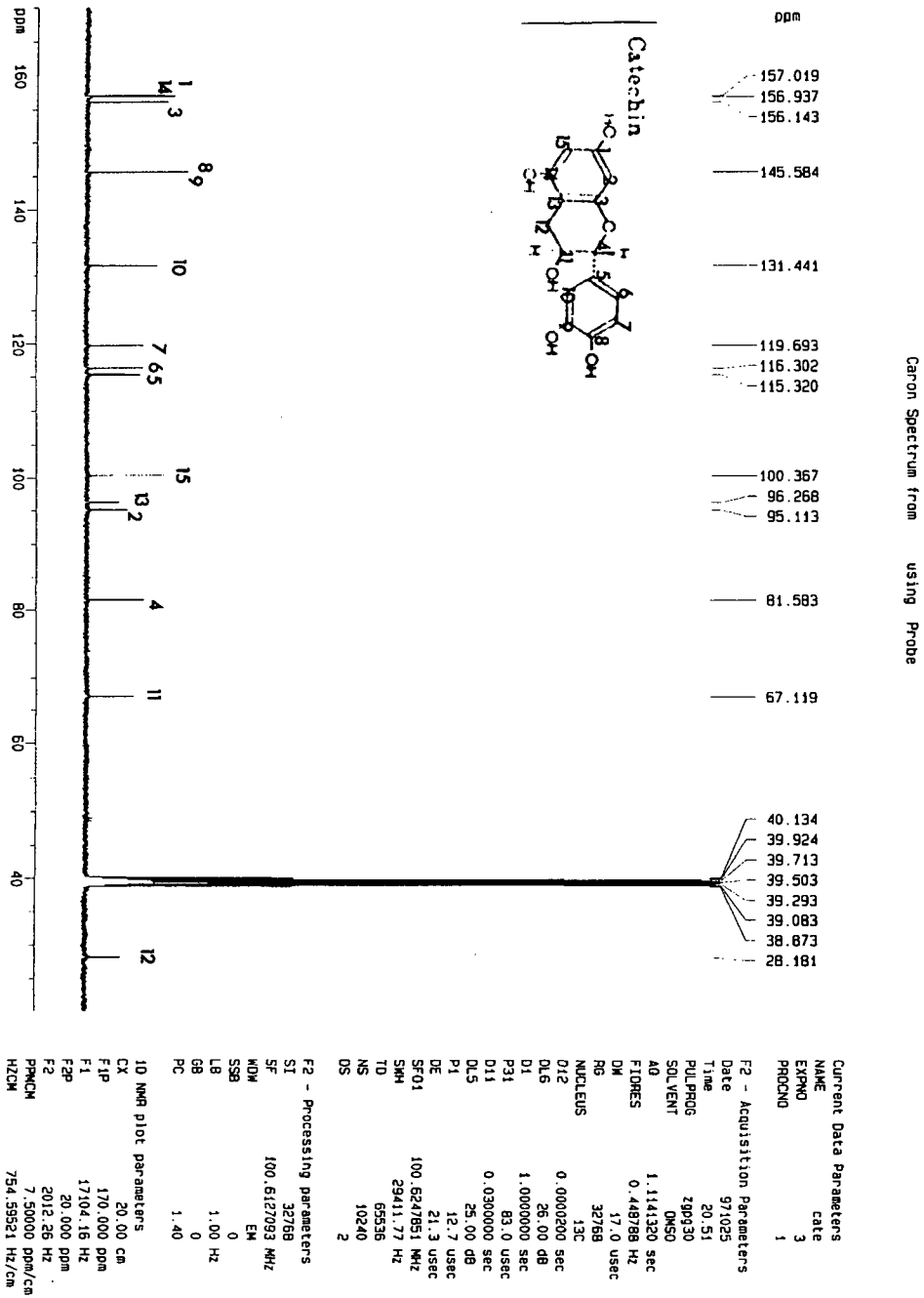


Fig.2-15. ¹³C-NMR spectra of catechin isolated from *Rheum palmatum* L. extract.

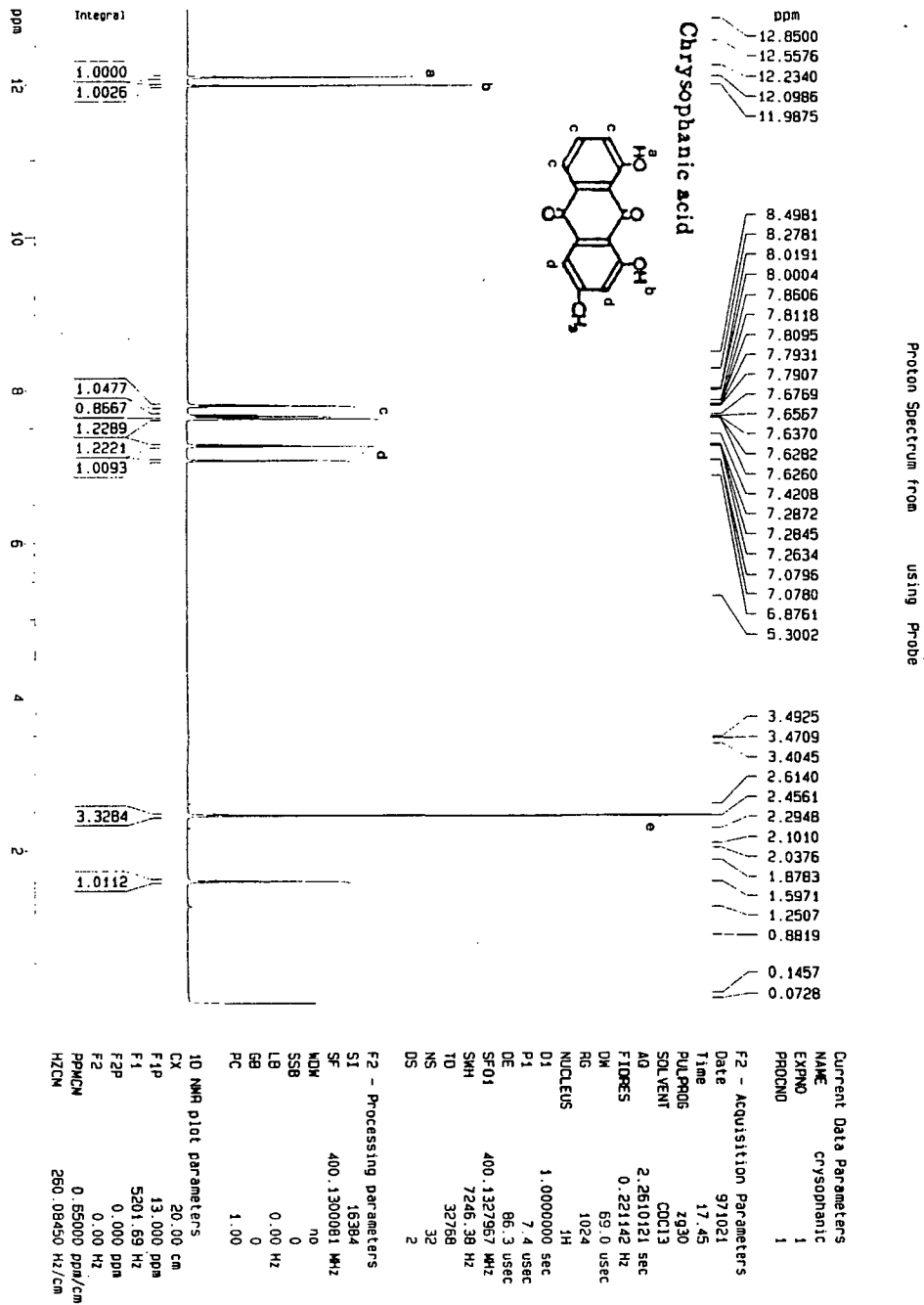
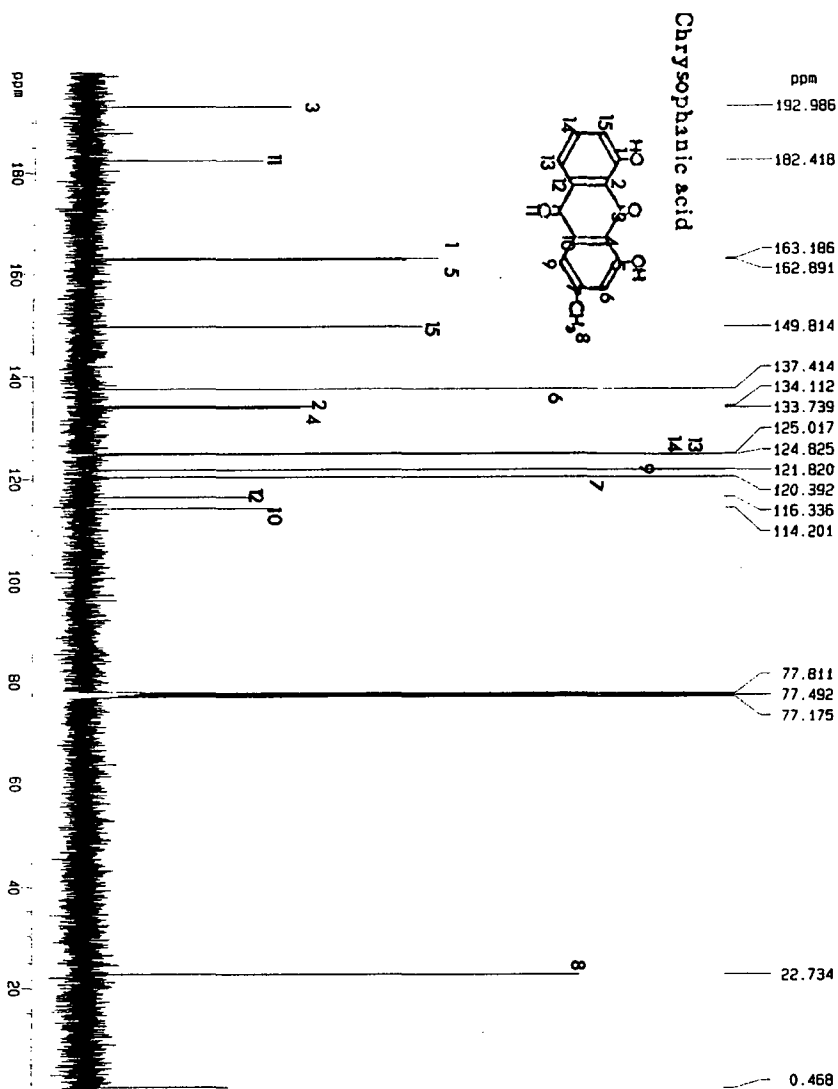


Fig. 2-16. ¹H-NMR spectra of chrysophanic acid isolated from *Rheum palmatum* L. extract.

Caron Spectrum from using Probe



Current Data Parameters	
NAME	chrysophanic
EXPNO	3
PROCNO	1
F2 - Acquisition Parameters	
Date_	971021
Time	17:57
PULPROG	zgpg30
SOLVENT	CDCl3
AD	1.1141320 sec
FIDRES	0.448788 Hz
DM	17.0 usec
RG	32768
NUCLEUS	
13C	13C
D12	0.0000200 sec
DL6	26.00 dB
D1	1.0000000 sec
P31	83.0 usec
D11	0.0300000 sec
DL5	25.00 dB
P1	12.7 usec
DE	21.3 usec
SF01	100.6247851 MHz
SMH	29411.77 Hz
T0	65536
NS	2355
DS	2
F2 - Processing parameters	
S1	32768
SF	100.6127214 MHz
K0M	EM
SSB	0
LB	1.00 Hz
GB	0
PC	1.40
1D NMR plot parameters	
CX	20.00 cm
F1P	200.000 DPM
F1	20122.54 Hz
F2P	0.000 DPM
F2	0.00 Hz
PRNCK	10.00000 DPM/cm
HZCM	1006.12226 Hz/cm

Fig.2-17. ¹³C-NMR spectra of chrysophanic acid isolated from *Rheum palmatum* L. extract.

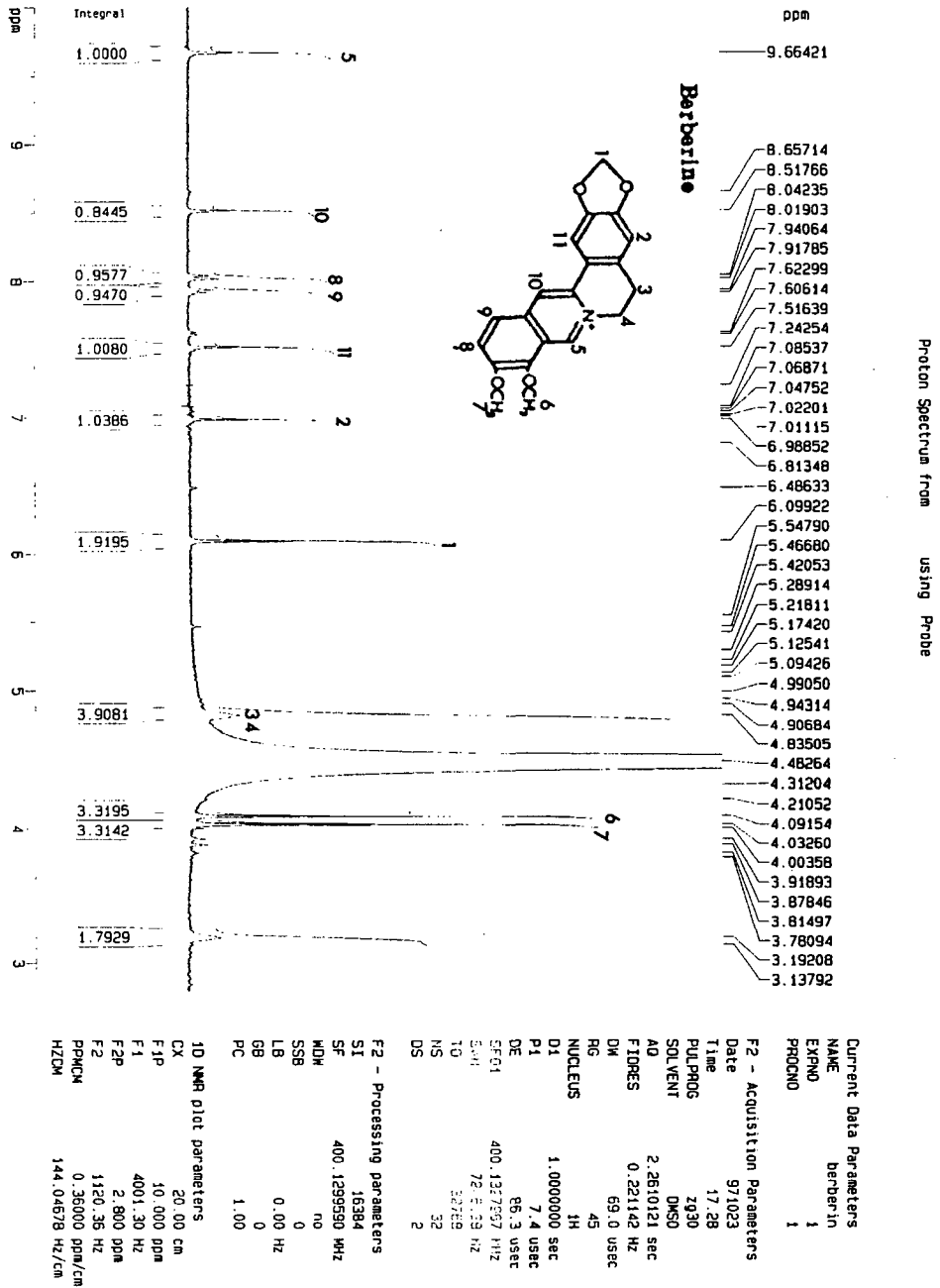
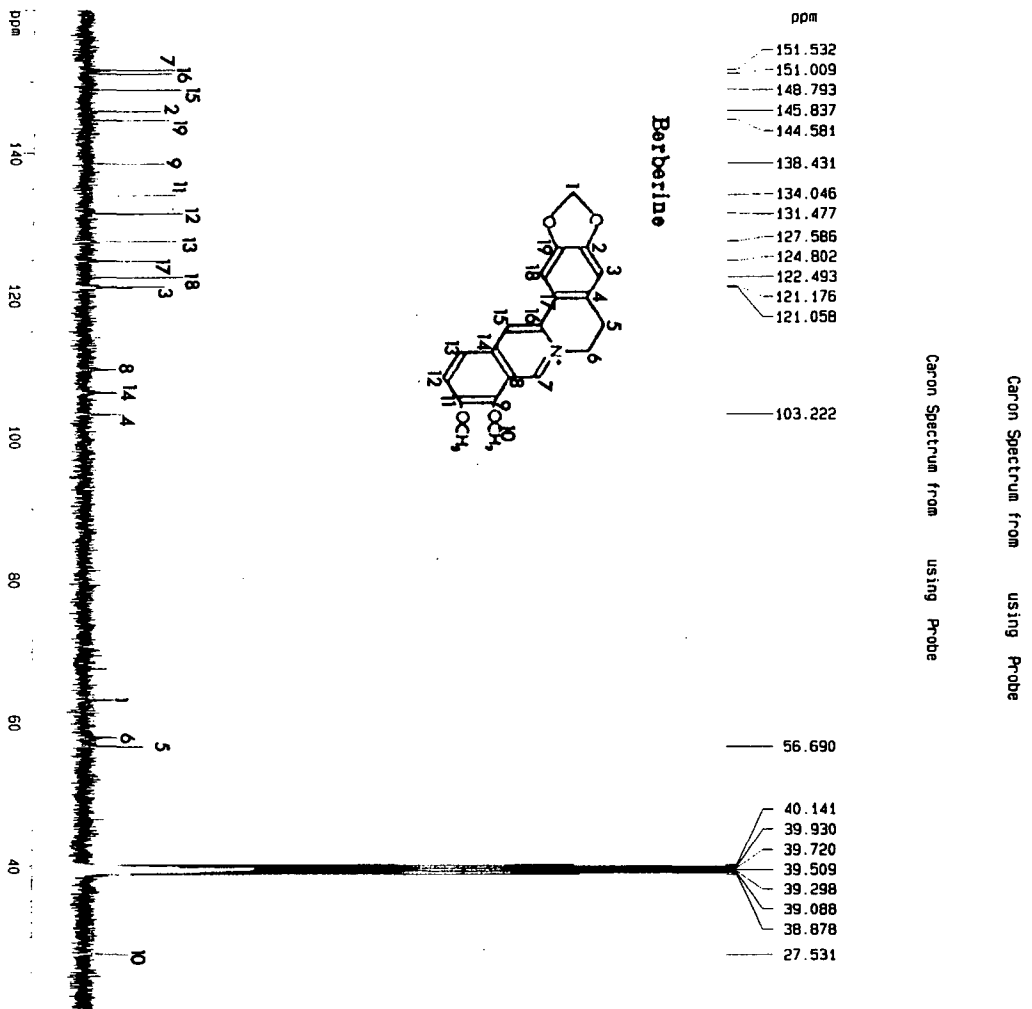


Fig.2-18. ¹H-NMR spectra of berberine isolated from *Coptis chinensis* Franch extract.



Current Data Parameters		
NAME	Berberine	5
EXPNO	3	
PROCNO	1	
F2 - Acquisition Parameters		
Date_	971023	
Time	17.35	
PULPROG	zgpg30	
SOLVENT	DMSO	
AQ	1.114130 sec	
FIDRES	0.448788 Hz	
DM	17.0 usec	
R6	32768	
NUCLEUS		
	13C	
D12	0.000200 sec	
DL6	26.00 dB	
D1	1.0000000 sec	
P31	83.0 usec	
PL1	0.0220000 SFC	
PL2	0.0000000 SFC	
PL3	0.0000000 SFC	
PL4	0.0000000 SFC	
PL5	0.0000000 SFC	
PL6	0.0000000 SFC	
PL7	0.0000000 SFC	
PL8	0.0000000 SFC	
PL9	0.0000000 SFC	
PL10	0.0000000 SFC	
PL11	0.0000000 SFC	
PL12	0.0000000 SFC	
PL13	0.0000000 SFC	
PL14	0.0000000 SFC	
PL15	0.0000000 SFC	
PL16	0.0000000 SFC	
PL17	0.0000000 SFC	
PL18	0.0000000 SFC	
PL19	0.0000000 SFC	
PL20	0.0000000 SFC	
PL21	0.0000000 SFC	
PL22	0.0000000 SFC	
PL23	0.0000000 SFC	
PL24	0.0000000 SFC	
PL25	0.0000000 SFC	
PL26	0.0000000 SFC	
PL27	0.0000000 SFC	
PL28	0.0000000 SFC	
PL29	0.0000000 SFC	
PL30	0.0000000 SFC	
PL31	0.0000000 SFC	
PL32	0.0000000 SFC	
PL33	0.0000000 SFC	
PL34	0.0000000 SFC	
PL35	0.0000000 SFC	
PL36	0.0000000 SFC	
PL37	0.0000000 SFC	
PL38	0.0000000 SFC	
PL39	0.0000000 SFC	
PL40	0.0000000 SFC	
PL41	0.0000000 SFC	
PL42	0.0000000 SFC	
PL43	0.0000000 SFC	
PL44	0.0000000 SFC	
PL45	0.0000000 SFC	
PL46	0.0000000 SFC	
PL47	0.0000000 SFC	
PL48	0.0000000 SFC	
PL49	0.0000000 SFC	
PL50	0.0000000 SFC	
PL51	0.0000000 SFC	
PL52	0.0000000 SFC	
PL53	0.0000000 SFC	
PL54	0.0000000 SFC	
PL55	0.0000000 SFC	
PL56	0.0000000 SFC	
PL57	0.0000000 SFC	
PL58	0.0000000 SFC	
PL59	0.0000000 SFC	
PL60	0.0000000 SFC	
PL61	0.0000000 SFC	
PL62	0.0000000 SFC	
PL63	0.0000000 SFC	
PL64	0.0000000 SFC	
PL65	0.0000000 SFC	
PL66	0.0000000 SFC	
PL67	0.0000000 SFC	
PL68	0.0000000 SFC	
PL69	0.0000000 SFC	
PL70	0.0000000 SFC	
PL71	0.0000000 SFC	
PL72	0.0000000 SFC	
PL73	0.0000000 SFC	
PL74	0.0000000 SFC	
PL75	0.0000000 SFC	
PL76	0.0000000 SFC	
PL77	0.0000000 SFC	
PL78	0.0000000 SFC	
PL79	0.0000000 SFC	
PL80	0.0000000 SFC	
PL81	0.0000000 SFC	
PL82	0.0000000 SFC	
PL83	0.0000000 SFC	
PL84	0.0000000 SFC	
PL85	0.0000000 SFC	
PL86	0.0000000 SFC	
PL87	0.0000000 SFC	
PL88	0.0000000 SFC	
PL89	0.0000000 SFC	
PL90	0.0000000 SFC	
PL91	0.0000000 SFC	
PL92	0.0000000 SFC	
PL93	0.0000000 SFC	
PL94	0.0000000 SFC	
PL95	0.0000000 SFC	
PL96	0.0000000 SFC	
PL97	0.0000000 SFC	
PL98	0.0000000 SFC	
PL99	0.0000000 SFC	
PL100	0.0000000 SFC	
PL101	0.0000000 SFC	
PL102	0.0000000 SFC	
PL103	0.0000000 SFC	
PL104	0.0000000 SFC	
PL105	0.0000000 SFC	
PL106	0.0000000 SFC	
PL107	0.0000000 SFC	
PL108	0.0000000 SFC	
PL109	0.0000000 SFC	
PL110	0.0000000 SFC	
PL111	0.0000000 SFC	
PL112	0.0000000 SFC	
PL113	0.0000000 SFC	
PL114	0.0000000 SFC	
PL115	0.0000000 SFC	
PL116	0.0000000 SFC	
PL117	0.0000000 SFC	
PL118	0.0000000 SFC	
PL119	0.0000000 SFC	
PL120	0.0000000 SFC	
PL121	0.0000000 SFC	
PL122	0.0000000 SFC	
PL123	0.0000000 SFC	
PL124	0.0000000 SFC	
PL125	0.0000000 SFC	
PL126	0.0000000 SFC	
PL127	0.0000000 SFC	
PL128	0.0000000 SFC	
PL129	0.0000000 SFC	
PL130	0.0000000 SFC	
PL131	0.0000000 SFC	
PL132	0.0000000 SFC	
PL133	0.0000000 SFC	
PL134	0.0000000 SFC	
PL135	0.0000000 SFC	
PL136	0.0000000 SFC	
PL137	0.0000000 SFC	
PL138	0.0000000 SFC	
PL139	0.0000000 SFC	
PL140	0.0000000 SFC	
PL141	0.0000000 SFC	
PL142	0.0000000 SFC	
PL143	0.0000000 SFC	
PL144	0.0000000 SFC	
PL145	0.0000000 SFC	
PL146	0.0000000 SFC	
PL147	0.0000000 SFC	
PL148	0.0000000 SFC	
PL149	0.0000000 SFC	
PL150	0.0000000 SFC	
PL151	0.0000000 SFC	
PL152	0.0000000 SFC	
PL153	0.0000000 SFC	
PL154	0.0000000 SFC	
PL155	0.0000000 SFC	
PL156	0.0000000 SFC	
PL157	0.0000000 SFC	
PL158	0.0000000 SFC	
PL159	0.0000000 SFC	
PL160	0.0000000 SFC	
PL161	0.0000000 SFC	
PL162	0.0000000 SFC	
PL163	0.0000000 SFC	
PL164	0.0000000 SFC	
PL165	0.0000000 SFC	
PL166	0.0000000 SFC	
PL167	0.0000000 SFC	
PL168	0.0000000 SFC	
PL169	0.0000000 SFC	
PL170	0.0000000 SFC	
PL171	0.0000000 SFC	
PL172	0.0000000 SFC	
PL173	0.0000000 SFC	
PL174	0.0000000 SFC	
PL175	0.0000000 SFC	
PL176	0.0000000 SFC	
PL177	0.0000000 SFC	
PL178	0.0000000 SFC	
PL179	0.0000000 SFC	
PL180	0.0000000 SFC	
PL181	0.0000000 SFC	
PL182	0.0000000 SFC	
PL183	0.0000000 SFC	
PL184	0.0000000 SFC	
PL185	0.0000000 SFC	
PL186	0.0000000 SFC	
PL187	0.0000000 SFC	
PL188	0.0000000 SFC	
PL189	0.0000000 SFC	
PL190	0.0000000 SFC	
PL191	0.0000000 SFC	
PL192	0.0000000 SFC	
PL193	0.0000000 SFC	
PL194	0.0000000 SFC	
PL195	0.0000000 SFC	
PL196	0.0000000 SFC	
PL197	0.0000000 SFC	
PL198	0.0000000 SFC	
PL199	0.0000000 SFC	
PL200	0.0000000 SFC	
PL201	0.0000000 SFC	
PL202	0.0000000 SFC	
PL203	0.0000000 SFC	
PL204	0.0000000 SFC	
PL205	0.0000000 SFC	
PL206	0.0000000 SFC	
PL207	0.0000000 SFC	
PL208	0.0000000 SFC	
PL209	0.0000000 SFC	
PL210	0.0000000 SFC	
PL211	0.0000000 SFC	
PL212	0.0000000 SFC	
PL213	0.0000000 SFC	
PL214	0.0000000 SFC	
PL215	0.0000000 SFC	
PL216	0.0000000 SFC	
PL217	0.0000000 SFC	
PL218	0.0000000 SFC	
PL219	0.0000000 SFC	
PL220	0.0000000 SFC	
PL221	0.0000000 SFC	
PL222	0.0000000 SFC	
PL223	0.0000000 SFC	
PL224	0.0000000 SFC	
PL225	0.0000000 SFC	
PL226	0.0000000 SFC	
PL227	0.0000000 SFC	
PL228	0.0000000 SFC	
PL229	0.0000000 SFC	
PL230	0.0000000 SFC	
PL231	0.0000000 SFC	
PL232	0.0000000 SFC	
PL233	0.0000000 SFC	
PL234	0.0000000 SFC	
PL235	0.0000000 SFC	
PL236	0.0000000 SFC	
PL237	0.0000000 SFC	
PL238	0.0000000 SFC	
PL239	0.0000000 SFC	
PL240	0.0000000 SFC	
PL241	0.0000000 SFC	
PL242	0.0000000 SFC	
PL243	0.0000000 SFC	
PL244	0.0000000 SFC	
PL245	0.0000000 SFC	
PL246	0.0000000 SFC	
PL247	0.0000000 SFC	
PL248	0.0000000 SFC	
PL249	0.0000000 SFC	
PL250	0.0000000 SFC	
PL251	0.0000000 SFC	
PL252	0.0000000 SFC	
PL253	0.0000000 SFC	
PL254	0.0000000 SFC	
PL255	0.0000000 SFC	
PL256	0.0000000 SFC	
PL257	0.0000000 SFC	
PL258	0.0000000 SFC	
PL259	0.0000000 SFC	
PL260	0.0000000 SFC	
PL261	0.0000000 SFC	
PL262	0.0000000 SFC	
PL263	0.0000000 SFC	
PL264	0.0000000 SFC	
PL265	0.0000000 SFC	
PL266	0.0000000 SFC	
PL267	0.0000000 SFC	
PL268	0.0000000 SFC	
PL269	0.0000000 SFC	
PL270	0.0000000 SFC	
PL271	0.0000000 SFC	
PL272	0.0000000 SFC	
PL273	0.0000000 SFC	
PL274	0.0000000 SFC	
PL275	0.0000000 SFC	
PL276	0.0000000 SFC	
PL277	0.0000000 SFC	
PL278	0.0000000 SFC	
PL279	0.0000000 SFC	
PL280	0.0000000 SFC	
PL281	0.0000000 SFC	
PL282	0.0000000 SFC	
PL283	0.0000000 SFC	
PL284	0.0000000 SFC	
PL285	0.0000000 SFC	
PL286	0.0000000 SFC	
PL287	0.0000000 SFC	
PL288	0.0000000 SFC	
PL289	0.0000000 SFC	
PL290	0.0000	

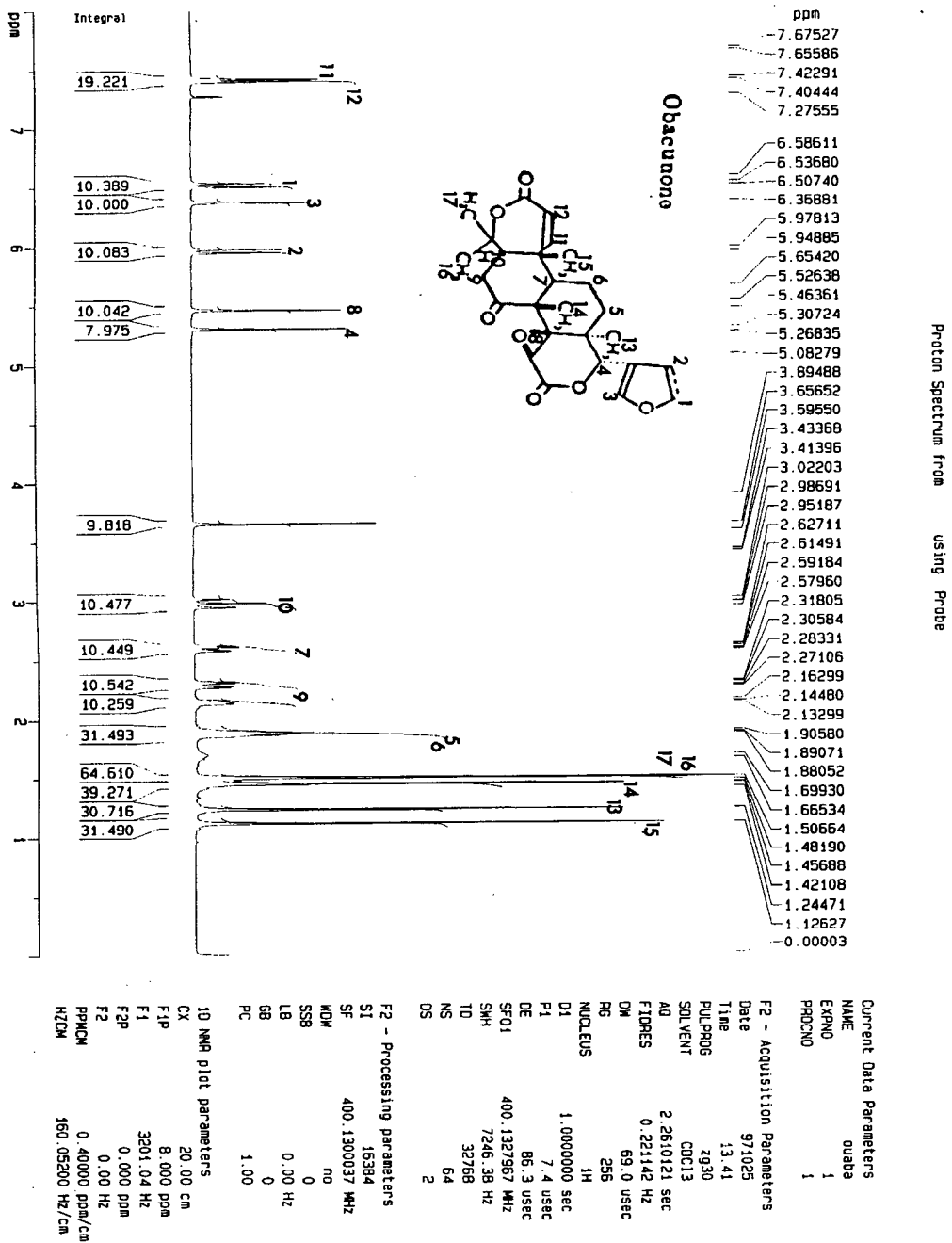


Fig.2-20. ¹H-NMR spectra of obacunone isolated from *Coptis chinensis* Franch extract.

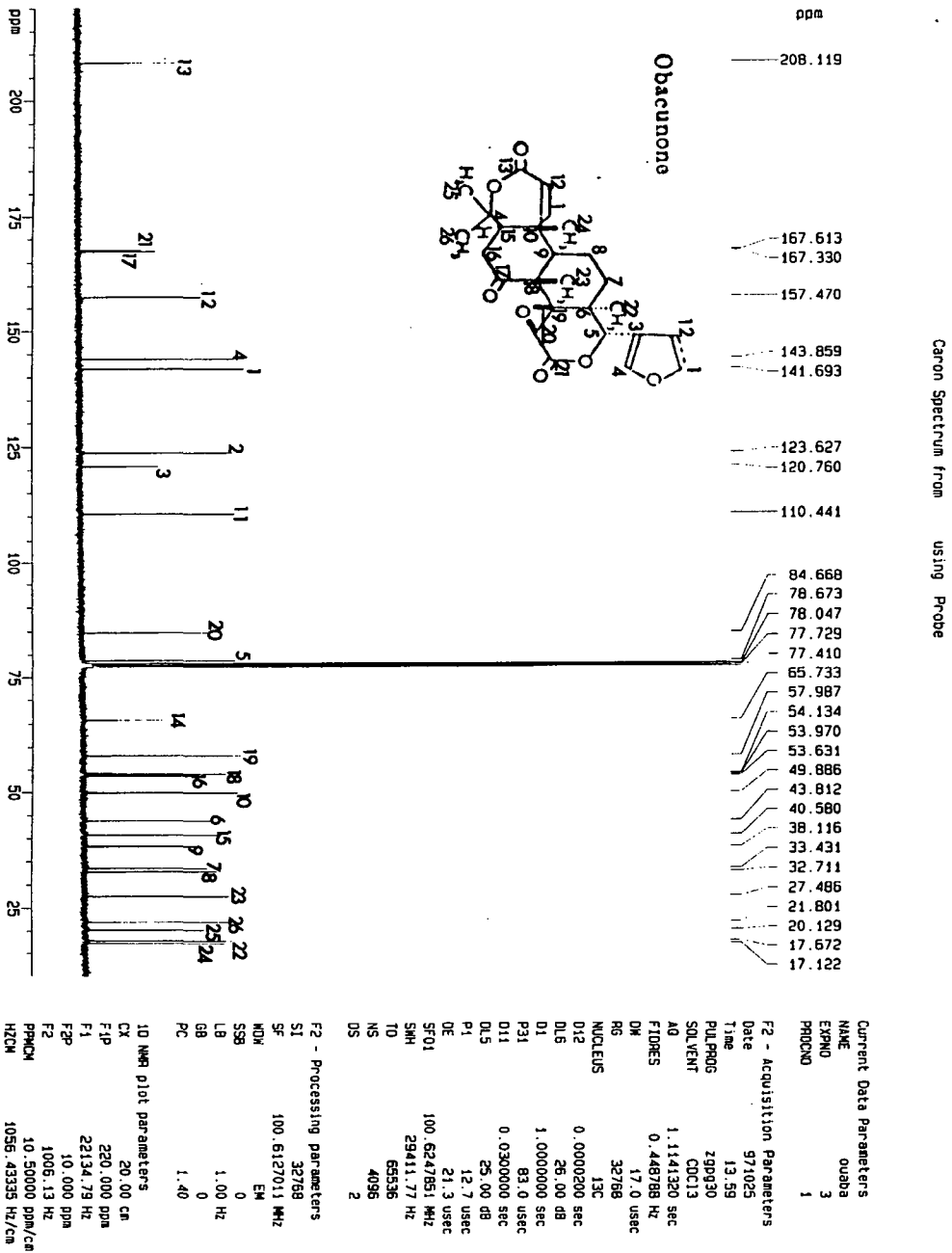


Fig.2-21. ¹³C-NMR spectra of obacunone isolated from *Coptis chinensis* Franch extract.

흰쥐의 치사율을 근거로 계산한 50% 치사량(LD₅₀)은 5.15 g/kg 이며 95% 신뢰 한계는 3.90-6.48 g/kg이었다. 죽은 흰쥐의 수는 암컷이 13 마리, 수컷이 14 마리로 암수의 차이는 없었다. 죽은 흰쥐는 모두 황련추출물을 투여한 후 3 일 이내에 죽었고, 설사를 하였으며, 사육통 구석에서 쪼그린 자세를 취하였고, 무기력하였으며, 먹이를 먹지 않았다. 죽은 흰쥐를 부검한 결과 모두에서 위가 확장 (gastric dilatation) 되어 있었으며 그 안에 황색의 액체가 들어 있었다. 살아남은 흰쥐들의 행동은 정상이었으며, 14일 후 희생시켜 부검한 결과 육안적 병변은 관찰되지 않았다. 주요장기(위, 폐, 간, 신장)의 표본을 만들어 관찰한 결과, 죽은 흰쥐와 살아남은 흰쥐 모두에서 황련추출물과 관련된 것으로 생각되는 병변은 관찰되지 않았다 (Fig. 2-22). 황련추출물 1.25g/kg을 투여한 군의 흰쥐의 무게는 실험 시작시 평균 190.5g 이었고, 8일에는 230g (20.7 % 증가), 14일에는 250g (8일에 비해 8.7% 증가) 이었으며, 2.5g/kg을 투여한 군의 살아남은 흰쥐 9 마리의 무게는 실험 시작시 평균 184.5g 이었고, 8일에는 215.0g (16.5 % 증가), 14일에는 224.0g (8일에 비해 4.2% 증가) 이었다. 황련추출물 5.0g/kg을 투여한 군의 살아남은 흰쥐 4 마리의 무게는 실험 시작시 평균 180.4g 이었고, 8일에는 178.6g (1.0% 감소) 이었으며, 14일에는 200.8g (8일에 비해 11.3% 증가) 이었다.

나. 피부 자극

흰토끼의 피부에 황련추출물을 도포하고 2, 5, 10, 14일 후에 관찰한 결과는 Table 2-9와 같다. 즉, 피부에 생긴 병변의 심한 정도는 정상 피부와 찰과상을 입힌 피부에서 같았으며, 황련추출물 도포한 후 2일째의 홍반 점수는 평균 2.33(총 가능 점수 4.0) 이었고, 5일째는 1.67, 10일째는 1.0, 14일 이후에는 0.67이었다. 부종 점수는 1일부터 10일까지 평균 0.17 (총 가능 점수 4.0) 이었으며, 14일에는 0 이었다. 10일 이전까지는 눈에 필만한 병변 현상을 보이지 않았고, 14일 이후부터는 크기가 약 0.2cm 정도 되는 불규칙하나 주위와의 경계가 희미한 표피 박탈현상이 생기기 시작하였으나 그 정도는 극히 미미한 정도였다.

다. 안점막 자극

흰토끼의 안점막에 황련추출물을 점안한 후 1, 2, 3, 5, 8, 11, 14일에 관찰한 결과는 Table 2-10과 같다. 즉, 황련추출물을 점안한 후 1, 2, 3일째의 눈의 병변의

점수는 100, 5일째는 평균 90.2, 8일째는 평균 73.1, 11일째는 평균 60.7, 14일째는 평균 47.0 이었다. 황련추출물을 점안한 후 20-30 초 후에 물로 세척한 군의 1, 2, 3, 5, 8, 11, 14일째의 눈의 병변의 점수는 각각 평균 46.0, 33.7, 27.7, 19.1, 12.4, 3.4, 1.7이었다. 이 결과로 미루어 볼 때, 황련추출물은 안점막에 대한 자극이 약간 있는 것으로 나타났으나, 황련추출물 점안 즉시, 물로 세척할 경우, 자극독성이 크게 낮아지므로 특이한 병변을 막기 위해서는 눈에 황련추출물이 들어갔을 때, 즉시 물로 세척해 주면 안전하다고 볼 수 있다.

Table 2-9. Primary irritation scores in rabbits following a patch application of *Coptis chinensis* Franch extract

	Time(day)	Rabbit number						Average
		1	2	3	4	5	6	
<u>Erythema</u>								
Intact skin	2	3	2	2	2	3	2	2.33
	5	2	2	1	2	2	1	1.67
	10	1	1	1	1	1	1	1.0
	14	0	1	1	1	1	0	0.67
Abraded skin	2	3	2	2	2	3	2	2.33
	5	2	2	1	2	2	1	1.67
	10	1	1	1	1	1	1	1.0
	14	0	1	1	1	1	0	0.67
<u>Edema</u>								
Intact skin	2	0	0	0	1	0	0	0.17
	5	0	0	0	1	0	0	0.17
	10	0	0	0	1	0	0	0.17
	14	0	0	0	0	0	0	0
Abraded skin	2	0	0	0	1	0	0	0.17
	5	0	0	0	1	0	0	0.17
	10	0	0	0	1	0	0	0.17
	14	0	0	0	0	0	0	0

황련추출물을 흰쥐에 투여했을 때의 50% 치사량 (LD₅₀)은 5.15g/kg 으로 이는 국립보건안전연구원 예규 제 10호에 의한 저독성의 기준 5g/kg를 상회하는 것으로 비교적 저독성이라고 볼 수 있다. 다량의 황련추출물을 흰쥐에 경구 투여했을 때 흰쥐가 죽는 원인은 탈수증이라고 생각된다. 왜냐하면 죽은 흰쥐 모두에서 설사가 관찰되었으며 죽었을 때의 몸무게가 실험 시작시에 비해 평균 6.3% 감소되었기 때문이다

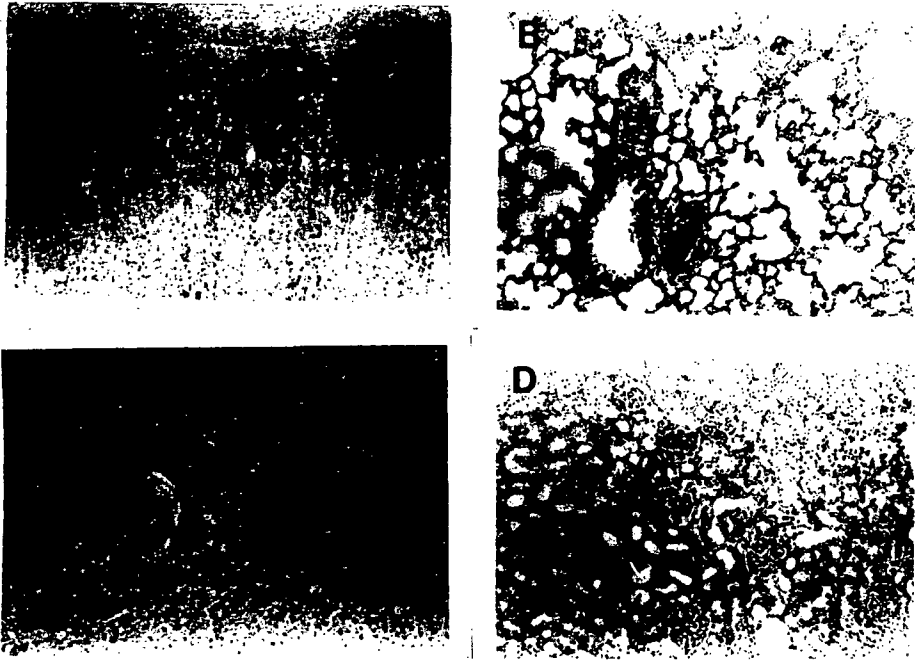


Fig. 2-22. No specific changes in the stomach(A), lung(B), liver(C) and kidney(D) of a rat treated with 10mg/kg of *Coptis chinensis* Franch extract. (Hematoxylin-Eosin stain, x 100).

또한 육안 및 현미경 검사상 탈수증 이외에 사망의 원인이 될 만한 소견이 관찰되지 않았다. 황련추출물을 kg당 1.25g 또는 2.5g을 투여한 군에서의 2주일 동안의 몸무게의 증가는 정상적인 흰쥐의 성장 범위 내에 속한다고 생각된다. 반면 kg 당 5.0g을 투여한 군에서 살아남은 흰쥐의 무게는 제 8일에는 실험 시작시에 비해 1.0% 감소하였는데 이는 황련추출물이 직접 흰쥐의 성장에 영향을 미쳤다가보다는 급성 독성에 의한 간접적인 영향으로 보인다. 왜냐하면 급성 독성의 영향이 사라진 것으로 생각되는 제 8일부터 14일까지 5.0g을 투여한 군에서의 몸무게의 증가율은 1.25g 또는 2.5g를 투여한 군에서보다도 오히려 더 높았기 때문이다. 황련추출물을 흰토끼의 피부에 도포하였을 때의 병변의 정도는 홍반과 부종의 경우 총 가능 점수 4.0에 대해 제 2일에 각각 2.33과 0.17로서 비교적 약하다고 생각된다. 또한 이러한 병변은 2주일 후에는 각각 0.67과 0으로 거의 사라졌다고 볼 수 있다. 제 14일 이후부터 생기기 시작한 표피박탈의 병변은 황련추출물 자체의 독성에 의한 것인지 아니면 외상이나 감염 등에 의한 이차적인 병변인지 확실하지 않다. 흰토끼의 안점막에 황련추출물을 점안했을 때의 병변은 제 1일에 100으로 심한 편이었으나, 14일에는 47.7로서 자극성이 크게 감소하였다. 황련추출물을 점안한 후 물로 세척한 경우에는 14일까지 병변이 계속 관찰되었으나 세척하지 않은 경우에 비해 병변의 정도가 훨씬 덜 하였다. 따라서 눈에 대한 자극성이 있으므로 황련추출물이 눈에 들어갔을 때에는 즉시 물로 씻어 주는 편이 좋을 것이다.

이상의 안전성 실험결과를 종합하여 볼 때, 황련추출물을 흰쥐에 경구 투여했을 때의 50% 치사량 (LD₅₀) 은 5.15g/kg 이었으며, 황련추출물의 흰토끼의 피부에 대한 독성 또한 약한 편으로 황련추출물은 비교적 안전한 천연추출물로 판단할 수 있는 것으로 나타났다.

Table 2-10. Eye irritation scores in rabbits following application of *Coptis chinensis* Franch extract

	Time (day)	Cornea		Iris	Conjunctiva			Total score
		Opacity	Area		Hyperemia	Swelling	Discharge	
Not washed group (n=6)	1	4.0	4.0	1.0	2.0	3.0	2.5	100.0
	2	4.0	4.0	1.0	2.0	3.0	2.5	100.0
	3	4.0	4.0	1.0	2.0	3.0	2.5	100.0
	5	3.67	3.5	1.0	1.83	3.0	2.17	90.2
	8	3.67	3.0	1.0	1.83	2.5	2.17	73.1
	11	3.0	3.0	1.0	1.5	2.33	1.5	60.7
	14	2.33	3.0	1.0	1.0	1.5	1.0	47.0
Washed group (n=3)	1	3.0	2.0	0.67	1.33	3.0	2.0	46.0
	2	2.0	2.0	0.33	1.33	2.67	2.0	33.7
	3	1.67	2.0	0.33	1.0	2.0	1.67	27.7
	5	1.33	1.67	0.0	1.0	2.0	1.0	19.1
	8	1.0	1.67	0.0	0.67	1.0	0.33	12.4
	11	0.67	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
	14	0.33	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7

5. 시설채소산물의 KMHE처리 및 설계된 포장시스템에서의 저장중 품질변화

가. 호박, 오이, 풋고추의 저장 중 품질변화

항균성 필름과 항균소재의 synergy효과의 항균력을 알아보기 위해 채소류 중에서 호박, 오이, 고추를 항균소재에 침지 처리하고 필름 포장하여 10℃의 온도가 유지되는 저온실에서 저장하면서 품질 변화를 측정된 결과는 다음과 같다.

1) 경도

Table 2-11 및 Table 2-12에서는 저장 중 호박, 오이의 경도를 각각 보여주고 있다. Table 2-11에서 호박의 경도는 각 처리구별로 두드러진 차이는 보이지 않지만 침지 처리하지 않고 항균필름 만으로 포장된 처리구(C, F, I)에서 대조구에 비교해 양호한 것으로 보여지고 있다. 항균소재에 침지 처리하여 항균필름으로 포장한 처리구 중 대항 추출물 제재(J)에서 대조구 보다 연화가 지연되는 것으로 나타났다.

Table 2-11. Changes in the firmness of zucchinis film-packaged and stored at 10°C

Treatment and packaging method	Firmness for storage time in days (gf)				
	0	7	15	26	39
A.	3274	2540	2500	2376	2212
B.	3274	2618	2616	2496	2236
C.	3247	2522	2478	2420	2356
D.	3274	2414	2340	2296	2248
E.	3274	2482	2254	2182	2182
F.	3274	2442	2436	2408	2398
G.	3274	2374	2336	2236	2170
H.	3274	2594	2410	2392	2302
I.	3274	2592	2574	2416	2370
J.	3274	2612	2592	2508	2394

그러나 GFSE와 황련추출물의 항균소재로 제조된 항균필름으로 포장된 처리구에서는 대조구와 차이를 보이지 않았다. 오이의 경도는 Table 2-12에서 보는 바와 같이 대조구에 비교해서 처리구에서 약간의 차이를 보이고 있다. 특히 GFSE와 대항의 항균소재에 침지 처리하여 항균필름으로 포장한 처리구(D, J)에서 경도유지에 도움을 주는 것으로 나타났다. 그리고 항균소재에 침지 처리하여 LDPE 필름에 포장한 경우에도 LDPE 필름만으로 포장한 대조구 보다 효과가 있는 것으로 보여진다. 또한 항균 필름만으로 포장한 경우 동일한 효과를 보이고 있다.

Table 2-12. Changes in the firmness of cucumbers film-packaged and stored at 10°C

Treatment and packaging method	Firmness for storage time in days (gr)				
	0	10	25	40	57
A.	5681	4654	4582	4228	4100
B.	5681	4830	4664	4480	4384
C.	5681	4682	4470	4442	4303
D.	5681	4754	4664	4550	4456
E.	5681	4592	4410	4146	3926
F.	5681	4582	4560	4290	4268
G.	5681	4640	4534	4418	4202
H.	5681	5086	4887	4712	4220
I.	5681	5110	4980	4222	4054
J.	5681	5140	4684	4652	4502

2) Ascorbic acid 함량

호박, 오이, 고추의 ascorbic acid 함량은 Table 2-13, Table 2-14, Table 2-15에서 각각 보여주고 있다. 호박의 경우(Table 2-13)에 ascorbic acid 함량은 대조구(A)에 비교해서 GFSE에 대해서는 500ppm GFSE에 침지하여 LDPE로 포장한 처리구(B)에서 ascorbic acid의 파괴가 지연되는 것으로 보여지며, 황련추출물 처리구에서는 황련추출물에 침지하여 황련 항균필름으로 포장한 처리구(G)에서 효과를 보였다. 그리고 대항추출물 처리구에서는 대항추출물에 침지 처리하여 LDPE 필름에 포장한 처리구(H)에서 긍정적인 효과를 보이고 있다. 오이의 경우(Table 1-14)에는 시간의 경과에 따라 전체적으로 감소하는 경향을 보이고 있고 호박의 경우와 마찬가지로 G와 H에서 감소의 정도가 가장 적게 나타났다. 그리고 고추의 경우(Table 2-15)에도 호박과 오이와 마찬가지로 B, G, H 처리구가 대조구(A)에 비교해서 ascorbic acid의 파괴가 지연되는 것으로 나타났다. 따라서 ascorbic acid의 보존면에서는 항균소재에 침지 처리하는 것이 효과적인 것으로 보여진다.

Table 2-13. Changes in ascorbic acid content of zucchini film-packaged and stored at 10°C

Treatment and packaging method	Ascorbic acid for storage time in days (mg/100g)				
	0	7	15	26	39
A.	25	20.61	18.50	17.46	15.81
B.	25	18.37	17.66	16.73	16.14
C.	25	19.44	19.37	19.18	13.53
D.	25	21.02	20.01	19.20	14.94
E.	25	20.27	16.59	15.68	14.85
F.	25	17.38	16.74	14.75	14.59
G.	25	19.17	18.15	17.29	16.25
H.	25	23.89	18.64	17.31	16.55
I.	25	23.26	18.99	18.97	14.26
J.	25	19.72	17.39	15.14	15.12

Table 2-14. Changes in ascorbic acid content of cucumber film-packaged and stored at 10°C

Treatment and packaging method	Ascorbic acid for storage time in days (mg/100g)				
	0	10	25	40	57
A.	6.5	5.29	5.27	4.29	3.54
B.	6.5	5.85	5.54	4.73	3.79
C.	6.5	5.71	5.68	4.94	3.93
D.	6.5	5.14	5.05	4.15	3.72
E.	6.5	5.07	5.04	4.72	3.41
F.	6.5	5.40	4.77	4.66	3.86
G.	6.5	5.97	4.67	4.41	3.96
H.	6.5	5.80	5.68	4.19	3.98
I.	6.5	6.16	4.61	4.46	3.23
J.	6.5	5.53	5.02	4.55	3.58

Table 2-15. Changes in ascorbic acid content of green chilli peppers film-packaged and stored at 10°C

Treatment and packaging method	Ascorbic acid for storage time in days (mg/100g)				
	0	9	24	39	56
A.	53	42.13	41.54	34.41	11.25
B.	53	42.84	38.79	35.10	23.77
C.	53	48.18	46.48	40.55	28.09
D.	53	44.16	42.28	42.07	39.07
E.	53	41.58	40.90	38.19	23.92
F.	53	49.63	44.20	38.24	35.70
G.	53	43.94	37.75	36.72	23.98
H.	53	43.57	43.15	33.99	22.94
I.	53	41.07	39.60	38.68	25.91
J.	53	39.74	39.00	37.65	29.55

3) 무게손실 측정

채소류의 무게손실은 Table 2-16, Table 2-17, Table 2-18과 같다.

Table 2-16. Weight losses of zucchini film-packaged and stored at 10°C

Treatment and packaging method	Weight loss in % for storage time in days				
	0	7	15	26	39
A.	0	0.4	1.2	1.7	2.6
B.	0	0.2	0.4	0.6	1.0
C.	0	0.6	0.9	1.1	1.2
D.	0	0.4	0.5	0.6	0.9
E.	0	0.1	0.2	0.5	0.6
F.	0	0.8	0.8	1.0	1.1
G.	0	0.1	0.3	0.5	0.8
H.	0	0.1	0.2	0.3	0.9
I.	0	0.7	0.8	1.0	1.1
J.	0	0	0.2	0.6	0.8

Table 2-17. Weight losses of cucumber film-packaged and stored at 10°C

Treatment and packaging method	Weight loss in % for storage time in days				
	0	10	25	40	57
A.	0	0.5	0.7	1.4	2.8
B.	0	0.6	0.5	1.2	1.0
C.	0	0.7	0.5	1.1	1.5
D.	0	0.9	1.2	1.4	1.5
E.	0	0.7	1.0	1.4	1.5
F.	0	1.7	1.1	1.4	1.8
G.	0	1.0	1.0	1.2	2.2
H.	0	1.0	1.0	1.6	2.0
I.	0	0.7	1.4	1.8	2.2
J.	0	0.7	1.1	1.1	1.4

Table 2-18. Weight losses of green chilli peppers film-packaged and stored at 10°C

Treatment and packaging method	Weight loss in % for storage time in days				
	0	9	24	39	56
A.	0	1.5	1.7	2.7	5.7
B.	0	1.0	1.6	2.1	3.2
C.	0	1.3	1.8	3.2	3.9
D.	0	1.0	1.5	2.2	3.5
E.	0	1.1	1.5	2.4	3.8
F.	0	1.5	2.1	3.5	3.7
G.	0	1.6	2.5	3.1	3.5
H.	0	0.7	1.2	2.9	3.0
I.	0	1.2	2.2	3.6	3.7
J.	0	1.0	1.5	1.8	2.8

이들 각각의 Table에서 보여주듯이 항균소재에 침지 처리하고 항균필름에 포장하

는 처리구(D, G, J)에서 무게의 감소가 대조구(A)에 비교해서 낮은 것으로 나타났고, 또한 항균소재에 침지 처리만 하고 LDPE 필름에 포장한 처리구에서도 중량감소가 지연되는 것으로 나타났다. 항균소재의 침지 처리가 채소표면에서 코팅막을 형성하여 수분의 증발을 막아주는 효과가 있기 때문인 것으로 생각된다.

4) 미생물 증식

호박, 오이, 고추의 저장 중 호기성 총균수와 효모 및 곰팡이의 변화를 Table 2-19, Table 2-20, Table 2-21에서 각각 보여주고 있다. 호박의 경우(Table 2-19) 경향성이 뚜렷하지는 않지만 대조구(A)에 비교해서 처리구에서 미생물 생육이 낮은 편이며, 특히 500ppm GFSE 항균소재에 침지하여 GFSE 항균필름에 포장한 처리구(D)에서 호기성 총균수 뿐만 아니라 효모 및 곰팡이의 증식도 억제하는 것으로 보여진다. 이는 호박의 표면에 묻은 항균소재로부터 항균성분의 용출과 확산이 이루어져 미생물 생육 억제의 효과를 주는 것으로 생각된다. 또한 항균필름이 호박과 밀착되게 포장되었기 때문에 포장 필름과 고르게 채소표면이 접촉되어서 시료 표면에 균일한 접촉이 이루어지고 이로 인한 항균물질의 이행이 진행될 수 있었을 것으로 판단된다. 오이(Table 2-20)와 고추(Table 2-21)의 경우에도 호박의 경우와 마찬가지로 대조구(A)에 비교해서 GFSE, 황련, 대황의 항균소재에 침지 처리하고 각각의 항균필름에 포장한 처리구(D, G, J)에서 미생물의 증식이 억제되는 것을 볼 수 있었다.

5) 부패율

호박, 오이, 고추의 부패율은 Fig. 2-23, Fig. 2-24, Fig. 2-25에서 각각 보여주고 있다. 부패율의 결과는 앞서의 미생물 증식의 결과(Table 2-9, Table 2-10, Table 2-11)와 거의 일치하는 것으로 나타났다. 호박과 오이의 경우(Fig. 2-23, Fig. 2-24)에는 개체별 포장에 의해 채소 표면과 항균필름의 밀착으로 인해 포장지의 항균물질이 이행되어 부패를 야기시키는 미생물의 증식을 억제시켜 부패를 방지하는 것으로 보여진다. 고추의 경우(Fig. 2-25)는 폴리스틸렌 트레이에 고추를 겹쳐서 포장하여 항균필름의 접촉이 균일하지 않아서 항균필름 만으로 포장한 처리구(C, F,

I)에서는 대조구에 비교해 효과가 크지는 않은 것으로 보여진다. 그러나 항균소재에 침지하여 항균필름에 포장한 구(D, G, J)에서는 부패율이 대조구에 비교해서 낮은 것으로 나타났다. 이는 항균제재가 고추 표면에서 미생물의 증식억제에 관여한 것으로 보여진다.

Table 2-19. Changes in microbial colony counts on zucchini film-packaged and stored at 10°C

Item	Treatment and packaging method	Microbial count for storage time in days [log(cfu/g)]				
		0	7	15	26	39
Total aerobic bacteria	A.	4.81	5.73	6.00	8.40	9.60
	B.	4.81	5.70	7.00	7.39	9.30
	C.	4.81	4.70	5.63	7.41	8.20
	D.	4.81	3.82	5.73	7.33	6.30
	E.	4.81	5.68	5.40	7.51	8.50
	F.	4.81	4.89	5.47	7.32	9.20
	G.	4.81	5.73	5.74	7.45	8.70
	H.	4.81	5.72	5.34	7.39	7.30
	I.	4.81	5.84	5.68	7.38	8.80
	J.	4.81	5.60	5.40	7.34	8.00
Yeast and mold	A.	2.18	2.20	3.45	4.06	6.20
	B.	2.18	2.56	2.60	2.77	4.30
	C.	2.18	2.56	1.89	3.44	5.20
	D.	2.18	2.34	2.30	2.64	4.00
	E.	2.18	2.60	1.59	2.52	4.60
	F.	2.18	1.77	2.63	3.55	5.40
	G.	2.18	2.20	3.40	2.88	3.99
	H.	2.18	1.29	2.25	3.00	5.80
	I.	2.18	2.55	3.20	3.24	5.00
	J.	2.18	2.40	3.00	2.94	5.20

Table 2-20. Changes in microbial colony counts on cucumber film-packaged and stored at 10°C

Item	Treatment and packaging method	Microbial count for storage time in days [log(cfu/g)]				
		0	10	25	40	57
Total aerobic bacteria	A.	4.40	4.94	5.12	6.82	8.52
	B.	4.40	4.46	4.63	4.70	7.60
	C.	4.40	4.35	5.29	5.62	6.50
	D.	4.40	4.10	4.00	4.96	5.66
	E.	4.40	4.20	5.64	5.35	6.90
	F.	4.40	4.90	5.27	5.68	7.34
	G.	4.40	4.66	4.76	5.21	6.42
	H.	4.40	4.44	4.50	5.04	7.44
	I.	4.40	4.34	5.26	5.69	7.21
	J.	4.40	4.60	5.06	5.60	6.52
Yeast and mold	A.	2.50	4.60	5.30	5.88	6.95
	B.	2.50	2.60	3.64	5.20	6.58
	C.	2.50	2.52	2.99	4.00	6.13
	D.	2.50	3.00	3.20	3.20	5.26
	E.	2.50	2.46	4.50	4.80	6.49
	F.	2.50	3.06	4.00	4.30	6.49
	G.	2.50	2.68	3.50	3.95	6.12
	H.	2.50	2.65	3.68	5.20	7.00
	I.	2.50	2.71	3.44	3.61	6.60
	J.	2.50	2.97	3.59	4.20	6.00

Table 2-21. Changes in microbial colony counts of green chilli peppers film-packaged and stored at 10°C

Item	Treatment and packaging method	Microbial count for storage time in days [log(cfu/g)]				
		0	9	24	39	56
Total aerobic bacteria	A.	2.85	4.59	4.65	5.98	6.66
	B.	2.85	3.23	3.96	4.56	6.00
	C.	2.85	4.06	4.82	5.41	5.59
	D.	2.85	3.59	4.34	4.52	5.30
	E.	2.85	3.76	4.13	5.38	6.20
	F.	2.85	3.41	3.68	4.76	5.98
	G.	2.85	3.81	4.33	5.58	6.10
	H.	2.85	3.38	4.08	4.12	6.05
	I.	2.85	4.36	4.18	4.95	5.88
	J.	2.85	3.53	3.06	3.74	5.59
Yeast and mold	A.	1.30	3.64	3.19	5.56	6.23
	B.	1.30	2.00	2.18	5.20	5.60
	C.	1.30	3.54	3.72	3.66	4.77
	D.	1.30	2.55	2.89	3.29	4.20
	E.	1.30	1.25	4.30	4.50	6.55
	F.	1.30	1.31	3.48	3.88	4.51
	G.	1.30	2.85	4.00	4.10	4.20
	H.	1.30	3.10	3.45	3.99	5.20
	I.	1.30	3.24	4.02	4.23	5.00
	J.	1.30	3.00	2.55	4.50	5.30

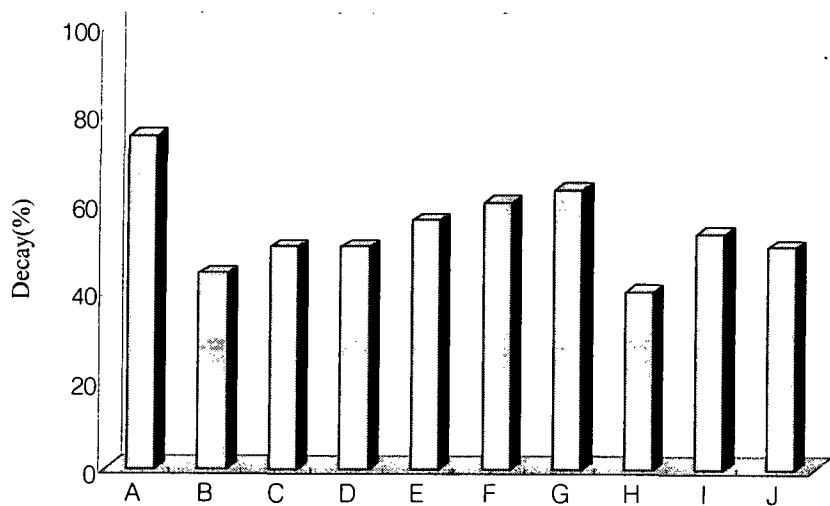


Fig. 2-23. Decay ratio(%) of zucchini treated, film packaged and stored at 10°C for 39 days.

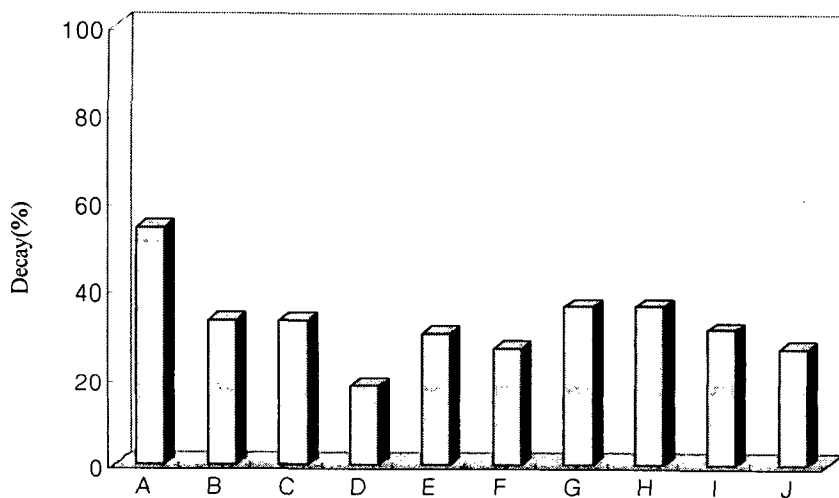


Fig. 2-24. Decay ratio(%) of cucumber treated, film packaged and stored at 10°C for 57 days.

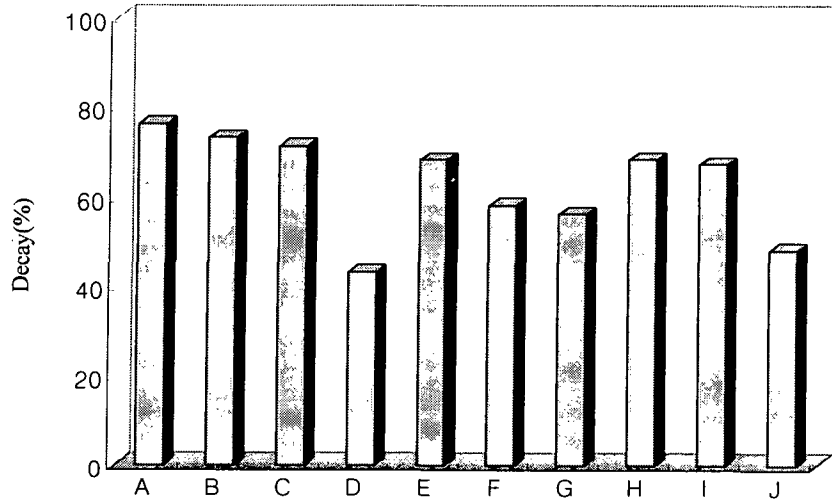


Fig. 2-25. Decay ratio(%) of green chilli peppers treated, film packaged and stored at 10°C for 56 days.

나. 딸기의 저장중 품질변화

딸기를 황련추출물 또는 GFSE용액에 침지 처리후, 필름 포장하여 5°C의 저온실에서 저장하면서 품질변화를 측정하 결과의 다음과 같다. 즉, Fig.2-26에서 보여주듯이 대조구 LDPE 필름포장(A), 항균소재에 침지하지 않고 항균성 필름에 포장한 처리구(B, D) 및 항균소재에 침지후 항균성 LDPE 필름으로 포장한 시험구(C, E) 각각은 저장 7~21일 동안에 O₂ 농도는 1.4~4.3% 범위를 유지하였고, CO₂ 농도는 4.3~6.5% 범위를 나타내어 서로간에 비교적 비슷한 기체조성을 형성시켰다. 이는 제 3 세부과제 중 딸기 포장 적용실험 결과(Fig. 4-4)와 비슷한 기체조성을 이루고 있었다. 따라서, Fig. 2-24에서 얻어지는 포장내 기체조성은 LDPE계 필름에 의해서 혐기적인 조건을 유발시키지 않으면서 가급적 높은 CO₂ 농도를 달성하는 현실적인 한계로 생각되며, 딸기의 품질유지에 도움을 줄 수 있는 기체조성으로 여겨진다.

Table 2-22에서는 여러 조건별로 포장된 딸기에서의 미생물수의 변화와 물리·화학적 품질변화를 보여주고 있다. 대조구 LDPE(A)에 비교해서 항균필름으로 포장된

포장구(B, D)에서 미생물의 성장을 억제하는 것으로 나타났으며, 또한 항균용재에 침지후 항균필름으로 포장된 포장구(C, E)에서는 대조구(A) 뿐 만 아니라 항균필름만으로 포장된 B, D에서 보다도 저장중 딸기 표면의 미생물 성장을 현저하게 낮추어 주는 것으로 나타났다. 이는 항균필름 단독으로 포장된 포장구(B, D)보다는 500ppm의 항균용재에 침지 처리 함으로써 항균소재가 딸기의 표면에 묻어있는 미생물에 대하여 생육을 억제시키는 것으로 보여진다. 딸기의 저장중 딸기 표면의 미생물 생육은 딸기의 부패를 야기시키며, 이는 또한 딸기의 연화를 촉진시키는 원인이 된다. 따라서 저장중 미생물의 성장을 억제시키는 B, D, C, E가 대조구 LDPE(A)에 비교해서 경도에서도 연화를 지연시키는 것으로 나타나고 있다. 화학적 품질변화에 있어서 pH는 저장 21일까지 3.34에서 3.57~3.84로 상승하고, 가용성 고형분은 9.0 °Brix에서 6.1~7.0 °Brix로 감소하는 경향을 보였으며, 적정산도는 초기 0.92%에서 0.72~0.81%로 감소하였다. 하지만 전반적인 변화경향에서 현저하거나 뚜렷한 처리구 간의 차이와 특징을 발견할 수 없었다. 이는 제 3 세부과제 중 딸기 포장 적용실험 결과의 물리·화학적 품질변화와 비슷한 경향을 보였다.

저장 21일째의 부패율을 측정한 결과는 Fig. 2-27에서 보여주고 있다. 대조구인 LDPE(A)에 비교해서 항균필름(B, D)으로 포장한 포장구와 항균소재 처리후 항균필름으로 포장한 구(C, E)에서 부패율이 낮은 것을 확인 할 수 있었으며, 특히 C, E에서 부패율이 더욱 낮게 나타났다. 이는 항균필름만으로 포장하는 것보다는 항균소재에 침지 처리를 함으로써 딸기 표면에서 생육하는 미생물에 직접적인 저해효과를 나타내기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 결과는 Table 2-22에서 보여주고 있는 미생물 성장의 결과와 잘 일치하는 것으로 나타났다. 그리고 부패의 억제에 있어서 GFSE와 황련의 차이는 서로간에 두드러진 차이 없이 비슷한 효과를 나타내었다. 따라서 앞서의 결과와 마찬가지로 대조구 LDPE(A)에 비교해서 항균필름의 효과를 재확인 할 수 있었으며, 아울러 약용식물 추출물 및 GFSE등과 같은 항균소재에의 침지 처리 과정을 항균필름 포장방법과 병행하여 사용함으로써 시설채소산물의 신선도를 연장하는 효과를 극대화 할 수 있음을 확인하였다.

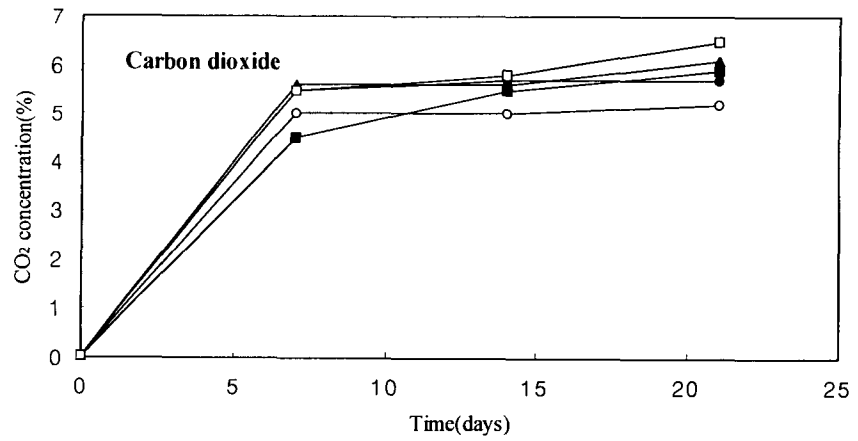
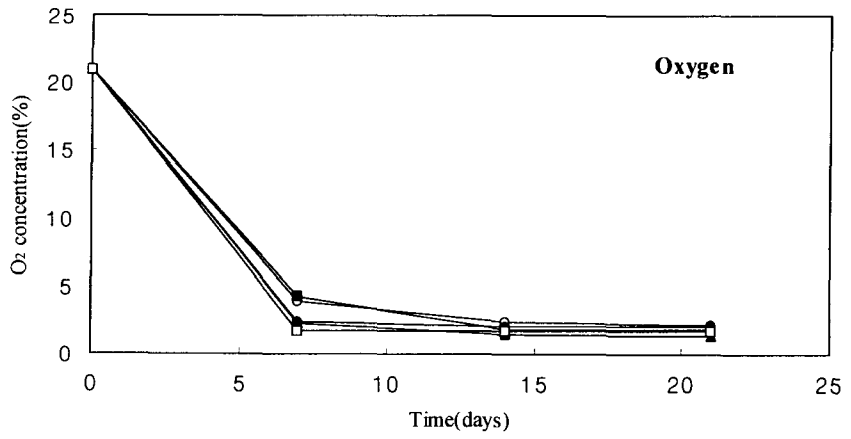


Fig. 2-26. Gas compositions in the strawberry packages at 5°C. ○: A (Control); ●: B; ■: C; ▲: D; □: E.

Table 2-22. Quality changes of the strawberries stored at 5°C.

Packaging	Quality item	Storage time (day)			
		0	7	14	21
A (Control)	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.85	6.31	8.57
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	4.05	4.69	5.69	7.06
	pH	3.34	3.60	3.68	3.84
	Soluble solid (°BX)	9.0	8.5	7.9	7.0
	Acidity(%)	0.92	0.79	0.76	0.74
	Hardness (gf)	270	182	108	88
	B	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.65	4.64
Mold & yeast [log(cfu/g)]		4.05	4.79	5.45	6.08
pH		3.34	3.46	3.62	3.65
Soluble solid (°BX)		9.0	7.8	6.2	6.1
Acidity(%)		0.92	0.89	0.78	0.72
Hardness (gf)		270	234	230	224
C		Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.02	4.61
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	4.05	4.26	4.43	5.13
	pH	3.34	3.45	3.51	3.65
	Soluble solid (°BX)	9.0	8.2	6.6	6.4
	Acidity(%)	0.92	0.92	0.84	0.8
	Hardness (gf)	270	258	240	230
	D	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.57	4.67
Mold & yeast [log(cfu/g)]		4.05	4.13	4.25	5.7
pH		3.34	3.48	3.54	3.63
Soluble solid (°BX)		9.0	7.0	6.9	6.7
Acidity(%)		0.92	0.88	0.83	0.81
Hardness (gf)		270	228	210	204
E		Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.66	6.16
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	4.05	4.79	5.72	6.18
	pH	3.34	3.41	3.55	3.57
	Soluble solid (°BX)	9.0	7.3	7.1	6.7
	Acidity(%)	0.92	0.9	0.87	0.78
	Hardness (gf)	270	246	240	228

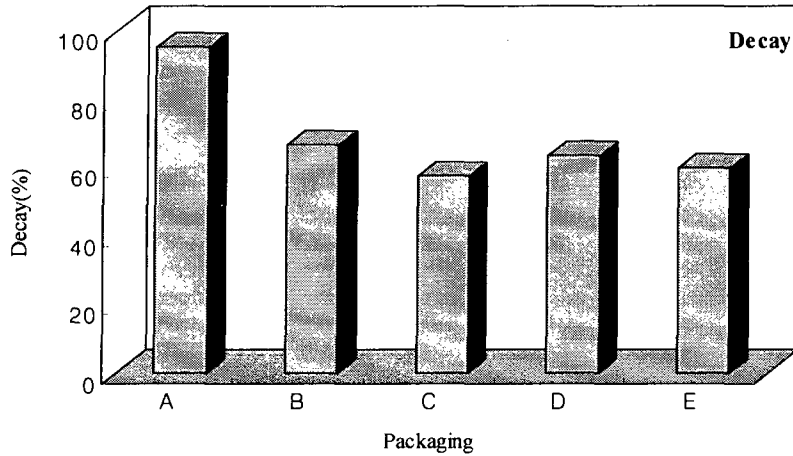


Fig. 2-27. Decay ratio of the strawberry stored for 21 days at 5°C.

제 4 절 결 론

수확한 시설채소산물의 선도유지를 위한 천연항균소재로 개발된 대항추출물 및 황련추출물은 시설채소산물 변패미생물인 Gram(+), Gram(-), Yeasts 및 곰팡이 등에 대해서 농도에 비례하여 우수한 항균효과를 보였으며, 생육저해곡선에서는 500ppm 이상에서 미생물의 생육이 완전히 억제되는 것을 볼 수 있었다. 그리고 열 및 pH 안정성에 대해서도 열처리 온도와 pH 범위에 관계없이 항균력을 보임으로써 열과 pH에 안정한 것으로 나타났다. 또한 항균력에 의한 미생물의 생태변화에 대한 전자현미경적 검사(SEM, TEM)에서도 항균물질이 미생물의 생리활성효소의 기능을 약화시켜 세포벽 또는 세포막을 파손하여 삼투기능이 상실됨으로써 미생물의 생리가 중단되고 생육이 억제되는 것을 볼 수 있으며, 균체 내부에 빈 ghost 형태의 균체들이 증대함을 알 수 있었다. 이와 같은 미생물의 세포막 생리기능 상실현상은 β -galactosidase 활성 변화에서도 확인될 수 있었다. 또한, KMHE중 황련추출물의 안전성 시험결과, 흰쥐에 경구 투여하였을 때의 LD₅₀값은 5.15g/kg이었으며, 흰토끼의

피부에 대한 독성 또한 약한 편으로 황련추출물은 비교적 안전한 천연추출물로 판단할 수 있는 것으로 나타났다. 한편, 시설채소산물인 오이, 호박, 풋고추를 항균소재에 침지 처리한 후, 1% 농도로 항균성 소재를 첨가시킨 저밀도 폴리에틸렌(LDPE) 필름에 의하여 오이, 호박, 풋고추를 싸서 포장하고 10℃에서 저장하면서 미생물 성장, 부패율, 텍스처, 화학적 품질을 측정된 결과, 대조구에 비교해서 긍정적인 결과를 얻을 수 있었다. 이는 대조구(LDPE) 필름에 비교해서 항균제에 침지 처리후, LDPE 필름으로 포장한 경우에 대체적으로 연화는 지연되었고, 비타민 C의 감소폭도 완만한 것으로 나타났으며 또한 중량손실에 있어서도 긍정적인 결과를 확인하였다. 미생물의 성장 역시도 억제하는 것을 볼 수 있었고, 따라서 부패율도 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 항균필름과 항균제에 병행효과의 경우에는 항균필름만으로 포장하는 경우와 침지 처리만 하는 경우보다도 미생물 변화와 물리·화학적 변화에 있어서 더욱 효과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 아울러, 딸기의 경우, 항균성 소재를 포함시킨 LDPE 필름은 무첨가 대조 필름에 비해 호기성 총균수, 효모/곰팡이수로 측정된 미생물의 증식을 억제하는 것으로 나타났다. 이러한 미생물 증식 억제의 효과로 인하여 항균성 필름은 포장된 딸기의 부패율을 낮추어 주고, 연화를 억제하였다. 딸기의 저장 중 pH는 상승하고 적정산도는 감소하였으며, 가용성 고형분은 감소하는 경향을 보였으나, 포장 처리구간에는 유의하고 일관성있는 차이를 발견할 수 없었다. 앞서의 호박, 오이의 결과와 마찬가지로 대조구 LDPE에 비교해서 항균필름의 효과를 재확인 할 수 있었으며, 아울러 약용식물 추출물 및 GFSE등과 같은 항균소재에의 침지 처리과정을 항균필름 포장 방법과 병행하여 사용함으로써 딸기의 신선도를 연장하는 효과를 극대화 할 수 있음을 확인하였다.

이상의 연구결과로 미루어, 본 연구에서 그 기능과 효과를 구명한 천연항균소재는 수확한 시설채소산물의 항균용 처리제 및 포장 필름 소재로 시설채소산물의 선도 유지효과를 기대할 수 있어, 시설채소산물의 생산기반 보호와 농가소득에 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

조성환, 이현철, 서일원, 김재욱, 장영상, 신재익 : Grapefruit종자추출물을 이용한

- 밀감의 저장효과. 한국식품과학회지 23(5), 614-618(1991).
- 조성환, 서일원, 이근희 : 천연항균제처리에 의한 과채류의 선도유지 및 병해방지에 관한 연구 - 저장중 병리적 장해 방지를 중심으로 - 한국농화학회지 36(4), 265-270(1993).
- 조성환, 김기욱, 이근희 : 천연항균제처리에 의한 과채류의 선도유지 및 병해방지에 관한 연구 -Grapefruit종자추출물로 부터 활성물질의 분리를 중심으로- 한국농산물저장유통학회지 1, 1-7(1994).
- 조성환, 정진환, 류충호 : 천연항균제처리를 병용한 과채류의 자연저온저장기술개발에 관한 연구. 한국영양식량학회지 23(2), 315-321(1994).
- 조성환, 김기욱, 정진환, 류충호: 농축수산물 및 그 가공식품에 대한 *Listeria* 균주의 실태 조사와 *Listeriosis* 발생억제방법. 한국식품위생·안전성학회지 9(4), 191 (1994).
- 곽이성, 양재원, 이광승 : 일부 병원성 미생물에 대해 항균활성을 보이는 생약의 탐색. 한국식품위생학회지, 8(3), 141-145 (1993).
- 이인란, 박홍순 : 황금탕의 항균작용. 생약학회지, 18, 249 (1987).
- 이병완, 신동화 : 식품부패미생물의 증식을 억제하는 천연 항균성 물질의 검색. 한국식품과학회지 23(2), 200 (1991).
- A.O.A.C. : Official methods of analysis, 14th. (1984) .
- Bendayan, M.: Protein-A-gold electron microscopic immunocytochemistry; methods, applications and limitations. *J. Elect. Microsc. Tech.* 1, 243 (1984).
- Bergmeyer, H.U.: Methods of enzymatic Analysis, 2nd English edition, Vol. 1, pp. 222-223, Verlag Chemie, Academic press, Inc. (1974).
- Beuchat, L. R. and Golden, D. A.: Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technol.* 43, 134 (1989).
- Biles, C.L., Mclaughlin, R., Chalutz, E. and Droby, S. .: Biological control of postharvest disease of fruits and vegetables alternatives to synthetic fungicides. *Crop Protection* 10, 172-177 (1991).
- Briozzo, J., Nunez, L., Chirife, J., Herszage, L., and D'Aquino, M.:

- Antimicrobial activity of clove oil dispersed in a concentrated sugar solution *J. Appl. Bacteriol.*, 66, 69 (1989).
- Chung, Y.R., Benner, D.J., Steigerwalt, A.G., Kim, B.S., Kim, H.T. and Cho, K.Y.: *Enterobacter pyrinus* sp. nov., an organism Associated with Brown leaf Spot Disease of Pear Trees. *Int. J. Sys. Bacteriol.*, 43,157 (1993).
- Droby, S., Chalutz, E. and Wilson, C.L.: Antagonistic microorganisms as biological control agents of postharvest diseases of fruits and vegetables. *Postharvest News and Information* 2, 169-173 (1991).
- Eckert, J.W. and Ogawa, J.M.: The chemical control of postharvest diseases : deciduous fruits, berries, vegetables, and root/tuber crops. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 26, 433-469 (1998).
- Farag, R. S., Daw, Z. Y., and Abo-Raya, S. H.: Influence of some spice essential oils on *Aspergillus parasiticus* growth and production of aflatoxins in a synthetic medium. *J. Food Sci.*, 54, 74 (1989).
- Joo, C.N. and Han, J.H.: The effect of ginseng saponins on chichen's hepatic mitochondrial succinate dehydrogenase, malate dehydrogenase and α -ketoglutarate dehydrogenase. *Korean Biochem. J.*, 9, 43 (1976).
- Karkpinar, M. Inhibitory effects of anethole and eugenol on the growth and toxin production of *Aspergillus parasiticus*. *International J. Food Microbiol*, 10, 193 (1990)
- Lattanzio, V., Cardianli, A. and Palmieri, S.: The role of phenolics in the postharvest physiology of fruits and vegetables: browning reactions and fungal diseases. *Ital. J. Food Sci.* 6, 3-22 (1994).
- Lee, C.Y., Langley, C.H. and Burkhart, J.: Purification and molecular weight determination of glucose 6-phosphate dehydrogenase and malic enzyme from mouse and drosophila. *J. Anal. Biochem.*, 86, 697 (1987).
- Litchfield, Jr. Jt. and Wilcoxon, F.: A simplified method of evaluating dose-effect experiments. *J. Pharmacol. Exper. Ther.*, 96, 99 (1949)
- Miller, J.H.: Experiments in Molecular Biology p.352-p.355, Cold Spring Harbor

- Laboratory Press, Cold Spring harbor, N.Y. (1972).
- Piddock, L.J.V.: Techniques used for the determination of antimicrobial resistance and sensitivity in bacteria. *J. Appl. Bacterio.* 68, 307(1990).
- Wilson, C.L. and Chalutz, E.: Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables. Workshop Proceedings U.S. Dept. Agr., ARS-92, p.324 (1991).
- Wilson, C.L., Ghaouth, A. El., Chalutz, E., Droby, S., Stevens, C., Lu, J.Y., Khan, V. and Arul, J.: Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables. *Plant Disease* 78, 837-844 (1994).
- Wilson, C.L., Wisniewski, M.E., Droby, S. and Chalutz, E.: A selection strategy for microbial antagonists to control postharvest disease of fruits and vegetables. *Scientia Hort.* 53, 183-190 (1993).
- Wilson, C.L. and Wisniewski, M.(eds.): Biological control of postharvest disease. *Annu. Rev. Phytopathol.* 27, 425-442 (1989).
- Wisniewski, M.E. and Wilson, C.L.: Biological control postharvest disease of fruits and vegetables. *Hort. Science* 27, 94-98 (1992).
- Zaika, L. L.: Spices and herbs: their antimicrobial activity and its determination. *J. Food Safety*, 9, 97 (1988).

제 3 장 시설채소의 수확후 처리·유통 조건의 확립

제 1 절 서 설

건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 채소류의 소비도 지속적으로 늘어나면서 1인당 소비는 1989년에 128.7kg이었으나 1995년에는 158.5kg으로 약 30kg 정도 늘어났다(한국식품연감, 1997). 채소류의 소비가 연중 가능하도록 하기 위해서 대도시 주변의 농촌에서는 겨울철에 비닐하우스를 이용하여 여러 가지 채소를 재배하고 있다. 이러한 시설원예의 기술 발달로 생산되는 채소류의 종류와 양이 늘어가고 있으며, 경남 지역에서는 노지 채소 생산량의 45%에 해당하는 양이 시설채소로 생산되고 있다.

채소류는 생리적인 특성상 수확후 저장 및 유통되는 동안에 호흡작용, 증산작용 등의 작용이 활발해질 뿐만 아니라 곰팡이를 비롯한 식물병리 미생물의 오염 및 성장으로 부패현상을 일으키고 채소류 자체의 경도가 저하되며, 수분, 비타민, 유기산, 당분, 색소함량 등이 떨어져서 외관, 맛, 신선도 등의 감소로 제값을 받을 수가 없게 된다(조성환 등, 1994; Lattanzio 등, 1994).

시설 채소류의 생산량이 늘어가고 있는 상황에서 수확기의 홍수출하와 저온저장시설이 미비하기 때문에 가격유지가 어려울 뿐만 아니라 폐기되는 양도 상당하다. 전국에 산재한 시설원예 단지의 생산 작물을 조정하는 것과 출하 시기를 조정하는 것도 문제 해결의 한 방법이나 이것은 여러 지역 농민의 이해 관계가 걸려 있으므로 조정이 쉽지 않다. 또한 저온저장시설도 단시간에 건설하기가 어려울 뿐만 아니라 비용도 많이 들고, 운영 경비가 많이 드는 등의 문제가 있다. 따라서 농민들이 보다 간편하게 사용하면서도 오랜 기간동안 채소류를 신선한 상태로 저장, 유통시키는 방법을 찾는 것이 바람직하다.

채소류의 선도를 유지시키기 위해서는 여러 가지 방법이 가능하지만 판매 등을 고려할 때 산지 농가에서 비교적 손쉽게 할 수 있는 방법 중의 하나가 MA(modified atmosphere) 저장이다. 또한 천연항균제를 처리하면 생산된 채소류의 보존성이 증대될 뿐만 아니라 합성보존료에 비하여 소비자들의 거부감도 덜할 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 경남 지역에서 비교적 생산량이 많으면서도 소비자들의 기호도가 높은 시설채소산물을 중심으로 적절한 저장 조건을 설정하고, 대황 및 황련추출물과 같은 천연항균제의 적절한 처리 조건을 검토함으로써 시설채소산물의 저장 및 유통 중에 일어나는 품질변화를 최소화할 수 있는 조건을 설정하고자 하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 시 료

대황 및 황련추출물은 정순경 등(1998)의 방법으로 제조하였으며, 호박(*Cucurbita pepo* L.), 오이(*Cucumis sativus* L.), 풋고추(*Capsicum annuum* L.) 및 상추(*Lactuca sativa* L.)는 실험 당일 마산의 시장에서 구입하여 사용하였다. 또한 딸기(*Fragaria ananassa* Duch.)는 마산 인근에 있는 함안의 재배 농가에서 실험 당일 직접 구입하여 사용하였다.

2. 대황 및 황련 추출물의 처리조건 설정

대황 및 황련추출물의 항균력을 알아보기 위하여 100, 500 및 1,000ppm으로 조정된 약 2L의 증류수에 호박, 오이, 풋고추 및 상추를 각각 5분 동안 침지 하였으며, 침지하는 동안 가끔 저어 주었다. 이때에 호박 및 오이는 각각 1개씩을, 풋고추 및 상추는 약 50g씩 침지하였다. 침지가 끝난 풋고추 및 상추는 salad spinner를 사용하여 1분간 탈수하였으며, 호박 및 오이는 바구니에 담아서 1분 정도 방치하여 표면의 물기를 부분적으로 제거한 다음 총균수 측정에 사용하였다. 또한 적절한 침지 시간을 결정하기 위하여 처리 농도로 결정된 대황 및 황련추출물 용액에 채소를 각각 10, 20, 30분 동안 침지하였다.

3. 총균수의 측정

시료 50g을 취한 다음 멸균된 Waring blender에 넣고, 멸균 증류수 150mL과 함께 마쇄한 후에 500mL로 하였다. 이중에서 1mL을 취하여 0.1% peptone수로써 필요한 만큼 희석하였다. 희석액 0.1mL을 yeast extract 3g이 들어 있는 tryptone glucose extract agar 배지에 도말하여 35°C에서 48시간 배양한 다음 형성된 colony의 수를

colony forming unit (CFU/mL)로 표시하였다(King 등, 1991; Priepe 등, 1976).

4. 시료의 표면 색도 측정

대황 및 황련추출물과 시료의 표면 색도는 색도계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 Hunter의 L, a, b값을 측정하였다.

5. 시료의 조직감 측정

호박 및 딸기의 저장중 조직감의 변화를 알아보기 위하여 Rheometer (Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 다음과 같은 조건으로 조직감을 측정하였다. 즉 시료를 종방향으로 이등분하고 직경 5mm의 원통형 probe를 사용하여 60mm/min의 속도로 수직으로 10mm(딸기는 5mm) 관입시킬 때 얻어지는 최대값 또는 hardness로 조직감을 표시하였다.

6. 비타민 C 함량의 측정

비타민 C 측정용 시료액 제조를 위하여 시료 각각 5g에 메타인산과 초산 혼합액 15mL를 넣고 마쇄한 다음 원심 분리하여 상등액을 분리하였으며, 침전물에 다시 메타인산과 초산 혼합액 10mL 부어서 원심 분리하여 얻은 상등액을 앞의 것과 합한 후에 50mL까지 희석하였다. 이 중에서 20mL를 취하여 2, 6-dichloroindophenol로 적정한 값을 환원형 vitamin C 함량으로 환산하였다(A.O.A.C., 1984).

7. 시료의 저장조건

대황 및 황련 추출물을 처리하지 않은 호박 및 풋고추의 MA 저장에 사용한 필름은 30 μ m low density polyethylene (LDPE, Daelim Vinyl, Korea), 20 μ m perforated polyolefin (SM250, Cryovac, U. S. A.), 30 μ m cast polypropylene (CPP, STC Co., Korea) 및 15 μ m polyolefin (MPD, Cryovac, U. S. A.)였다. 호박 저장용 포장의 크기는 27 × 13 cm 였으며, 풋고추 포장의 크기는 25 × 20 cm 였다. 여기에 호박은 1개의 무개가 약 600g인 것을 하나씩 넣고 밀봉하였으며, 풋고추는 약 200g씩 넣고 밀봉한 다음 10°C에서 저장하였다.

대황 및 황련추출물을 처리한 호박, 오이, 풋고추 및 딸기는 표면의 물기를 제거한

다음 포장하였다. 딸기는 18 × 13 cm 크기의 폴리스틸렌 tray에 약 200g의 딸기를 담은 다음 PVC 랩으로 stretch wrapping하였다. 호박과 오이는 30 μm LDPE를 포장지를 사용하였으며, 호박의 포장 크기는 위의 것과 같도록 하였다. 오이는 40 × 12 cm 크기로 포장하였다. 저장온도는 5°C, 10°C 및 20°C 실험 결과를 바탕으로 채소에 따라서 적절한 온도를 선택하여 저장하였다.

8. 포장 내부의 기체 조성 측정

포장된 시료의 저장 중 포장 내부의 기체 조성 변화를 알아보기 위하여 gas-tight syringe를 사용하여 포장 내부의 기체를 1mL 취하여 gas chromatography (Model 860D, Young-In Co., Korea)에 주입하여 산소와 이산화탄소의 농도 변화를 조사하였다. 사용한 column은 CTR I (Alltech Associates Inc., U. S. A.)이었으며, 검출기는 TCD였다. 오븐의 온도는 40°C, 인젝터는 70°C, 검출기는 90°C로 하였으며, 운반 기체로 사용한 헬륨의 이동 속도는 50mL/min로 하였다(박우포 등, 1998).

9. 중량 감소율의 측정

저장중 시료의 중량 감소율은 저장 초기의 중량에 대한 감모량을 백분율로 환산하여 표시하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 시설채소산물의 처리 및 MA 저장조건의 구명

가. 시설채소산물의 최적 처리 조건 설정

우리 나라의 채소류 소비는 지속적으로 증가하고 있으며, 시설원예의 발달로 생산량 또한 늘어가고 있다. 본 연구의 주대상 지역인 경남지역의 시설채소 생산량은 Table 3-1과 같다.

Table 3-1. The production amount of vegetables cultivated in greenhouse around Kyungnam area (year:1995)

Produce	Area(ha)	Production(M/T)
Chinese cabbage	540.5	23,987
Cabbage	23.9	1,172
Lettuce	133.7	2,903
Spinach	6.9	99
Radish	208.9	8,145
Carrot	3.6	95
Cucumber	801.9	35,438
Zucchini	804.9	24,685
Melon	699.2	15,724
Water melon	5,098.5	139,639
Tomato	433.6	19,393
Eggplant	24.4	574
Green pepper	1,457.4	42,463
Strawberry	1,486.3	34,473
Others	457.7	20,551
Total	12,181.6	369,341

채소류는 수확후 세척함으로써 품온을 낮출 수가 있을 뿐만 아니라 표면에 붙어있는 협잡물, 농약 잔류물 및 미생물의 일부를 제거할 수가 있다(Potter 등, 1995). 따라서 채소류를 저장하거나 유통할 때에 품질 저하를 막음으로써 상품성을 유지할 수가 있다. 미국 등에서는 과채류를 수확한 다음 예냉하는 체계가 비교적 잘 되어 있지만 우리는 아직 부족한 실정이라고 판단되어 세척수로 사용한 물의 온도를 5°C와 20°C로 구별하여 사용하였다. 또한 세척할 때에 염소를 넣은 세척수를 사용하는 경우가 많으므로 염소를 넣은 세척수의 처리 효과도 동시에 검토하였다. 이러한 세척수로 시설채소산물을 세척한 다음 총균수의 변화를 측정한 결과는 Table 3-2와 같다. 즉 세척한 시험구는 대조구에 비하여 총균수가 낮았는데, 이는 세척시에 시설채소산물의 표면에 있는 미생물의 일부가 씻겨서 제거되었기 때문이라고 생각된다. 호박과 풋고추는 5°C에서 세척하는 것이 20°C에서 세척하는 것보다 총균수를 낮추는 효과가 큰 것으로 나타났다. 그러나 오이는 5°C와 20°C로 세척했을 때의 총균수가 비슷한 것으로 나타나 세척수의 온도에 따른 미생물의 제거 효과는 그다지 크지 않

은 것으로 생각된다. Park 등(1996)은 절단 채소류를 세척할 때에 5°C의 세척수가 20°C의 세척수보다 총균수를 낮추는 데 효과적이라고 하였다. 이것으로 보아 시설 채소산물을 세척할 때에는 냉각수를 사용하는 것이 채소류의 초기 미생물수를 줄이는 효과가 크며, 이는 저장 수명을 연장시키는 데도 긍정적으로 작용할 것으로 보인다. 풋고추는 염소를 처리했을 경우에 5°C 냉각수보다 미생물의 제거 효과가 떨어지는 것으로 나타났으나 호박과 오이는 냉각수를 사용하는 것보다 미생물을 제거하는 효과가 더 큰 것으로 나타났다.

Table 3-2. Effect of water temperature or chlorine on the total microbial count of produce during washing

Produce	Total microbial count[log(cfu/g)]			
	Control	5°C	20°C	Chlorine 100 ppm
Zucchini	5.18	5.09	5.37	3.98
Cucumber	6.51	6.15	6.20	5.56
Green pepper	5.28	4.97	5.27	5.22

세척에 의하여 시설채소산물의 초기 미생물수가 감소된다고 하더라도 표면에 물기가 있는 상태로 바로 포장하게 되면 저장 및 유통시에 포장 내부에 과다한 응축수를 만들게 되고, 이는 미생물의 증식을 촉진시킴으로써 품질의 저하를 일으킬 가능성이 있다. 따라서 세척후에 5°C에서 1시간 동안 건조한 다음 각 채소의 표면에 있는 총균수를 측정한 결과는 Table 3-3과 같다. 즉 5°C 및 20°C에서 세척한 다음 건조한 시험구의 총균수가 대조구보다 낮은 것으로 나타나 세척 효과가 냉장 상태의 건조후에도 지속된 것으로 생각된다. 또한 높은 온도에서 시설채소산물을 세척에 의한 품온 강하 효과가 감소될 가능성이 있으므로 냉장상태의 건조가 바람직할 것으로 판단된다.

이상의 결과로 보아 시설채소산물의 세척시에는 실온 정도의 세척수보다는 냉각수를 사용하는 것이 초기의 총균수를 낮추는 데 효과적일 것으로 판단된다. 냉각수의 사용이 어려울 경우에는 염소수를 사용하는 것도 총균수를 줄이는 데는 효과적일 것으로 보인다. 그러나 염소 처리시에 있을 수있는 소비자들의 거부감과 시설채소산물

의 저장중 품온까지 고려한다면 냉각수로 세척한 다음 냉각 상태로 건조하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

Table 3-3. Effect of low temperature drying after washing on the total microbial count of produce

Produce*	Total microbial count[log(cfu/g)]		
	Control	5°C	20°C
Zucchini	5.78	5.28	5.63
Cucumber	6.72	6.23	6.16
Green pepper	5.30	5.04	5.16

* Produce was dried at 5°C for 1 hour.

나. 시설채소산물에 적합한 MA (modified atmosphere)저장 조건 설정

호박 및 풋고추를 투과도가 다른 여러 가지 필름으로 포장하여 저장하면서 포장 내부의 공기 조성 및 시료의 품질 특성의 변화를 측정하여 적정 MA 저장 조건을 설정하고자 하였다.

1) 호박의 MA 저장

산소 및 이산화탄소의 투과도가 다른 필름으로 호박을 포장하여 10°C에서 저장하면서 포장 내부의 공기 조성의 변화를 측정한 결과는 Table 3-4와 같다. 즉 CPP로 포장한 시험구를 제외한 시험구들은 저장 10일에 대체적으로 공기 조성이 평형상태에 도달했으며, 이것은 30일까지 대체적으로 지속되었다. CPP로 포장한 시험구는 저장 20일에 포장 내부의 이산화탄소 농도가 27.2%로 나타나 혐기적인 조건이 되었을 것이라고 생각된다. 이러한 혐기적인 조건 때문에 포장 내부에 있는 호박은 혐기적인 호흡을 했으며, 생리적인 장해도 일어났을 것으로 판단된다. 이러한 생리적인 장해로 인하여 CPP로 포장한 호박은 저장 20일에 이취(off flavor)를 발생하였다. Kader (1986)는 호기적 호흡에서 혐기적 호흡으로 전환되는 것을 막기 위해서는 산소의 농도가 1-3% 이상이 되어야 한다고 하였다. 저장 40일에는 SM250과 CPP로 포장한 시험구를 제외한 시험구들에서 기체 조성이 현저하게 변화하였는데, 이것은 호

박에서 비가역적인 생리적인 변화가 많이 일어났기 때문이라고 생각된다. 따라서 10°C에서는 호박의 저장 기간이 40일 이내일 것이라고 판단된다.

Table 3-4. Tried packages and their gas composition of zucchini during storage at 10°C

Packaging film*	Gas (%)	Storage period (days)			
		10	20	30	40
LDPE	O ₂	6.6	4.0	2.4	11.1
	CO ₂	7.3	5.8	7.6	6.5
SM250	O ₂	20.9	20.1	20.3	20.9
	CO ₂	0.0	0.1	0.0	0.0
P+PP	O ₂	13.9	15.8	15.5	8.8
	CO ₂	8.9	5.7	6.6	12.1
CPP	O ₂	0.4	0.2	0.2	1.5
	CO ₂	15.5	27.2	24.7	28.7
MPD	O ₂	13.0	12.6	13.6	14.0
	CO ₂	7.2	5.8	7.4	8.1

*Abbreviation: LDPE: 30µm low density polyethylene; SM250: 20µm perforated polyolefin; P+PP: 53µm P+ microperforated polypropylene; CPP: 30µm cast polypropylene; MPD: 15µm polyolefin; PVC: 14µm polyvinyl chloride wrap.

공기와 비슷한 기체 조성을 보인 SM250으로 포장한 시험구는 필름에 구멍이 있기 때문에 증산 등의 영향으로 인하여 호박의 무게가 다른 시험구에 비하여 급격하게 줄었다(Table 3-5). 이러한 무게 감소는 호박의 저장 기간에 나쁜 영향을 미칠 것으로 판단된다. PVC로 stretch wrapping한 시험구도 비교적 무게가 많이 줄었는데, 이것은 호박과 필름이 접촉한 부분을 통하여 호박에 있는 수분이 외부로 전달되었기 때문이라고 생각된다. 저장 40일에는 MPD와 CPP로 포장한 시험구의 무게가 급격하게 줄었는데, 이것은 조직이 물러지고 액화되어 무게를 잴 때 호박의 일부가 떨어져 나갔기 때문이다.

처음과 비교할 때 저장 10일에는 모든 시험구의 비타민 C의 함량이 크게 줄었다

(Table 3-6). 저장 기간동안 CPP로 포장한 시험구의 비타민 C의 함량은 다른 시험구에 비하여 현저하게 낮았는데, 이는 혐기적인 포장기체 조성 때문이라고 생각된다. 다른 시험구는 저장 10일부터 30일까지 비타민 C의 함량이 비슷하게 유지되었다. 그러나 LDPE와 PVC로 포장한 시험구는 다른 시험구에 비하여 저장 40일까지 비타민 C의 함량이 높았다. 이것은 LDPE 포장 내부의 2% 정도로 낮은 산소 농도가 비타민 C를 유지하는 데 도움을 주었고, 7%의 이산화탄소 농도에서도 호박이 생리적인 장해를 입지 않았기 때문이라고 생각된다.

Table 3-5. Weight loss in percentage of zucchini stored 10°C

Packaging film*	Storage period (days)			
	10	20	30	40
LDPE	0.1	0.2	0.4	0.6
SM250	3.8	5.2	7.9	12.2
P+PP	0.2	0.7	0.6	1.0
CPP	0.2	0.7	0.7	7.9
MPD	0.3	0.4	0.7	4.0
PVC	0.6	1.4	1.6	2.8

* For films refer to Table 3-4.

Table 3-6. Ascorbic acid content in mg/100g of zucchini stored at 10°C

Packaging film*	Storage period (days)				
	0	10	20	30	40
LDPE	9.1	6.3	6.9	5.9	6.4
SM250	9.1	6.0	5.7	5.1	4.5
P+PP	9.1	5.3	5.4	5.7	3.0
CPP	9.1	4.9	4.9	4.1	0.5
MPD	9.1	5.6	5.3	4.8	2.3
PVC	9.1	6.2	7.4	5.3	5.6

* For films refer to Table 3-4.

CPP로 포장한 시험구를 제외한 다른 시험구들은 경도의 차이가 크지 않았다(Table 3-7).

Table 3-7. Hardness in 10 dyne/cm² of zucchini stored at 10°C

Packaging film*	Storage period (days)				
	0	10	20	30	40
LDPE	128.3	125.1	138.9	122.2	137.6
SM250	128.3	126.9	134.4	128.5	97.8
P+PP	128.3	123.7	132.2	156.3	30.7
CPP	128.3	120.7	92.3	65.3	13.5
MPD	128.3	122.7	149.0	125.6	21.3
PVC	128.3	120.3	148.9	132.6	139.7

* For films refer to table 3-4.

저장 20일 이후에는 CPP로 포장한 시험구의 경도가 현저하게 낮아져서 상품성이 떨어질 것으로 판단된다. 저장 40일에는 SM250, P+PP 및 MPD로 포장한 시험구도 조직감이 저하되었는데, 이는 저장 40일에 포장 내부의 급격한 기체 조성 변화와도 관계가 있을 것으로 생각된다.

이상의 결과로 보아 호박에서 품질 특성이 오래 유지될 수 있는 필름은 LDPE였으며, 여기서 얻을 수 있는 MA 조건이 호박을 저장하는 데 가장 적합할 것으로 보이며, 포장 내부의 산소 농도는 2-7%, 이산화탄소 농도는 5-8% 정도로 하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

2) 풋고추의 MA 저장조건

풋고추를 산소와 이산화탄소의 투과성이 다른 필름으로 포장하고 저장하면서 포장 내부의 기체 농도를 측정된 결과는 Table 3-8과 같다. 즉 포장 재료에 따라서 서로 다른 기체 조성을 나타내었으며, 포장 재료에 따른 차이는 있으나 저장 20일경에 포장 내부의 기체 조성은 평형 상태에 도달하였다고 생각된다. 이 시점에서 풋고추의 저장에 적합하다고 알려진 산소 농도 3-5%, 이산화탄소 농도 5% 이하를 나타내는 포

장 재료는 LDPE였다. 포장지에 구멍이 있는 SM250은 포장 내부의 기체가 비교적 자유롭게 외부와 통할 수있기 때문에 저장 기간 중에 포장 내부의 기체 조성이 대기 조성과 거의 비슷하였다. 그러나 CPP로 포장한 시험구는 저장 5일 이후부터 산소의 농도가 2.0% 부근이었으며, 다른 포장의 시험구에 비하여 산소의 농도가 낮았다. 또한 이산화탄소의 농도는 저장 10일에 최고값을 보인 후에 점차로 낮아졌으나 다른 포장재에 비하여 높은 값을 나타내었다. 이것은 CPP 포장재가 산소 및 이산화탄소에 대한 투과도가 다른 포장재에 비하여 낮기 때문이라고 생각된다. 이와같이 산소의 농도가 낮고 이산화탄소의 농도가 높으면 풋고추의 호흡에 영향을 주어 생리적인 변화를 초래하여 품질에 나쁜 영향을 줄 것으로 생각된다. Kader 등(1989)은 산소의 농도가 2-3% 이하로 감소하면 혐기적 호흡에 의한 발효가 일어나서 이취가 발생한다고 하였다. MPD로 포장한 시험구의 기체 조성은 저장 30일까지 다른 포장재와 비슷한 경향을 나타내었으나 40일에는 급격한 변화를 나타내었다. 이것은 저장 30일 이후에 풋고추의 생리적인 변화가 급격하게 일어났기 때문이라고 생각된다.

Table 3-8. Tried packages and their gas composition of green pepper during storage at 10°C

Packaging film*	Gas (%)	Storage period (days)				
		5	10	20	30	40
LDPE	O ₂	7.8	3.4	5.1	4.2	5.9
	CO ₂	3.4	4.5	3.5	3.7	3.9
SM250	O ₂	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9
	CO ₂	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
CPP	O ₂	2.3	2.1	2.2	2.1	2.0
	CO ₂	9.7	13.7	10.3	9.1	8.6
MPD	O ₂	10.8	4.8	7.7	6.7	3.1
	CO ₂	3.7	4.4	3.5	3.6	2.1

* For films refer to Table 3-4.

저장 기간중 SM250으로 포장한 시험구의 중량 변화는 다른 시험구에 비하여 현저하여 저장 5일에 중량 감소가 9.3%에 달하였다(Table 3-9).

Table 3-9. Changes in quality characteristics of green pepper packaged with different films during storage

Quality index	Packaging films*	Storage time (days)					
		Initial	5	10	20	30	40
Weight loss(%)	LDPE		0.2	0.3	0.7	1.1	1.4
	SM250	0	9.3	14.6	26.8	42.9	51.5
	CPP		0.2	0.3	0.7	1.1	1.4
	MPD		0.3	0.4	0.9	1.5	1.8
Ascorbic acid content (mg/100g)	LDPE		51.8	44.0	56.4	47.8	44.3
	SM250	60.6	55.5	68.9	56.4	61.9	62.1
	CPP		62.7	58.1	54.6	38.9	21.2
	MPD		51.8	58.4	45.6	46.4	42.6
Total microbial count [log ₁₀ (cfu/g)]	LDPE		5.84	5.94	6.35	6.72	7.28
	SM250	5.40	5.70	5.75	6.15	6.37	6.05
	CPP		5.81	5.86	6.62	7.25	7.61
	MPD		5.90	5.96	6.36	7.07	7.48

* For films refer to table 3-4.

피망의 저장시에 수분 감소가 5% 정도이면 바람직하지 못한 결과가 생긴다고 한 Bussel 등(1975)의 결과로 판단해 보면 9.3%의 중량 감소는 상품성에 큰 영향을 줄 것으로 판단된다. 이와 같이 SM250으로 포장한 시험구의 풋고추 무게가 저장 기간 중에 현저하게 줄어든 것은 포장에 있는 구멍을 통하여 풋고추에 있는 수분이 증산 등으로 쉽게 제거될 수 있는 조건이었기 때문이라고 생각된다. 따라서 SM250 포장은 포장 내부의 기체 조성이나 중량 변화면에서 다른 포장 재료를 사용한 시험구에 비하여 현저한 차이를 나타내었으며, 특히 중량 변화를 풋고추의 품질에 나쁜 영향을 줄 것으로 판단된다. 따라서 구멍이 뚫린 포장재를 사용할 때에는 구멍의 크기를 적절하게 조절해야만 증산 등으로 인한 중량 감소가 저하되어 풋고추의 품질을 유지하는 데에 유리할 것으로 생각된다.

저장 5일 이후에는 대체적으로 ascorbic acid의 함량이 감소하는 데에 비하면 SM250으로 포장한 시험구는 저장 기간에 따른 큰 감소를 보이지 않았으며, 저장 30일 이후에는 오히려 증가하였다(Table 3-9). 이것은 SM250으로 포장한 풋고추의 무게가 줄었기 때문에 ascorbic acid를 측정하기 위하여 취한 시료 중에는 고형물의

함량이 많아졌고, 이것이 ascorbic acid 함량의 증가로 나타났다. 따라서 수분 함량까지 고려하면 SM250 시험구의 ascorbic acid의 함량이 다른 시험구에 비하여 낮았다고 생각된다. 즉 저장 40일에 SM250 포장의 풋고추는 무게가 51.5% 줄었는데 비하여 다른 포장의 풋고추는 1% 정도가 감소하였다. 따라서 SM250으로 포장한 풋고추의 ascorbic acid 함량을 다른 포장재에 들어있는 풋고추와 비슷한 수분함량으로 생각하면 대략 30mg/100g 정도일 것으로 생각된다. 포장한 시험구의 ascorbic acid의 함량이 포장하지 않은 시험구에 비하여 높다는 보고들(Lee 등, 1994; Watada 등, 1987)을 볼 때에 SM250은 포장하지 않은 시험구와 비슷한 특성을 지닌다. 저장 10일째에 CPP로 포장한 시험구의 ascorbic acid의 함량이 LDPE 포장 시험구에 비하여 높다는 것은 Lee 등(1994)의 결과로 비슷하였다. 또한 이들의 결과에서는 저장 14일까지 CPP 포장의 풋고추가 LDPE 포장에 비하여 ascorbic acid의 함량이 높았는데, 이것은 포장 내부의 산소의 농도가 낮고 이산화탄소의 농도가 높기 때문이라고 하였다. 그러나 본 실험의 저장 30일 이후 결과를 보면 CPP로 포장한 시험구의 ascorbic acid의 함량이 급격하게 줄어들었다. 따라서 포장 내부의 산소 농도가 낮고 이산화탄소 농도가 높은 상태가 지속된다면 풋고추가 호흡을 지속하기 어려운 상태가 되고, 이것이 생리적인 변화를 유발하여 저장 30일 이후에 ascorbic acid의 급격한 감소로 나타났다고 생각된다. 본 실험의 결과로 보면 CPP 포장에 의한 ascorbic acid의 보존 효과는 저장 10일과 20일 사이일 것으로 생각된다.

저장 기간이 경과함에 따라 풋고추의 총균수는 증가하였는데, SM250으로 포장한 시험구의 총균수가 다른 시험구에 비하여 낮았다(Table 3-9). Brackett (1990)에 의하면 포장하지 않은 피망은 건조에 의한 과피 등이 위축되는 것이 품질 저하의 첫 번째 요인으로 나타나는 반면 포장된 피망은 미생물에 의한 변패가 과피의 위축 등보다 먼저 나타나는 품질 저하 요인이라고 하였다. 이것으로 보아 SM250으로 포장한 풋고추는 다른 시험구에 비하여 과피의 위축이 먼저 나타나 포장하지 않은 시험구와 비슷한 특성을 나타내었으며, 포장한 시험구들은 포장 내부의 수분 함량이 SM250에 비하여 높기 때문에 저장 기간이 경과함에 따라 미생물이 증식하기에 용이한 조건이 되어 총균수가 높게 나타났다고 생각된다.

이상의 결과를 종합해보면 구멍이 있는 포장 재료인 SM250은 풋고추의 수분을 유지하는 데에 어려움이 많아 사용하기 어려울 것으로 생각된다. 중량 변화,

ascorbic acid 함량 및 총균수의 변화 등을 조합해 보면 LDPE 포장재가 풋고추의 품질 특성을 유지하는 데에 가장 우수하였다. 또한 이것은 일반적으로 풋고추의 MA 포장시에 적합하다고 알려진 산소 농도 3-5%, 이산화탄소 농도 5% 이하의 조건도 대체적으로 만족시키는 것으로 나타났다.

2. 한국산 약용식물추출물의 최적 처리 조건의 설정

대황 및 황련의 에탄올 추출물을 오이, 호박, 풋고추 및 딸기에 처리한 결과는 Table 3-10과 같다.

Table 3-10. Total microbial count treated with different concentrations of KMHE¹⁾ for 10 min.

Treatment ²⁾	Total microbial count [\log_{10} (cfu/g)]			
	Cucumber	Zucchini	Green pepper	Strawberry
Control	6.10	6.54	5.68	4.84
R-100 ppm	5.79	6.28	5.43	4.68
R-500 ppm	5.80	6.08	5.01	4.52
R-1000 ppm	5.67	6.06	5.04	4.54
C-100 ppm	5.87	6.23	5.25	4.83
C-500 ppm	5.84	5.70	5.22	4.64
C-1000 ppm	5.62	5.72	5.08	4.56

¹⁾ Korean medical herb extract.

²⁾ R means *Rheum palmatum* L. and C means *Coptis chinensis* Franch.

즉 대황과 황련 처리구는 대조구보다 낮은 총균수를 나타내었는데, 이것은 대황 및 황련추출물에 들어있는 항균물질로 인하여 채소류의 표면에 있는 미생물의 일부가 제거되었기 때문이라고 생각된다. 따라서 대황 및 황련추출물은 채소류의 총균수를 감소시키는 데에 효과가 있는 것으로 판단된다. 또한 처리 농도가 높아짐에 따라 총균수가 더 많이 줄어드는 것으로 나타나 농도가 높을수록 미생물의 감소효과는

커지는 것으로 생각된다. 그러나 이들은 용액 상태에서 쓴맛을 나타내므로 지나치게 고농도로 사용하게 되면 쓴맛의 일부가 세척된 채소류의 표면에 남아서 품질에 나쁜 영향을 줄 수도 있으므로 지나치게 높은 농도로 사용하는 것은 바람직하지 않을 것으로 생각된다. 그러나 본 실험에서 사용한 1,000ppm 까지의 농도에서는 수용액의 쓴맛이 그다지 심하지 않았으므로 채소류의 표면에 잔류하여 맛에 영향을 주지는 않을 것으로 판단된다. 또한 소비자들은 이러한 채소류를 구입한 후에 대부분 씻어서 먹기 때문에 대황 및 황련추출물을 오이, 호박, 풋고추 및 딸기에 침지 처리하더라도 맛에는 큰 영향을 주지는 않을 것으로 생각되었다.

Table 3-11. Total microbial count in $\log_{10}(\text{cfu/g})$ treated with KMHE¹⁾ solutions at different intervals

Produce	Treatment	Dipping time (minutes)		
		10	20	30
Cucumber	Control	6.40	-	-
	R-1000 ppm	5.98	5.93	5.92
	C-1000 ppm	5.86	5.90	5.89
Zucchini	Control	6.60	-	-
	R-500 ppm	6.19	6.17	6.04
	C-500 ppm	5.92	5.90	5.85
Green pepper	Control	5.76	-	-
	R-500 ppm	5.29	5.21	5.18
	C-500 ppm	5.34	5.29	5.24
Strawberry	Control	4.53	-	-
	R-500 ppm	4.27	4.19	4.07
	C-500 ppm	4.21	4.23	4.14

¹⁾ Korean medical herb extract.

²⁾ R means *Rheum palmatum* L. and C means *Coptis chinensis* Franch.

- : not tested.

대황 및 황련추출물을 처리한 농도에 따른 효과를 보면 1000ppm 처리까지는 총균수의 감소효과가 계속적으로 나타났다. 채소류의 저장까지 고려한다면 총균수는 가

농한 낮은 것이 바람직할 것으로 생각되어 오이는 1000ppm, 다른 채소는 500ppm 처리가 적당할 것으로 판단되었다. 이와 같이 결정된 농도로 침지 시간을 달리하여 채소류를 처리한 후의 총균수 변화는 Table 3-11과 같다. 즉 채소류를 침지하는 시간이 길어짐에 따라서 총균수의 감소가 컸다. 그러나 침지 시간을 30분까지 늘이더라도 총균수의 감소가 그다지 크지 않았기 때문에 10분 정도로 침지하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다. 이와 같이 채소류에 대한 대황과 황련추출물의 처리농도와 처리 시간을 달리하여 적정 조건을 조사한 결과 오이는 1000ppm, 풋고추, 호박 및 상추는 500ppm 농도로 처리하는 것이 적절하였다. 또한 처리 시간은 10분으로 하는 것이 적절하였다. 대황 및 황련추출물 처리시에 채소류의 총균수 감소 효과를 높이기 위한 방안의 하나로 대황 및 황련추출물 용액의 온도를 40°C로 하였다. 그 결과 총균수의 변화는 Table 3-12와 같다.

Table 3-12. Total microbial count treated with different concentrations of KMHE¹⁾ for 10 min at 40°C

Treatment ²⁾	Total microbial count [\log_{10} (cfu/g)]			
	Cucumber	Zucchini	Green pepper	Strawberry
Control	6.74	6.48	5.71	4.59
R-500 ppm	-	5.95	5.20	4.21
C-500 ppm	-	5.66	5.13	4.17
R-1000 ppm	6.28	-	-	-
C-1000 ppm	6.19	-	-	-

¹⁾ Korean medical herb extract.

²⁾ R means *Rheum palmatum* L. and C means *Coptis chinensis* Franch.

- : not tested.

온도를 높여서 처리한 시험구와 대조구의 총균수 차이는 실온에서 처리한 값(Table 3-10)과 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 대황 및 황련추출물을 오이, 호박, 풋고추 및 상추 등에 침지 처리하는 경우에 침지수의 온도를 높이는 것은 바람직하지 않은 것으로 판단되었다.

대황 및 황련추출물의 a값은 각각 5.94 및 4.09로 적색을 띠는 (+)로 나타났는

데, 오이, 호박 등과 같이 a값이 녹색쪽인 (-)를 나타내는 채소류에는 침지에 따른 표면 색도 변화가 있을 것으로 생각되었지만 부정적인 영향을 나타내지는 않았다(대 이타는 생략).

3. 한국산 약용식물추출물을 처리한 시설채소산물에 적합한 저장 조건의 설정

가. 시설채소산물의 저장에 적합한 온도의 설정

한국산 약용식물추출물을 처리한 시설채소산물에 적합한 저장 조건을 설정하기 위하여 풋고추, 딸기, 오이 및 호박 등의 시설채소산물을 여러 온도에서 저장하면서 품질 특성의 변화가 가장 적은 온도를 찾는다. 이를 위하여 먼저 풋고추 저장에 적합한 온도를 알아보기 위하여 5℃, 10℃ 및 20℃에서 저장하면서 포장 내부의 기체 조성 변화를 측정된 결과는 Fig. 2-1과 같다. 즉 5℃에서 저장한 시험구는 저장 기간이 경과함에 따라 산소의 농도가 지속적으로 감소하는 것으로 나타났으나 10℃ 및 20℃에서 저장한 시험구는 5일 이후에 거의 평행에 도달하였다. 이산화탄소의 농도 변화에 있어서도 5℃에서 저장한 시험구의 것은 지속적으로 증가하였으나 다른 온도에서는 5일 이후에 약간 감소하여 평행에 이르는 것으로 나타났다. 즉 10℃ 및 20℃에서 저장한 풋고추는 5℃에서 저장한 풋고추와는 다른 호흡특성을 나타내는 것으로 생각된다. 이것은 5℃에서 풋고추가 부분적으로 저온장해를 받는 것과 관련이 있는 것으로 판단된다. 또한 저장 5일 이후에 10℃ 및 20℃에서 저장한 시험구의 산소 농도가 지속적으로 증가하는 것은 포장 내부에 있는 풋고추나 풋고추 표면에 있는 미생물의 호흡속도보다는 포장재의 산소 및 이산화탄소에 대한 투과 속도가 더 크기 때문이라고 생각된다.

풋고추의 저장시 품질변화는 Table 3-13과 같다. 즉 저장 온도가 높을수록 저장에 따른 중량 감소율이 높게 나타났다. 그러나 다른 온도에 비하여 중량 감소율이 높은 20℃의 저장에서도 30일에 2% 정도의 감소를 나타내어 중량감소가 풋고추 품질을 좌우하는 데에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 저장 20일까지는 모든 온도에서 총균수가 증가하였으나 저장 30일에는 5℃, 10℃의 경우에는 오히려 총균수가 줄어드는 것으로 나타났다. 또한 5℃에서는 저장 20일에 총균수가 급격하게

증가하였는데, 이것은 냉장장해(chilling injury)에 의한 영향으로 생각된다. 저장하는 동안에 ascorbic acid의 함량을 측정한 결과를 보면 5일까지는 함량이 증가하지만 그 이후에는 대체적으로 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 포장 내부에 있는 산소 등의 영향으로 일부가 산화되었기 때문이라고 생각된다.

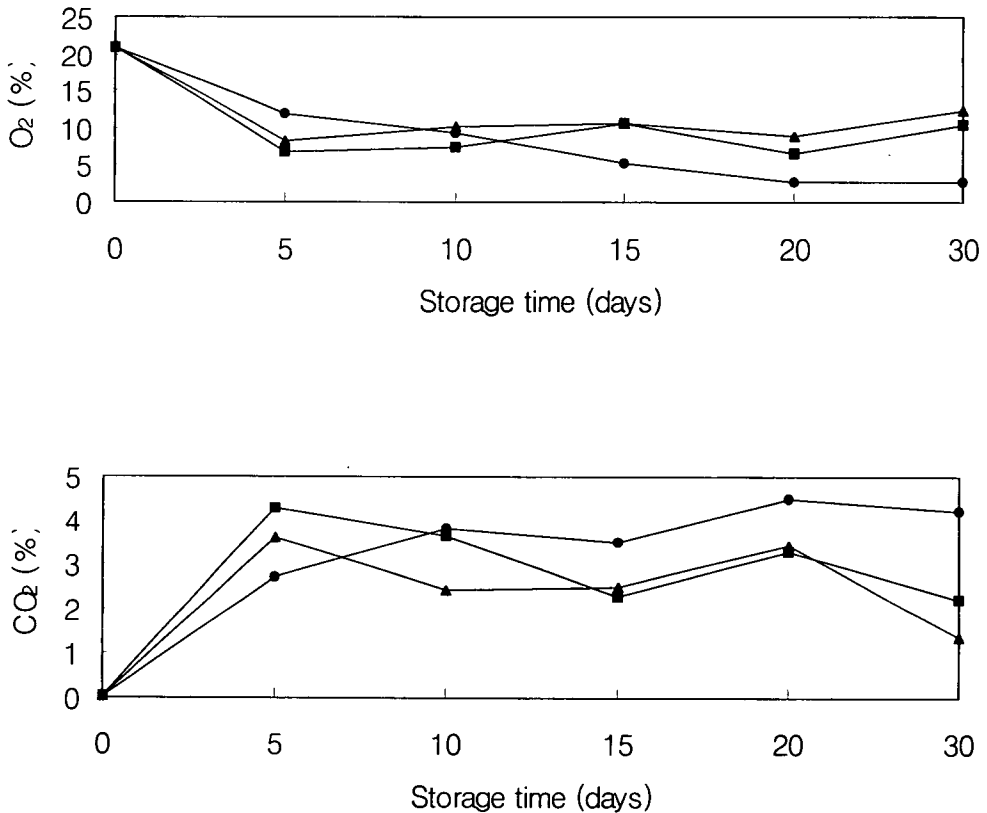


Fig. 3-1. Changes in O₂ and CO₂ concentrations of green pepper packaged with polyethylene film during storage at different temperatures. ●: 5°C; ■: 10°C; ▲: 20°C.

육안으로 관찰시에 저장 5일까지 모든 시험구는 품질에 큰 차이를 보이지 않았으나 10일부터는 5°C에서 저장한 풋고추의 씨가 부분적으로 갈색화되었다. 15일에는

5℃ 시험구의 씨앗은 거의 대부분이 갈색으로 변화하였으며, 10℃에서 저장한 시험구는 씨의 10% 정도가 갈색화 되었다. 그러나 20℃에서 저장한 시험구는 저장 15일에 표면에 곰팡이가 자라기 시작했음에도 불구하고 저장 20일까지도 씨의 색깔은 흰색을 유지하였다. 이것으로 보아 풋고추가 저온에서 냉장장해를 일으킬 때에 나타나는 현상은 과육보다는 씨쪽이 먼저일 것이라고 생각된다. 따라서 풋고추의 부패도를 측정할 때에는 풋고추를 잘라서 내부에 들어있는 씨의 색깔 변화를 관찰하는 것보다는 표면에서 일어나는 변화를 기준으로 하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

Table 3-13. Changes in quality characteristics of green pepper packaged with low density polyethylene film during storage at different temperatures

Quality index	Storage temperature (°C)	Storage time (days)				
		Initial	5	10	20	30
Weight loss(%)	5		0.05	0.29	0.32	1.42
	10	0	0.35	0.33	0.64	1.68
	20		0.31	0.70	1.20	2.21
Total microbial count [log ₁₀ (cfu/g)]	5		5.74	5.88	7.00	6.67
	10	5.54	5.87	5.88	5.97	5.89
	20		6.11	6.15	6.60	7.38
Ascorbic acid content (mg/100g)	5		33.8	28.8	34.2	31.2
	10	23.7	33.5	31.5	33.0	32.7
	20		36.9	36.0	33.0	31.5

풋고추의 외관적인 변화를 기준으로 하여 부패율을 측정한 결과는 Fig. 3-2와 같다. 즉 다른 온도와는 달리 20℃에서 저장한 시험구는 저장 15일에 24.4%의 부패율을 나타내었다. 그러나 저장 20일에는 5℃에서 저장한 풋고추의 대부분이 과육이 물러지는 현상이 나타나 상품성이 떨어지는 것으로 나타났다. 즉 이것은 풋고추가 저온장해를 받기 때문에 일어난 현상이라고 생각된다.

이상의 여러 가지 자료를 토대로 볼 때에 풋고추를 저장하는 데에 적절한 온도는 10℃일 것으로 판단된다.

딸기의 적절한 저장 온도를 알아보기 위하여 5℃, 10℃ 및 20℃에서 저장하면서

품질특성의 변화를 측정한 결과는 Table 3-14와 같다. 즉 저장 기간이 경과함에 따라 중량 감소율은 증가하였으며, 온도가 높을수록 감소율이 높은 것으로 나타났다. 총균수는 저장 초기에 감소하는 것으로 나타났으나 효모와 곰팡이는 계속적으로 증가하는 것으로 나타났다.

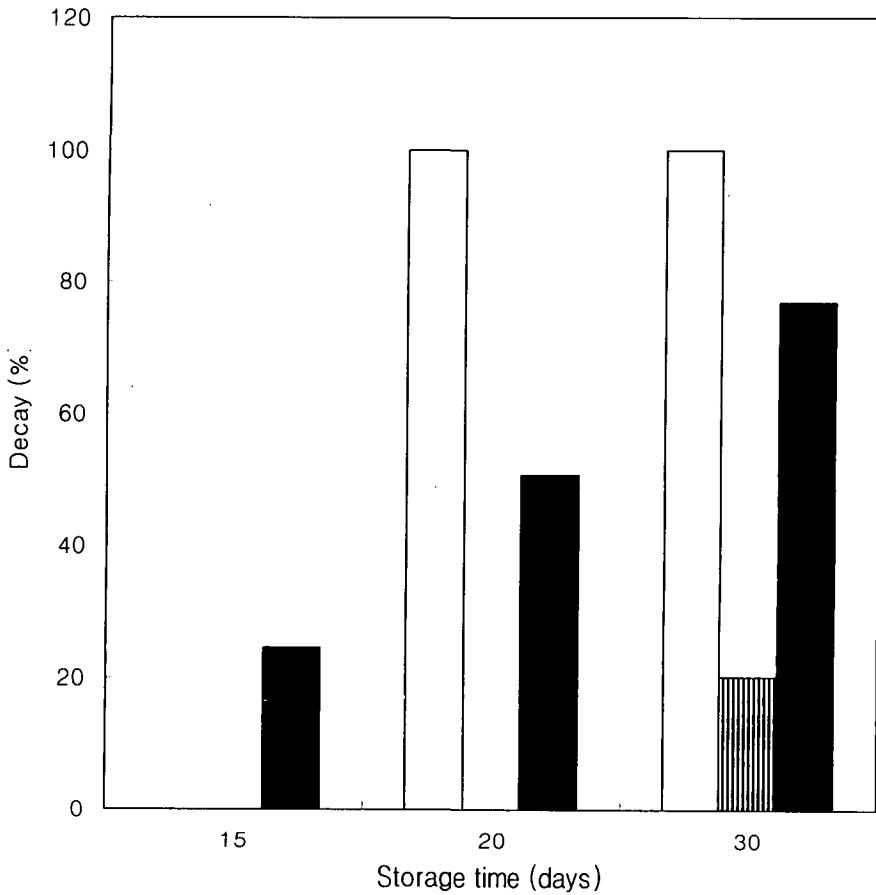


Fig. 3-2. Changes in decay of green pepper packaged with low density polyethylene during storage at different temperatures. □: 5°C; ▤: 10°C; ■: 20°C.

Table 3-14. Changes in quality characteristics of strawberry during storage at different temperatures

Quality index	Storage temperature (°C)	Storage time (days)				
		Initial	5	7	11	15
Weight loss(%)	5		3.05	3.57	6.63	9.05
	10	0	3.45	4.83	8.11	11.17
	20		3.47	4.33	9.26	-
Total microbial count [log ₁₀ (cfu/g)]	5		3.44	3.65	3.78	3.91
	10	4.38	4.14	3.67	3.79	3.84
	20		4.11	4.34	7.13	-
Yeast and molds [log ₁₀ (cfu/g)]	5		2.60	2.80	3.91	3.07
	10	2.54	2.91	3.04	3.40	3.35
	20		3.77	3.92	7.13	-
°Brix	5		9.8	9.0	10.4	9.0
	10	9.9	10.0	9.7	9.8	8.8
	20		8.2	8.9	6.6	-

-: not tested.

저장초기에는 곰팡이와 효모가 차지하는 비율이 그다지 높지 않았으나 저장 11일 경에는 총균수의 대부분이 효모와 곰팡이인 것으로 나타났다. pH는 3.5부근이었으며, 적정산도는 0.8% 정도였으나 저장기간 및 저장온도에 따른 차이는 그다지 크지 않았다(데이터는 생략). 가용성 고형물은 저장 기간이 경과함에 따라서 점차적으로 감소하는 것으로 나타났으며, 저장 온도가 높을수록 감소하는 정도가 큰 것으로 나타났다. 이것은 저장하는 동안에 딸기의 대사 작용으로 인하여 가용성 성분의 일부가 소비되었기 때문이라고 생각된다. 딸기의 저장중 경도의 변화는 Fig. 3-3과 같다. 즉 5°C에서 저장한 딸기는 저장기간 동안 경도에 큰 변화를 나타내지는 않았지만 10°C와 20°C에서 저장한 딸기는 저장기간이 경과함에 따라 경도가 저하되었다. 또한 온도가 높을수록 경도가 급격하게 저하되었으며, 20°C에서 저장한 딸기는 저장 11일경에는 상품성이 떨어질 것으로 판단되었다. 저장중 딸기의 부패율은 Fig. 3-4와 같다. 즉 5°C에서 저장한 딸기는 저장 7일까지 부패가 되지 않았으나 20°C에서 저장했을 때에는 저장 5일경에 부패율이 40% 이상이었으며, 표면에 곰팡이가 자라기 시작하여 상품성이 없을 것으로 판단되었다. 5°C에서 저장한 딸기는 저장 15일에도 부패율이 10% 이하로 나타나 다른 온도에 비하여 품질특성을 유지하는 데에 효과적

인 것으로 나타났다.

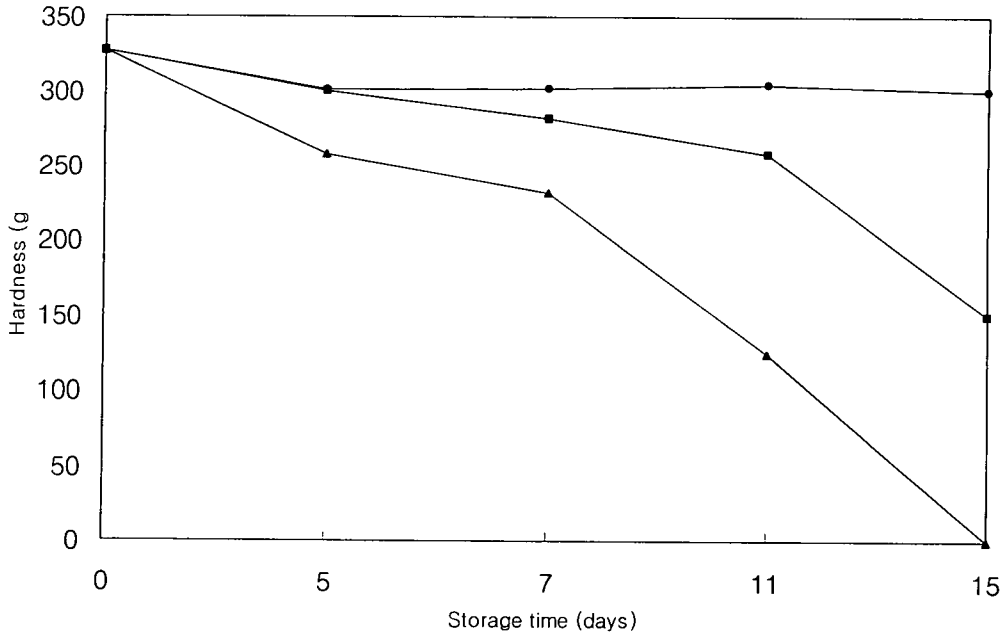


Fig. 3-3. Changes in hardness of strawberry during storage at different temperatures. ●: 5°C; ■: 10°C; ▲: 20°C.

온도를 달리하여 저장한 오이의 포장 내부의 기체 조성의 변화는 Fig. 3-5와 같다. 즉 저장 초기에는 포장 내부의 산소가 급격하게 감소하였으나 4일 이후에는 큰 변화를 나타내지 않았다. 이것은 저장 초기에 오이의 급격한 호흡으로 인하여 포장 내부의 산소가 급격하게 소비되고 이산화탄소의 발생이 많았기 때문이라고 생각된다. 5°C에서 저장한 오이는 저장 12일까지 이산화탄소의 함량이 급격하게 증가하였는데, 이것은 10°C 및 20°C에서 저장한 시험구와는 다른 생리적인 변화 때문이라고 판단된다. 오이의 저장중 품질 특성의 변화는 Table 3-15와 같다. 즉 저장 기간이 경과함에 따라 무게가 줄어드는 것으로 나타났으나 20°C에서 저장한 시험구도 저장 20일까지 5% 미만의 중량 감소율을 나타내었다. 총균수는 저장 기간동안 증가하는 것으로 나타났으나 5°C에서 저장한 시험구의 총균수 증가가 다른 시험구에 비하여 높았다.

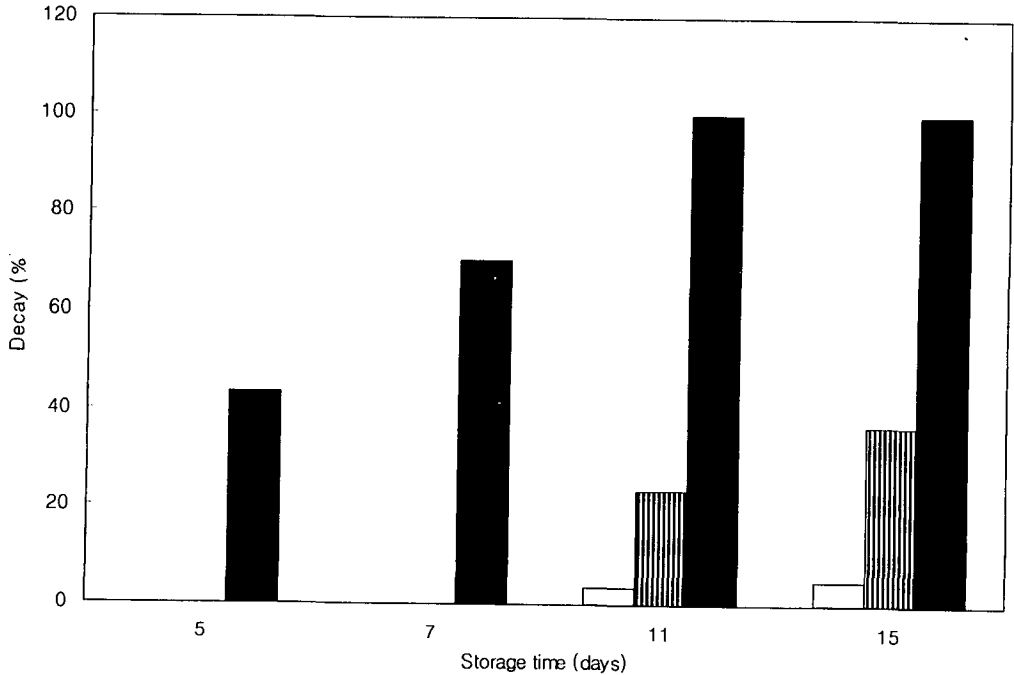


Fig. 3-4. Changes in decay of strawberry during storage at different temperature. □: 5°C; ▨: 10°C; ■: 20°C.

이것은 오이가 5°C에서 생리적인 변화를 겪으면서 미생물의 생육이 촉진되었기 때문이라고 생각되며, 이것은 포장 내부의 급격한 이산화탄소 함량 증가와도 관계가 있을 것으로 보인다. 육안으로 관찰시에는 저장 20일까지 10°C에서 저장한 시험구는 품질에 큰 변화를 나타내지는 않았으나 5°C, 20°C에서 저장한 시험구는 곰팡이가 자라거나 육질이 물러지는 등의 변화를 나타내어 상품성이 없을 것으로 판단되었다. Ascorbic acid의 함량은 지속적으로 증가하여 저장 12일에서 16일 사이에 최대값을 보이다가 그 이후에는 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 그 이후에는 오이의 품질이 저하될 것으로 판단된다. 저장 20일까지 10°C에서 저장한 시험구의 ascorbic acid의 값이 가장 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과를 바탕으로 오이의 저장에 적절한 온도는 10°C일 것으로 판단된다.

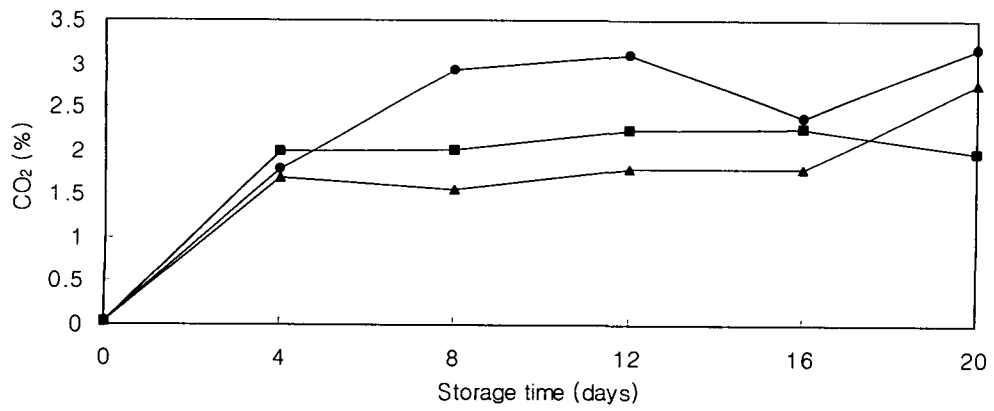
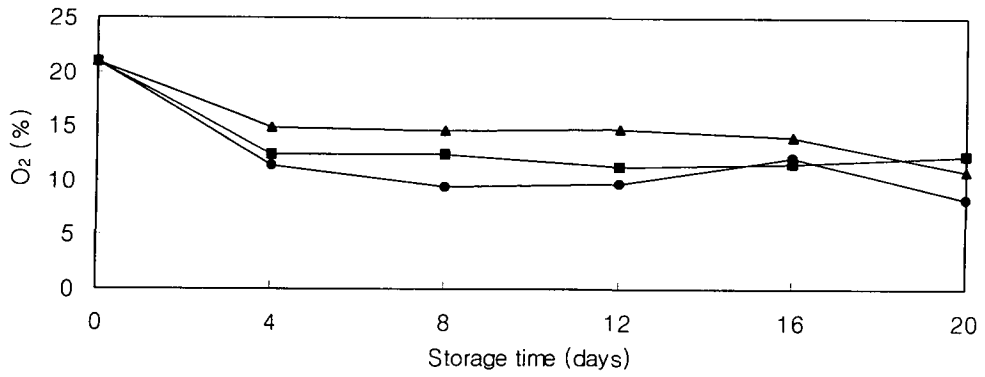


Fig. 3-5. Changes in O₂ and CO₂ concentrations of cucumber packaged with polyethylene film during storage at different temperatures. ●: 5°C; ■: 10°C; ▲: 20°C.

Table 3-15. Changes in quality characteristics of cucumber packaged with low density polyethylene film during storage at different temperatures

Quality index	Storage temperature (°C)	Storage time (days)					
		Initial	4	8	12	16	20
Weight loss(%)	5		0.07	0.10	0.15	0.24	0.29
	10	0	0.23	0.71	1.23	1.98	2.47
	20		0.12	0.98	2.47	3.56	4.92
Total microbial count [log ₁₀ (cfu/g)]	5		6.58	7.25	7.42	7.85	7.94
	10	6.67	6.87	7.16	7.30	7.26	7.19
	20		7.17	7.25	7.32	7.40	7.45
Ascorbic acid content (mg/100g)	5		11.9	14.4	15.6	11.4	10.1
	10	9.2	11.3	15.0	15.9	16.2	12.2
	20		9.3	14.6	16.2	15.0	11.4

저장 온도에 따른 호박의 저장중 포장 내부의 기체 조성 변화는 Fig. 3-6과 같다. 즉 저장 1주일까지 포장 내부의 산소 농도 감소는 다른 기간보다 급격하였다. 즉 온도가 높을수록 호박의 호흡속도가 빠르기 때문에 포장 내부의 산소 농도가 다른 시험구에 비하여 낮았던 것으로 보인다. 그러나 1주일 후에는 20°C에서 저장한 시험구의 산소 농도가 다른 시험구에 비하여 높았으며, 이산화탄소의 농도는 다른 시험구에 비하여 낮았다. 이는 호박의 호흡에 의한 포장 내부의 산소 농도 감소와 이산화탄소 농도의 증가보다는 외부의 공기가 포장 내부로 이동하는 양이 많았기 때문이라고 생각된다. 5°C에서 저장한 호박은 다른 온도에서 저장한 시험구와는 달리 저장 3주일까지 이산화탄소의 양이 지속적으로 증가하였다. 포장 필름의 종류를 달리하여 호박을 저장하면서 기체 조성을 측정한 결과(Table 3-4)에서는 산소 농도가 2-7%, 이산화탄소 농도가 5-8% 정도로 하는 것이 호박의 품질특성 유지에 적절한 것으로 나타났다. 따라서 다소의 차이는 있으나 산소와 이산화탄소의 농도 범위가 이와 비슷한 온도인 10°C가 저장에 적절할 것으로 보인다.

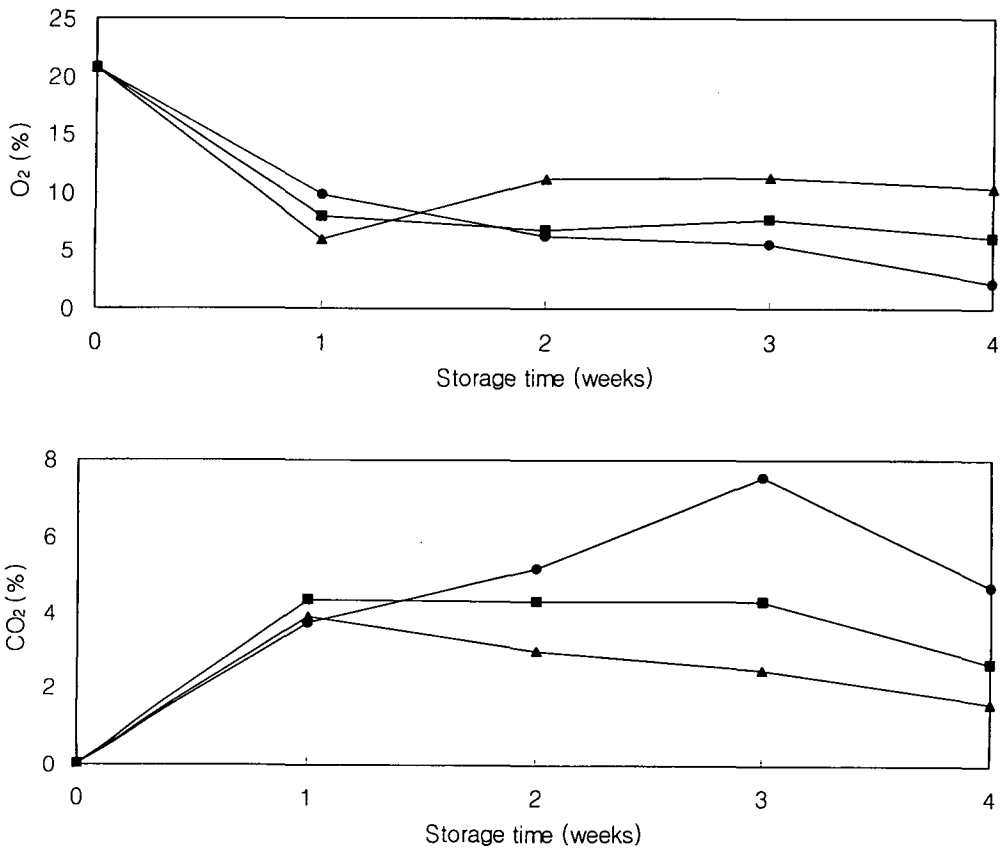


Fig. 3-6. Changes in O₂ and CO₂ concentrations of zucchini packaged with polyethylene film during storage at different temperatures. ●: 5°C; ■: 10°C; ▲: 20°C.

저장중 품질 특성의 변화는 Table 3-16과 같다. 즉 저장 중 중량 감소율은 2% 미만으로 품질에 큰 영향을 주지 않을 것으로 판단되었다. 5°C에서 저장한 시험구는 저장 기간동안 지속적으로 총균수가 증가하는 것으로 나타났으나, 10°C 및 20°C에서 저장한 시험구는 저장 3주에 최대값을 보이고 그 이후에는 감소하였다. 이러한 총균수의 변화 양상과 호박의 생리적인 변화는 포장 내부의 기체 조성에도 영향을 주었을 것으로 생각된다. 온도에 따른 총균수의 변화를 보면 20°C에서 저장한 시험구의 총균수가 다른 온도에서 저장한 시험구보다 높았다. 저장중 ascorbic acid의 함량은 지속적으로 줄어드는 것으로 나타났는데, 저장 3주일까지는 시험구간에 큰 차이를 나타내지는 않았다. 그러나 저장 4주일에서는 10°C에서 저장한 시험구의 값

이 가장 높았으며, 5℃와 20℃에서 저장한 호박은 이보다 낮았다. 저장중 호박의 경도는 시험구간에 큰 차이를 보이지 않았다(데이터는 생략). 이상의 결과를 종합해 보면 호박의 저장에 적합한 온도는 10℃일 것으로 판단된다.

Table 3-16. Changes in quality characteristics of zucchini packaged with low density polyethylene film during storage at different temperatures

Quality index	Storage temperature (°C)	Storage time (weeks)				
		Initial	1	2	3	4
Weight loss(%)	5		0.05	0.35	0.73	0.58
	10	0	0.02	0.10	0.25	0.41
	20		0.17	0.87	0.98	1.16
Total microbial count [log ₁₀ (cfu/g)]	5		7.02	7.12	7.39	7.64
	10	7.01	7.42	7.27	7.61	7.47
	20		7.53	7.66	7.82	7.67
Ascorbic acid content (mg/100g)	5		15.5	14.8	13.2	10.2
	10	16.5	15.4	15.2	14.3	13.2
	20		15.0	14.1	14.3	11.6

나. 한국산 약용식물추출물을 처리한 시설채소산물의 저장 조건 설정

한국산 약용식물추출물 중에서 선발된 대황 및 황련을 오이, 호박 등의 시설채소 산물에 처리할 수 있는 조건으로 처리한 다음 포장하고, 저장에 적당하다고 결정된 온도에서 저장하면서 품질특성의 변화를 측정하였다. 대황 및 황련을 처리한 풋고추의 저장 중 포장 내부의 기체 조성의 변화는 Fig. 3-7과 같다. 즉 저장 기간이 경과함에 따라 포장 내부의 산소 농도는 감소하고, 이산화탄소의 농도는 증가하는 것으로 나타났다. 저장 2주에 시험구간의 차이가 가장 크게 나타났으나 그 이후에는 큰 차이를 나타내지 않았다. 따라서 포장 내부의 기체 농도가 저장중 품질 특성에 미치는 영향은 그다지 크지 않을 것으로 판단되었다.

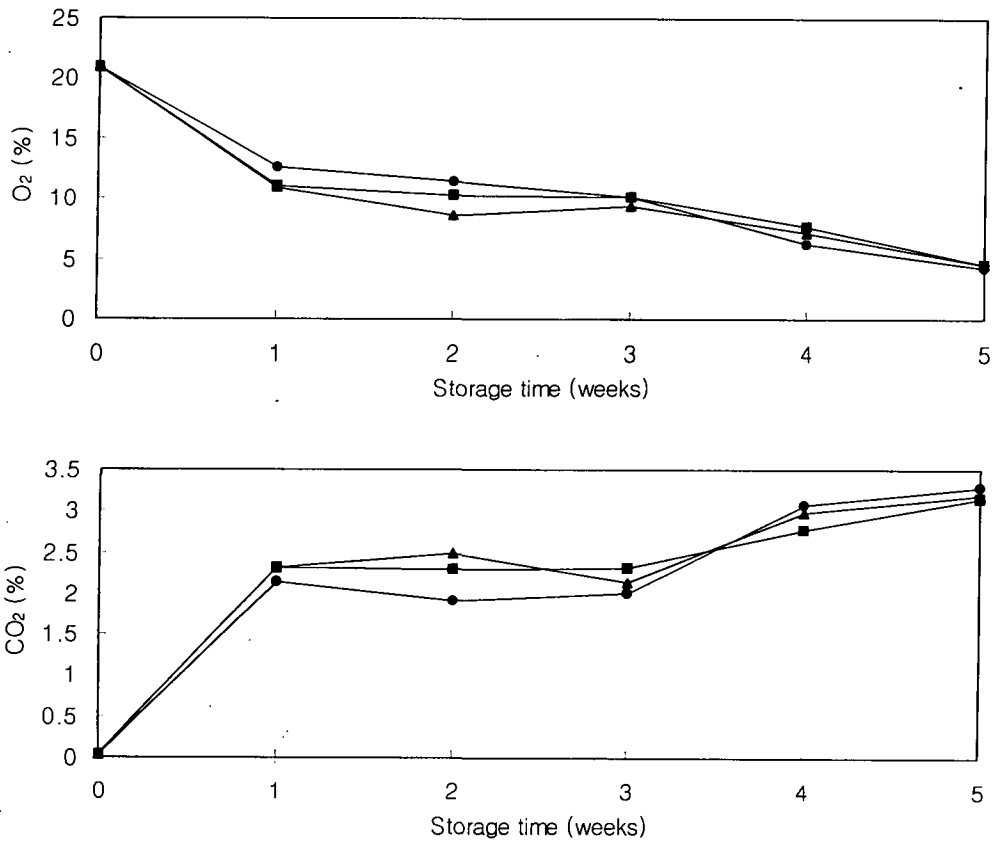


Fig. 3-7. Changes in O₂ and CO₂ concentrations of green pepper treated with *Rheum palmatum* L. and *Coptis chinensis* Franch during storage at 10°C. ●: Control; ■: *Rheum palmatum* L.; ▲: *Coptis chinensis* Franch.

저장중 품질 특성의 변화는 Table 3-17과 같다. 저장 4주까지 중량 감소율은 2% 미만으로 나타나 중량 감소에 따른 품질 저하는 그다지 크지 않을 것으로 생각되며, 시험구 중에서는 황련 처리구의 중량 감소율이 다른 시험구에 비하여 낮았다. 저장 기간중 대황 및 황련추출물 처리구의 총균수가 대조구에 비하여 낮게 나타나 풋고추의 저장중에도 이들의 항균력이 지속되는 것으로 판단된다. 또한 황련을 처리한 시험구의 총균수가 더 낮은 것으로 나타나 황련 처리가 더 효과적인 것으로 나타났다. 그러나 풋고추의 저장중 부패율은 대황을 처리한 시험구가 더 낮은 것으로 나타났는데(Fig. 3-8), 이로써 총균수의 변화가 부패율과 반드시 일치하지는 않는 것으로 보인다.

Table 3-17. Changes in quality characteristics of green pepper treated with KMHE¹⁾ during storage at different temperatures

Quality index	Treatment ²⁾	Storage time (weeks)					
		Initial	1	2	3	4	5
Weight loss(%)	Control		0.25	0.76	1.29	1.82	1.65
	R-500 ppm	0	0.27	0.76	1.27	1.81	1.67
	C-500 ppm		0.31	0.67	0.86	1.78	1.56
Total micro-bial [log ₁₀ (cfu/g)]	Control	4.76	5.95	6.13	6.60	5.83	6.08
	R-500 ppm	4.45	5.34	5.21	6.08	5.31	5.70
	C-500 ppm	4.31	5.31	5.17	6.05	5.22	5.35
Ascorbic acid content (mg/100g)	Control	56.7	50.0	47.1	45.3	46.2	35.4
	R-500 ppm	56.7	58.1	55.0	49.7	46.5	45.8
	C-500 ppm	58.1	57.4	51.9	48.2	45.6	44.2

¹⁾ Korean medical herb extracts.

²⁾ R means *Rheum palmatum* L. and C means *Coptis chinensis* Franch.

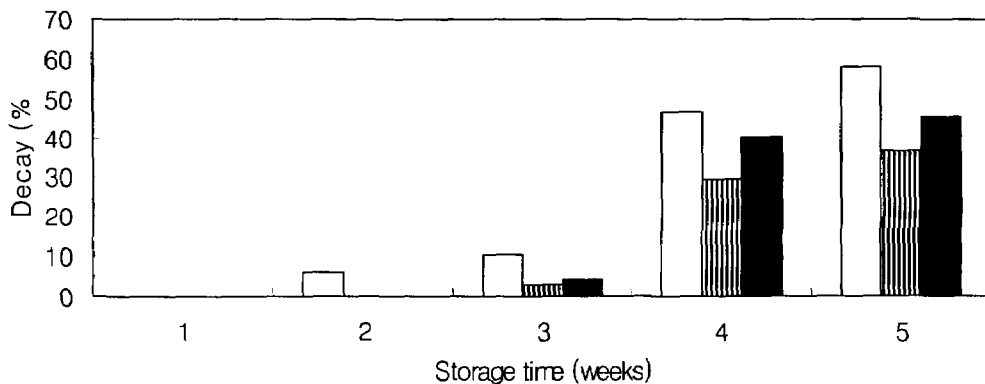


Fig. 3-8. Changes in decay of green pepper treated with *Rheum palmatum* L. and *Coptis chinensis* Franch during storage at 10°C. □: Control; ▨: *Rheum palmatum* L.; ■: *Coptis chinensis* Franch.

Ascorbic acid의 함량은 저장 기간중에 대체적으로 감소하는 것으로 나타났는데, 대황 및 황련추출물 처리구 사이에는 큰 차이를 보이지 않았으나 대조구는 이들보다 낮은 값을 보였다. 특히 저장 5주에는 급격하게 ascorbic acid의 함량이 줄어드는 것으로 나타났다. 저장 기간 중 풋고추의 부패율을 측정한 결과는 Fig 3-8과 같다. 즉 대조구는 저장 2주에 6.0%의 부패율을 보였으나 대황 및 황련추출물 처리구는 저장 2주까지 부패되지 않았다. 이것으로만 본다면 대황 및 황련추출물을 처리한 풋고추가 적어도 1주일의 저장 기간 연장 효과가 있는 것으로 보인다. 또한 대황 추출물을 처리한 시험구의 부패율이 황련추출물을 처리한 시험구에 비하여 낮은 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면 풋고추는 대황추출물을 500ppm 농도에서 10분 동안 침지 처리한 다음 저밀도 폴리에틸렌 필름으로 포장하여 10℃에서 저장하는 것이 품질 특성을 유지하는 데에 가장 효과적이었다.

딸기를 대황 및 황련 추출물에 10분 동안 침지 처리한 다음 5℃에서 저장한 다음 품질특성의 변화를 측정한 결과는 Table 3-18과 같다. 즉 저장 기간 중 딸기의 무게는 지속적으로 줄어드는 것으로 나타났는데, 대황 및 황련 추출물을 처리한 시험구는 대조구에 비하여 중량 감소율이 낮았다. 이것은 딸기를 침지하는 동안에 대황 및 황련추출물의 일부가 딸기의 표면에 묻어 있으면서 수분이 증발되는 것을 막았기 때문이라고 생각된다. 또한 황련추출물이 대황추출물에 비하여 무게가 줄어드는 것을 막는 효과가 큰 것으로 나타났다. 총균수는 저장 기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 대황 및 황련추출물을 처리한 시험구의 총균수가 대조구에 비하여 낮았다. 또한 황련을 처리한 시험구의 총균수가 대황을 처리한 시험구보다 낮은 것으로 보아 딸기에서는 황련추출물의 항균력 효과가 대황보다 높게 나타났다고 생각된다. 대황 및 황련추출물을 처리한 직후에 비하여 저장 5일경에는 총균수의 대부분이 효모 및 곰팡이인 것으로 나타났다. 이와같이 총균수에서 효모와 곰팡이가 차지하는 비율은 저장 기간이 경과함에 따라서 높아지는 것으로 나타났다. 따라서 딸기의 부패가 저장 10일부터 나타나는 것을 보면 딸기의 부패에 주로 관여하는 것은 효모와 곰팡이일 것으로 생각된다. 저장 10일까지는 딸기의 pH와 산도는 증가하였으나 그 이후에는 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 시험구간에 큰 차이를 나타내지는 않았다. 저장 기간중의 경도는 대체적으로 감소하는 것으로 나타났는데,

특히 저장 15일에 현저하게 낮았다. 이로써 저장 15일에 조직감이 현저히 낮아져 딸기의 품질이 저하될 것으로 판단되었다. 가용성 고형물은 저장 10일까지는 큰 변화를 나타내지 않았으나 15일에는 급격하게 감소하였다.

Table 3-18. Changes in quality characteristics of strawberry treated with KMHE¹⁾ during storage at 5°C

Quality index	Treatment ²⁾	Storage time (days)				
		initial	3	5	10	15
Weight loss (%)	Control	0	2.79	3.25	6.75	8.35
	R-500 ppm	0	2.72	2.61	6.50	8.14
	C-500 ppm	0	2.36	2.58	6.53	6.84
Total microbial count [log ₁₀ (cfu/g)]	Control	3.90	4.51	4.32	4.80	5.05
	R-500 ppm	3.58	4.02	4.32	4.59	4.89
	C-500 ppm	3.50	3.81	4.14	4.21	4.63
Yeast and molds [log ₁₀ (cfu/g)]	Control	3.45	3.87	4.10	4.75	5.04
	R-500 ppm	3.17	3.49	4.15	4.50	4.87
	C-500 ppm	3.04	3.52	3.98	4.16	4.63
pH	Control	3.71	3.76	3.83	3.71	3.42
	R-500 ppm	3.66	3.69	3.79	3.65	3.69
	C-500 ppm	3.71	3.91	3.75	3.70	3.57
Acidity(% as citric acid)	Control	0.78	0.75	0.86	0.69	0.77
	R-500 ppm	0.74	0.79	1.03	0.75	0.69
	C-500 ppm	0.79	0.76	0.94	0.75	0.71
Hardness (g)	Control	260	261	217	180	104
	R-500 ppm	259	265	235	191	110
	C-500 ppm	260	263	241	205	123
°Brix	Control	6.4	6.7	6.5	6.2	5.1
	R-500 ppm	6.4	6.3	6.6	6.1	5.2
	C-500 ppm	6.5	6.8	7.1	6.5	5.6

¹⁾ Korean medical herb extracts.

²⁾ R means *Rheum palmatum* L. and C means *Coptis chinensis* Franch.

저장 중 딸기의 부패율은 Fig. 3-9와 같다. 즉 저장 5일까지는 부패된 시험구가 없었으나 저장 10일에는 부패되기 시작하였다. 즉 저장 10일에서는 대조구는 68.8% 부패된 데 비하여 대황은 45.0%, 황련은 42.5% 부패되어 대황 및 황련 처리구의 부패율이 대조구에 비하여 20% 이상 낮았다.

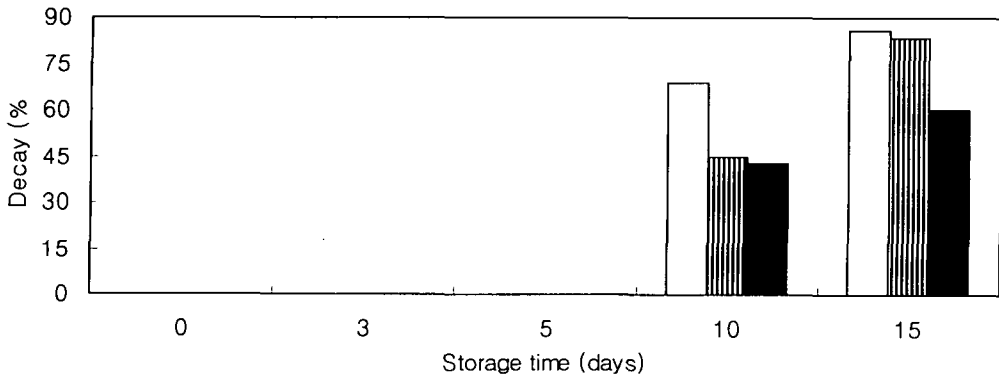


Fig. 3-9. Changes in decay of strawberry treated with *Rheum palmatum* L. and *Coptis chinensis* Franch during storage at 5°C. □: Control; ▨: *Rheum palmatum* L.; ■: *Coptis chinensis* Franch.

이상의 결과를 보면 딸기는 황련추출물을 500 ppm으로 처리한 다음 5°C에서 저장하는 것이 품질을 유지하는 데에 가장 효과적인 것으로 나타났다.

대황 및 황련추출물 1000ppm에 침지 처리한 오이를 10°C에서 저장하는 동안 포장 내부의 산소 및 이산화탄소의 농도 변화는 Fig. 3-10과 같다. 즉 저장 8일까지는 모든 처리구의 산소 농도가 감소하는 것으로 나타났으나 그 이후에는 증가하는 것으로 나타났다. 포장 내부의 산소 농도의 변화 양상은 처리구간에 큰 차이를 보이지 않았다. 저장 16일에 대조구의 산소 농도가 가장 높은 것은 이산화탄소 농도가 가장 낮은 것과 관련이 있을 것으로 판단된다. 저장 8일까지는 포장 내부의 이산화탄소의 농도가 급격하게 증가하였으나 그 이후에는 산소의 농도 변화와는 달리 처리구에 따라서 다른 경향을 나타내었다. 즉 대황추출물 처리구는 저장 12일에는 감소하다가 16일에는 다시 증가하는 것으로 나타났다. 또한 대조구는 저장 20일에 급격히 증가하여 다른 처리구와는 다른 양상을 보였다. 이것은 오이의 생리적인 변화가 급격하

게 일어난 결과로 생각되며, 품질과 밀접한 관계가 있을 것으로 판단된다. 저장 기간동안 오이의 품질 변화는 Table 3-19와 같다. 즉 저장 기간이 경과함에 따라 중량 감소율은 증가하는 것으로 나타났는데, 저장 8일까지는 대항 및 황련추출물 처리구의 감소가 컸으나 그 이후에는 오히려 대조구의 중량감소가 더 큰 것으로 나타났다. 그러나 처리구간에 큰 차이를 보이지는 않았다. 대항 및 황련추출물을 처리한 직후의 총균수는 대조보다 낮았으며, 이것은 저장 기간동안 지속되었다. 이것으로 보아 대항 및 황련추출물의 일부가 오이의 표면에 잔류할 것으로 생각된다. 또한 대항 및 황련추출물 처리구의 총균수는 저장 16일까지 증가하다가 20일 이후에는 약간 감소하는 것으로 나타나 20일까지 지속적으로 증가하는 대조구와는 다른 양상을 보였다. 황련추출물을 처리한 오이의 총균수가 대항추출물을 처리한 것보다 더 낮은 것으로 보아 오이의 저장시에는 황련추출물의 처리가 더 효과가 있을 것으로 생각된다. 저장시에 Ascorbic acid의 함량은 저장 8일 또는 16일경까지는 증가하다가 그 이후에는 다소 줄어드는 것으로 나타났으나 시험구간에 큰 차이는 보이지 않았다.

이상의 결과를 보면 오이는 황련추출물 1000ppm 용액에 10분간 침지 처리하여 10°C에서 저장하는 것이 품질특성을 유지하는 데에 효과가 클 것으로 판단된다.

대항 및 황련추출물을 처리한 호박의 저장중 기체 조성은 Fig. 3-11과 같다. 저장 기간 동안에 대항 및 황련추출물을 처리한 시험구의 기체 조성은 대조구와는 다른 변화양상을 보였다. 즉 황련 및 대항추출물을 처리한 시험구의 산소의 농도는 저장 2주 및 3주째에 증가하였다가 그 이후에 감소하였으나 대조구는 저장 기간 동안 계속적으로 감소하였다. 또한 대항 및 황련추출물을 처리한 시험구의 이산화탄소 농도는 저장 2주부터 감소하였으나 대조구는 저장 3주까지 증가한 다음 감소하였다. 저장중 호박의 중량은 감소하는 것으로 나타났으나 저장 기간이 4주인 데에 비하여 중량 감소율은 1% 이내였다(Table 3-20). 따라서 실험에 사용한 호박의 무게가 600g 정도인 점을 감안한다면 무게가 줄어드는 것은 품질에 거의 영향을 주지 않을 것으로 판단된다. 대항 및 황련추출물을 처리한 호박의 총균수는 저장 기간동안 대조구에 비하여 낮게 나타났다. 이것은 이들 추출물에 들어있는 항균 물질이 저장 4주 동안 호박의 표면에 있으면서 미생물의 생육이 어려운 환경을 만들었기 때문이라고 생각된다. 또한 대항추출물을 처리한 시험구에 비해서는 황련추출물을

처리한 시험구의 총균수가 더 낮은 것으로 나타나 저장에 효과적일 것으로 판단된다.

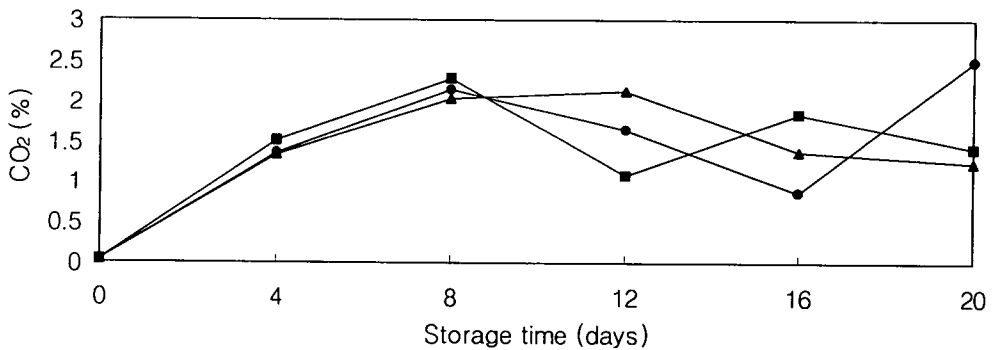
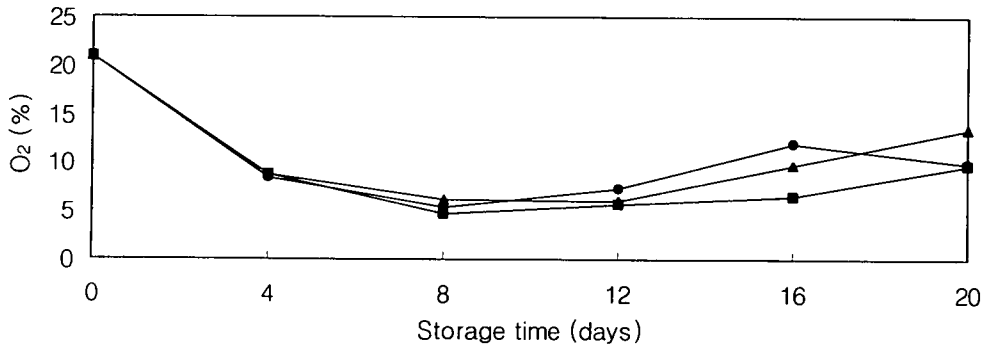


Fig. 3-10. Changes in O₂ and CO₂ concentrations of cucumber treated with *Rheum palmatum* L. and *Coptis chinensis* Franch during storage at 10°C. ●: Control; ■: *Rheum palmatum* L.; ▲: *Coptis chinensis* Franch.

대황 및 황련추출물을 처리한 직후의 호박은 대조구에 비하여 ascorbic acid의 함량이 높은 것으로 나타났는데, 이것은 추출물에 들어있던 환원성 물질의 일부가 호박의 표면에 묻었기 때문이라고 생각된다. 저장 1주 후에는 대황 및 황련추출물을 처리한 시험구의 ascorbic acid의 함량이 급격하게 줄었는데, 이는 표면에 묻어있던 환원성 물질들이 저장 기간동안 산화되었기 때문이라고 생각된다. 또한 저장 2주 후부터는 대조구와 대황 및 황련추출물 처리구의 ascorbic acid 함량이 큰 차이를 나타내지는 않았으나 대황 및 황련추출물 처리구의 값이 대체적으로 높았다.

이상의 결과로 보아 호박은 황련추출물 500ppm용액에 침지 처리한 다음 10℃에서 저장하는 것이 품질특성을 유지하는 데 효과적일 것으로 판단된다.

Table 3-19. Changes in the quality characteristics of cucumber treated with KMHE¹⁾ during storage at 10℃

Quality index	Treatment ²⁾	Storage time (days)					
		initial	4	8	12	16	20
Weight loss (%)	Control	0	0.20	0.70	1.19	1.65	2.10
	R-1000 ppm	0	0.31	0.75	1.16	1.61	1.98
	C-1000 ppm	0	0.28	0.69	1.19	1.60	2.01
Total micro- bial count [log ₁₀ (cfu/g)]	Control	7.23	7.60	7.43	7.87	7.86	8.11
	R-1000 ppm	7.04	7.24	7.26	7.57	7.84	7.78
	C-1000 ppm	6.72	6.95	7.05	7.34	7.51	7.73
Ascorbic acid (mg/100g)	Control	11.1	12.0	15.5	14.7	14.7	13.8
	R-1000 ppm	11.2	13.5	15.8	14.7	15.3	13.7
	C-1000 ppm	11.4	14.0	14.1	15.2	14.3	15.2

¹⁾ Korean medical herb extracts.

²⁾ R means *Rheum palmatum* L. and C means *Coptis chinensis* Franch.

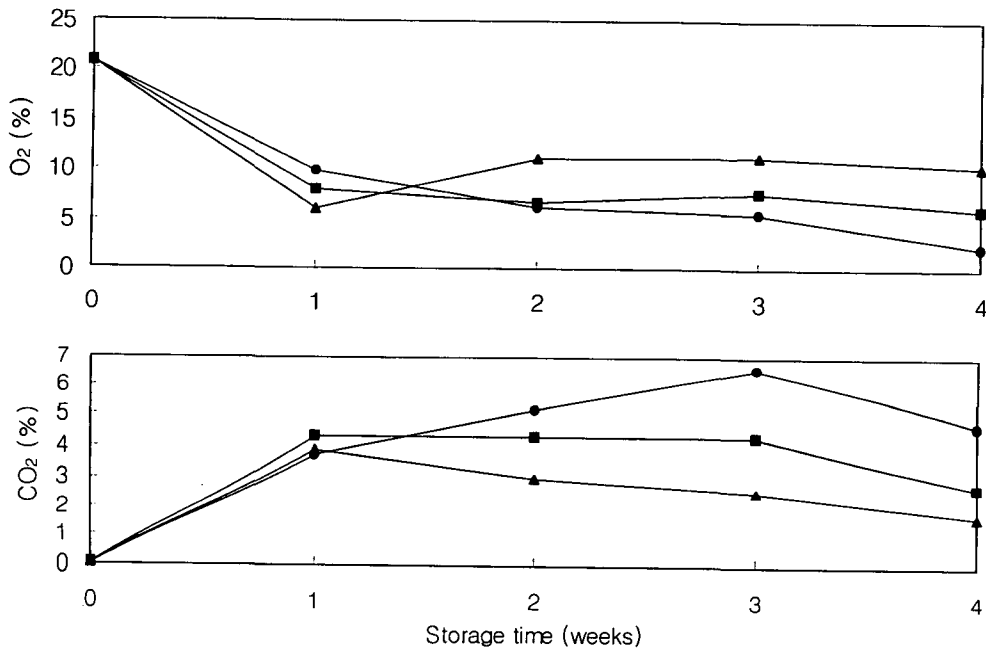


Fig. 2-10. Changes in O₂ and CO₂ concentrations of zucchini treated with *Rheum palmatum* L. and *Coptis chinensis* Franch during storage at different temperatures. ●: Control; ■: *Rheum palmatum* L.; ▲: *Coptis chinensis* Franch.

Table 3-20. Changes in the quality characteristics of zucchini treated with KMHE¹⁾ during storage at 10°C

Quality index	Treatment ²⁾	Storage time (weeks)				
		initial	1	2	3	4
Weight loss (%)	Control	0	0.17	0.20	0.28	0.42
	R-500 ppm	0	0.11	0.20	0.21	0.46
	C-500 ppm	0	0.13	0.22	0.43	0.42
Total microbial count [log ₁₀ (cfu/g)]	Control	5.71	7.15	7.17	7.59	8.08
	R-500 ppm	5.63	6.99	7.08	7.79	7.98
	C-500 ppm	5.52	6.40	6.94	7.47	7.69
Ascorbic acid (mg/100g)	Control	13.2	11.9	12.9	12.2	11.1
	R-500 ppm	19.5	14.1	12.6	13.2	12.2
	C-500 ppm	19.2	13.4	13.4	11.6	11.3

¹⁾ Korean medical herb extracts.

²⁾ R means *Rheum palmatum* L. and C means *Coptis chinensis* Franch.

제 4 절 결 론

경남 지역에서 많이 생산되면서도 소비자들의 선호도가 높은 것으로 판단된 풋고추, 오이, 호박, 딸기 등과 같은 시설채소산물의 저장 및 유통중의 품질 특성을 유지할 수 있도록 하기 위하여 MA (modified atmosphere) 저장 조건과 천연항균제로 판명된 대황 및 황련추출물의 적절한 처리 조건 및 이들을 처리한 채소류의 저장 조건 등을 설정하였다. 호박 및 풋고추를 세척하는 데에는 20°C보다는 5°C의 세척수가 효과적이었다. 또한 호박 및 풋고추 포장에 사용한 여러 가지 플라스틱 필름 중에서 이들의 품질 특성을 가장 잘 유지할 수 있는 것은 LDPE (Low density polyethylene)였으며, 호박을 저장하는 데 가장 적합할 것으로 보이는 MA 조건은 포장 내부의 산소 농도는 2-7%, 이산화탄소 농도는 5-8% 정도였다. 또한 풋고추에 적합한 MA 조건은 산소 농도 3-5%, 이산화탄소 농도 5% 이하였다. 한국산 약용식물 추출물 중에서 항균력이 있는 것으로 나타난 대황 및 황련추출물의 처리 조건은 풋고추, 호박, 상추 등의 채소류는 500ppm 농도에서 10분 정도 침지 처리하는 것이 바

람직하며, 오이는 1000ppm 농도로 10분 처리하는 것이 미생물학적 품질을 유지하는 데에 적당하였다. 또한 적절한 저장 온도를 설정하기 위하여 각 채소류를 5℃, 10℃ 및 20℃에서 저장하면서 총균수, 부패율, ascorbic acid 함량의 변화 등과 같은 품질 특성의 변화를 측정된 결과 딸기는 5℃가 적당하였다. 그러나 풋고추, 호박 및 오이는 5℃에서 저장할 경우에 냉장 장애 등으로 인하여 품질 변화가 10℃보다 더 빨리 일어나는 것으로 나타났다. 또한 적절하다고 결정된 대항 및 황련추출물의 처리농도 및 시간에 따라 채소류를 침지 처리한 다음 건조하여 포장하고 결정된 온도에서 저장하면서 품질 특성의 변화를 측정된 결과 풋고추는 대항추출물을 500ppm 농도에서 10분 동안 침지 처리한 다음 LDPE 필름으로 포장하여 10℃에서 저장하는 것이 품질특성을 유지하는 데에 가장 효과적이었다. 딸기는 황련추출물을 500ppm 용액에 10분간 침지 처리한 다음 5℃에서 저장하는 것이 효과적이었으며, 오이는 황련추출물 1000ppm 용액에 10분간 침지 처리하여 10℃에서 저장하는 것이 품질특성을 유지하는 데에 효과적이었다. 호박은 황련추출물 500ppm용액에 침지 처리한 다음 10℃에서 저장하는 것이 품질특성을 유지하는 데 효과적이었다.

참 고 문 헌

- 박우포, 유재일, 조성환 (1998) 포장용 필름에 따른 풋고추의 저장중 품질 변화. 한국농산물저장유통학회지, 5, 207-210
- 정순경, 이숙지, 정윤정, 박우포, 이동선, 조성환 (1998) 시설채소산물의 선도유지를 위한 한국산 약용식물추출물의 항균특성. 한국농산물저장유통학회지, 5, 13-21
- 조성환, 정진환, 류충호 (1994) 천연 항균제처리를 병용한 과채류의 자연 저온저장 기술 개발에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 23, 315-321
- 한국식품연감 (1997) 농수축산신문 p. 167
- A.O.A.C. (1984) *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., U. S. A. p. 844-845
- Brackett, R.E. (1990) Influence of modified atmosphere packaging on the microflora and quality of fresh of fresh bell peppers. *J. Food Prot.*, 53,

- Bussel, J. and Kenigsberger, Z. (1975) Packaging green bell peppers in selected permeability films. *J. Food Sci.*, **40**, 1300-1303
- Kader, A.A. (1986) Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.*, **40**, 99-104
- Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L. (1989) Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **28**, 1-30
- King, A.D., Magnuson, J.A., Torok, T. and Goodman, N. (1991) Microbial flora and storage quality of partially processed lettuce. *J. Food Sci.*, **56**, 459-461
- Lattanzio, V., A. Cardianli, and S. Palmieri. (1994) The role of phenolics in the postharvest physiology of fruits and vegetables: browning reactions and fungal diseases. *Ital. J. Food Sci.* **6**, 3-22
- Lee, K.S., Woo, K.L. and Lee, D.S. (1994) Modified atmosphere packaging for green chili peppers. *Packaging Technol. and Sci.*, **7**, 51-58
- Park, W.P., Cho, S.H. and Kee, D.S. (1998) Effect of minimal processing operations on the quality of garlic, green onion, soybean sprouts and watercress. *J. Sci. Food Agric.*, **77**, 282-286
- Potter, N.N. and Hotchkiss, J.H. (1995) Food Science. 5th ed. pp. 420-424, Chapman & Hall, New York
- Priepke, P.E., Wei, L.S. and Nelson, A.I. (1976) Refrigerated storage of prepackaged salad vegetables. *J. Food Sci.*, **41**, 379-382
- Watada, A.E., Kim, S.D., Kim, K.S. and Harris, T.C. (1987) Quality of green beans, bell peppers and spinach stored in polyethylene bags. *J. Food Sci.*, **52**, 1637-1641

제 4 장 시설채소산물의 포장소재개발

제 1 절 서 설

포장된 신선 시설채소산물에 있어서 그 생리적 변화와 함께 미생물적인 부패가 저장성을 결정하는 중요한 품질요소이다. 빠른 부패변질을 억제하기 위하여 수확후 빠른 냉각과 저온의 유지가 필수적으로 요구된다. 또, 저장고나 포장 내에 저산소 및 고이산화탄소 농도를 유지함에 의해 호흡속도와 에틸렌발생을 감소시키고 부패와 연화를 억제할 수 있음이 여러 연구자에 의하여 보고되고 있다. 호흡을 하는 원예산물을 적절한 기체 투과도를 갖는 플라스틱 필름으로 포장함에 의해서 요구되는 저산소 및 고이산화탄소 농도를 포장 내에 유지할 수 있으며, 이는 저장성을 향상시킬 수 있는 것으로 알려져 있다.

또한 시설채소산물의 부패변질을 억제하기 위해서 수확후 항균제 혹은 염소수 세척 처리 등의 여러 시도가 많은 경우에 성공적으로 시도되거나 이용되고 있다. 비교적 최근에 포장 과채류에서의 미생물에 의한 변패를 방지하기 위하여, 과채류와 접촉하는 포장에 항균제를 첨가하는 시도가 이루어지고 있다 (Miller 등 1984; Ben-Yehoshua, 1989). 포장에 첨가된 항균제나 보존제는 포장재와 접촉하는 과채류나 식품의 표면에 작용하여 표면에 증식하는 변패 미생물의 증식을 억제하는 데 효과적일 것으로 평가되고 있다 (Hotchkiss, 1995). 원예산물의 부패를 억제하고 저장성을 향상시킬 수 있는 항균성 포장필름에 첨가될 수 있는 항균소재는 위생적으로 안전하면서 포장필름에 첨가되었을 때 강한 항균력을 보유할 수 있어야 한다. 그리고 원예산물에 밀착포장될 수 있는 형태가 저장 중 포장으로부터 원예산물로의 항균성 물질의 이행을 도와줄 수 있으므로 미생물 생육억제의 목적에 부합될 것으로 여겨진다. 고분자 필름의 고온가공조건에서도 항균성을 유지할 수 있는 내열성을 가진 항균제가 포장재에 혼입시켜 제조하는 데에 바람직한 면을 가지고 있다.

따라서 적절한 투과도를 갖는 항균성 플라스틱 필름으로 시설 채소산물을 포장하면 포장내에 형성되는 저산소와 고이산화탄소 농도의 변형기체와 항균제의 복합적인 효과에 의하여 그 저장성을 크게 향상시킬 것으로 기대된다. 본 연구에서는 시설채

소산물의 포장에 이용될 수 있는, 항균제를 함유시킨 플라스틱 필름을 가공 성형하고, 그 특성을 측정하였다. 그리고 이들 필름을 이용하여 채소산물을 포장하고, 그 선도 유지의 효과를 검증하였다. 구체적으로 몇 가지 항균성 소재를 원예산물의 포장에 가장 많이 이용되는 저밀도폴리에틸렌에 첨가하거나 코팅하여 필름으로 제조한 다음, 이들 필름을 이용하여 채소산물을 포장하였을 때 그 저장성에 미치는 영향을 비교함으로써 이러한 항균성 폴리에틸렌 필름의 신선 채소포장에의 이용가능성을 평가하였다. 항균성 소재로는 한국산 한약추출물 (Korean Medicinal Herb Extract, KMHE), 제올라이트계 은치환무기이온교환체 (Ag-substituted inorganic zeolite matrix, Ag-zeolite), 지르코늄계 은치환무기이온교환체 (Ag-substituted inorganic zirconium matrix, Ag-zirconium), 자몽종자추출물 (grapefruit seed extract, GFSE), sorbic acid 등을 사용하여 항균성 저밀도폴리에틸렌 필름을 제조하였고 대상 채소품목으로는 상추, 오이, 딸기, 호박 등을 사용하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 선도유지 기능성을 지닌 포장 소재 개발

가. 선택적 투과성을 지닌 포장 소재의 탐색

시설채소산물의 포장에서 사용될 수 있는 다양한 선택적 투과성을 갖는 플라스틱 필름을 얻기 위하여 세계적으로 판매되거나 실험중인 여러 가지 플라스틱 포장필름 샘플을 수집하고 10℃에서 산소 및 이산화탄소의 투과성을 측정하여 시설채소산물의 포장에 이용될 수 있는지를 평가하였다. 기체 투과도는 Karel 등(1963)의 quasi-isostatic method를 따라서 측정하였으며, 단위 면적당 단위압력의 차이에 대해서 단위시간당 투과되는 가스의 속도로서 $\text{mL}/\text{m}^2 \text{ hr atm}$ 의 단위로 나타내었다. 실험은 두 반복으로 수행하였고, 필름의 두께는 micrometer(Mituto Co. 일본)에 의해서 측정하였다.

나. 항균성 포장재의 탐색 및 개발

항균성을 가지면서 포장재에 혼입되기 쉬운 특성을 가진 제올라이트계 은치환무기이온교환체 (Ag-zeolite), 지르코늄계 은치환무기이온교환체 (Ag-zirconium), 자몽종자추출물(GFSE), sorbic acid등을 저밀도 폴리에틸렌(Grade 5302, 밀도 0.921 g/cc, 한화화학(주), 여천)에 혼입하여 27~55 μ m 두께의 필름으로 제조하고 항균성을 시험하였다. 또한 앞의 실험에서 한국산 한약추출물 (KMHE) 중 항균성을 가지면서 열안정성이 높은 것으로 확인된 (*Rheum palmatum*)과 황련(*Coptis chinensis*)도 저밀도폴리에틸렌 (low density polyethylene, LDPE) 수지에 혼입하여 필름으로 제조하고 항균성을 시험하였다. 대황과 황련의 수용성 추출물을 동결건조한 분말형태로 첨가하였다. 대황과 황련의 건조된 뿌리 1 kg당 4 L의 비율로 물을 넣고 100 $^{\circ}$ C에서 3시간동안 추출조(Model REMP 828, 미강기업, 부산)에서 추출한 용액을 여과포로 여과한 후 동결건조기(Model TD 5070A, 일신랩, 서울)에서 48시간동안 건조하여 분말상태의 추출물을 얻었다. 무기항균제로서 제올라이트계 은치환무기이온교환체는 Kingside ZATS (한맥소재, 부산)를 사용하였고, 지르코늄계 은치환무기이온교환체는 분말형태의 Kingcide MPA (한맥소재, 부산)를 첨가하였다. GFSE로서는 농도 70%의 glycerine 용액인 CitrexTM (Quimica Natural Brasileira Ltda, Sao Jose dos Campos, Brazil)를 사용하였다. 대황, 황련, 은치환무기이온교환체, GFSE의 혼입을 위해서 우선 쌍축압출기 (정일기계, 서울)에서 각 첨가물의 농도가 10%인 masterbatch 펠렛(pellet)을 제조하였다. 이 masterbatch에 9배 무게의 LDPE 펠렛을 혼합시켜 단축압출기 (정일기계, 서울)에서 1% 항균제 농도의 필름으로 성형하였다. 압출기의 운전에서 가급적 온도가 155~160 $^{\circ}$ C 범위로 유지되도록 제어하였다. 1% sorbic acid 첨가된 LDPE필름의 제조를 위해서는 20% 농도의 LDPE masterbatch인 Polyalpha BN (Towa Chemical Co., Japan)에 19배 무게의 LDPE 펠렛을 섞어서 같은 조건에서 압출하였다. 다만 0.1% GFSE 농도의 LDPE 필름을 얻는 데에서는 0.1% masterbatch pellet을 바로 사용하여 제조하였다. 여러 항균소재를 혼합하여 필름에 첨가하는 경우에는 각 항균물질의 masterbatch를 원하는 비율에 따라 혼합하여 같은 방법으로 제조하였다. LDPE 수지에 아무런 첨가없이 동일한 조건에서 30 μ m 정도의 두께로 가공하여 대조구 필름을 얻었다. 아울러 해외에서 항균성 포장소재로 판매되는 와사비 함유 시트도 입수하여 포장의 항균성을 시험하였다.

또한 제조된 항균성 포장필름을 이용하여 상추와 오이를 통기성 상태로 포장하고

저장하면서 기간에 따른 품질을 살펴서 이들 포장소재가 실제 저장유통중의 품질향상에 기여할 수 있는지를 살펴보았다. 상추 포장실험에서는 시장에 바로 출하된 청상추를 100ppm의 차이염소수로 세척한 다음, 물기를 빼고 약 155g 단위로 23 x 25cm의 포장봉지에 포장하였다. 포장재의 항균성을 실험하는 목적이므로 포장내에 동일한 공기조성을 얻도록 직경 6 mm의 통기성 구멍을 두 개 내었다. 오이의 포장실험에서는 평균적으로 무게 200g, 길이 35 cm, 직경 3 cm인 오이를 하나씩 크기 16 x 42cm필름으로 밀착시킨 상태로 돌려 싸서 포장하였다. 이러한 실험조건은 채소와 포장필름이 가급적 밀착이 이루어지도록 하기 위한 포장상태이다. 이렇게 포장된 상추와 오이를 각각 5℃ 및 10℃에서 저장하면서 총균수 및 물리화학적인 품질을 측정하였다.

다. 제조된 필름의 물성 측정

항균성 소재의 혼입이 필름의 이용성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 제조된 필름에 대해서 필름의 물성을 측정하였다. 밀착포장을 위한 필름의 수축특성은 길이 15 cm, 넓이 2 cm 크기의 필름 시료를 120℃에서 15분간 노출시켰을 때 수축되어 감소되는 길이의 비율로 측정하였다(大須賀弘, 1993). 접촉각은 10 μ L의 물방울을 필름에 떨어뜨렸을 때 얻어지는 접촉각을 Contact Angle Meter(Model G-I, ERMA Inc, 동경, 일본)을 사용하여 ASTM방법(ASTM, 1991)에 준하여 측정하였다. 인장강도의 측정에 있어서는 Rheometer Compac-100 (Sun Scientific Co., Japan)에 의하여 5.0 cm x 1.3 cm의 필름시료를 60 mm/min의 속도로 인장시킬 때 얻어지는 항복력을 측정하고 이를 필름의 단면적으로 나누어서 인장강도로 얻었다. 필름의 투명도를 보기 위하여 필름을 투과하는 광선에 대해서 삼자극 색체계(Model JC801, Color Techno System Corporation, 일본)로 L 값을 측정하였다. 모든 실험은 5반복 이상으로 수행하고 평균값을 구하였다.

2. 시설채소산물에 적용 가능한 포장조건설계 및 실제 포장에의 적용

가. 시설채소산물의 호흡 특성 측정

시설채소산물로서 오이, 호박, 상추, 딸기에 대하여 포장시 포장내부의 기체조성

의 변형과 품질열화속도에 크게 영향을 주는 호흡속도를 측정하였다. 오이, 호박은 7℃이하에서 저온장해를 받는 채소이므로 저장적온인 10℃에서 측정하고, 상추와 딸기는 저온의 유통저장온도인 5℃에서 측정하였다. 오이는 경남 창녕군 이방면에서 생산된 것이었으며, 호박은 경북 봉화군 춘양면에서 생산된 것으로서 도매상으로부터 구입하여 사용하였다. 오이는 길이 35cm, 무게 240g 정도이고, 호박은 길이 26cm와 무게 410g인 것으로서 상처가 없고 크기와 모양이 균일한 것을 골라서 실험에 사용하였다. 딸기는 진주지역의 농가에서 수확된 순베리 품종의 것을 바로 실험실로 수송하여 하루 저녁 보관한 후 실험에 사용하였다. 상추는 청상추로 시장에서 구입하여 실험하였다.

일정 무게의 채소를 온도가 평형되게 한 다음, 밀폐 유리병에 넣고 내부의 O₂ 및 CO₂ 농도를 기체크로마토그래프에 의하여 측정하였다. 이렇게 얻어진 O₂ 및 CO₂ 농도의 변화과정을 이용하여 Lee와 Lee(1996)의 dynamic test 방법에 따라, 효소반응속도론에 근거한 호흡모델(Lee 등, 1991)의 식 (4-1) 및 (4-2)에서의 parameter값 (K_{ic}, K_{io}, K_{mc}, K_{mo}, V_{mc}, V_{mo})을 결정하였다.

$$r_{O_2} = \frac{V_{mo}[O_2]}{K_{mo} + (1+[CO_2]/K_{io})[O_2]} \quad (4-1)$$

$$r_{CO_2} = \frac{V_{mc}[O_2]}{K_{mc} + (1+[CO_2]/K_{ic})[O_2]} \quad (4-2)$$

여기서 r_{O₂}는 산소소비의 호흡속도 (mL/kg h); r_{CO₂}는 이산화탄소 발생의 호흡속도 (mL/kg h); [O₂]는 산소 농도 (%); [CO₂]는 이산화탄소 농도 (%)이다.

나. 시설채소산물의 품질향상을 위한 포장시스템의 설계

본 실험실에서 항균성 소재를 합입시켜서 제조한 항균성 LDPE의 산소 및 이산화탄소 투과도를 Karel 등 (1963)의 isostatic method에 의하여 5℃와 10℃에서 측정하였다. 채소산물의 호흡특성과 플라스틱 필름의 투과도의 관계를 고려하여 각 품목의

품질보존에 적당한 환경기체조절포장을 설계하였다.

다. KMHE 함유포장필름의 시설채소산물 포장에의 적용

KMHE 및 GFSE, Ag-zirconium 등을 압출가공시 이를 첨가시킨 저밀도 폴리에틸렌 필름을 이용하여 딸기, 오이, 호박 등의 시설채소산물을 포장하고 저장하면서 품질변화를 측정하였다.

오이와 호박의 포장은 각각 크기 8×37 cm와 10×36 cm의 플라스틱 필름 봉지에 개체별로 넣고 밀봉하였다. 통기성 대조구 포장으로서 같은 크기의 LDPE 필름봉지에 직경 6 mm인 구멍을 4개 뚫어서 사용하였으며 이는 포장내의 기체조성을 통상 공기와 같도록 유지시키려는 목적이었다. 각 필름으로 포장된 오이와 호박은 온도 10℃, 상대습도 80~90%의 조건을 갖는 냉장고에 저장하였고, 저장된 시료는 주기적으로 무작위로 꺼내어 품질변화를 측정하였다.

딸기의 포장을 위해서는 우선 18 x 13 cm 크기의 폴리스티렌 트레이 위에 같은 넓이로 재단된 항균성 필름 혹은 대조구 LDPE필름을 칸 다음 200±5 g의 딸기를 담았다. 이를 25 x 22 cm 크기의 항균성 혹은 대조구 LDPE 필름 봉지에 넣고 밀봉하여 포장하였다. 항균성 포장에 의한 미생물 억제 효과는 포장필름과 직접 접촉된 부분으로의 항균물질의 이행에 의하여 주로 얻어질 것으로 기대되기 때문에, 본실험에서 사용한 이러한 포장상태는 가급적 딸기와 포장필름의 증가된 접촉을 위한 것이다. 또 다른 포장처리구로 대항함유 필름의 포장조건에 대해서 두 개의 직경 0.5 mm의 핀홀을 내어 외부와의 통기성을 증가시킨 포장을 세공성 포장으로 제작하였다. 통기성이 있는 보편적인 대조구 포장의 하나로서 같은 크기의 폴리스티렌 트레이에 딸기를 담은 후 PVC필름으로 밀착되게 스트레치 wrap 하였다.

3. 경제성 있는 항균성 필름의 제조방법 개발

가. 코팅에 의한 항균성 필름의 가공

경제적이면서 열을 받지 않는 항균성 필름의 생산방법의 하나로서 corona처리한 LDPE필름에 KMHE용액 및 GFSE용액등의 항균성 물질을 코팅하여 항균성 필름을 생산하는 방법을 개발하고자 하였다. 우선 단순한 항균물질의 코팅이 필름의 항균성에

주는 영향을 미생물 평판배지에서 확인하였다. 코로나 (corona) 처리된(Cason Eletrotecnia, Busto Arsizio, Legnano, Italy) 두께 43 μm 의 LDPE필름(LD-10, 대림산업, 여천)위에, 실험실에서 제작된 코팅 roll에 의하여 여러 농도로 희석한 식물성 추출물 용액을 코팅하였다. 코팅에 이용된 항균제 용액은 자몽종자추출물(GFSE)과, 약용식물추출물로서 여러 미생물에 대해서 항균성을 갖는 것으로 확인된 대황(*Rheum palmatum*)과 황련(*Coptis chinensis*)의 수용액을 이용하였다. GFSE의 코팅을 위해서는 50% 유효성분을 가진 Citrex™(Quimica Natural Brasileira Ltda, Sao Jose dos Campos, Brazil)를 50% ethanol로 희석하여 유효성분의 농도가 1%, 2%, 3%, 4%, 5% 로 되도록 한 다음, 간격을 70 μm 로 조절한 두 개의 코팅 roll사이를 통과시켜서 코팅하였다. 대황과 황련 추출액의 코팅을 위해서는 100℃에서 3시간동안 물로 가열추출한 용액을 상압하에서 증발농축시켜서 얻은 25 °Bx의 농축액을 50% ethanol로 5°Bx, 10°Bx, 15°Bx, 20°Bx, 25°Bx의 농도로 희석시켜서, 100 μm 간격을 갖는 두 개의 코팅 roll사이를 통과시켜서 필름 위에 코팅하였다. 이렇게 코팅된 필름은 상온에서 2일간 방치하여 건조시켰다.

보다 안정적인 항균제 코팅 필름의 생산을 위하여 결합제 (binder)와 함께 코팅한 필름의 생산방법을 확립하기 위하여 세 종류의 결합제에 GFSE를 1% 농도로 혼합시켜 LDPE필름에 코팅하고 그 안정성을 검토하였다. 실험에서 검토된 결합 매체(binder)로는 polyamide, carnauba wax, polyethylene(PE) wax의 용액을 사용하였다. polyamide의 용액의 제조를 위해서는 isopropyl alcohol/n-propanol 혼합용액(2:1)에 40% 농도(w/w)의 polyamide 수지를 녹여서 용액을 만들었다. carnauba wax용액은 13.3% 농도의 Prowax™ (코실, 군산)를 사용하였다. PE wax용액은 분자량 1000~1500 g/mol 의 범위에 있는 산화 polyethylene (현대유화, 서울) 60g을 98℃의 증류수 200 mL에 녹였다. 유화를 돕기 위하여 12g의 polyoxyethylene-sorbitan monooleate (Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)와 15 mL의 morpholin을 첨가하면서 균질화시켜서 26% (w/w)의 농도로 얻었다 (Hagenmaier와 Baker, 1997). 제조된 결합제 용액에 1%의 GFSE를 첨가한 후 두께 43 μm 의 LDPE (20 x 60 cm)에 # 5 barcoater (RD Specialities, New York, USA)로 코팅하고, 상온에서 24시간 방치하여 건조시켰다. 코팅한 후의 무게증가를 측정하고, 물에의 용해성을 측정하기 위하여 15℃의 물에 24 시간 담근 후에 꺼내어 30℃에서 48시간 건조시켰다. 코팅으로부터

물로 용해되어 들어간 무게의 비로서 용해도를 결정하였다. 그리고 결착제가 코팅된 필름의 기체 투과성을 측정하여 대조구 필름과 비교하였다.

앞의 실험에서 비교적 안정성이 있는 것으로 확인된 polyamide 수지에 GFSE 1%, 대항 알코올 추출물 10%, 황련 알코올 추출물 10%의 농도로 혼입하여 #5 bar coater로 LDPE 필름에 코팅하고 평판배지 상에서 항균성을 평가하였다.

나. 항균성 다층 LLDPE wrap의 제조

다층 LLDPE(선형저밀도 폴리에틸렌, linear low density polyethylene) wrap의 내층에 GFSE를 함유시킨 필름을 생산하고 그 항균성을 평판 미생물 배지상에서 검증하였다. 두께 15 μm 인 LLDPE wrap중 내층 20%에 대해서 0.5% 혹은 1%의 GFSE를 첨가하면서 공압출시킨 필름을 제조하였다. 내층면의 구성을 위해서는 먼저 1% 농도의 GFSE를 LDPE와 혼합하여 master batch 입자를 제조한 후, 최종적인 공압출 과정에서 5%의 cling agent와 필요시 추가의 LDPE를 첨가하여 LLDPE 랩을 제조하였다. 모든 압출은 이축 extruder (Modern Machinery, 일본)를 이용하였고, cylinder에서 die의 온도는 160~190 $^{\circ}\text{C}$ 로 조절하였다. GFSE는 glycerine에 녹은 50%농도의 액상 형태와 silica와 혼합된 50% 농도의 분말 형태의 것을 사용하였다.

4. 선도유지 포장 시스템의 시설채소산물에의 적용시험

가. 항균제 단순 코팅 필름을 사용한 오이와 호박의 결속포장

항균제를 단순히 코팅한 LDPE 필름을 이용하여 오이와 호박에 밀착포장할 때 시설채소산물의 저장성에 미치는 영향을 검토하였다. 경남 창녕군 이방면의 농가에서 생산된 오이를 구입하여 230g내외의 무게를 가지면서 상처가 없고 건전한 것을 선별하여 사용하였다. 호박은 경북 봉화군 춘양면에서 생산된 520g 내외의 크기가 일정하고 상처 부위가 없는 것을 선별하였다. 1% GFSE, 10 $^{\circ}\text{Bx}$ 대항 추출물 및 10 $^{\circ}\text{Bx}$ 황련 추출물로 코팅처리된 필름을 사용하여 오이와 호박을 하나씩 밀착되게 싸고 아래와 윗 부분을 접착테이프로 결속포장하였다. 대조구로서 코팅처리되지 않은 LDPE 필름으로 오이와 호박을 개체별로 포장하였다. 포장된 오이와 호박을 10 $^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하면서 저장기간별로 3개 포장을 꺼내어 무게손실, 호기성 총균수, ascorbic acid

함량, texture, 부패율 등을 측정하였다.

나. 결착제 이용 항균제 코팅 필름을 이용한 딸기, 오이, 호박의 포장

결착제 함유 코팅에 의해 생산된 항균성 필름을 이용하여 딸기, 오이, 호박을 환경기체조절포장의 조건으로 포장하였다. 포장필름으로는 1% GFSE, 10% 대항 추출물, 10% 황련 추출물을 polyamide 결착제에 혼입하여 코팅한 두께 43 μm 의 LDPE 필름을 사용하였다. 딸기는 경남 밀양에서 생산된 '여홍' 품종을 시장에서 구입하여 실험에 사용하였다. 13 x 18 cm의 폴리스티렌 트레이 위에 항균성 코팅 필름을 깔고, 190g 내외의 딸기를 담은 다음, 이를 24 x 36 cm 크기의 같은 필름의 봉지에 넣고 열접착 밀봉하였다. 비교를 위하여 보통의 LDPE 필름으로 같은 조건으로 포장하였다. 이와 함께 통기성 대조구 포장으로 직경 6 mm의 구멍을 4개 뚫은 LDPE 포장을 제작하였다. 포장된 딸기는 5°C에서 저장하면서 포장내의 기체조성, 표면에서의 미생물 생육, pH, 총산, 당도 등을 측정하였다.

오이는 경북 상주에서 생산된 것으로 시장에서 구입하여 길이 35 cm, 무게 245g 내외의 것을 크기 8 x 40 cm의 봉지에 넣고 밀봉하였다. 호박은 전북 장수산으로 길이 30 cm, 평균 무게 245 g의 것을 11 x 40 cm의 봉지에 담고 밀봉하였다. 오이와 호박의 포장에서는 두께 14 μm 의 PVC 필름으로 밀착 wrap으로 포장하여 대조구로 삼았다. 이는 보편적으로 시장에서 이용되는 방법이고 이러한 랩 포장은 통기성을 주는 것으로 간주된다. 제작된 오이와 호박의 포장을 10°C에 저장하면서 포장내의 기체환경을 측정하고, 시설채소산물의 물리적, 화학적, 미생물학적 품질 변화를 측정하였다.

다. 다층 항균성 LLDPE wrap 필름을 이용한 딸기의 wrap 포장

GFSE를 내면층에 함유시킨 다층 항균성 LLDPE wrap을 사용하여 딸기를 stretch 밀착 포장하고 5°C에서 저장하면서 미생물적 품질변화와 부패율 등을 일반 PVC wrap 필름의 포장과 비교하였다. 앞에서 설명한 대로 제작된 1% GFSE를 함유한 두께 15 μm 의 LLDPE wrap 필름에 의하여 '육보' 품종의 딸기를 포장하고 5°C에 저장하면서 품질측정을 하였으며, 두께 14 μm 의 일반 PVC wrap 포장과 그 저장성을 비교하였다. 딸기는 180g 단위로 크기 13.2 x 18.2 cm의 폴리스티렌 트레이에 담고 각 필름으로

스트레치 포장을 하였다. 또한 시중에 판매되는 Ag-zeolite를 첨가시킨 두께 14 μ m의 항균성 PVC wrap(항균 싱싱랩, (주) LG화학, 나주)도 같이 포장에 사용하여 그 효과를 비교하였다. wrap 필름과 딸기와의 밀착을 보다 많게 하기 위하여 폴리스티렌 트레이 위에는 같은 종류의 wrap필름을 깔았었다.

5. 분석 방법

가. 포장 필름의 항균성 측정

제조되거나 수집된 포장필름의 항균특성을 시험하기 위하여 미생물이 접종된 평판 배지 위에 1 x 1 cm 크기의 필름을 얹고 항온기에서 3일후에 얻어지는 미생물 억제 영역을 관찰하였다. 미생물에 따라서 항균특성을 관찰하기 위하여 사용된 배지와 온도조건은 Table 4-1과 같았다.

Table 4-1. Experimental conditions for antimicrobial disk test of the packaging films

Test organism	Medium*	Temperature (°C)
<i>Escherichia coli</i> (IFO 3301)	LB Agar	37
<i>Staphylococcus aureus</i> (IFO 3060)	Nutrient Broth Agar	37
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Tryptic Soy Broth Agar	30
<i>Bacillus cereus</i>	Nutrient Broth Agar	30
<i>Bacillus subtilis</i> (IFO 12113)	LB Agar	37
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> (ATCC 9135)	Lactobacilli MRS Agar	25
<i>Micrococcus flavus</i> (ATCC 10240)	Nutrient Broth Agar	30
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (IFO 2044)	YPD Agar	25
<i>Aspergillus niger</i> (ATCC 9029)	Potato Dextrose Agar	25
<i>Aspergillus oryzae</i> (ATCC 22787)	Potato Dextrose Agar	25
<i>Penicillium chrysogenum</i> (ATCC 10238)	Potato Dextrose Agar	25

*Media were purchased from Difco Laboratories (Detroit, MI, USA)

나. 채소포장의 품질측정

포장내의 O₂와 CO₂ 농도를 측정하기 위해서 포장내부 기체 1 mL를 취하여 Alltech CTR I 분리관(column)과 열전도도 검출기(TCD, thermal conductivity detector)가 장착된 기체크로마토그래프(Hitach Model 163, Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)로 주입하였다. 측정조건으로서 운반기체(carrier gas)는 He을 30 mL/min의 유량으로 흐르게 하였고, 오븐 온도는 40℃, 주입부(injection port) 온도는 70℃, 검출기(detector) 온도는 90℃를 유지하였다.

채소시료의 미생물 측정을 위하여 각 시료의 일정한 부위에서 표면 5mm의 조직 10g을 취하여 멸균수 10 mL와 혼합하여 마쇄하였고, 이 마쇄된 액즙을 가지고 도말 배양하였다. 호기성 총균수의 측정에서는 마쇄된 액즙을 순차적으로 희석하여 PCA배지(Difco Laboratories, Detroit, USA)에 도말하여 25℃에서 3일간 배양한 후 측정하였다. 유산균수는 MRS배지 (Difco Laboratories, Detroit, 미국)를 사용하여 30℃에서 혐기 용기에서 5일간 배양하였다. 효모수는 시료용액을 chloroamphenicol을 첨가시킨 PDA배지(Difco Laboratories, Detroit, 미국)에서 도말하고 25℃에서 5일간 배양하였다. 효모와 곰팡이 수의 측정을 위해서는 순차적으로 희석된 액즙을 주석산에 의해서 pH 3.5로 조정된 산성화 PDA배지(Difco Laboratories, Detroit, USA)에 도말하여 25℃에서 5일간 배양한 후 측정하였다.

ascorbic acid는 시료 20g을 metaphosphoric acid 용액 20mL로 마쇄하여 추출한 후 여과지로 여과하여 50mL로 정용한 다음 2,6-dichloroindophenol용액으로 적정하였다(AOAC, 1995). texture는 Rheometer Compac-100(Sun Scientific Co., Japan)에 직경 5 mm의 원통형 adapter를 장착하여 종방향으로 반할된 시료의 표면 10 mm까지 수직으로 60 mm/min의 속도로 관입시킬 때 얻어지는 항복력(yield force)을 측정하고 이를 경도(firmness)로 표시하였다.

부패율 측정은 표면에 곰팡이가 피었거나 연부된 것을 골라서, 전체에 대한 개수의 비로서 나타내었다. 부패율외의 모든 실험은 처리구당 3반복의 시료에 대하여 수행하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 선도유지 기능성을 지닌 포장 소재 개발

가. 선택적 투과성을 지닌 포장 소재의 탐색

포장내의 기체환경을 조절하기 위하여 광범위한 투과도의 필름을 수집하여 10℃에서 O₂ 및 CO₂의 투과도를 측정하였으며 그 결과는 Table 4-2에서 보여주고 있다. 미세공성 필름과 LLDPE wrap 필름이 높은 투과도를 보이고 있으며, LDPE 필름의 경우도 두께가 얇은 경우에 비교적 높은 투과도를 나타내고 있다. 그리고 폴리프로필렌 계열의 필름이 낮은 투과도를 보이고 있다. 미세공성(microperforated) 필름은 O₂ 투과도에 대한 CO₂ 투과도의 비가 거의 1.0에 가까운 값을 보여주는 반면에 polyether block amide 필름은 15에 가까운 높은 비를 보여주고 있다. 보편적인 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 필름의 투과도는 대체로 3~6의 범위에 있었으며, 이는 일반적인 고분자 필름의 경우가 거의 유사하다. O₂ 투과도에 대한 CO₂ 투과도의 비는 과채류를 포장할 때에 내부에 얻어질 수 있는 산소 및 이산화탄소 농도에 결정적으로 중요한 영향을 미치는 인자이며(Yam과 Lee, 1995), Table 4-2에서 나타난 광범위한 값은 과채류 포장의 설계시에 적용될 수 있는 품목과 인자의 범위를 넓혀주는 의미를 갖는다. 이러한 정보는 포장내의 O₂ 및 CO₂ 농도를 제어하는 데에 과채류 호흡데이터와 함께 이용될 수 있다.

나. 항균성 포장재의 탐색 및 개발

LDPE에 항균성 물질을 혼입하여 압출하여 제조된 필름과, 수집된 와사비 추출물 함유 항균성 포장재의 항균특성을 시험하기 위하여 미생물이 접종된 평판배지 위에 1 x 1 cm 크기의 필름을 얻고 미생물 억제영역을 관찰한 바, 그 결과는 Table 4-3과 같았다. 시험에 사용된 필름중에서 sorbic acid와 GFSE를 포함한 필름이 *Escherichia coli* 및 *Staphylococcus aureus*의 박테리아에 대해서 항균성을 가지고 있는 것으로 나타나고 있으며, 실험에 사용된 모든 필름이 곰팡이와 효모에 대해서는 평판배지상에서 항균성을 나타내지 못하고 있었다. 그리고 sorbic acid 함유 필름은 유산균인 *Leuconostoc mesenteroides*에 대해서도 저해능력을 가진 것으로 나타났

다. 대항추출물과 황련추출물이 그 자체로는 항균성과 열안정성을 가지는 것으로 나타났지만 (제2장 참조) 포장필름으로 제조시에는 평판배지 상에서 항균성을 보여주지 못하였다. 이러한 약용식물추출물의 항균성이 필름제조과정에서 높은 온도로 인하여 파괴될 수 있음을 시사하는 것으로 생각된다. 또한 Ag 이온을 함유한 ceramic 재료인 Ag-zeolite나 Ag-zirconium도 식품포장에 이용시 항균성을 띄는 것으로 보고되고 있으나(Hotchkiss, 1995), 본 연구의 disk test에서는 항균성이 확인되지 않았다. 이러한 점은 평판배지상의 필름의 항균성 disk 시험으로는 충분한 항균성의 발현이 어려울 수 있는 가능성도 있다. 반면에 GFSE를 함유시킨 필름은 필름의 제조과정중에서도 항균성이 잘 보존되고 있음을 보여주었다.

Table 4-2 Gas permeability of packaging films at 10°C

Plastic film* (Maker)	Thickness (μm)	Permeability ($\text{mL}/\text{m}^2 \text{ h atm}$)		CO_2 permeability / O_2 permeability
		O_2	CO_2	
LDPE (Daelim Vinyl, Korea)	30	132	645	4.89
LDPE (Tesco, UK)	20	376	1350	3.59
HDPE (Clean Wrap, Korea)	10	324	1341	4.14
CPP (STC, Korea)	30	41	127	3.10
anti-fog CPP (STC, Korea)	30	43	128	2.98
OPP (STC, Korea)	20	42	120	2.86
LLDPE (Clean Wrap, Korea)	11	616	2399	3.89
PVC (Lucky, Korea)	14	290	1844	6.35
microperforated PP P+3000 (James River, USA)	55	1382	1572	1.14
microperforated PP P+600 (James River, USA)	35	793	1027	1.30
Microperforated nylon/PE (Sumimoto Bakelite, Japan)	52	917	929	1.01
Polyether block amide (Elf Atocehm, France)	40	97	1439	14.83
Polyolefin PD 961 (Cryovac, USA)	30	109	424	3.89

*Abbreviation: PE, polyethylene; LDPE, low density polyethylene; HDPE, high density polyethylene; PP, polypropylene; CPP, cast polypropylene; OPP, oriented polypropylene

Table 4-3. Antimicrobial activity* of the packaging films observed by disk test against various microorganisms

Film	<i>E. coli</i>	<i>Sta. aureus</i>	<i>L. mesenteroides</i>	<i>Sacch. cerevisiae</i>	<i>Asp. niger</i>	<i>Asp. oryzae</i>	<i>Pen. chrysogenum</i>
Plain LDPE	-	-	-	-	-	-	-
LDPE with 0.5% Ag-zeolite	-	-	-	-	-	-	-
LDPE with 1.0% Ag-zeolite	-	-	-	-	-	-	-
LDPE with 0.5% Ag-zirconium	-	-	-	-	-	-	-
LDPE with 1.0% Ag-zirconium	-	-	-	-	-	-	-
LDPE with 1.0% sorbic acid	+	+	+	-	-	-	-
LDPE with 1.0% extract of <i>Rheum palmatum</i>	-	-	-	-	-	-	-
LDPE with 1.0% extract of <i>Coptis chinensis</i>	-	-	-	-	-	-	-
LDPE with 0.1% GFSE	+	+	-	-	-	-	-
LDPE with 1% GFSE	+	++	-	-	-	-	-
LDPE filled with wasabi extract	-	-	-	-	-	-	-
PET* coated with wasabi extract	-	-	-	-	-	-	-

*-: no reaction, +: clear zone of 1.0~2.5 mm, ++: clear zone of 2.5~7.0 mm. **Abbreviation: PET, polyethylene terephthalate.

Table 4-4에서는 항균소재의 첨가에 따른 필름의 여러 물성변화를 나타내었다. 필름의 가공면에서 KMHE의 항균성 분말소재를 첨가하는 경우에 두께 30 μ m정도로 얇게 성형시키는 데에는 어려움이 있어서 두께 50 μ m정도의 필름으로 가공하였다.

Table 4-4. Physical properties of low density polyethylene (LDPE) films impregnated with antimicrobial agents

Film	Thick- ness (μm)	Physical properties			
		Tensile strength (MPa)	Contact angle ($^{\circ}$)	Shrinkage (%)	Transmit color lightness (L value)
Plain LDPE (Control)	28	11.2	100	76.3	93.7
LDPE with 0.1% GFSE	27	9.5	79.4	84.5	93.3
LDPE with 1% GFSE	26	11.6	76.2	85.4	93.9
LDPE with 1% <i>Rheum palmatum</i> extract	55	12.0	87.4	86.6	90.2
LDPE with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract	48	12.1	91.8	87.5	88.3
LDPE with 1% sorbic acid	49	13.0	27.8	86.3	90.5
LDPE with 1% Ag-zirconium	50	12.6	51.8	87.1	85.8

항균성 소재를 저밀도폴리에틸렌에 1% 농도로 함유시키는 것은 인장강도로 측정된 필름의 기계적 강도를 저하시키지 않았으며, 필름의 방담성을 나타내는 접촉각에서도 대조구 LDPE 필름보다는 낮아서 부정적인 영향을 주지 않았다. 특히 Ag-zirconium 과 sorbic acid의 첨가는 접촉각을 현저히 낮추어 줄 수 있어서 채소류 포장면에서 외관적인 면에서 이점이 될 수 있음을 보여주었다. 그리고 밀착포장을 위한 수축포장 형태로의 이용시에 열수축의 정도를 나타내는 수축율에서도 항균소재를 함유시킨 포장필름은 무첨가 대조구 LDPE 필름에 비해 높은 값을 보였다. 필름의 투과색도 면에서 GFSE이외의 여러 항균성 소재의 첨가는 필름의 L값을 감소시키며, 즉 이는 색택을 띄게하고 투명도를 감소시키는 것으로 나타났다. GFSE 첨가 필름은 약간의 청색빛을 띄었으나 투명도는 양호하였으며, 대항 및 황련 추출물을 첨가시킨 포장재는 갈색빛깔을 나타내었고, Ag-zirconium과 sorbic acid가 첨가된 필름은 뚜렷한 색택을 나타내지는 않았으나 약간의 투명도 감소를 육안으로 느낄 수 있었다. 따라서 필름에 1%농도로 첨가된 항균성 소재는 필름에 색택을 부여하여 약간의 광선투과도를 감소시키는 외에는 기계적 강도와 열수축성, 방담성의 측면에서 필름의 물성에 부정적인 영향을 주지 않으며 일부 측면에서는 오히려 긍정적인 효과를 갖는 것으로 평가된다.

비록 Table 4-3에서 일부의 필름이 항균성을 가진 것으로 나타났지만 이러한 항균성이 실제 시설채소의 포장중에 미생물의 성장을 억제하여 품질보존에 기여할 수 있는가가 중요한 문제이다. 따라서 이를 확인하기 위하여 먼저 disk test에서 분명한 항균성이 관찰된 GFSE를 함유시킨 필름으로 상추를, 155g 단위로 22 x 24 cm의 필름 봉지에 구멍(직경 6 mm)을 2개 뚫은 통기성 상태로 포장하여 5°C에서 저장하면서 여러 품질변화를 측정된 결과가 Fig. 4-1과 같다. 1% GFSE첨가된 LDPE필름에 포장된 상추는 호기적 총균수, 유산균수, 효모수에 있어서 5°C에서 8일간 대조구 필름 포장에 비해서 낮은 성장을 보였다. 육안적인 품질로 보았을 때, 상추는 8일정도까지 수용가능한 신선도를 갖는 것으로 보였다. 온 양상추와 절단 양상추는 4.4°C에서 각각 10일과 8일의 저장기간을 갖는 것으로 보고된 바 있다 (Priepke 등, 1976). Ballantyne 등(1988)은 육안적인 결함이 나타나는 시간을 기준으로, 절단 양상추는 통기성 포장일 때 5°C에서 7~9일의 저장기간을 갖는 것을 관찰한 바 있다. 1% GFSE첨가된 LDPE필름에 의한 포장 상추에서의 미생물 생육억제 효과는 저장 15일에서는 없어지고 있으며, 이 때는 이미 저장가능기간을 넘은 때이다. 0.1% GFSE를 첨가한 LDPE 필름은 대조구 필름에 비해서 포장 상추에 어떤 미생물 생육억제의 효과도 보여주지 않았다. chlorophyll 함량과 표면색도 면에서는 포장필름의 종류에 따른 뚜렷한 차이를 발견할 수는 없었다 (데이터는 생략).

0.1%의 저농도에서는 평판 미생물 배지상의 disk test에서는 항균성이 발견되었음에도 실제 상추의 포장시에는 뚜렷한 효과를 보여주지 못한 점은 disk test의 한계성이 있음을 보이고, 따라서 항균성 효과의 실제적 확인은 포장조건에서의 실험을 필요로 하는 것으로 생각된다. 이는 1% GFSE 함유 필름이 disk test에서는 유산균인 *L. mesenteroides*와 효모인 *Sacch. cerevisiae*에 대해서는 항균성을 보이지 않았으나 상추에서의 유산균과 효모의 생육을 억제한 점에서도 나타난다. 대표적인 미생물 균주에 대한 disk test만으로 포장된 채소에서의 미생물 집단의 생육을 예측하는 데에는 어려움이 따른 것으로 생각된다.

Fig. 4-2에서는 GFSE이외의 다른 항균성 물질을 혼입시켜서 제조된 필름으로 상추를 위에서와 같은 조건으로 포장하여 5°C에서 저장하면서 측정된 미생물 성장에 대한 결과를 제시하고 있다. 포장된 상추에서의 총균수의 증가경향으로 봤을 때, 저장초기에는 서로간에 차이가 없지만 저장 5일경에서는 대황추출물, 황련추출물,

sorbic acid, Ag-zirconium을 함유시킨 포장재가 대조구 포장에 비해서 미생물 증식을 억제한 것으로 나타났다. 그러나 그 이후의 저장에서 미생물 증식이 많아지면서 부터는 포장조건간의 총균수에는 큰 차이가 감소하거나 없어졌다. 항균성 소재 함유 필름 중에서도 저장 12일까지 황련 함유 필름이 포장 상추의 미생물수를 계속 비교적 낮은 상태를 유지하고 있었다. 미생물적인 기준에서 신선 채소의 유통기한은 총균수 $10^7 \sim 10^8$ /g의 수준에서 끝나기 때문에(O'Beirne, 1990), 대항추출물, 황련추출물, sorbic acid, Ag-zirconium을 1% 농도로 첨가된 필름은 미생물증식이 낮은 저장초기에 상추에서의 미생물 증식을 제한적으로 억제할 수 있는 것으로 판단된다. 이러한 결과는 GFSE을 함유시킨 항균성 필름에 의한 상추 포장에서의 미생물 증식에 대해서 나타난 Fig. 4-1의 결과와 비슷하다.

항균성 소재를 함유시킨 필름으로 오이를 개별적으로 밀착 포장하고 10℃에서 저장하였을 경우에도 총균수 10^8 /g의 이하를 유지하는 저장 15일까지 대조구 필름에 의한 포장에 비해서 일관되게 낮은 미생물 증식을 보여 주었다 (Fig. 4-3). 상추와 오이의 실험결과에서 볼 때, 평판배지 상에서 몇가지 균주에 대한 항균성을 보이지 않은 대항추출물, 황련추출물, Ag-zirconium을 첨가시킨 포장도 제한된 범위에서는 총균수의 증식을 억제하며 그 전체적인 효과에서 sorbic acid 함유 필름과 큰 차이가 없는 점이 주목된다. 평판배지상의 특정 미생물 균주에 대한 disk test가 실제 채소포장시의 미생물 억제와 반드시 일치하지 않을 수 있음을 보여주고 있다.

Fig. 4-1~Fig.4-3에서 나타난, 항균성 필름에 의해 포장된 상추와 오이에서의 미생물 생육을 살펴볼 때, 1%의 GFSE 첨가 필름은 비교적 뚜렷한 효과를 나타내었고, 다른 필름들은 대조구에 비해서 낮은 편이지만 그 효과가 현저하다고는 볼 수 없어서, 저장기간의 연장에 기여할 만큼 충분하지는 않은 것으로 보인다. 따라서 항균소재의 항균성이 보다 분명히 발현될 수 있는 필름가공방법 및 포장기법의 개발이 필요한 것으로 생각되었고 본 연구과제에서 계속 이 문제를 해결하고자 하였다. 즉 필름의 가공중 항균물질의 활력이 잘 보존되면서 산물의 포장시 표면으로 항균물질이 잘 이행될 수 있는 성형 및 적용 방법의 개발을 시도하였다. 또 항균성 포장 필름에 의한 확실한 효과의 발현을 위해서는 직접 채소와 필름의 접촉을 증가시킬 수 있는 포장형태가 바람직한 것으로 판단되고, 이를 위해서는 스트레치 랩이나 수축포장과 같은 밀착포장의 이용과 함께 상추의 포장 등에서는 포장단위의 감소도 도

음이 될 것으로 생각된다.

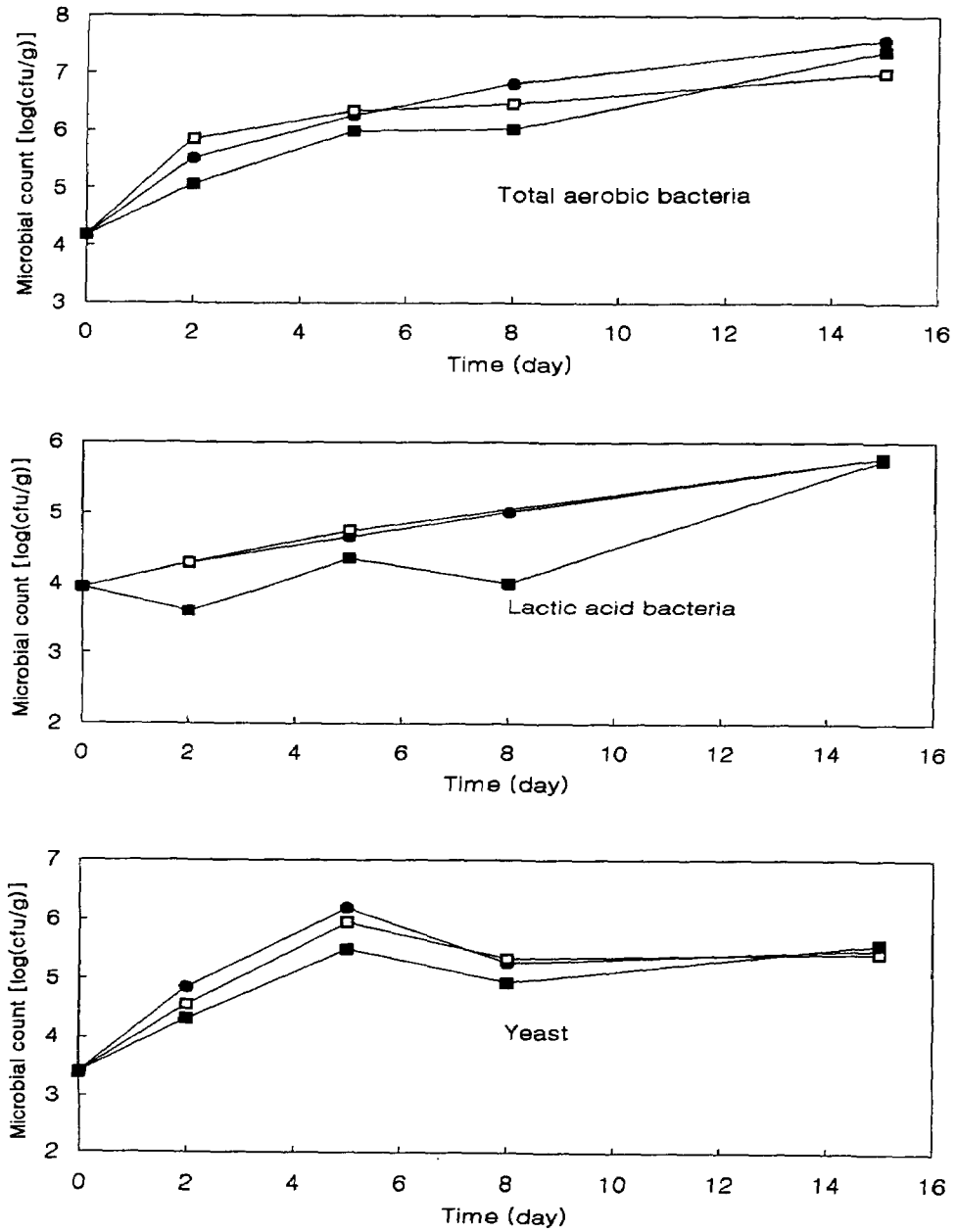


Fig. 4-1. Effect of packaging film on microbial growth of curled lettuce stored at 5°C and relative humidity of 90%. All CV < 10%. ●, Control LDPE; □, LDPE with 0.1% GFSE; ■, LDPE with 1.0% GFSE.

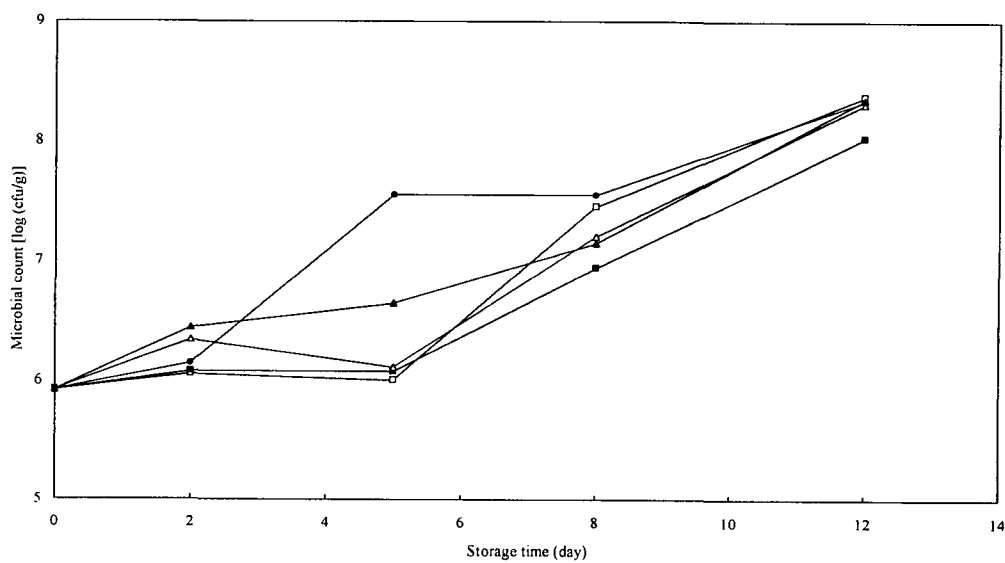


Fig. 4-2. Changes in total microbial count on the curled lettuce packaged in 1% antimicrobial agents-impregnated LDPE films and stored at 5°C. ●: Control; □: *Rheum palmatum* extract; ■: *Coptis chinensis* extract; △: Sorbic acid; ▲: Ag-zirconium matrix.

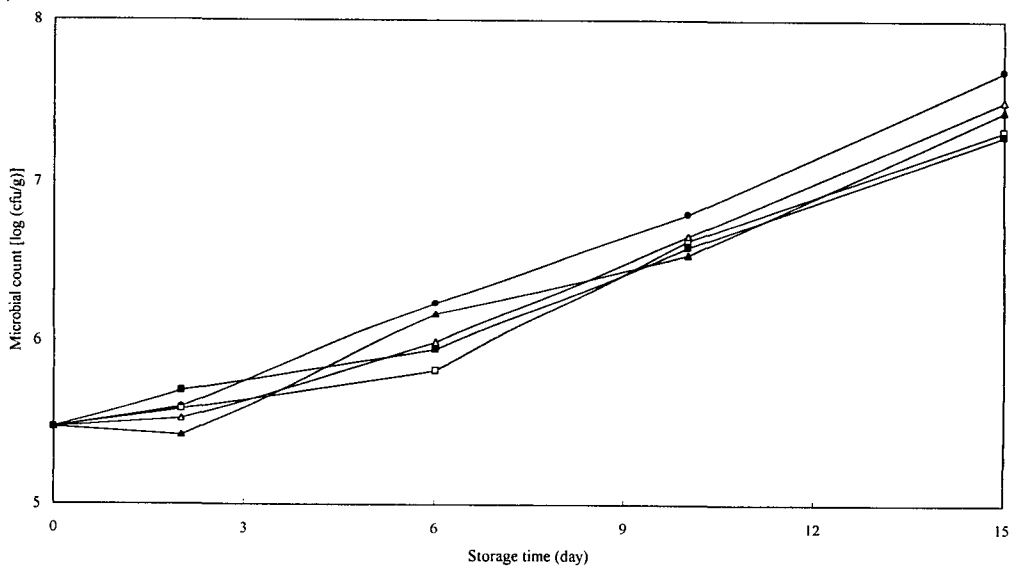


Fig. 4-3. Effect of 1% antimicrobial agents-impregnated LDPE films on total microbial count of cucumber stored at 10°C. ●: Control; □: *Rheum palmatum* extract; ■: *Coptis chinensis* extract; △: Sorbic acid; ▲: Ag-zirconium matrix.

대황추출물, 황련추출물, sorbic acid, Ag-zirconium을 함유한 필름으로 포장되어 5℃에서 12일간 저장된 상추는 chlorophyll 함량과 표면색택에서 저장중 큰 변화가 없었으며, 포장조건간에도 시료간의 오차의 범위를 넘는 유의한 차이를 보여주지 않았다. 10℃에서 저장된 오이의 품질변화에 있어서는 대조구 포장에 비해 항균성 필름 포장 처리구가 우수한 ascorbic acid 보존량을 보이며, 경도에서 처리구간에 유의할만한 차이를 발견할 수 없었다 (Table 4-5).

Table 4-5. Effect of 1% antimicrobial agents-impregnated LDPE packaging films on quality changes of cucumber stored at 10℃.

Film	Quality item	Storage time (day)				
		0	2	6	10	15
Plain LDPE (Control)	Ascorbic acid (mg/100g)	4.9	3.1	1.9	1.0	0.7
	Hardness (kg)	3.51	3.20	3.04	2.92	2.78
Film with 1% <i>Rheum palmatum</i> extract	Ascorbic acid (mg/100g)	4.9	4.2	2.3	1.3	0.7
	Hardness (kg)	3.51	3.29	3.06	3.00	2.63
Film with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract	Ascorbic acid (mg/100g)	4.9	3.9	2.1	1.7	0.7
	Hardness (kg)	3.51	3.24	3.17	2.92	2.77
Film with 1% sorbic acid	Ascorbic acid (mg/100g)	4.9	3.7	2.1	1.7	0.5
	Hardness (kg)	3.51	3.06	2.95	3.00	2.70
Film with 1% Ag zirconium	Ascorbic acid (mg/100g)	4.9	4.1	2.2	1.2	0.7
	Hardness (kg)	3.51	3.24	3.06	2.91	2.77

2. 시설채소산물에 적용 가능한 포장조건설계 및 실제 포장에의 적용

가. 시설채소산물의 호흡 특성

Table 4-6에서 채소류 각 품목에 따라서 측정된 호흡모델 parameter를 보여주고 있다. 얻어진 호흡모델 parameter와 호흡모델을 적용시킴에 의하여 각 시설채소의 여러 기체조성에서의 호흡속도의 예측이 가능하며, 이는 특정의 투과성을 갖는 플라스틱 필름의 포장내의 O₂ 및 CO₂ 농도를 예측하는 데 이용될 수 있다. 본 연구에서는 이러한 시설채소의 호흡특성을 측정된 플라스틱 필름의 기체투과성을 고려하여 포장설계에 이용하고자 하였다.

Table 4-6. Model parameters of Equations (4-1) and (4-2) describing the respiration rate of fresh vegetables as function of O₂ and CO₂ concentrations.

Commodity & Temp. (°C)	Experimental replication	Respiration expression	V _{mo} or V _{mc} (mL kg ⁻¹ hr ⁻¹)	K _{mo} or K _{mc} (% O ₂)	K _{io} or K _{ic} (% CO ₂)
Cucumber at 10°C	1	r _{O2}	10.915	0.050	16.979
		r _{CO2}	7.359	1.563	6.743
Cucumber at 10°C	2	r _{O2}	19.809	11.859	6.802
		r _{CO2}	6.534	3.262	4.564
Zucchini at 10°C	1	r _{O2}	22.990	5.585	47.202
		r _{CO2}	47.293	6.826	1.072
Zucchini at 10°C	2	r _{O2}	36.227	13.174	2.174
		r _{CO2}	8.879	0.027	10.745
Strawberry at 5°C	1	r _{O2}	13.343	0.265	18.009
		r _{CO2}	11.966	0.164	11.293
Strawberry at 5°C	2	r _{O2}	18.080	0.016	11.209
		r _{CO2}	14.752	0.007	9.910
Strawberry at 5°C	3	r _{O2}	20.962	0.303	11.766
		r _{CO2}	12.490	0.182	35.934
Curled lettuce at 5°C	1	r _{O2}	25.138	5.088	1.632
		r _{CO2}	37.299	16.553	0.776
Curled lettuce at 5°C	2	r _{O2}	50.131	12.508	1.093
		r _{CO2}	15.383	2.025	2.800

나. 시설채소산물의 품질향상을 위한 포장시스템의 설계

항균성 소재를 1% 농도로 함유시킨 항균성 저밀도폴리에틸렌을 채소류의 환경기체 조절포장에 이용하기 위하여 이들 필름의 산소 및 이산화탄소 투과도를 5℃와 10℃에서 측정하였다. KMHE 분말 및 항균성 소재를 1% 농도로 함유시켜서 제작된 LDPE 필름의 단위 두께 기준 기체투과도를 Table 4-7에서 보여주고 있다. 분말형태로 함유되는 항균성 소재에 있어서는 가공상의 제약으로 인하여 두께가 40 μm 이상으로만 제조될 수 있었다. 항균성 포장필름의 투과도는 일반적인 LDPE 필름의 범위에 있으며, LDPE 필름에 항균성 포장소재를 함유시키는 아무 첨가없는 대조구 LDPE에 비교하였을 때, 대체적으로 O_2 및 CO_2 의 기체투과도를 증가시키는 것으로 나타나고 있다. 포장필름에서 첨가부형제(filler)의 함유가 일반적으로 기체투과도를 향상시키는 역할을 하는 것과 마찬가지로 항균성 소재의 첨가도 LDPE 필름의 투과도를 높이는 것으로 이해된다. Table 4-7의 값에서 필름의 두께로 나누어주면 해당 필름의 실제 기체투과속도를 얻을 수 있다. 이들 기체 투과도는 위의 Table 4-6에서의 호흡특성과 결합하여 변형기체의 효과를 얻을 수 있는 포장조건을 설계에 이용하고 포장실험의 조건을 결정하는 데 참고로 이용하였다.

채소산물의 호흡 데이터와 기체투과도 데이터를 이용하여 비교적 품질향상에 도움이 되는 포장조건을 설계하였다. 딸기의 경우에는 18 x 13 cm 크기의 폴리스티렌 트레이 위에 같은 넓이로 재단된 항균성 필름 혹은 대조구 LDPE 필름을 칸 다음 200 g의 딸기를 담고, 이를 25 x 22 cm 크기의 항균성 혹은 대조구 저밀도폴리에틸렌 필름 봉지에 넣고 밀봉하는 조건으로 결정하였다. 길이 35cm, 무게 240g 정도인 오이는 크기 8×37 cm의 LDPE 필름봉지에 담고, 길이 26 cm와 무게 410 g인 호박은 10×36 cm의 필름 봉지에 개체별로 넣고 밀봉하는 조건이 비교적 적절한 기체조성을 형성시키는 것으로 예측 평가되어 설계 실험조건으로 사용하였다.

Table 4-7. Gas permeabilities of low density polyethylene films impregnated with antimicrobial agents.

Film	Thickness (μm)	Gas permeabilities ($\text{mL } \mu\text{m}^2 \text{ atm hr}$)			
		5°C		10°C	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
Plain LDPE	28	2508	10640	3382	14518
LDPE with 1% GFSE	27	2747	11515	3814	15986
LDPE with 1% <i>Rheum palmatum</i> extract	55	3769	16724	5283	25439
LDPE with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract	48	3834	17254	5677	23980
LDPE with 1% Ag-zirconium	50	3416	15267	5145	21144
LDPE with 1% sorbic acid	49	3407	17910	4879	22961
LDPE with 0.5% Ag-zirconium & 0.5% GFSE	39	2872	12804	3871	16473
LDPE with 0.5% Ag-zirconium & 0.5% <i>Rheum palmatum</i> extract	35	3057	14187	4698	19159
0.5% <i>Rheum palmatum</i> extract & 0.5% GFSE	40	3155	15495	4668	19036
0.3% <i>Rheum palmatum</i> extract, 0.3% GFSE & 0.3% Ag-zirconium	43	3430	15401	4676	20881

다. KMHE 함유포장필름의 시설채소산물 포장에의 적용

KMHE, GFSE, Ag-zirconium을 압출가공시 1% 농도로 첨가시킨 LDPE 필름을 이용하여 오이, 호박, 딸기 등의 시설채소산물을 밀봉상태로 포장하고 저장하면서 포장내 기체조성과 품질변화를 측정하였다.

1) 딸기 포장에의 적용

항균성 포장필름을 이용한 200g 단위 딸기의 포장 실험에서는 Fig. 4-4에서 보여

주듯이 PVC wrap 포장은 밀봉포장이 아닌 점으로 인하여 저장 3일 이후에 측정된 기체조성에서 15%이상의 높은 O₂ 농도와 2.5~3.7%범위의 낮은 CO₂ 농도를 보여주고 있다. 1% 대황함유 필름에 핀홀을 낸 세공성 포장도 핀홀에 의한 통기성의 증가로 인하여 저장 13일까지 비교적 높은 10%이상의 O₂ 농도를 보이거나, CO₂ 농도는 시간에 따라 점차 증가하여 저장 13일 후에는 8.4%에 달하였다. 그리고 대조구 LDPE 포장 및 항균성 LDPE 필름 포장구는 저장 3일 이후에 4.0%이하의 O₂ 농도와 5.4~9.0%범위의 CO₂ 농도를 나타내어 서로간에 비교적 비슷한 기체조성을 형성시켰다. 밀봉성 포장의 이러한 포장기체조성은 딸기에 저장성에 도움이 되기에는, O₂ 농도는 충분히 낮은 수준이나 CO₂ 농도는 부패변질의 억제에 필요한 20%수준에 미치지 못하고 있었다(김동만 등 1986a; Kotecha 등, 1995; Woodward와 Topping, 1972; El-Kazzaz 등 1983; Ke 등, 1991; Harris와 Harvey, 1973). 일반적인 환경기체조절포장의 설계원리를 따를 때, 포장의 표면적을 감소시키거나 포장내의 딸기량을 증가시키면 높은 CO₂ 농도를 얻을 수 있으나, 이 경우 O₂ 농도가 0%에 근접하는 혐기적 조건이 형성되기 때문에 바람직하지 않다 (Yam과 Lee, 1995). 따라서 Fig. 4-4에서 얻어지는 포장환경은 LDPE계 필름에 의해서 혐기적인 조건을 유발시키지 않으면서 가급적 높은 CO₂ 농도를 달성하는 현실적인 한계로 생각되며, 이가 딸기의 저장성에 약간의 도움을 줄 수 있는 지를 점검하였다.

Fig. 4-5에서는 여러 조건별로 포장된 딸기에서의 미생물수의 변화를 보여주고 있다. 총균수, 유산균수, 효모수, 모두에서 항균성 LDPE필름으로 포장된 딸기가 저장 6일 이후에 현저히 낮은 미생물 성장을 보여주고 있다. 대조구 LDPE포장이 밀봉된 항균성 필름(대황함유, 황련함유, Ag-zirconium 함유)의 밀봉 포장구와 비교적 비슷한 기체조성을 보였음에도 (Fig. 4-4) 저장 6일 이후에 현저히 높은 미생물 성장을 보인 점은 항균성 포장의 미생물 억제 효과를 분명히 보여주는 것으로 판단된다. 대황함유 필름을 사용한 세공성 핀홀 포장이 대조구 LDPE포장에 비해 저장중 높은 O₂ 농도를 유지하면서도 (Fig. 4-4) 현저히 낮은 미생물 성장을 보인 점은, 포장된 딸기의 저장 중 미생물 생육억제의 면에서 항균성 필름이 주는 효과가 크다는 점을 나타내고 있다. 20% 이상의 높은 CO₂ 농도를 갖는 변형기체가 딸기의 저장성을 향상시키나 (김동만 등 1986a; Kotecha 등, 1995; Woodward와 Topping, 1972; El-Kazzaz 등 1983; Ke 등, 1991; Harris와 Harvey, 1973), 앞에서 언급한 바와 같

이 높은 CO₂ 농도를 얻는 LDPE계 필름의 포장조건은 동시에 혐기적인 조건에 가까운 O₂ 농도를 유발시키고, 이는 이취를 발생시킨다 (Kotecha 등, 1995; Woodward와 Topping, 1972). 따라서 현실적인 플라스틱 포장에서 2%이상의 O₂ 농도와 20%이상의 CO₂ 농도를 동시에 얻을 수 있는 포장조건을 얻는 것이 쉽지 않다. 즉, LDPE계 필름 밀봉포장으로 얻을 수 있는 0.8~4.0%의 O₂ 농도와 5.4~9.0%범위의 CO₂ 농도의 효과만으로는 호기성 세균, 유산균, 효모와 같은 미생물의 생육억제를 얻기는 어려운 것으로 보인다. 이러한 포장조건의 달성을 위해서는 능동적인 가스치환포장을 적절한 기체투과도의 필름포장에 도입하여야 하나 이는 현실적으로 어려운 점이 많다. 그 예로 Shamaila 등(1992)이 딸기에 대해서 가스치환에 의한 능동적인 환경기체조절포장을 시도하였으나 관능적인 품질에서 오히려 열등한 것으로 보고한 바 있다.

저장 6일까지 모든 포장구에서 육안적인 부패는 관찰되지 않았고 관능적 품질에서 비교적 양호한 것으로 평가되었으며 저장 13일에 포장조건에 따른 부패의 차이를 확인할 수 있었다. 항균제를 함유시킨 LDPE필름을 딸기와 밀착시키는 형태로 포장하면 저장 13일에서 육안적으로 측정된 부패율을 현저하게 낮추어 주었다 (Fig. 4-6). LDPE 밀봉포장도 통기성의 PVC wrap포장에 비해서 부패율을 유의하게 낮추어 줄 수 있었다. 대황함유 필름을 사용한 세공성 핀홀 포장은 호기성 세균, 유산균, 효모의 성장억제면에서는 필름의 항균성으로 인해 대조구 LDPE 밀봉포장보다 양호하였지만 (Fig. 4-5) 부패율에서는 비슷한 것으로 나타났다. 세공성 핀홀 포장에서는 상대적으로 높은 포장내 산소농도와 낮은 기체변형이 얻어져서, 포장필름의 항균성에도 불구하고 저장 6일 이후에 비교적 높은 호기성 미생물(세균, 효모)의 성장을 보인 점이 주목된다. 또, 이러한 상태에서는 딸기의 부패에 영향을 미치는 곰팡이의 성장도 상대적으로 증가함으로써 부패율을 증가시킨 것으로 추측된다. 4%이하의 낮은 O₂ 및 6.3~9.0%의 CO₂ 농도를 갖는 항균성 필름의 밀봉포장이(Fig. 4-4) 세공성 항균 필름 포장에 비해서 현저히 낮은 부패율을 보여서, 부패율 억제 면에서는 변형기체의 효과와 항균성 필름의 미생물 억제효과가 상승적으로 작용한 것으로 생각된다. 저장된 딸기의 부패변질은 곰팡이 감염에 의하여 이루어지는 경우가 많으므로(Ryall과 Pentzer, 1984), 미생물 성장과 부패와의 직접적인 연관성을 보기 위해서는 곰팡이의 성장을 함께 살펴볼 필요가 있으며 이는 추가적인 연구가 필요한 것으로 생각

된다. 그리고 포장에 1%농도로 첨가된 대황추출물, 황련추출물, Ag-zirconium은 미생물증식 및 부패의 억제 면에서 서로간에 차이 없이 비슷한 효과를 나타내었다.

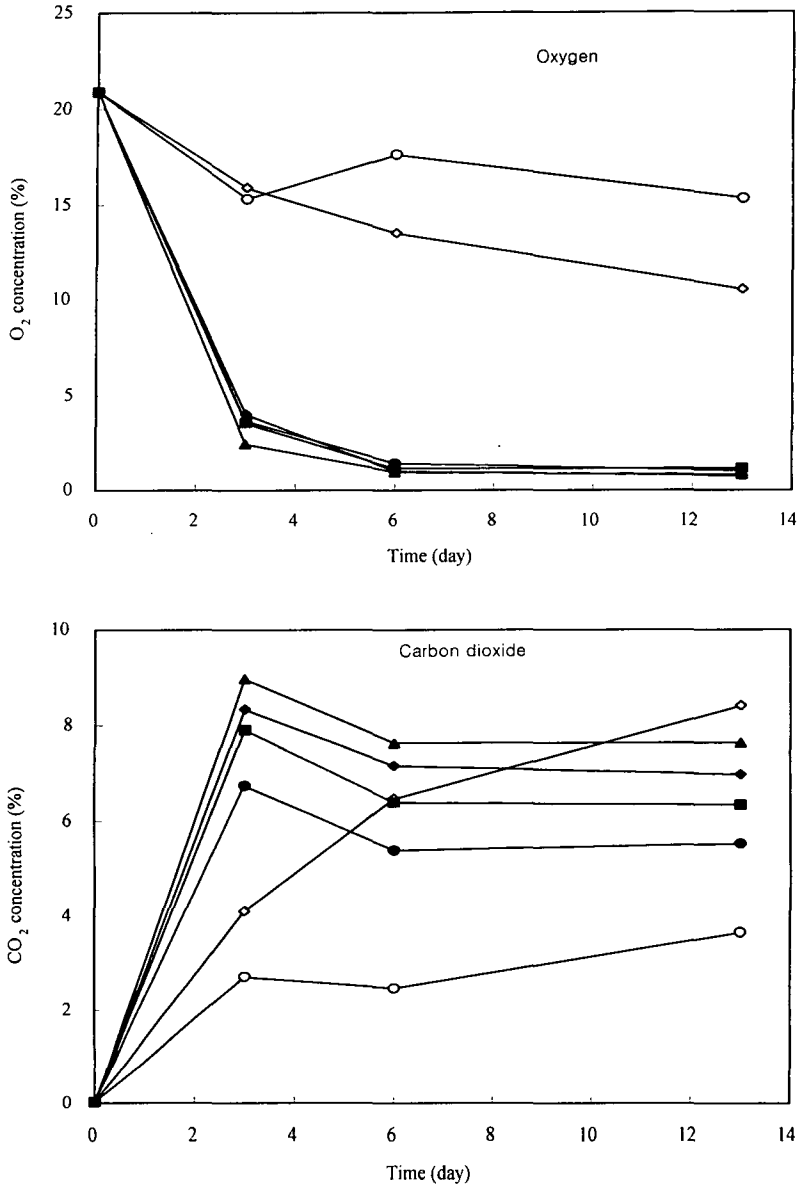


Fig. 4-4. Gas compositions in the strawberry packages at 5°C. ○: PVC wrap; ●: Plain LDPE; ▲: LDPE with 1% Ag-zirconium; ◆: LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract; ◇: Perforative pinhole package of LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract; ■: LDPE with 1% *Coptis chinensis* extract.

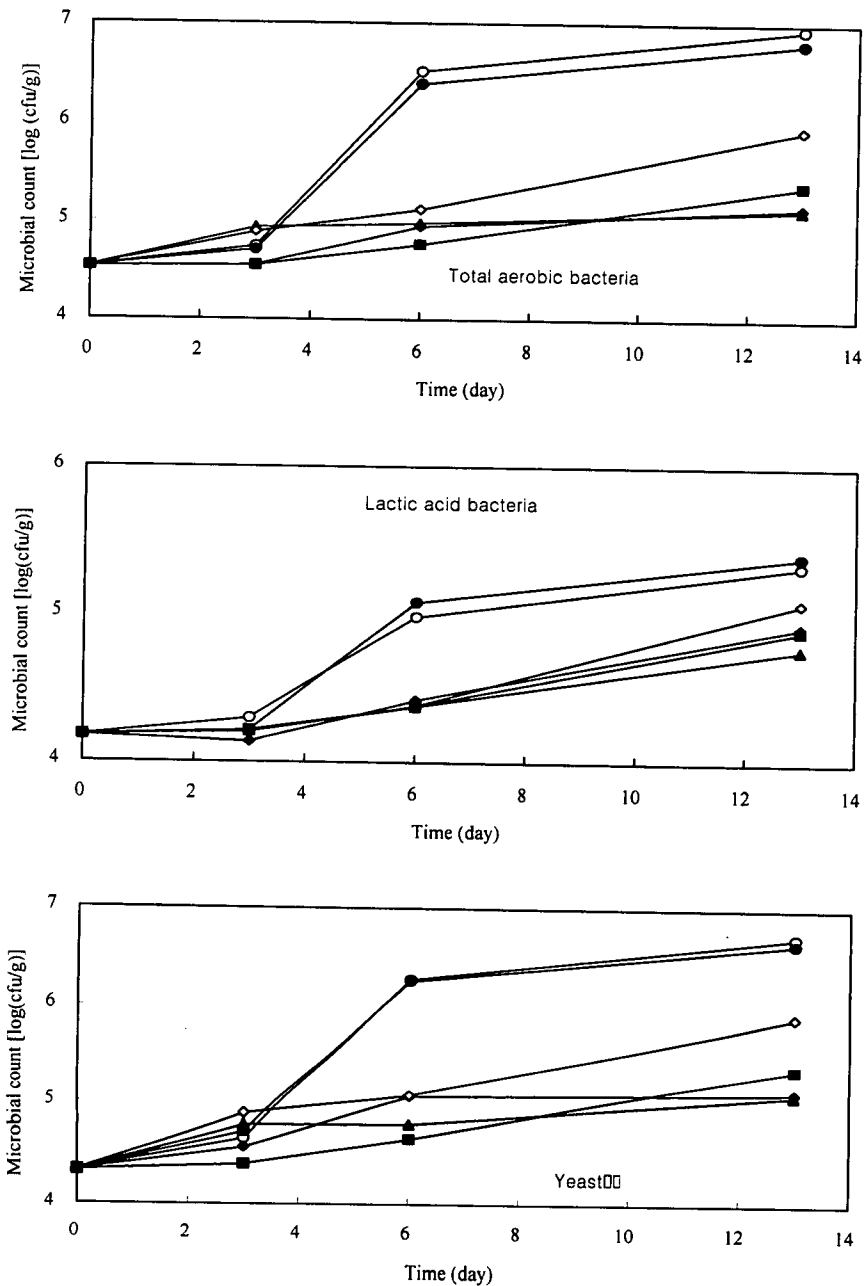


Fig. 4-5. Changes in microbial counts on the strawberries packaged with different films and stored at 5°C. ○: PVC wrap; ●: Plain LDPE; ▲: LDPE with 1% Ag-zirconium; ◆: LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract; ◇: Perforative pinhole package of LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract; ■: LDPE with 1% *Coptis chinensis* extract.

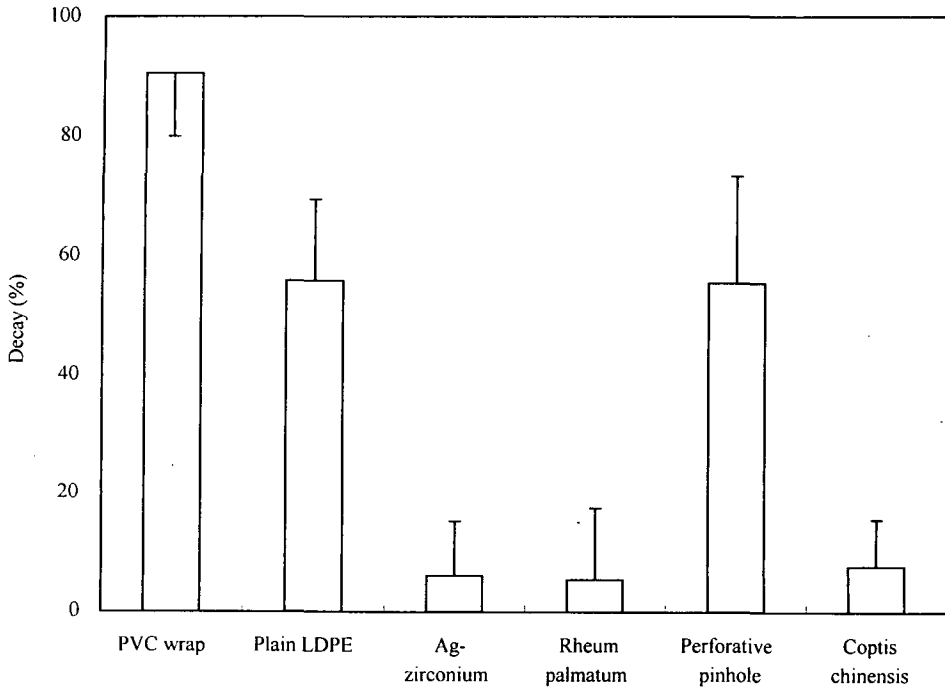


Fig. 4-6. Decay of the strawberries packaged with different films and stored at 5°C for 13 days. Bars indicate standard deviations of the data.

포장의 통기성으로 인하여 PVC wrap 포장에 가장 빠른 수분손실을 보여주고 있으며, 세공성 필름 포장이 밀봉성 포장에 비해서 약간의 증가된 수분손실을 보여주나 큰 차이를 보이지는 않았다 (Fig. 4-7). 2개의 필름은 외부와의 증가된 기체이동으로 포장내에 높은 산소농도와 함께 완만한 CO₂ 농도 증가를 보이지만 중량 감소에서는 크게 영향을 주지는 않았다. 빠른 수분손실, 미생물성장 및 부패의 빠른 진행으로 인하여 PVC wrap 포장은 과육의 경도에서 빠른 감소를 보여주었다 (Fig. 4-8). 그리고 세공성 필름포장을 포함하여 항균성 소재 함유필름에 의한 포장은 모두 높은 경도의 유지를 저장 중 보여주었다. 딸기와 같은 신선 과일의 연화는 polygalactronase와 같은 자체 자가분해효소와 번식된 미생물에 의해 분비되는 endopolygalactronase, endopectin lyase, cellulase, hemicellulase 등의 세포벽 분

해효소에 의한 조직의 붕괴와 관련된다 (김동만 등 1986a; Burton, 1982). 따라서 이러한 조직연화속도는 호흡과 같은 생리적 변화와 미생물적 부패가 억제되는 CA(controlled atmosphere)저장조건에서 현저히 낮아지고 있음이 보고되고 있다(Li 와 Kader; 1989; El-Kazzaz 등 1983; Ke 등, 1991). Fig. 4-8에서도 미생물 생육이 억제되었던 항균성 필름 포장구에서 경도가 잘 유지되었으며, 대황함유 항균성 필름 포장구들에서는 세공성 핀홀 포장에 비해서 낮은 O_2 와 높은 CO_2 농도를 유지한 밀봉성 포장이 우수한 경도유지를 보였다.

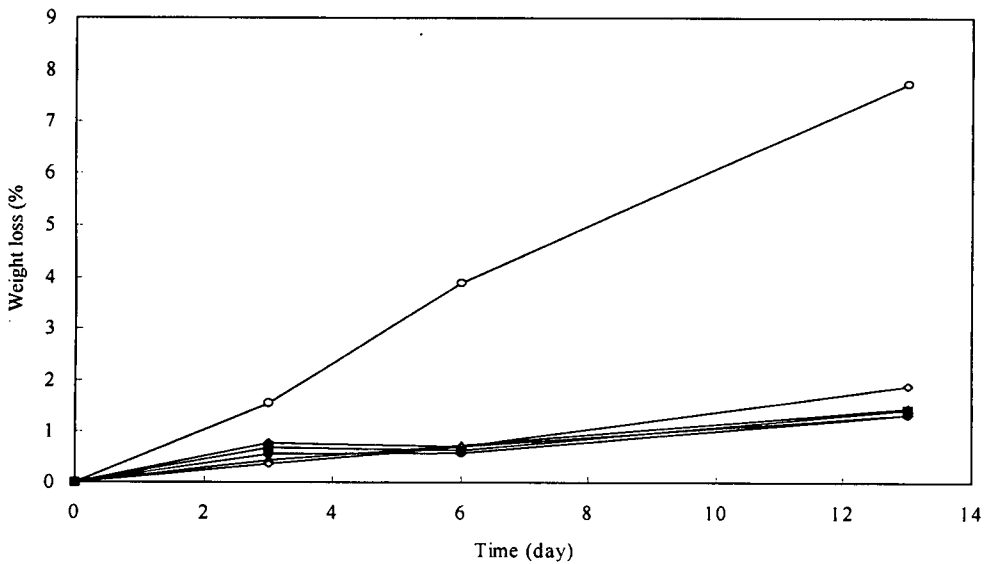


Fig. 4-7. Weight losses of the packaged strawberries at 5°C. ○: PVC wrap; ●: Plain LDPE; ▲: LDPE with 1% Ag-zirconium; ◆: LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract; ◇: Perforative pinhole package of LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract; ■: LDPE with 1% *Coptis chinensis* extract.

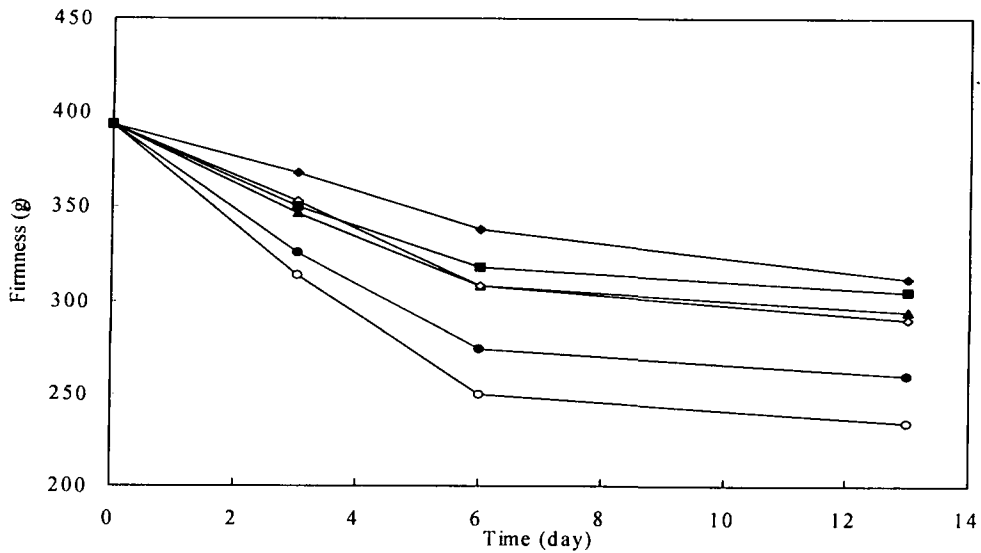


Fig. 4-8. Changes in firmness of the strawberries packaged with different films and stored at 5°C. ○: PVC wrap; ●: Plain LDPE; ▲: LDPE with 1% Ag-zirconium; ◆: LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract; ◇: Perforative pinhole package of LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract; ■: LDPE with 1% *Coptis chinensis* extract.

포장된 딸기를 13일간 저장하는 중, 가용성 고형분은 9 °Bx에서 8 °Bx부근으로 감소하였고, pH는 3.9에서 4.2부근으로 상승하고 총산은 0.8%에서 0.5%정도로 감소하였다. 시간에 따른 이러한 화학적 품질변화의 경향은 김동만 등(1986b)에 의해서 2°C에서 공기 및 CA하에 저장된 딸기에서의 변화와 일치하고 있다. 하지만 전반적인 변화경향에서 현저하거나 뚜렷한 처리구간의 차이와 특징을 발견할 수 없었다.

딸기의 환경기체조절포장에 항균성 필름을 이용하는 데 있어서는 결론적으로 대황 추출물, 황련추출물, Ag-zirconium 등을 1%농도로 함유시킨 LDPE필름을 사용하여 딸기를 밀봉 포장하면 미생물 생육을 억제하고 부패율을 감소시키고 아울러 경도를 잘 보존할 수 있었다. 항균제 함유 필름의 밀봉포장에 의한 변형기체조성도 부패 억제에 유의적인 효과를 보여주었다. 따라서 이러한 항균성 포장필름에 의한 딸기의 포장기간이 딸기의 신선도유지와 저장기간 연장에 효과적인 수단의 하나로 사용될 수 있을 것으로 평가되었다.

2) 오이 및 호박 포장에의 적용

항균성 포장필름을 이용한 오이의 환경기체조절포장 실험에서의 포장내의 기체조성의 변화를 Fig. 4-9에서 보여주고 있다. 통기성 대조구 포장은 마려된 통기구로 인하여 공기의 조성과 비슷하였고, LDPE 필름과 항균성 물질을 첨가한 LDPE 필름에 의한 포장은 저장 5일이후부터 4.9%이하의 낮은 O_2 농도와 지속적으로 증가되는 CO_2 농도를 보였다. 전체적으로 포장내의 기체농도는 저장 12일 후에 평형에 도달하였고, CO_2 농도는 황련첨가 필름의 포장에서 8.9~9.8%로 가장 높았고 LDPE 포장에서 6.3~6.8%로 가장 낮았으며, 다른 필름의 밀봉포장은 이들 두 범위의 사이에 있었다. O_2 농도는 LDPE 필름과 GFSE 함유 필름의 포장이 1.5~2.7%로 다른 포장구에 비해 약간 높았고 대항, 황련, Ag-zirconium 함유 필름은 0.7~1.2%로 처리구간에 거의 비슷하였다. 그리고 저장 19일이 지나면서 포장내의 공간(free volume)이 줄어들어서 포장이 수축함으로 인하여 기체조성을 측정할 수 없었다. Kanellis 등(1988)은 오이의 혐기적 호흡을 유발시키는 한계의 O_2 농도가 0.5%로 보고한 바 있으며, 본 연구의 여러 밀봉포장된 오이를 저장 27일 동안 개봉하여 육안적인 품질을 살펴보았을 때 어떤 이취나 생리적 장애를 발견할 수 없었다. 따라서 본 연구에서 오이의 개체별 밀봉포장에서 얻어진 O_2 0.7~2.7%, CO_2 6.3~9.8%의 농도범위는 오이의 생리장애를 유발시키지 않는 기체조성의 조건을 형성시킨 것으로 생각된다. 또한 이러한 기체조성은 신선 과채류의 상업적인 MAP 포장에서 저장성의 향상을 위해 권장되는 일반적인 기체조성인 2~5% O_2 나 3~8% CO_2 농도와 비교적 가까운 범위에 있다 (Day, 1993).

Fig. 4-10에서는 호박의 여러 포장내의 기체조성을 보여주고 있으며, 밀봉된 포장 중에서는 Ag-zirconium 첨가 필름의 포장에서 10%이상의 가장 높은 CO_2 농도와 낮은 O_2 농도를 보인 반면, LDPE 포장과 GFSE 첨가 필름의 포장에서 비교적 낮은 CO_2 농도와 높은 O_2 농도를 보였다. Park과 Cho(1998)가 호박의 포장에서 품질유지에 긍정적인 것으로 보고한 O_2 농도 2~7%, CO_2 농도 5~8%의 범위에 근접한 기체조성을 보이는 포장은 LDPE, GFSE함유 필름, 대항 추출물 함유 필름, 황련 추출물 함유 필름에 의한 포장이다. 이들은 저장 10일이후부터 CO_2 농도에서는 5.3~7.9%의 비슷한 수준을 보이나, O_2 농도에서는 LDPE, GFSE함유 필름의 포장은 6.5~8.9%의 높은 수준을 보이고 대항 및 황련 추출물 함유 필름 포장은 0.8~2.4%의 낮은 범위에 있었다.

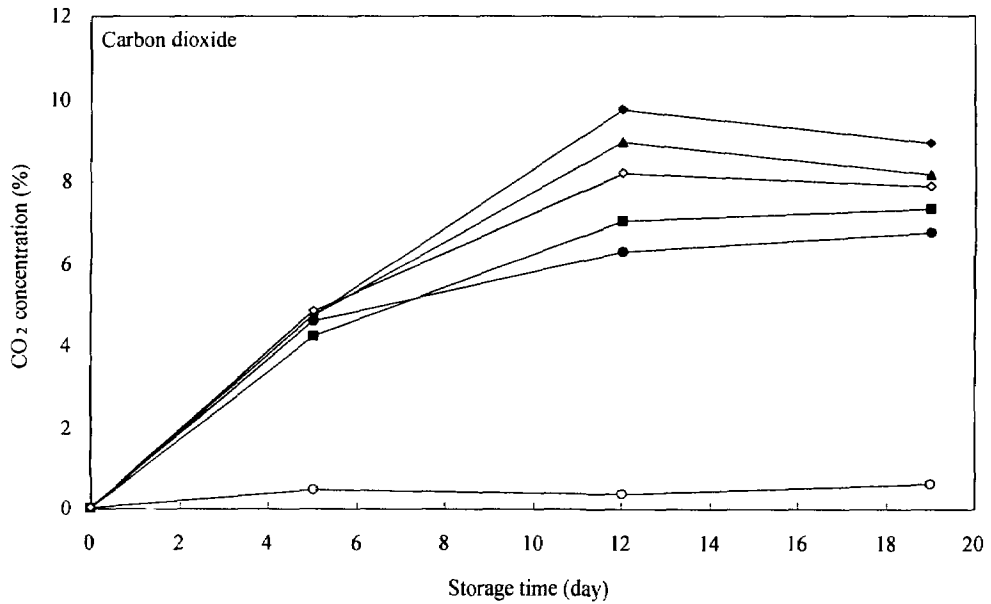
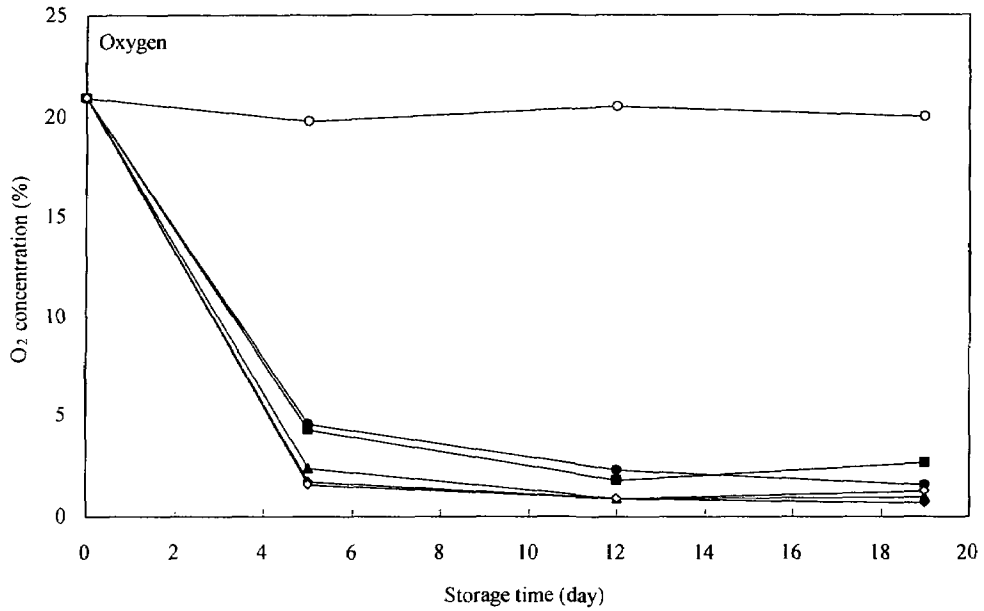


Fig. 4-9. Changes in gas composition of the cucumber packages stored at 10°C. ○: Perforated control; ●: Plain LDPE; ■: LDPE with 1% GFSE; ▲: LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract; ◆: LDPE with 1% *Coptis chinensis* extract; ◇: LDPE with 1% Ag-zirconium.

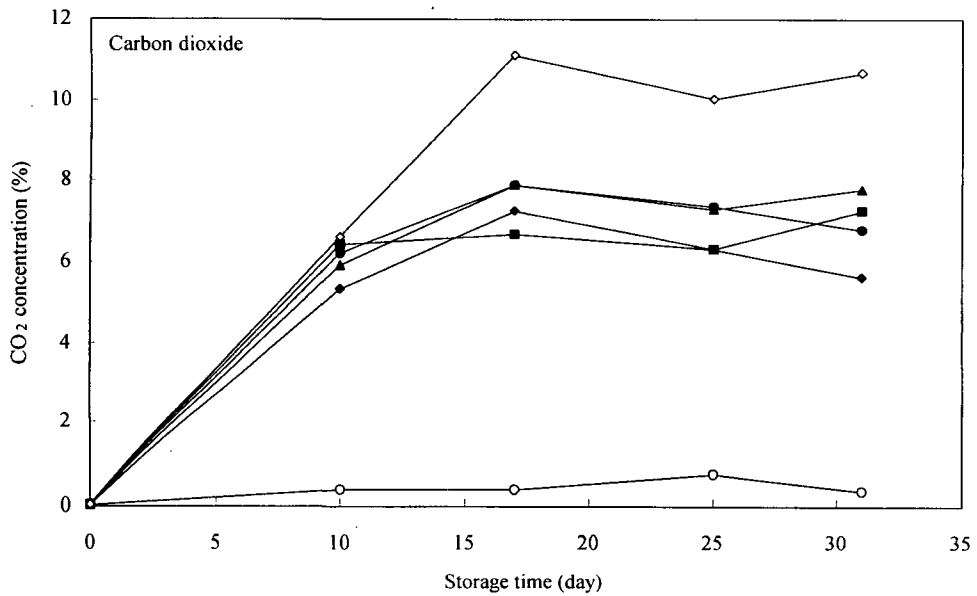
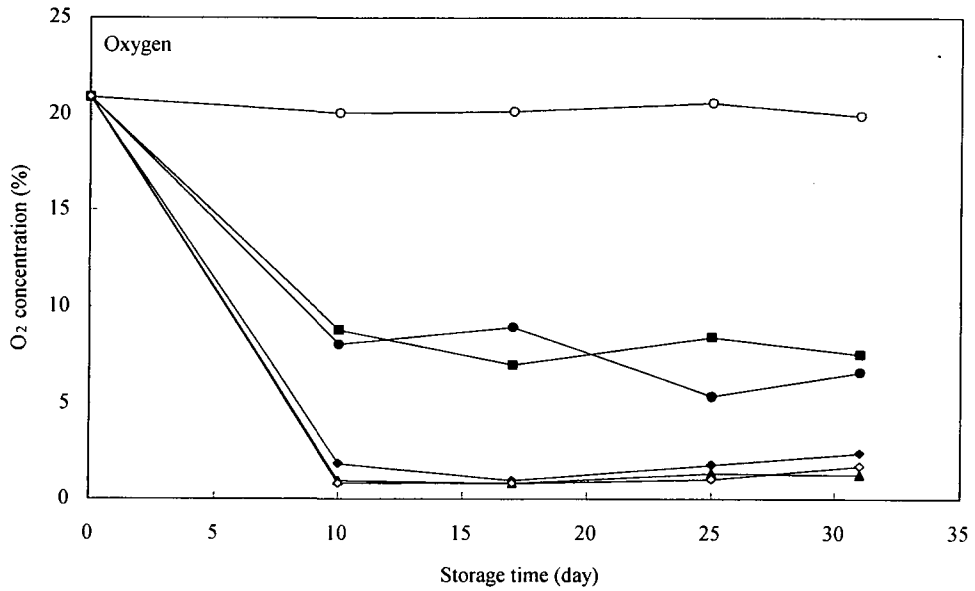


Fig. 4-10. Changes in gas composition of the zucchini packages stored at 10°C. ○: Perforated control; ●: Plain LDPE; ■: LDPE with 1% GFSE; ▲: LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract; ◆: LDPE with 1% *Coptis chinensis* extract; ◇: LDPE with 1% Ag-zirconium.

Fig. 4-9와 Fig. 4-10에서 얻어진 포장내의 기체조성은 오이나 호박의 호흡과 포장필름의 기체투과도와와의 상호 관계에 의해서 결정된 것이다. LDPE와 GFSE 첨가 필름은 27~28 μm 의 얇은 두께로 인하여 두께가 48~55 μm 인 다른 처리구 필름보다 O_2 및 CO_2 의 기체 투과도가 높으며, 따라서 상대적으로 높은 O_2 농도와 낮은 CO_2 농도를 포장내에 형성시켰다. 대황과 황련의 추출물, Ag-zirconium을 첨가시킨 필름은 두꺼운 구조로 인하여 이들 필름에 비해 상대적으로 기체투과도가 낮았으며, 이로 인하여 낮은 O_2 와 높은 CO_2 농도를 형성시켰다.

포장된 오이의 저장 중 표면에서 미생물 증식에서의 변화를 Fig. 4-11에서 보여주고 있다. 전체적인 경향에서 통기성 대조구 포장에 비해서 밀봉포장된 환경기체조절포장이 낮은 호기성 총균수, 곰팡이와 효모의 수를 나타내었다. 항균성 필름에 의한 오이의 포장이 뚜렷이 미생물 성장을 억제하는 경향을 보여주지 못하였다. 이러한 경향은 포장된 호박의 저장 중 미생물 수의 변화에서도 나타났으며, 호기성 총균수의 증식에 있어서는 저장 17일까지 환경기체조절포장이 통기성 대조구 포장에 비하여 차이를 보이지 않았다 (Fig. 4-12). 이러한 경향은 앞에서 본 5 $^{\circ}\text{C}$ 에서 딸기의 환경기체조절포장에서 항균성 필름이 현저한 미생물 증식억제의 효과를 보인 것과는 대조적이다. 딸기는 표면에서의 미생물 증식이 빠르고 조직연화와 함께 부패가 급격히 나타나는 점이 오이와 호박과는 다르며, 이러한 특성의 차이가 항균성 필름의 미생물 증식에 미치는 영향을 다르게 한 것으로 추측된다.

10 $^{\circ}\text{C}$ 에서 27일 저장된 오이의 부패율을 보면 통기성 대조구와 보통 LDPE 필름으로 포장된 경우 각각 95.2%와 61.9%를 보인 반면, 항균성 물질이 첨가된 필름의 포장은 이들 포장구보다 낮은 수준(23.8~42.9%)을 나타내었다 (Fig. 4-13). 비록 약간씩 다른 포장내의 기체조성의 영향에 의해 부패율이 달라질 수 있었겠으나, 보통 LDPE 포장과 거의 같은 기체조성을 보인 GFSE첨가 필름에 의한 포장이 전자보다 낮은 부패율을 보인 점을 보면, 항균소재의 혼입이 부패율 억제에 일부 기여한 것으로 판단된다.

하지만 호박의 포장에서는 오이에서와는 달리 Ag-zirconium을 첨가한 필름으로 포장한 경우가 81.0%의 부패율을 나타내어서 통기성 대조구 포장의 71.4%보다 좋지못

한 결과를 나타내었다 (Fig. 4-13). Ag-zirconium 첨가 필름의 포장구에서 가장 높은 10.0~11.1%의 CO₂ 농도를 보인 점이 주목되며 (Fig. 4-10) 이로 인한 생리장해가 동반된 부패로 나타난 것으로 해석된다. 호박의 최대 CO₂ 허용 농도에 대한 정보가 없기 때문에 단정하기에는 어려움이 있으나 환경기체조절포장에 항균성 필름을 이용하는 경우에 해당 품목에 적절한 기체조성을 유지시키는 것이 필요한 것으로 생각되고 이를 위해서는 적절한 기체투과도를 갖은 필름의 선정이 중요할 것이다. 호박의 경우 10%를 초과한 CO₂ 농도는 저장에 바람직하지 못한 것을 추정해 볼 수 있다. 반면에 보통 LDPE 및 다른 항균성 필름을 사용한 밀봉 포장은 통기성 대조구 포장에 비해서 낮은 부패율을 보여서 MAP가 부패율 억제에 긍정적인 역할을 할 수 있음을 보이고 있다. 그러나 항균성 소재가 첨가된 필름으로 포장한 경우가 보통 LDPE에 비해서 더 낮은 부패율을 보이지 못함은 호박의 포장시에 항균성 필름이 MAP의 효과이외에 다른 부가적인 저장성 향상을 부여하지는 못하였다. 오히려 GFSE첨가 필름 포장은 보통 LDPE포장보다 더 높은 부패율을 발생시켰다.

포장된 산물의 경도의 변화에서는 개체간의 차이가 많아서 처리구의 뚜렷한 영향을 볼 수 없었다(Fig. 4-14). 대체적으로 오이에서는 대항, Ag-zirconium을 첨가한 필름 포장구가 저장 중 높은 경도의 유지를 보여주었고, 호박에서는 황련과 GFSE를 첨가한 필름의 포장이 높은 경도를 유지하였다. 저장 최종시점에서 경도의 뚜렷한 감소는 부패에 의한 조직의 연화에 기인한 것으로 볼 수 있다.

포장된 오이에서 항균성 필름 포장이 대조구 및 보통 LDPE 필름 포장보다 높은 ascorbic acid 보존을 나타내었으나, 호박에서는 Ag-zirconium을 첨가한 필름 포장구가 낮은 ascorbic acid의 보존성을 보인 외에 포장구간에 개체간의 차이를 넘는 뚜렷한 경향을 볼 수 없었다 (Table 4-8). 이는 항균성 필름을 이용한 환경기체조절포장에 의해 나타난 부패율의 추이와 비슷한 점이 많은데, 오이에서는 항균성 포장재에 의한 밀봉포장이 부패율 감소와 ascorbic acid 보존의 부가적인 저장성 향상을 유도시킨 반면에 호박에서는 그러하지 못하였다. 오히려 포장내에 10%이상의 높은 CO₂ 농도를 형성시킨 Ag-zirconium을 첨가한 필름 포장이 호박에서 많은 부패를 발생시키고 낮은 ascorbic acid보존을 보인 점은 상호 연관되어질 수 있을 것이다.

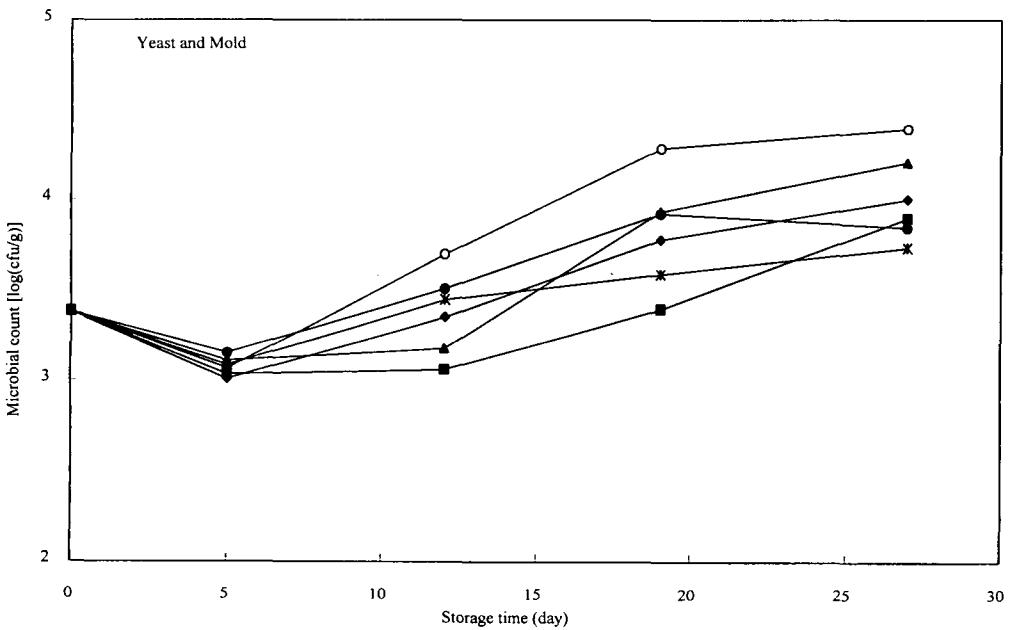
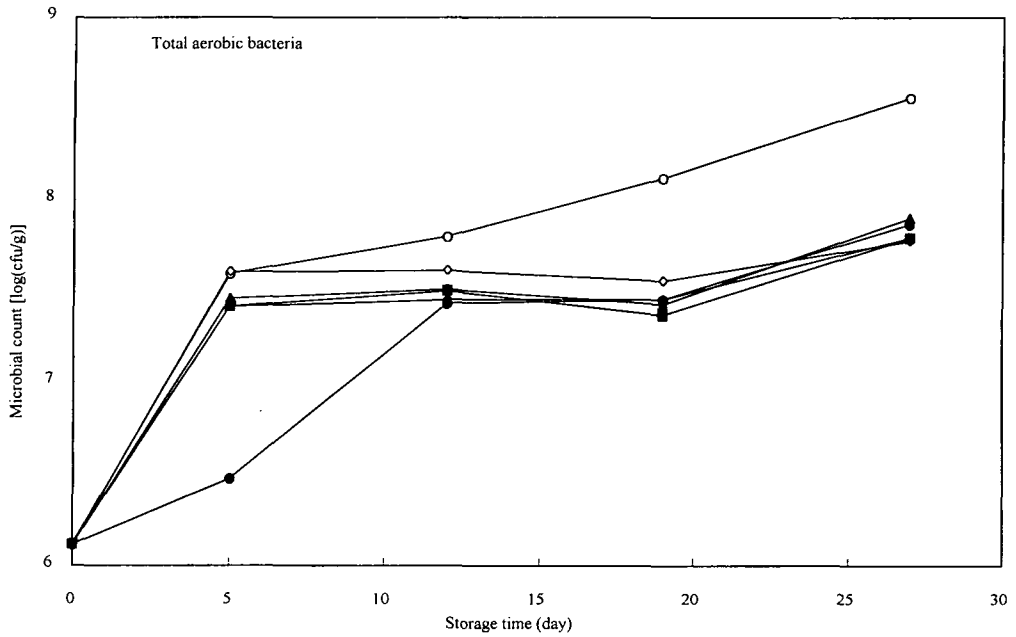


Fig. 4-11. Changes in microbial counts on the packaged cucumber stored at 1 0°C. ○: Perforated control; ●: Plain LDPE; ■: LDPE with 1% GFSE; ▲: LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract; ◆: LDPE with 1% *Coptis chinensis* extract; ◇: LDPE with 1% Ag-zirconium.

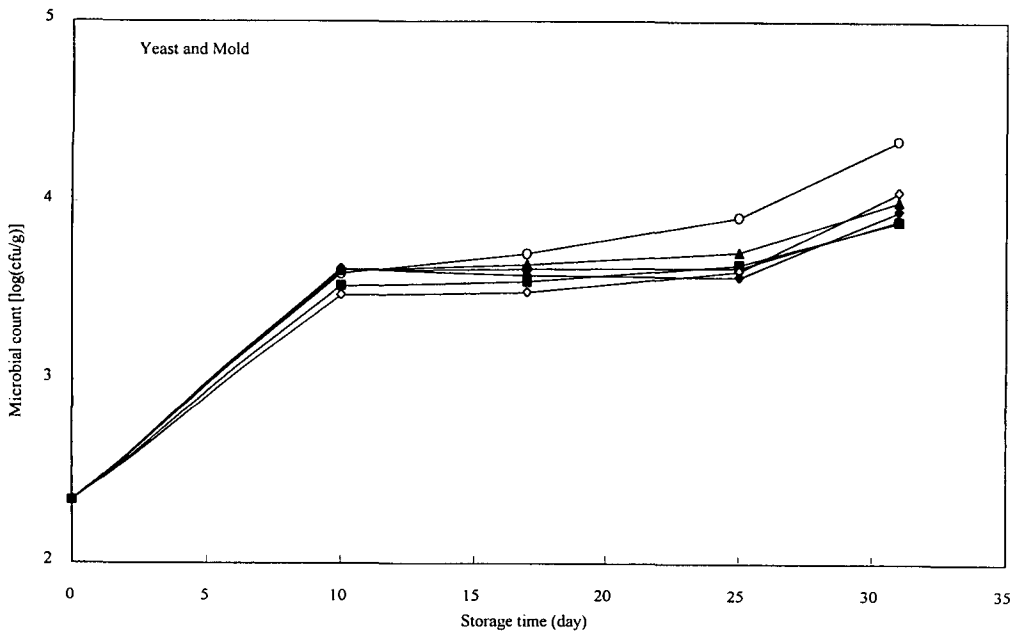
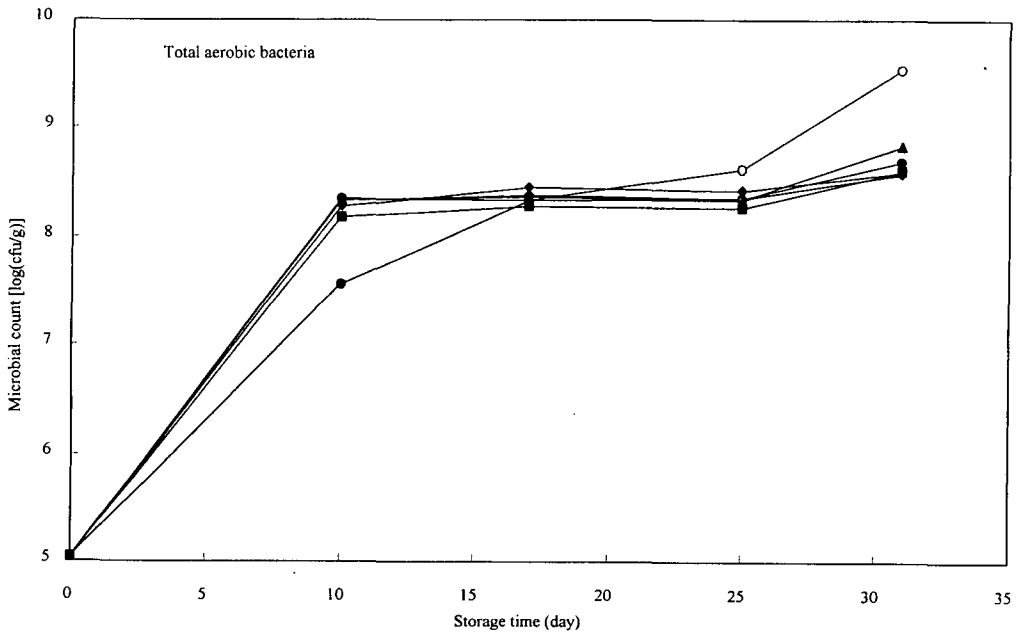


Fig. 4-12. Changes in microbial counts on the packaged zucchini stored at 1 0°C. ○: Perforated control; ●: Plain LDPE; ■: LDPE with 1% GFSE; ▲: LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract; ◆: LDPE with 1% *Coptis chinensis* extract; ◇: LDPE with 1% Ag-zirconium.

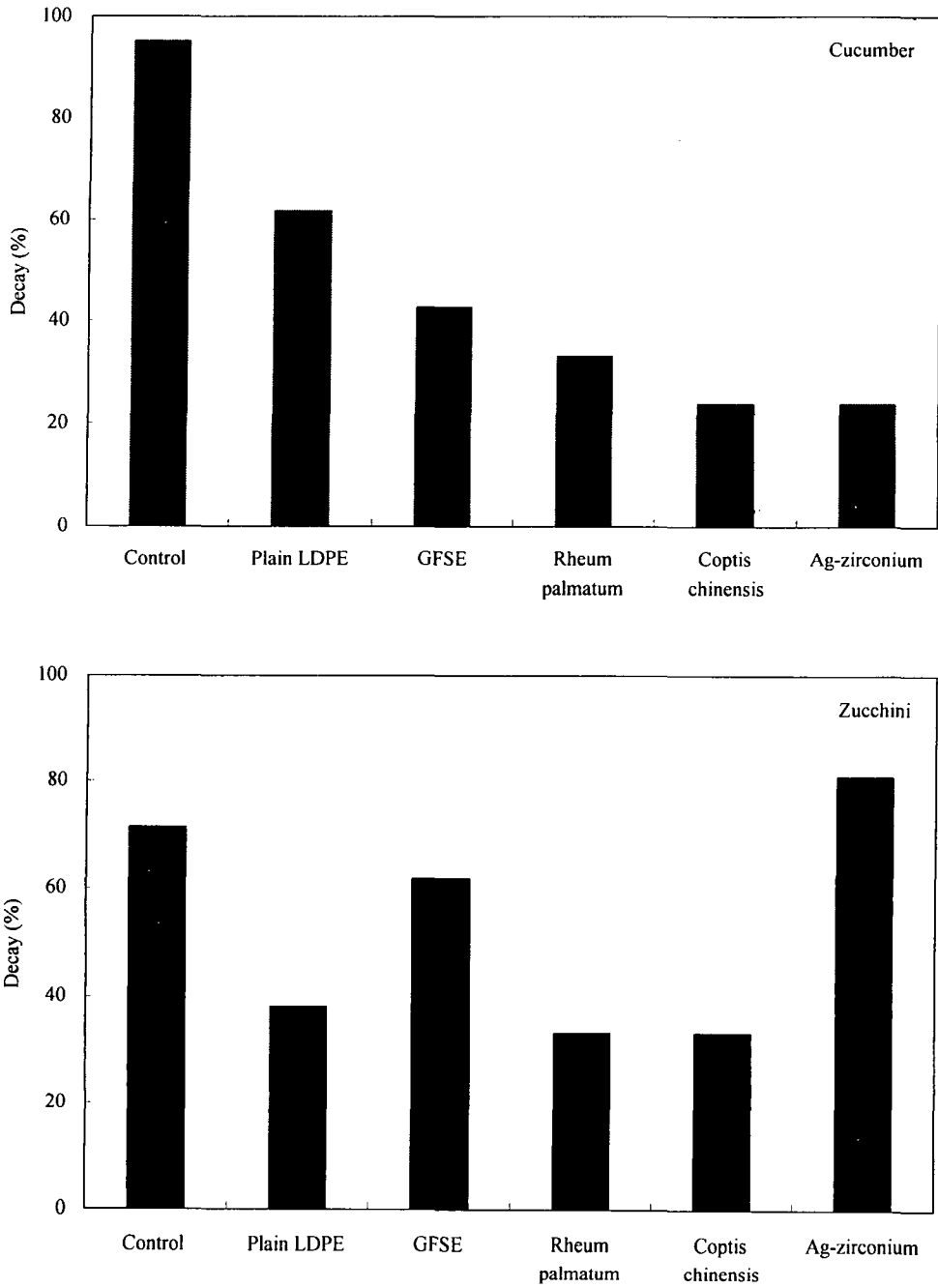


Fig. 4-13. Decay of the packaged cucumber and zucchini stored at 10°C after 27 and 31 days, respectively.

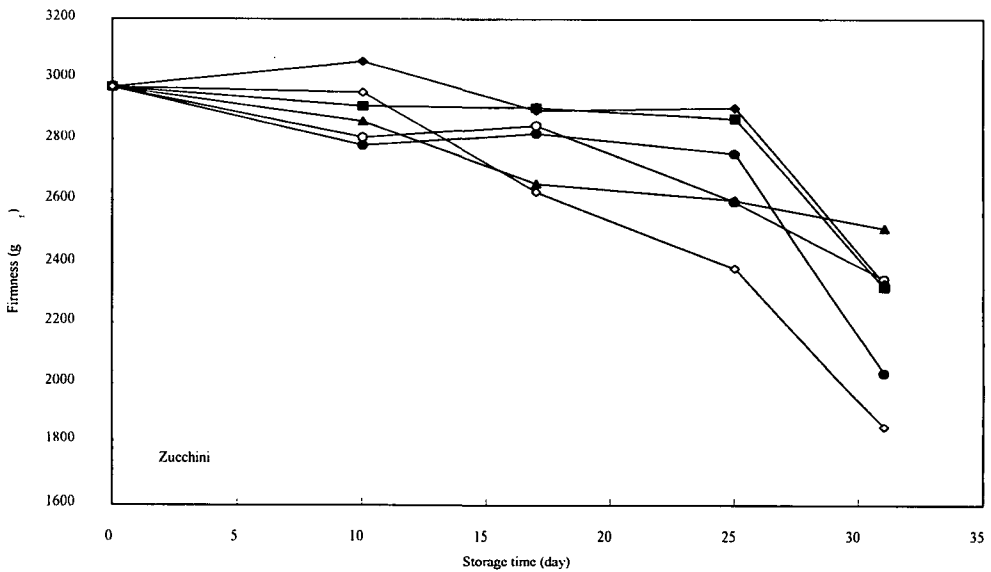
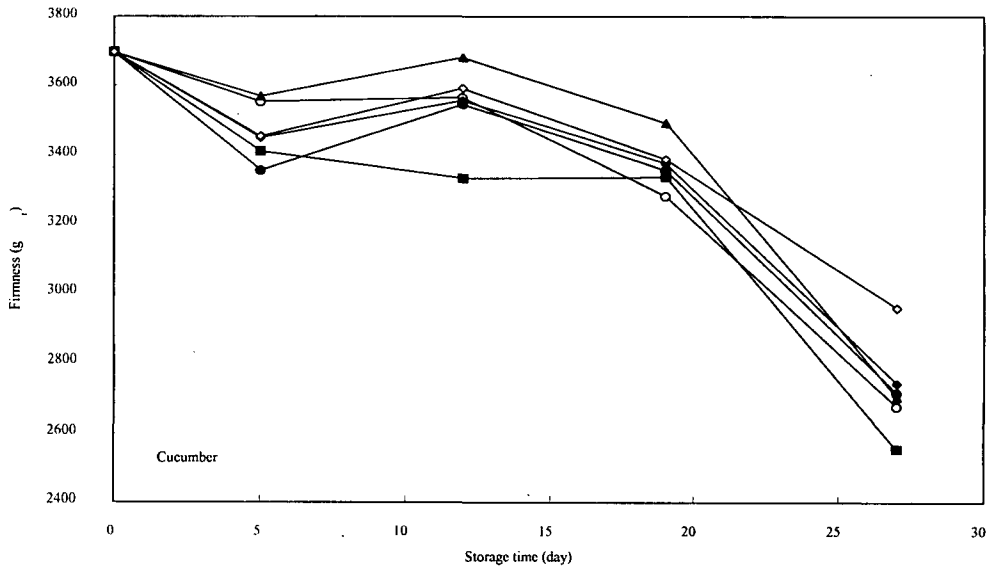


Fig. 4-14. Changes in firmness of the packaged cucumber and zucchini stored at 10°C. ○: Perforated control; ●: Plain LDPE; ■: LDPE with 1% GFSE; ▲: LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract; ◆: LDPE with 1% *Coptis chinensis* extract; ◇: LDPE with 1% Ag-zirconium.

오이와 호박의 포장에의 항균성 필름의 적용을 전체적으로 종합하면, O₂ 농도 0.7~1.2%, CO₂ 농도 6.3~9.8%를 형성시키는 오이의 환경기체조절포장은 딸기 포장에 서와 같이 미생물 억제와 부패율 감소에 효과를 가지며, 항균성 필름의 사용은 부가적인 부패율 감소를 가져옴과 아울러 ascorbic acid 보존에 기여하였다. 이와는 달리, 호박의 포장에서는 O₂ 농도 0.8~8.9%, CO₂ 농도 5.3~7.9%의 범위를 보이는 환경기체조절포장은 약간의 미생물 성장의 억제와 부패율 감소를 가져오지만 항균성 필름에 의한 부가적인 저장성 향상의 효과를 얻을 수는 없었다. 항균성 플라스틱 필름을 이용한 신선 과채류의 포장은 그 품목에 적절한 기체조성을 유지하는 경우에 저장성을 향상시키는 데 기여할 수 있으며, 품목에 따라서 항균성 필름의 효과는 크게 차이가 날 수 있으므로 품목의 특성을 고려하여 이용되어야 할 것으로 생각되었다.

Table 4-8. Changes in ascorbic acid content of packaged cucumber and zucchini stored 10°C.

Cucumber					
Package	Ascorbic acid content in mg/100g for storage periods in days				
	0	5	12	19	27
Perforated control	7.6	5.8	3.6	1.6	1.1
Plain LDPE	7.6	5.8	4.3	3.2	2.3
LDPE with 1% GFSE	7.6	6.5	6.4	4.7	2.4
LDPE with 1% <i>Rheum palmatum</i> extract	7.6	7.3	5.7	3.4	2.2
LDPE with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract	7.6	6.7	4.6	3.9	2.6
LDPE with 1% Ag-zirconium	7.6	7.0	5.1	3.7	2.4
Zucchini					
Package	Ascorbic acid content in mg/100g for storage periods in days				
	0	10	17	25	31
Perforated control	6.6	6.4	6.8	8.6	4.6
Plain LDPE	6.6	7.0	7.4	8.7	3.7
LDPE with 1% GFSE	6.6	6.6	7.3	7.1	5.1
LDPE with 1% <i>Rheum palmatum</i> extract	6.6	7.0	8.0	7.1	6.4
LDPE with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract	6.6	7.3	7.5	7.2	6.8
LDPE with 1% Ag-zirconium	6.6	5.7	4.9	5.2	6.5

3. 경제성 있는 항균성 필름의 제조방법 개발

가. 코팅에 의한 항균성 필름의 가공

항균성 필름을 가공하는 데에 있어서 대부분 고온의 열처리과정을 겪는 압출공정에 의해 필름을 성형하므로 이 과정에서의 높은 온도로 인하여 항균성 물질이 파괴되고 있으며, 이로 인하여 제조된 포장필름의 미생물 억제능력이 저하된다. 고온의 상태에 노출되지 않는 조건에서 항균성 필름을 가공할 수 있는 방법이 개발된다면 이러한 문제점을 해결할 수 있을 것으로 전망된다. 용매나 결합제 (binder) 용액에 항균성 물질을 녹인 다음 필름에 코팅하고 용매를 휘발시키면 이러한 점이 해결될 것으로 생각되어 코팅공정에 의한 항균성 필름의 제조에 관하여 실험하였다.

LDPE 필름의 표면은 소수성을 띄므로 그대로는 수용성이나 친수성 물질의 코팅이 어렵다. 따라서 수용성 항균물질의 코팅이 가능하도록 코로나 처리된 43 μm 두께의 저밀도폴리에틸렌에 GFSE 용액, 대항 추출물 용액, 황련 추출물 용액을 각각 70 μm , 100 μm , 100 μm 간격의 roll 사이로 통과시켜 코팅한 다음 필름을 건조하고, 그 두께를 측정하였을 때, 항균제 용액의 코팅은 필름의 두께를 약 1~2 μm 정도 증가시키는 것으로 나타났다. 수분과 ethanol성분의 증발에 의해 고형분 항균제만이 최종적으로 필름위에 남게 되므로 건조된 상태의 코팅이 두께 변화에 미치는 영향은 아주 미미한 정도이었다. GFSE용액으로 코팅한 필름의 경우 건조 후에도 필름표면에 약간의 얼룩이 나타났고, 대항과 황련 추출물에 의한 코팅필름의 건조후에는 표면에 황갈색을 띄고 약간의 끈적거리는 현상이 있었다. 그리고 필름면에서의 코팅 들은 수분에 용해되기 때문에 원예산물의 포장시에 수분증산으로 인하여 포화습도상태를 유지하는 포장내부나 수분이 많은 산물의 표면에 노출되거나 접촉될 때, 필름 표면에서의 지속적인 형태유지는 곤란하였다. 이는 항균물질의 이행을 용이하게 해주는 긍정적인 면이 있는 반면, 시각적인 결점으로 작용할 수 있다. 항균성 코팅의 LDPE 필름 위에서의 접착성을 증가시키기 위해서는 항균 물질을 결합제와 결합시켜 코팅할 필요가 있으며, 적절한 결합제의 발굴은 본 과제의 다음 부분에 실험하였다.

본 연구에서 검토된 세 가지 항균제의 농도별 코팅에 의해 제조된 LDPE 필름이 평판 배지상에서 여러 미생물 균주에 대해 갖는 항균성을 Table 4-9에 나타내었다. GFSE용액으로 코팅한 필름이 1~5%의 모든 농도에서 *Escherichia coli*,

Staphylococcus aureus, *Leuconostoc mesenteroides*, *Bacillus subtilis*에 대해서 항균성을 보이고, 5~25 °Bx 농도의 황련 추출물로 코팅된 필름이 *L. mesenteroides*에 대해서 생육억제를 나타내었다. 반면에 실험에 사용된 모든 필름이 *Pseudomonas aeruginosa*, 곰팡이(*Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*), 효모(*Saccharomyces cerevisiae*)에 대해서 평판배지에서 생육저해를 보여주지 못하였다. 5~25 °Bx 농도의 대황 추출물 용액으로 코팅한 필름에서는 시험에 이용된 모든 균주에 대해 항균성이 나타나지 않았다. 평판배지상에서의 결과로 볼 때 GFSE 용액에 의한 코팅이 포장필름에 항균성을 부여하는 면에서 우수한 것으로 평가되며, 그 다음으로 황련 추출물의 코팅에 의하여 일부의 항균성을 얻을 수 있을 것으로 보인다.

Table 4-9. Antimicrobial activity of antimicrobial agent-coated LDPE packaging films as observed by disk test*

Test organism	Uncoated	Coated with GFSE (%)					Coated with <i>Rheum palmatum</i> extract (°Bx)					Coated with <i>Coptis chinensis</i> extract (°Rx)				
		1	2	3	4	5	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
<i>E. coli</i>	-	+	++	++	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sta. aureus</i>	-	+	++	++	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. mesenteroides</i>	-	+	++	++	++	++	-	-	-	-	-	++	++	++	++	++
<i>B. subtilis</i>	-	+	++	++	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseud. aeruginosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sacch. cerevisiae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asp. oryzae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asp. niger</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. chrysogenum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*-, no reaction; +, clear zone of 1.0~2.5 mm; ++, clear zone of 2.5~7.0 mm.

앞에서 압출공정에서 1%의 GFSE를 혼입하여 제조한 필름은 disk test에서 *E. coli*, *Sta. aureus*에 대해서만 항균성을 보이고, 대황이나 황련의 추출물을 첨가시킨 필름은 *L. mesenteroides*를 포함한 실험에 사용된 7 균주 모두에 대해서 항균성을 보이지 않은 점을 고려한다면, GFSE 및 황련 추출물의 코팅 필름은 보다 넓은 범위의 항균력을 가진 것으로 평가된다. 이는 코팅필름에 제조에서 항균성 식물성 추

출물이 가열없이 코팅됨에 의하여 그 항균활성이 비교적 잘 유지됨에 따른 것으로 추측된다. 따라서 코팅은, 적절히 이용되고 개발된다면, 열에 약한 천연 항균물질을 포장필름에 부착시키는 유용한 방법이 될 수 있을 것으로 평가된다.

다음으로 항균물질을 안정적으로 LDPE 필름에 코팅하기 위하여 코팅할 매체를 선정하고자 하였다. 항균성 물질을 LDPE 필름에 코팅할 매체를 결정하기 위하여 코팅이 가능한 세 가지 매체로서 carnauba wax, 폴리에틸렌(PE) wax, polyamide를 검토한 결과, 건조된 필름의 코팅에 의한 무게증가 및 코팅의 수용성은 Table 4-10에서 보여주고 있다. polyamide가 용액 중 농도가 높은 관계로 인하여 필름에 가장 높은 코팅의 고정의 보여주며, 또한 물에 대해서도 녹지 않고 안정하였다. 이에 비하여 carnauba wax와 PE wax는 GFSE와 함께 코팅할 때, 높은 수용성을 보였다. 일반적으로 채소류 식품은 수분이 많은 경우가 대부분이므로 항균성 물질을 코팅하여 포장 용으로 사용하게될 때, 수용성이 높으면 이러한 코팅이 벗겨져서 여러 가지 문제를 야기할 수 있다. 코팅이 벗겨지면, 포장의 외관을 훼손할뿐만 아니라 이들 물질이 식품으로 전이되면 여러 위생적인 문제를 야기할 수 있다. 따라서 항균성 물질을 함유시켜 코팅할 매체로는 polyamide가 적절한 것으로 판단되어 이를 이용하여 GFSE 및 KMHE를 코팅하고자 하였다.

Table 4-10. Solubility of coating binder medium with GFSE on the low density polyethylene in the water

Coating medium	Weight gain by coating (g/100 cm ²)	Solubility of coating in the water (%)
Carnauba wax	2.43 x 10 ⁻²	30.4
PE wax	5.45 x 10 ⁻²	33.3
Polyamide	8.74 x 10 ⁻²	1.2

GFSE 및 KMHE로 코팅된 필름의 여러 미생물에 대한 항균성은 Table 4-11과 같았다. GFSE로 첨가된 polyamide로 코팅된 필름이 *E. coli*, *Sta. aureus*, *B. subtilis*, *B. cereus*, *L. mesenteroides*, *M. flavus*, *Sacch. cerevisiae*에 대해서 광범위하게 항균성을 가져서 가장 넓은 범위의 미생물에 대해서 항균성을 갖는 것으로 나타났으며, 10%의 황련 추출물 (*Coptis chinensis* extract)로 첨가시켜서 코팅

한 경우는 *M. flavus*에 대해서만 분명한 항균성을 보였다. 반면에 10%의 대항 추출물 (*Rheum palmatum* extract)로 첨가시켜서 코팅한 필름은 실험에 사용된 10균주에 대해서 항균성을 나타내지 못하였다. 이러한 점을 고려한다면, 시설 원예산물의 저장중 미생물을 억제할 수 있는 항균성 포장필름으로는 GFSE를 첨가시켜 코팅한 것이 가장 미생물 생육을 억제할 가능성이 많은 것으로 평가된다.

Table 4-11. Antimicrobial activity of the antimicrobial agent-coated packaging films* as observed by disk test**

Test organism	Uncoated	Coated with polyamide only	Coated with polyamide + 1% GFSE	Coated with polyamide + 10% <i>Rheum palmatum</i> extract	Coated with polyamide + 10% <i>Coptis chinensis</i> extract
<i>E. coli</i>	-	-	++	-	-
<i>Sta. aureus</i>	-	-	++	-	-
<i>Pseud. aeruginosa</i>	-	-	-	-	-
<i>B. subtilis</i>	-	-	++	-	-
<i>B. cereus</i>	-	-	+	-	-
<i>L. mesenteroides</i>	-	-	++	-	-
<i>M. flavus</i>	-	-	++	-	++
<i>Sacch. cerevisiae</i>	-	-	+	-	-
<i>Asp. niger</i>	-	-	-	-	-
<i>P. chrysogenum</i>	-	-	-	-	-

*Coating was done #5 coating bar of 11 μ m thickness with GFSE or KMHE.

**-, no reaction; +, clear zone of 0.5-2.5 mm; ++, clear zone of 2.5-7.0 mm.

polyamide 수지와 항균성 소재를 혼합하여 코팅한 LDPE필름의 기체 투과도를 측정할 결과는 Table 4-12에서 보여주고 있다. 이러한 코팅은 약 3 μ m의 두께 증가를 보여주며, 이로 인해 약간의 기체투과도 감소를 야기하였다. 그러나 나타난 투과도의 범위는 채소류의 환경기체조절포장에 이용되는 데에는 무리가 없는 것으로 판단된다. 즉, 코팅된 필름의 투과도는 일반적인 LDPE필름의 범위를 보여주고 있었다. 따라서 이러한 항균제 코팅 필름을 다음의 딸기, 오이, 호박의 환경기체조절포장에 이용하였다.

Table 4-12. Gas permeabilities of the coated LDPE film compared to the uncoated control

Film	Gas	Permeabilities (mg/m ² h atm) at	
		5°C	10°C
Uncoated control	O ₂	94.9	132.1
	CO ₂	649.8	716.2
Film coated with polyamide + 1% GFSE	O ₂	85.3	98.4
	CO ₂	497.6	640.2

나. 항균성 다층 LLDPE wrap의 항균 특성

적은 양의 항균성 물질을 사용하면서 과채류의 포장에 쓰일 수 있는 항균성 포장 필름을 얻는 방법의 하나로서 다층 LLDPE (linear low density polyethylene) wrap을 제조하고자 하였다. 제조된 필름의 항균성을 검사한 결과는 Table 4-13과 같았다. 다층 구조의 내면에 액상의 GFSE를 함입시켜 제조한 LLDPE는 그 GFSE의 농도가 0.5%에서는 시험된 10균주 모두에 대해서 항균활성을 보이지 않았으며, 1%의 농도에서는 *M. flavus*에 대해서만 약한 항균성을 나타내었다. 그리고 silica와 혼합된 분말형태의 GFSE는 1%농도로 내면에 첨가되었을 때, 실험에 사용된 균주에 대해서 항균활성을 보여주지 않았다. 다층 LLDPE wrap이 비록 적은 양의 항균성 물질을 사용하는 장점을 가지고 있으나 고온의 공압출 공정을 겪기 때문에 가공과정에서 GFSE의 항균활성이 파괴 소실되는 것으로 보인다. Wrap형태의 필름은 채소류에의 포장에 적용시에 밀착되는 장점이 있으므로 약화된 항균성을 가진 필름으로도 적용될 수 있는 분야를 찾을 수 있다. 따라서 이러한 점을 고려하여 본 연구에서는 다음에 딸기의 밀착 실험에 공압출 LLDPE wrap을 적용시키고자 하였다.

Table 4-13. Antimicrobial activity* of the coextruded multilayer LLDPE packaging wraps** impregnated with GFSE in its inner layer

Test organism	Filled with			
	Plain film	0.5% GFSE in glycerine	1.0% GFSE in glycerine	1.0% GFSE in silica
<i>E. coli</i>	-	-	-	-
<i>Sta. aureus</i>	-	-	-	-
<i>Pseud. aeruginosa</i>	-	-	-	-
<i>B. subtilis</i>	-	-	-	-
<i>B. cereus</i>	-	-	-	-
<i>L. mesenteroides</i>	-	-	-	-
<i>M. flavus</i>	-	-	+	-
<i>Sacch. cerevisiae</i>	-	-	-	-
<i>Asp. niger</i>	-	-	-	-
<i>Pen. chrysogenum</i>	-	-	-	-

*-, no reaction; +, clear zone of 0.5-2.5 mm; ++, clear zone of 2.5-7.0 mm.

**20% of 15µm film thickness was filled with GFSE in the coextrusion.

4. 선도유지 포장 시스템의 시설채소산물에의 적용

가. 항균제 단순 코팅 필름을 사용한 오이와 호박의 결속포장

앞에서 Table 4-9의 결과를 고려하여 항균성 물질을 단순하게 코팅한 포장필름을 오이와 호박의 포장에 적용했을 때, 그 효과와 가능성을 보기 위하여 1% GFSE 및 10[°]Bx농도의 대항과 황련 추출물로 코팅한 LDPE필름으로 오이와 호박을 개체별로 밀착 포장하고 10℃에서 저장하면서 품질변화를 측정하였다. Fig. 4-15에서는 항균제 코팅 필름에 의하여 포장된 오이와 호박의 저장 중 과육 표면에서의 총균수를 보여주고 있다. 전반적으로 항균제 코팅 필름에 의한 오이와 호박의 포장은 대조포장구에

비해 현저한 미생물 증식의 억제 효과를 보여주고 있지는 않는 것으로 나타났다. 다만 GFSE 코팅 필름으로 포장된 경우에 저장 10여일후부터 총균수 증가에 대해서 일정한 어느 정도의 억제효과가 확인되었다. 대황 및 황련 추출물로 코팅된 필름은 대조구 필름에 의한 포장시에 비해서 분명한 미생물 억제를 볼 수 없었다. 이러한 표면에서의 미생물 성장의 경향은 Fig. 4-16에서 부패 발생의 경향과 비교적 일치하고 있다. GFSE 코팅필름은 10℃에서 각각 24일 및 28일 저장된 오이와 호박의 부패율을 뚜렷이 감소시킬 수 있었다. 반면에 대황과 황련의 추출물로 코팅된 필름은 이들 산물의 부패율 억제에 분명한 효과를 보여주지는 못하였다. 황련 추출물로 코팅된 필름에 의한 포장이 오이에 있어서 약간의 부패율을 감소시키는 것으로 보인다.

GFSE 코팅필름은 저장 10여일 이후의 오이와 호박의 과육의 경도를 유지하는 데에도 긍정적인 기여를 하였으나, 대황과 황련 추출물의 코팅 필름은 긍정적인 뚜렷한 효과를 보여주지 못하였다 (Fig. 4-17). 포장된 오이는 포장처리구에 관계없이 10℃, 상대습도 90%에서 24일 저장하는 동안 0.5%의 중량감소를 보여주었고, 호박은 28일 저장시 0.6%의 중량감소를 보이면서 처리구간에 차이를 발견할 수 없었다 (데이터는 생략). 이러한 중량감소는 과채류의 품질면에서는 미미한 영향을 미치는 수준이다. 포장후 저장된 오이와 호박의 ascorbic acid 함량에서도 사용된 포장필름에 따른 뚜렷한 차이점은 발견할 수 없었다 (Table 4-14).

단순 코팅한 필름을 이용하여 오이와 호박을 포장하면 1% 농도의 GFSE로 코팅된 필름은 여러 미생물에 대한 항균성을 가지며, 이를 사용하여 오이와 호박을 밀착된 상태로 포장하면 해당 원예산물에서의 미생물 생육과 부패발생을 억제하고 texture의 보존에 기여할 수 있는 것으로 나타났다.

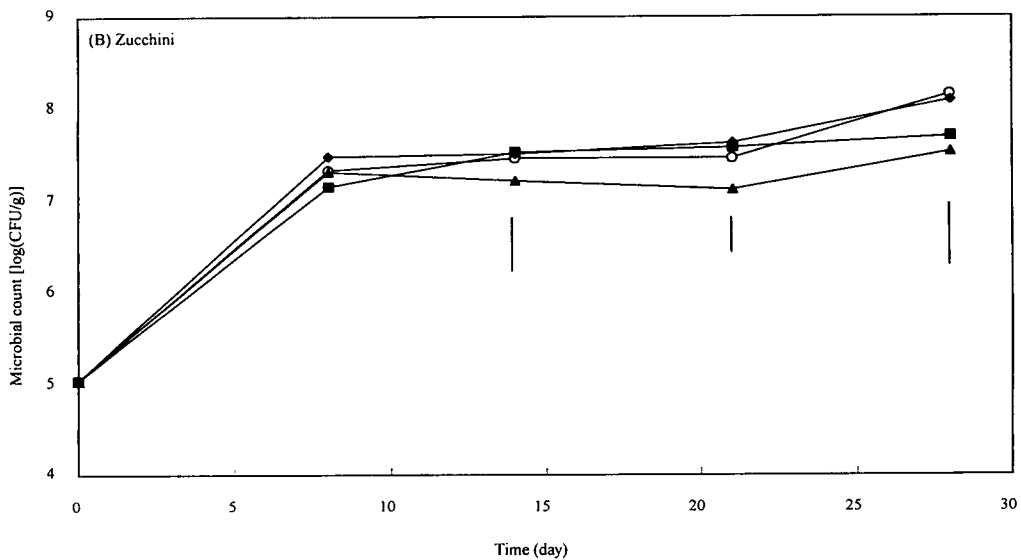
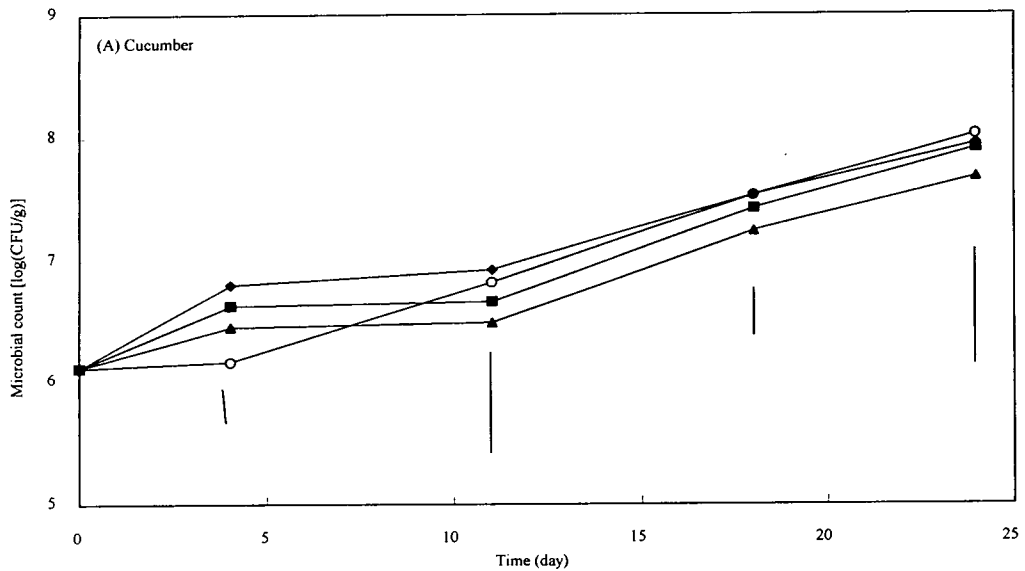


Fig. 4-15. Changes in total aerobic bacterial count on the (A) cucumber and (B) zucchini individually wrap-packaged with different films and stored at 10°C and relative humidity of 90%. Vertical bars indicate Turkey's HSD (honestly significant difference) at $\alpha=0.05$. ○: Uncoated LDPE; ▲: LDPE coated with 1% GFSE; ◆: LDPE with 10% *Rheum palmatum* extract; ■: LDPE with 10% *Coptis chinensis* extract.

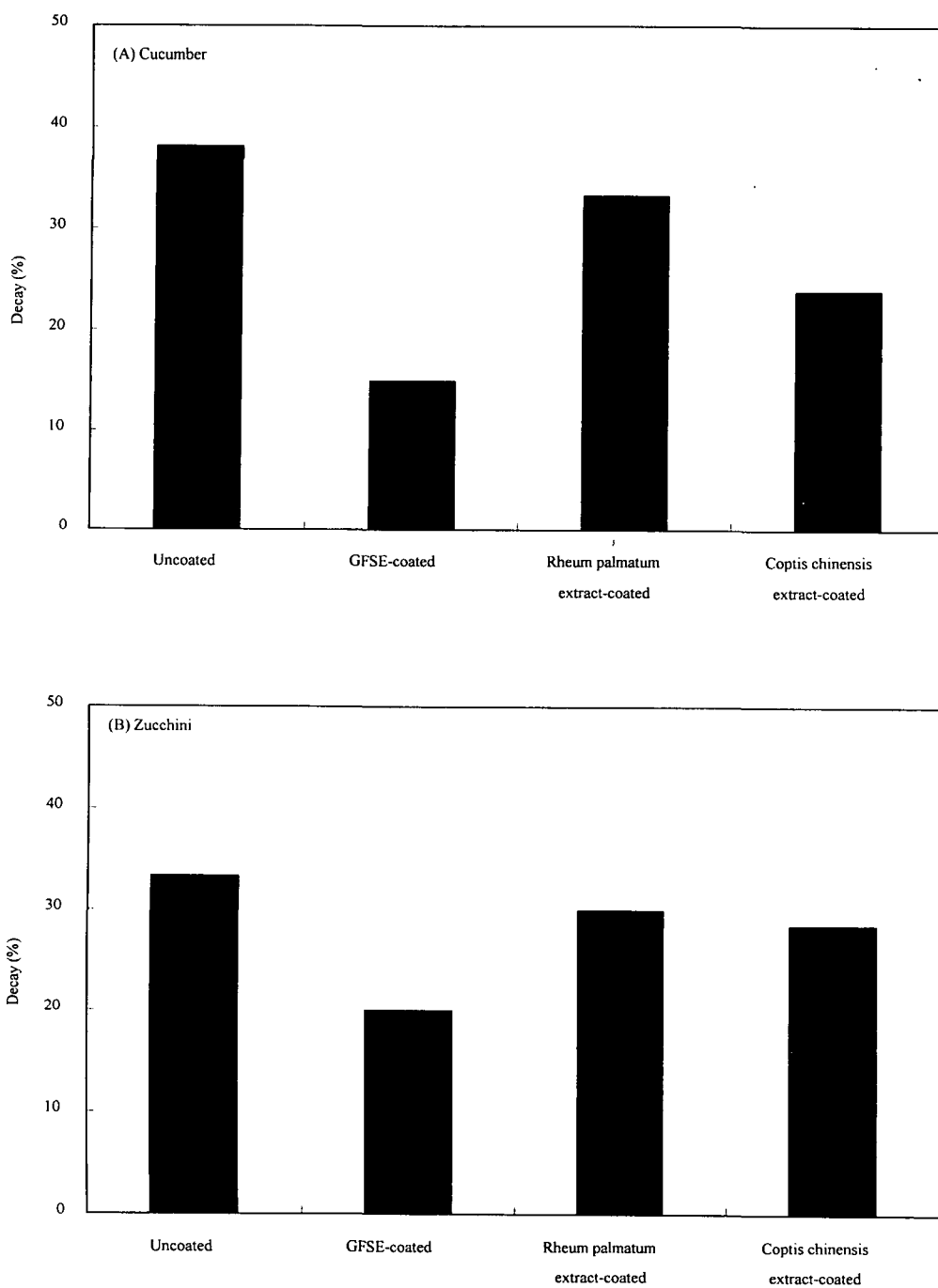


Fig. 4-16. Decay of the (A) cucumber and (B) zucchini individually wrap-packaged with different films and stored at 10°C for 24 and 28 days, respectively.

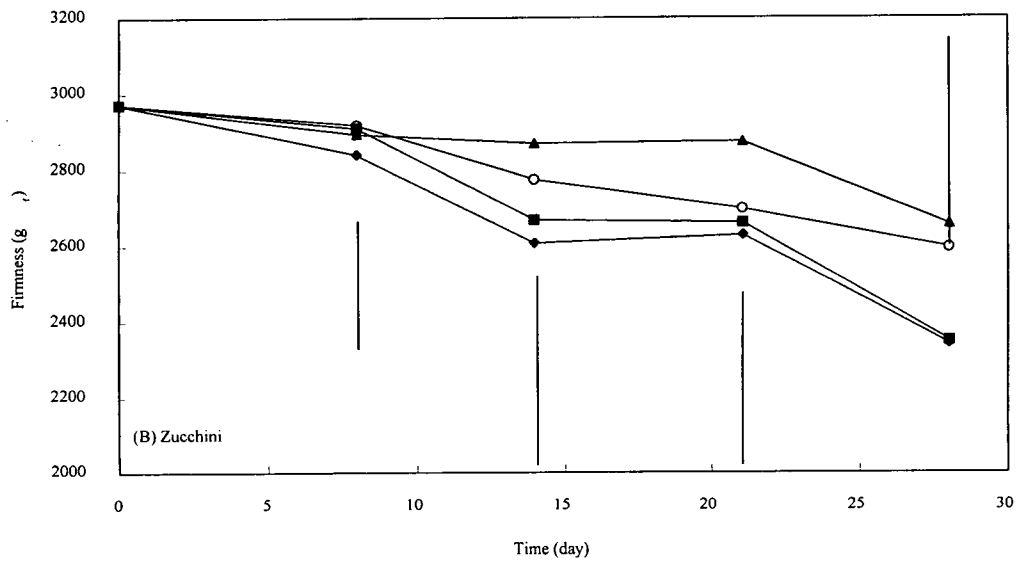
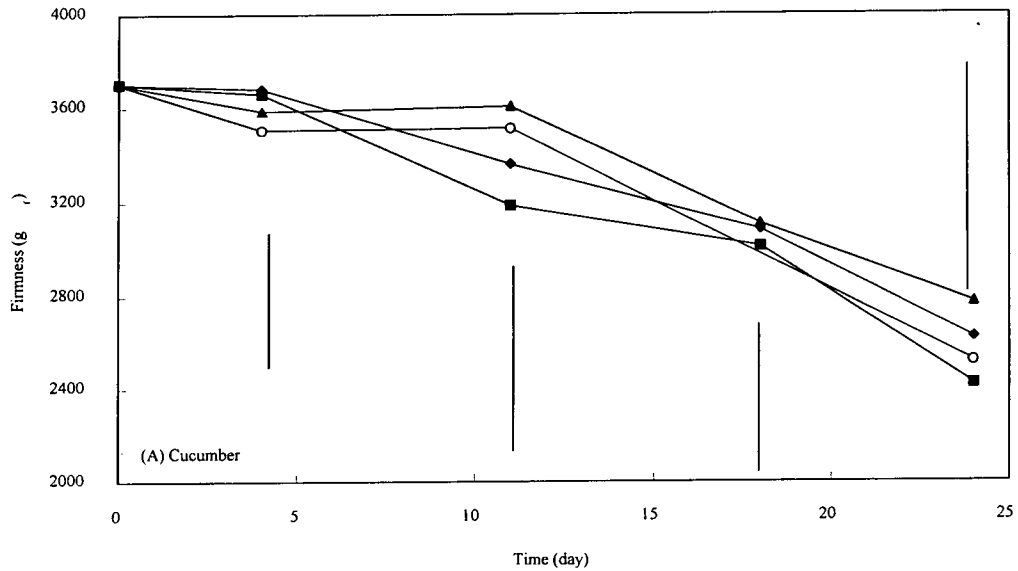


Fig. 4-17. Changes in firmness of the (A) cucumber and (B) zucchini individually wrap-packaged with different films and stored at 10°C. Vertical bars indicate Turkey's HSD at $\alpha=0.05$. ○: Uncoated LDPE; ▲: LDPE coated with 1% GFSE; ◆: LDPE coated with 10% *Rheum palmatum* extract; ■: LDPE coated with 10% *Coptis chinensis* extract.

Table 4-14. Ascorbic acid content of cucumber and zucchini individually wrap-packaged with different films and stored at 10°C

Packaging film	Ascorbic acid content (mg/100g) for storage period in days									
	Cucumber					Zucchini				
	0	4	11	18	24	0	8	14	21	28
Uncoated LDPE	8.9	7.4	5.1	5.4	2.2	7.5	5.0	4.3	5.5	4.3
LDPE coated with 1% GFSE	8.9	6.6	4.9	4.0	2.0	7.5	6.5	5.1	7.7	6.2
LDPE coated with 10 °Bx <i>Rheum palmatum</i> extract	8.9	7.0	4.6	3.3	2.6	7.5	6.3	3.6	3.0	3.4
LDPE coated with 10 °Bx <i>Coptis chinensis</i> extract	8.9	7.1	4.1	4.9	2.6	7.5	6.3	4.2	6.7	3.9

나. 결착제 이용 항균제 코팅 필름을 이용한 딸기, 오이, 호박의 포장

polyamide계 결착제를 이용하여 GFSE 1%, 대황 추출물 10%, 황련 추출물 10%을 코팅하여 제조된 LDPE 필름을 (Table 4-11), 이용하여 딸기, 오이, 호박을 밀봉상태로 포장하고, 딸기는 5°C에서, 오이와 호박은 10°C에서 저장하면서 품질변화를 측정하여 포장필름의 효과를 살펴보았다.

Fig. 4-18에서 보듯이 저장 전과정을 통하여 통기성 포장은 공기조성을 유지하였고, 코팅 LDPE 필름에 의한 딸기의 포장구에서는 5°C에서 저장 5~21일 동안에 O₂농도는 1.4~5.5%범위를 유지하였고, CO₂농도는 5.7~7.9%의 범위를 형성시켰다. 이는 앞에서 압출에 의하여 가공된 항균성 LDPE에 의해서 포장내에서 유지되었던 기체조성과 비슷하였으며 (Fig. 4-4), 이는 딸기의 품질유지에 도움을 줄 수 있는 기체조성으로 여겨진다.

Table 4-15에서는 밀봉 포장되어 저장된 딸기의 시간에 따른 미생물적인 품질과 물리화학적 품질변화를 보여주고 있다. GFSE, 대황 추출물, 황련 추출물로 코팅된

LDPE필름의 포장은 통기성 포장뿐만 아니라 일반 LDPE필름 포장에 비해서 포장된 딸기의 미생물 성장을 억제할 수 있는 것으로 나타났다. 그리고 이러한 미생물 성장 억제의 효과와 함께 항균성 재료로 코팅된 LDPE 필름은 딸기의 경도를 높게 유지하는 데에도 효과적이었다. pH 및 당도 등의 변화에서는 포장 처리구간의 뚜렷한 차이를 볼 수 없었다.

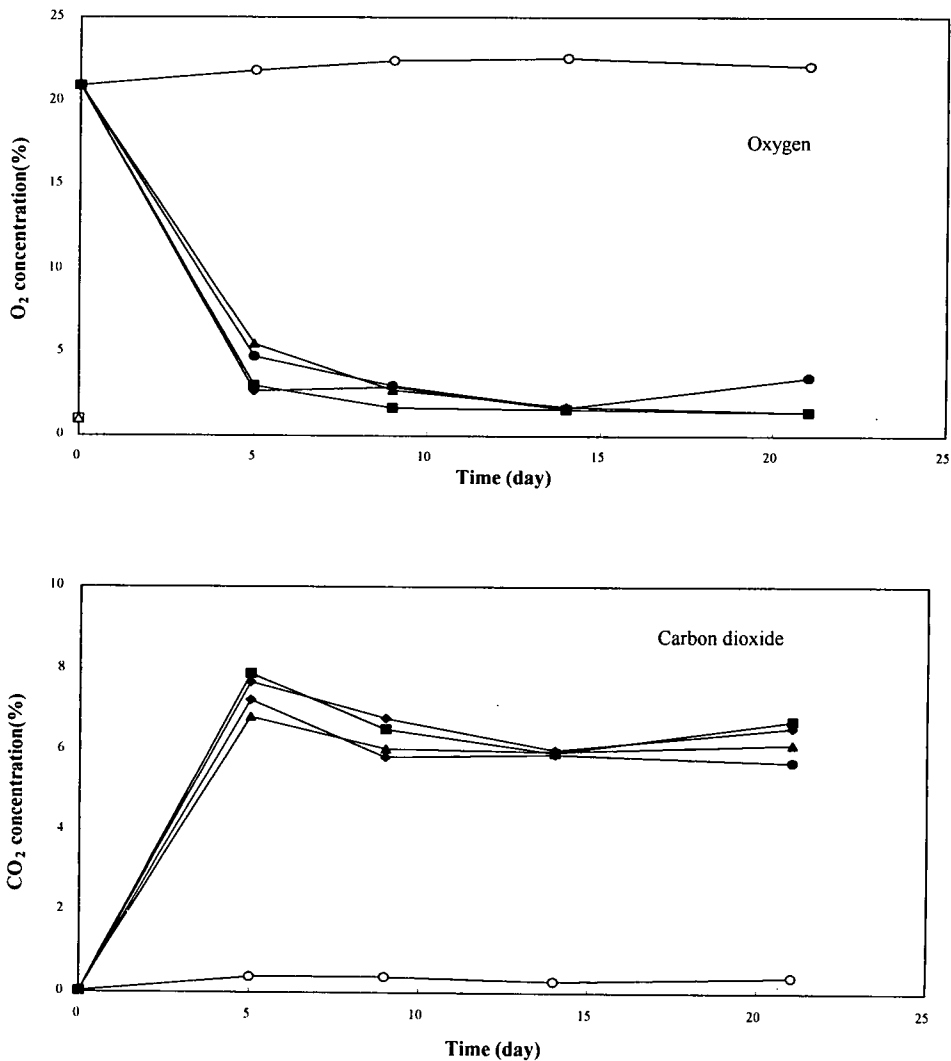


Fig. 4-18. Gas compositions, in the strawberry packages of antimicrobial agent-coated (in binder) films at 5°C. ○: Perforated LDPE, ●: Plain LDPE, ▲: LDPE coated with 1% grapefruit seed extract, ◆: LDPE with 10% *Rheum palmatum* extract, ■: LDPE with 10% *Coptis chinensis* extract

Table 4-15. Effect of antimicrobial agent-coated (in binder) packaging film on quality changes of strawberries stored at 5°C.

Packaging	Quality item	Storage time (day)				
		0	5	9	14	21
Perforated LDPE	Total aerobic bacteria (cfu/g)	2.8×10^3	5.5×10^3	2.2×10^4	1.6×10^5	3.2×10^5
	Mold & yeast (cfu/g)	3.0×10^3	4.2×10^3	1.7×10^4	1.3×10^5	4.3×10^5
	pH	3.64	3.57	3.63	3.56	3.61
	Soluble solid (°Bx)	8.9	9.1	9.2	8.3	7.5
	Hardness (gf)	173	164	159	164	151
Plain LDPE	Total aerobic bacteria (cfu/g)	2.8×10^3	3.7×10^3	1.5×10^4	2.1×10^4	1.2×10^5
	Mold & yeast (cfu/g)	3.0×10^3	3.2×10^3	1.2×10^4	2.1×10^4	1.1×10^5
	pH	3.64	3.64	3.62	3.59	3.67
	Soluble solid (°Bx)	8.9	8.3	8.1	7.8	7.7
	Hardness (gf)	173	178	218	190	187
LDPE coated with 10% extract of <i>Rheum palmatum</i>	Total aerobic bacteria (cfu/g)	2.8×10^3	7.2×10^3	8.1×10^3	9.5×10^3	1.2×10^4
	Mold & yeast (cfu/g)	3.0×10^3	5.8×10^3	5.8×10^3	7.6×10^3	1.1×10^4
	pH	3.64	3.60	3.61	3.57	3.69
	Soluble solid (°Bx)	8.9	8.1	8.1	7.7	7.2
	Hardness (gf)	173	217	196	192	239
LDPE coated with 10% extract of <i>Coptis chinensis</i>	Total aerobic bacteria (cfu/g)	2.8×10^3	5.4×10^3	6.8×10^3	1.3×10^4	4.2×10^4
	Mold & yeast (cfu/g)	3.0×10^3	4.3×10^3	4.3×10^3	1.0×10^4	1.6×10^4
	pH	3.64	3.74	3.64	3.66	3.69
	Soluble solid (°Bx)	8.9	8.2	8.0	7.9	7.1
	Hardness (gf)	173	187	219	206	226
LDPE coated with 1.0% GFSE	Total aerobic bacteria (cfu/g)	2.8×10^3	3.8×10^3	8.7×10^3	1.0×10^4	1.2×10^4
	Mold & yeast (cfu/g)	3.0×10^3	4.5×10^3	4.5×10^3	9.3×10^3	1.1×10^4
	pH	3.64	3.72	3.64	3.58	3.72
	Soluble solid (°Bx)	8.9	8.2	8.0	7.9	7.5
	Hardness (gf)	173	211	240	211	222

그러나 결착제 이용 코팅 항균성 필름에 의한 딸기의 환경기체조절포장은 부패율 억제면에서는 일반 LDPE필름에 비해 유의한 효과를 보이지는 않는 것으로 나타났다 (Fig. 4-19). 밀봉된 환경기체조절포장은 통기성 포장에 비해 현저히 낮은 부패율을 나타내었으나, 항균성 물질이 결착제와 함께 코팅된 LDPE필름의 포장은 보통 LDPE포장과 비슷한 부패율의 범위를 보였다. 즉, 호기성 총균수와 효모/곰팡이의 유의적인 차이의 결과가 부패율의 감소로 뚜렷하게 나타나지는 못하였다. 이러한 결과는 앞의 압출에 의하여 제조된 항균성 필름에 의한 딸기의 환경기체조절포장과는 (Fig. 4-6) 차이를 보이고 있다. 육안적으로 나타난 부패율에 측정된 미생물 오염도 이외의 다른 요소가 관계하거나 지배한 것으로 추정된다. 실험 중에 육안적으로 대항, 황련, GFSE의 딸기로의 이행이 관찰되었는데, 이로 인하여 다른 부가적인 생리장해의 유발 등이 영향을 줄 수도 있는 것으로 생각된다.

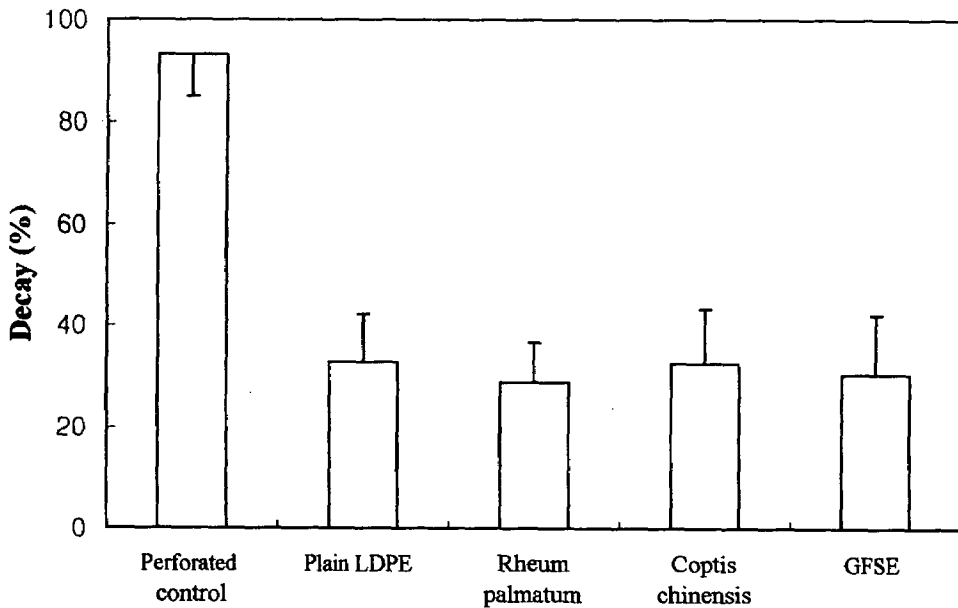


Fig. 4-19. Decay of the strawberries packaged with antimicrobial agent-coated (in binder) packaging films and stored at 5°C for 21 days. Bars indicate standard deviations of the data.

결착제 이용 항균제 코팅 필름에 의한 오이의 밀봉 포장구에서는 10℃에서 저장 8일부터 22일에 이르는 동안에 O₂농도는 1.3~1.8% 사이에서, CO₂농도는 5.8~8.1% 범위에서 유지되고 있었으며 코팅되지 않은 필름의 기체조성과 비슷한 범위에 있었다 (Fig. 4-20). 저장 28일 이후에는 포장의 자유용적이 감소하여 필름과 오이가 완전히 밀착하여 기체조성을 측정할 수 없었다. 이는 앞의 Fig. 4-9에서 제시된 압출 가공된 항균성 LDPE 필름의 포장내에서 유지되었던 기체조성과 비슷하지만 좁은 범위에 있었다. 특히 결착제를 포함시킨 항균물질의 코팅이 기체조성에 주는 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. Fig. 4-20의 기체조성은 품질유지를 위한 오이의 환경 기체조절포장에 적당한 기체조성으로 생각된다. Table 4-16에서는 밀봉포장되거나 PVC로 밀착포장되어 저장된 오이의 미생물적인 품질과 물리화학적 품질의 변화를 저장 35일까지 보여주고 있다. GFSE, 대항 추출물, 황련 추출물로 코팅된 LDPE필름은 PVC wrap포장에 비해서는 약간의 낮은 총균수 및 효모/곰팡이의 수를 보여주고 있으나 일반 LDPE필름에 의한 밀봉포장에 비해서는 오이의 미생물 성장을 크게 억제하지는 않은 것으로 나타났다. 이러한 영향으로 인하여 저장 35일에 측정된 부패율에서도 결착제 병용 항균제 코팅 필름은 보통 LDPE 필름에 비해서 효과적이지 못한 것으로 나타났다 (데이터는 생략). 항균성 ascorbic acid 보존면에서도 PVC wrap포장보다는 LDPE의 밀봉포장이 우수하였으나 항균성 필름의 포장이 일반 LDPE포장보다 아주 좋다고는 볼 수 없었다. 그리고 경도에 대해서는 뚜렷한 차이를 찾을 수는 없었다.

코팅 필름에 의한 호박의 포장구에서는 10℃에서 저장 8~22일에 이르는 동안에 O₂농도는 1.2~2.9%를, CO₂농도는 4.5~7.2%를 유지하고 있었다 (Fig. 4-21). 대체적으로 모든 필름의 포장이 O₂농도에서는 차이가 없었지만, CO₂농도에서는 코팅 필름이 약간 높은 값을 보여주었다. 앞에서 압출에 의하여 가공된 두께 50 μ m 부근의 항균성 LDPE에 의해서 포장내에서 유지되었던 기체조성과 비슷하였으며 (Fig. 4-10), Fig. 4-21에서 형성된 기체조성은 앞에서 살펴본 대로 호박의 품질유지에

긍정적인 기체조성으로 여겨진다. Table 4-17에서는 밀봉포장되어 저장된 호박의 시간에 따른 여러 품질의 변화를 보여주고 있다. 여러 항균물질로 코팅된 LDPE 필름 포장은 PVC wrap 포장구보다는 낮은 미생물 성장을 보이거나 일반 LDPE 필름의 밀봉 포장에 비해서 호박의 미생물 성장을 억제할 수는 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 앞의 압출에 의해 가공된 항균소재 함유필름에 의한 호박의 포장실험의 결과와도 유사하며, 따라서 호박에 대해서는 그다지 항균성 포장이 저장성 향상에 기여하지는 않는 것으로 평가된다. 즉, 호박에서는 밀봉에 따른 환경기체조절포장의 효과가 선도보존에 지배적인 역할을 하고, 항균성 필름 자체의 저장성 향상 효과는 크게 없는 것으로 보인다. 저장 22일에 측정된 호박의 부패율에 있어서도 결착제 이용 항균제 코팅 필름의 포장은 PVC wrap 포장 및 일반 LDPE 필름 포장보다 좋지 못하였고 (데이터는 생략), 다른 품질변화에서도 처리구간의 뚜렷한 차이를 볼 수 없었다 (Table 4-17).

전반적으로 결착제를 이용해서 항균물질을 LDPE에 코팅한 필름에 의한 딸기, 오이, 호박의 환경기체조절포장의 실험에서도 품목에 따라 항균성 포장의 효과가 차이가 났으며, 압출에 의해 생산된 항균성 필름보다는 저장성 향상에 도움을 주지 못한 것으로 나타났다. 평판배지 상에서의 몇가지 미생물 균주에 대한 항균성 면에서는 결착제 이용 항균제 코팅 필름이 우수한 것으로 나타났으나, 실제 채소류 포장에의 적용면에서는 그렇지 못한 점은 의외의 결과로서 특이한 현상으로 생각되었다. 따라서 항균성 포장의 적용을 고려할 때는 단순한 항균력의 비교뿐만 아니라, 실제 채소류 품목에 따른 특성과 상호관계가 검증되어야 할 것으로 생각된다. 항균성을 가진 기능성 포장재의 적용에서는 포장 필름의 항균성, 포장내의 기체조성, 품목과 필름간의 상호작용 등의 여러 복합적인 요소를 종합적으로 고려하는 것이 필요한 것으로 판단된다. 특히 결착제 이용 항균제 코팅 필름이 신선 채소산물의 생리적 특성에 미치는 영향에 대해서는 추후의 심도있는 연구가 필요한 것으로 생각된다.

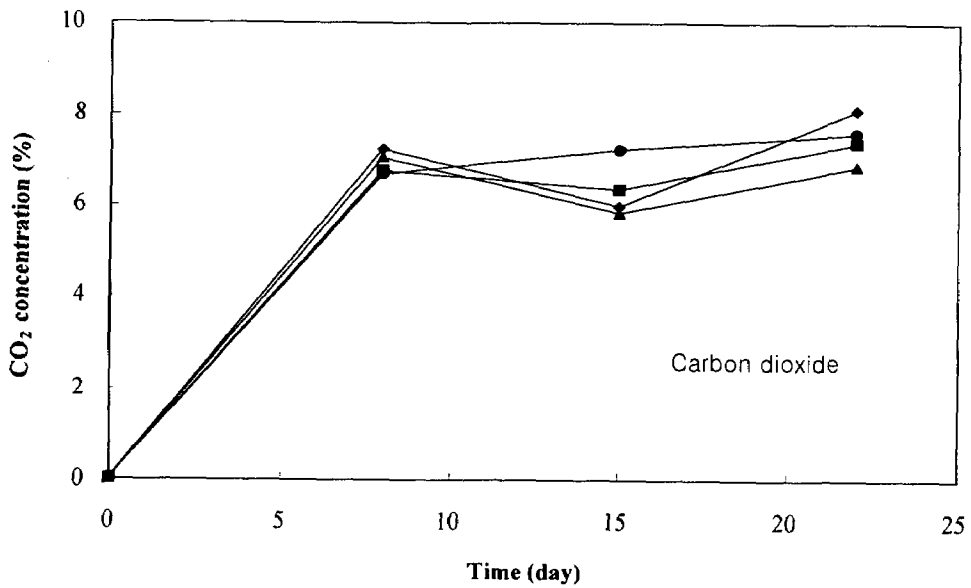
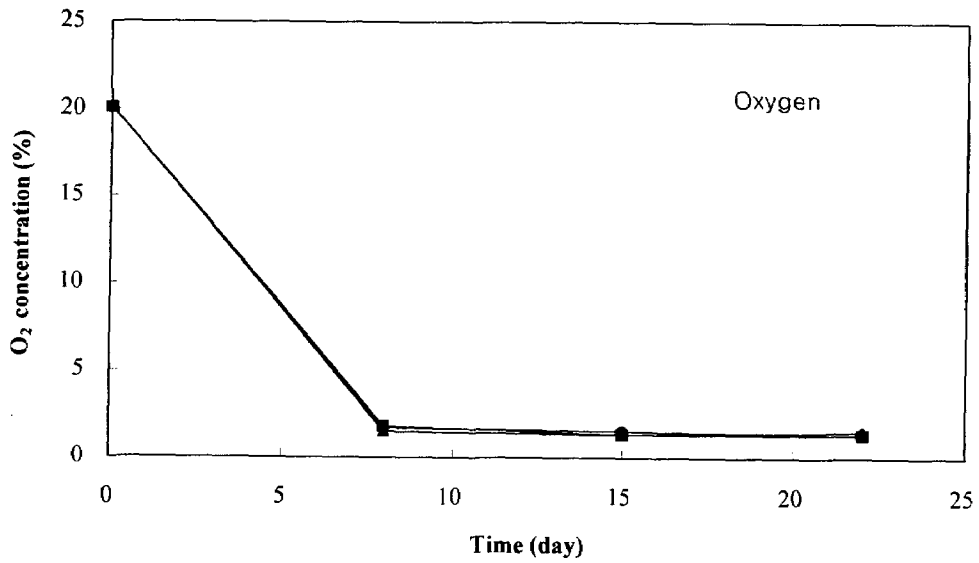


Fig. 4-20. Gas compositions in the cucumber packages of antimicrobial agent-coated (in binder) films at 10°C. ●: Plain LDPE, ▲: LDPE coated with 1% grapefruit seed extract, ◆: LDPE with 10% *Rheum palmatum* extract, ■: LDPE with 10% *Coptis chinensis* extract

Table 4-16. Effect of antimicrobial agent-coated (in binder) packaging film on quality changes of cucumber stored at 10°C.

Packaging	Quality item	Storage time (day)					
		0	8	15	22	28	35
PVC wrap	Total aerobic bacteria						
	(cfu/g)	5.9×10^9	1.7×10^9	1.7×10^7	4.3×10^7	1.1×10^8	1.0×10^{10}
	Mold & yeast						
	(cfu/g)	3.4×10^5	4.6×10^4	5.1×10^4	1.9×10^5	4.4×10^5	1.8×10^6
	Ascorbic acid (mg/100g)	11.8	4.9	2.1	-	-	1.4
	Hardness (kg)	4.0	3.7	3.5	3.1	3.0	1.3
LDPE	Total aerobic bacteria						
	(cfu/g)	5.9×10^9	1.0×10^9	3.8×10^9	2.9×10^7	4.3×10^7	2.5×10^9
	Mold & yeast						
	(cfu/g)	3.4×10^5	3.4×10^4	4.6×10^4	9.1×10^4	1.8×10^5	3.0×10^5
	Ascorbic acid (mg/100g)	11.8	7.3	4.4	3.9	3.4	4.7
	Hardness (kg)	4.0	3.5	3.7	3.2	3.1	3.1
LDPE coated with 10% extract of <i>Rheum palmatum</i>	Total aerobic bacteria						
	(cfu/g)	5.9×10^9	8.5×10^9	3.6×10^9	4.9×10^7	5.1×10^7	7.8×10^9
	Mold & yeast						
	(cfu/g)	3.4×10^5	3.1×10^4	4.0×10^4	8.6×10^4	1.4×10^5	2.0×10^5
	Ascorbic acid (mg/100g)	11.8	8.1	4.6	4.7	2.8	2.7
	Hardness (kg)	4.0	3.7	3.7	3.4	3.2	2.9
LDPE coated with 10% extract of <i>Coptis chinensis</i>	Total aerobic bacteria						
	(cfu/g)	5.9×10^9	7.1×10^9	3.8×10^9	2.6×10^7	4.5×10^7	4.7×10^9
	Mold & yeast						
	(cfu/g)	3.4×10^5	3.2×10^4	4.5×10^4	6.3×10^4	2.2×10^5	3.2×10^5
	Ascorbic acid (mg/100g)	11.8	10.1	5.6	5.5	4.9	2.2
	Hardness (kg)	4.0	3.6	3.7	3.5	3.3	2.7
LDPE coated with 1.0% GFSE	Total aerobic bacteria						
	(cfu/g)	5.9×10^9	7.4×10^9	3.8×10^9	1.7×10^7	3.5×10^7	3.4×10^9
	Mold & yeast						
	(cfu/g)	3.4×10^5	3.1×10^4	5.0×10^4	1.2×10^5	2.8×10^5	3.8×10^5
	Ascorbic acid (mg/100g)	11.8	8.3	4.7	4.0	4.1	2.7
	Hardness (kg)	4.0	3.9	3.4	3.3	2.7	2.5

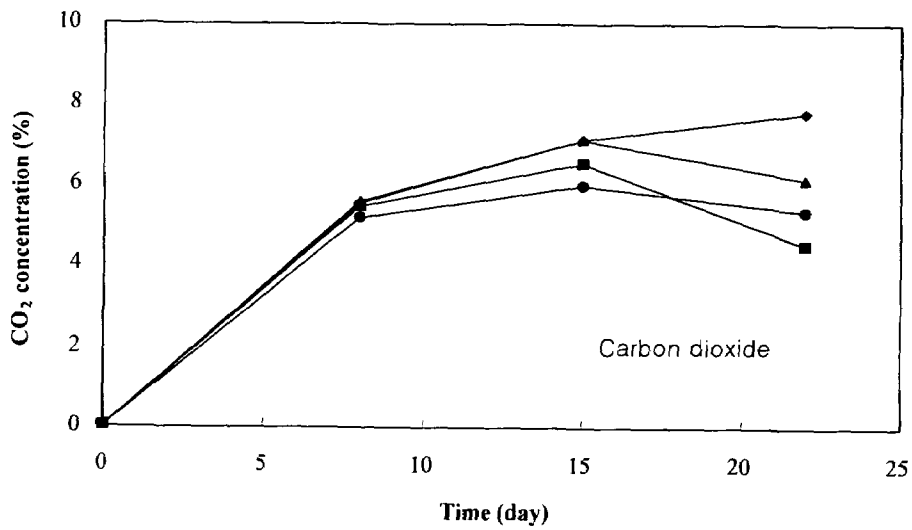
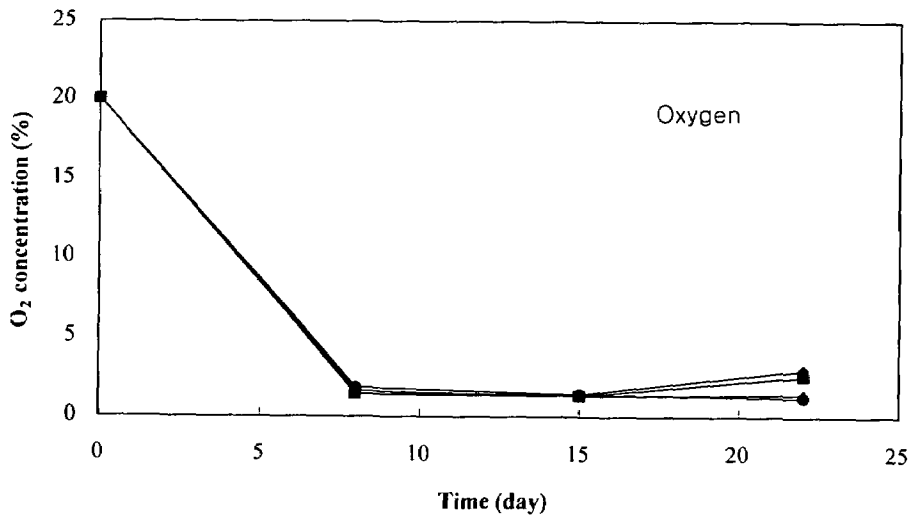


Fig. 4-21. Gas compositions in the zucchini packages of antimicrobial agent-coated (in binder) packaging films at 10°C. ●: Plain LDPE, ▲: LDPE coated with 1% grapefruit seed extract, ◆: LDPE with 10% *Rheum palmatum* extract, ■: LDPE with 10% *Coptis chinensis* extract

Table 4-17. Effect of antimicrobial agent-coated (in binder) packaging film on quality changes of zucchini stored at 10°C.

Packaging	Quality item	Storage time (day)			
		0	8	15	22
PVC wrap	Total aerobic bacteria				
	(cfu/g)	1.1×10^7	2.6×10^7	9.1×10^7	3.1×10^8
	Mold & yeast				
	(cfu/g)	4.9×10^4	4.8×10^3	2.2×10^0	4.4×10^0
	Ascorbic acid (mg/100g)	8.4	8.3	6.9	7.0
	Hardness (kg)	2.9	2.9	2.6	2.4
LDPE	Total aerobic bacteria				
	(cfu/g)	1.1×10^7	1.3×10^7	1.8×10^7	3.1×10^7
	Mold & yeast				
	(cfu/g)	4.9×10^4	3.8×10^3	1.2×10^0	1.6×10^0
	Ascorbic acid (mg/100g)	8.4	6.2	5.8	5.9
	Hardness (kg)	3.5	2.9	2.6	2.6
LDPE coated with 10% extract of <i>Rheum palmatum</i>	Total aerobic bacteria				
	(cfu/g)	1.1×10^7	1.7×10^7	2.4×10^7	2.5×10^7
	Mold & yeast				
	(cfu/g)	4.9×10^4	2.8×10^3	1.1×10^0	4.0×10^0
	Ascorbic acid (mg/100g)	8.4	8.7	6.6	5.6
	Hardness (kg)	3.5	2.9	2.8	2.3
LDPE coated with 10% extract of <i>Coptis chinensis</i>	Total aerobic bacteria				
	(cfu/g)	1.1×10^7	1.6×10^7	2.2×10^7	2.7×10^7
	Mold & yeast				
	(cfu/g)	4.9×10^4	2.8×10^3	1.3×10^0	4.1×10^0
	Ascorbic acid (mg/100g)	8.4	7.7	8.7	7.0
	Hardness (kg)	3.5	2.8	2.7	2.5
LDPE coated with 1.0% GFSE	Total aerobic bacteria				
	(cfu/g)	1.1×10^7	1.6×10^7	3.1×10^7	4.5×10^7
	Mold & yeast				
	(cfu/g)	4.9×10^4	3.0×10^3	1.0×10^0	3.5×10^0
	Ascorbic acid (mg/100g)	8.4	9.8	6.7	6.9
	Hardness (kg)	3.5	2.5	2.5	2.4

다. 다층 항균성 LLDPE wrap 필름을 이용한 딸기의 포장

1% GFSE를 내층면에 함유한 두께 15 μ m의 LLDPE wrap 필름에 의하여 딸기를 포장하고 5°C에 저장하면서 품질측정을 하여 두께 14 μ m의 일반 PVC wrap포장과 그 저장성을 비교한 결과, 세 개의 wrap 포장구는 밀봉포장되지 않은 관계로 인하여 모두 저장 35일 동안에 O₂농도는 10% 이상에서, CO₂농도는 5% 이하에서 유지되고 있었으며, 포장처리구 사이에 그다지 뚜렷한 차이를 보이지 않았다 (데이터 생략). 그리고 세 종류로 wrap 포장된 딸기에서의 총균수와 곰팡이/효모의 수에서도 뚜렷한 차이를 볼 수는 없었다 (Fig. 4-22). 전체적인 경향으로서 GFSE 코팅 필름이 총균수에서는 약간 높은 수준을 보이고, 곰팡이/효모의 수에서는 약간 낮은 수준을 보인 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. 그리고 시중에 판매되는 항균성 PVC wrap도 대조구 PVC wrap에 비해서 그다지 미생물 증식의 억제에서 효과적이지 못하였다. 이는 앞에서 항균성 소재를 함입시켜서 압출시켜 얻은 LDPE필름이 딸기의 미생물 성장을 유의하게 억제하였던 점과는 다른 것이다. 품종이나 수확시의 농약살포등이 포장처리구의 영향을 다르게 하였을 수 있을 것으로 생각되며, 특히 Fig. 4-22에서 초기의 미생물 오염도가 아주 낮은 점이 앞의 Fig. 4-5의 결과와 다르고 비교적 저장성이 좋았던 점이 유의된다.

이러한 미생물 성장에서의 영향으로 wrap포장된 딸기의 부패율에서도 GFSE 첨가 다층 LLDPE wrap은 부패율 억제에 효과적이지 못하였고, 오히려 저장 35일에 일반 PVC wrap보다 약간 높은 부패율을 보였다 (Fig. 4-23). 항균제의 첨가 유무보다도 오히려 LLDPE의 낮은 수분투과도가 포장내의 높은 습도조건을 유지시키고 부패율 억제에 기여하지 못하게 한 점이 있지 않나 추측된다. 이러한 미생물 성장과 부패율에서 포장의 영향과 비슷하게 딸기의 경도에 미치는 wrap 포장 필름의 효과를 발견할 수 없었다 (데이터는 생략).

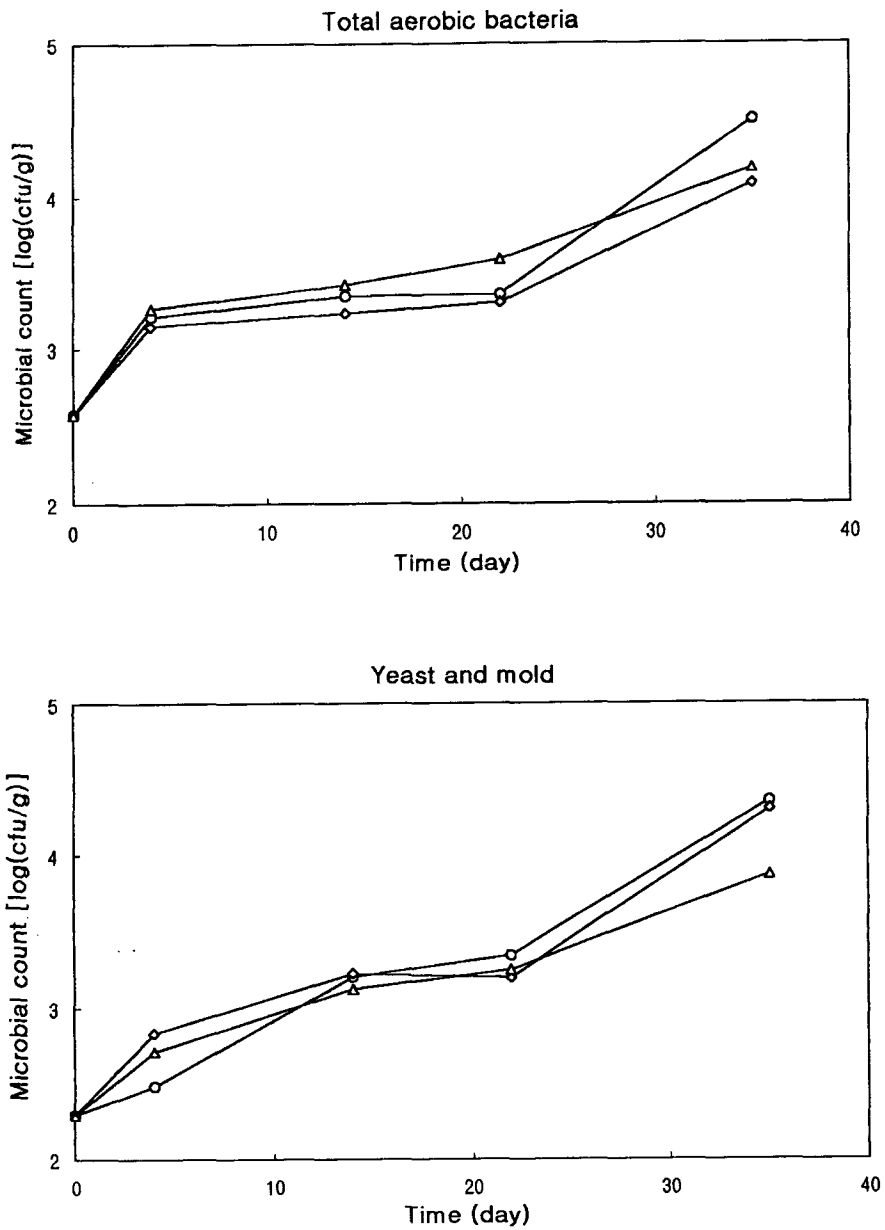


Fig. 4-22. Changes in microbial counts of stretch-wrapped strawberries. ○, Plain PVC wrap; ◇, Ag-zeolite added PVC wrap; △, GFSE-added LLDPE wrap.

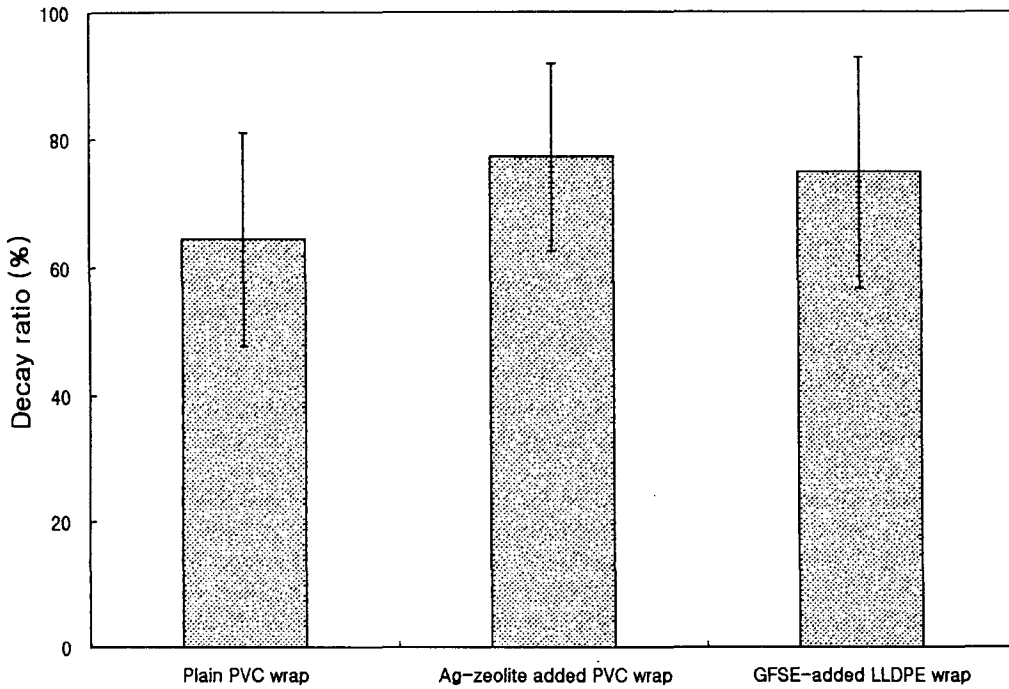


Fig. 4-23. Decay of the stretch-wrapped strawberries stored at 5°C for 35 days. Vertical bars indicate standard deviations of the data.

제 4 절 결 론

시설채소산물의 미생물적 변패와 생리적인 품질변화를 억제하고 수 있는 포장 시스템을 개발하고자, 항균성 물질을 첨가 혹은 코팅시킨 항균성 포장 필름을 가공하고 이를 딸기, 오이, 호박, 상추 등의 포장에 적용시켰다.

대황추출물, 황련추출물, sorbic acid, 은치환무기이온교환체, 자몽종자추출물 (GFSE)의 항균성 소재를 저밀도폴리에틸렌(LDPE)에 0.1~1%농도로 첨가하여 압출공정에 의하여 필름으로 제조한 다음, 이들 필름의 물성을 비교하고 항균성을 몇가지 변패미생물에 대해 평판배지상에서 항균성을 검사하였을 때, 1.0% GFSE를 함유한 필

름은 *Escherichia coli*와 *Staphylococcus aureus*에 대해서 항균성을 나타내었고, 1% sorbic acid를 함유시킨 필름은 평판배지상에서 *E. coli*, *Sta. aureus*, *Leuconostoc mesenteroides*에 대해서 항균활성을 보였다. 평판배지상에서 항균활성을 보이지 않은 여러 항균제 함유 필름 (농도 1%)도 상추와 오이의 포장에 적용시킬 때, 총균수가 10^8 /g의 범주에 이르기 전에는 미생물의 증식을 억제하는 효과를 보이면서 이들 채소의 다른 품질에 부정적인 영향을 주지 않았다. 필름에 1%농도로 첨가된 항균성 소재는 필름에 선택을 부여하여 약간의 광선투과도를 감소시키는 외에는 기계적 강도와 열수축성, 방담성의 측면에서 필름의 물성에 부정적인 영향을 주지 않으며 일부 측면에서는 오히려 긍정적인 효과를 보였다.

압출가공시 1% 농도로 항균성 물질을 첨가한 항균성 LDPE필름을 사용하여 딸기, 오이, 호박에 대해서 환경기체조절포장을 실시하고 각각 5°C, 10°C, 10°C에서 저장하면서 포장내 기체조성, 미생물 증식, 물리화학적 품질변화를 평가한 결과, 항균성 플라스틱 필름을 이용한 신선 과채류의 포장은 그 품목에 적절한 기체조성을 유지하는 경우에 저장성을 향상시키는 데 기여할 수 있으며, 품목에 따라서 항균성 필름의 효과는 크게 차이가 날 수 있는 것으로 판단되었다.

보다 경제성이 있는 항균성 포장필름을 개발하기 위하여 항균성을 가진 GFSE용액, 대황추출물, 황련추출물의 용액을 코팅된 LDPE 필름에 코팅처리하는 방법을 시도하였으며, 이들 중 1%이상 농도의 GFSE용액으로 단순 코팅한 필름은 *E. coli*, *Sta. aureus*, *L. mesenteroides*, *B. subtilis*에 대해서 항균성을 보였으며, 5~25 °Bx의 대황 용액으로 코팅한 필름은 시험에 사용된 모든 균주에 대해 항균성을 나타내지 않았다. 5~25 °Bx의 황련 용액으로 코팅한 필름의 경우에는 *L. mesenteroides*에 대해서만 항균성을 보였다. 1% GFSE용액으로 단순 코팅한 필름으로 결속포장된 오이와 호박에서는 미생물의 성장을 억제되고, 부패감소와 경도유지의 효과가 나타났다. 10 °Bx의 대황과 황련 추출물 용액으로 코팅된 필름은 이들 산물에 대해 어떤 긍정적인 저장성 향상의 효과도 보이지 않았다. 수용성 항균물질 용액의 코팅에 의해 제조된 필름은 수분이 많은 채소류의 포장시 이행이 빠르게 진행되고 코팅이 벗겨지므로 결합제 (binder)를 이용한 항균물질을 코팅했을 때, polyamide수지용액이 안정한 필름 코팅을 형성할 수 있었다. 결합제를 이용하여 GFSE, 대황추출물, 황련추출물을 코팅한 항균성 LDPE필름을 딸기의 환경기체조절포

장에 적용하였을 때에는 총균수와 효모/곰팡이의 생육을 억제하였으나, 오이와 호박의 환경기체조절포장에서는 이들 채소표면의 미생물 증식을 유의하게 억제하지 못하였다.

경제적인 항균성 필름의 제조방법의 하나로서 GFSE를 선형저밀도폴리에틸렌(LLDPE) wrap의 다층구조에서 1% 농도로 내측에 합입시켰을 때, *Micrococcus flavus* 균주에 대해서 약간의 항균성을 보였으나, 이를 딸기 포장에 적용시켰을 때, 부패율 억제에 긍정적인 기여를 하지 못하였다.

결론적으로 항균성 소재를 LDPE에 합입시키거나 코팅시켜서 항균성 포장필름을 제조하는 방법을 개발하였고, 이를 채소산물에 적용시켰다. 채소류의 선도보존의 효과를 얻기 위해서는 필름의 항균성이외에도 호흡에 의한 포장내 기체조성, 품목의 품질특성, 포장필름과 채소간의 상호작용을 종합적으로 고려한 포장시스템이 확립되어 적용되어야 할 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 김동만, 강훈승, 김길환: 공기중에 혼합한 탄산가스농도에 따른 딸기의 저장성에 관하여. 한국식품과학회지, **18**, 66-70 (1986a)
- 김동만, 김길환, 김창식: 공기중에 혼합한 탄산가스농도에 따른 딸기의 유기산 변화에 관하여. 한국식품과학회지, **18**, 71-76 (1986b)
- 大須賀弘: 食品包装用 フィルム. 日報, 東京, p.50(1993)
- American Society for Testing and Materials: Standard test method for surface wettability of paper. In "Annual Book of ASTM Standards" Vol. 15.09, Philadelphia, pp.115-118 (1991)
- AOAC: *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, p.45-16 (1995)
- Ballantyne, A., Stark, R. and Selman, J.D.: Modified atmosphere packaging of shredded lettuce. *Int. J. Food Sci. Technol.* **23**, 267-274 (1988)
- Ben-Yehoshua, S.: Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film. In "Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packaging of Foods", Brody, A.L.(ed.), Food & Nutrition Press, Trumbull, CT, USA,

- pp.101-117 (1989)
- Burton, W.G.: *Post-harvest Physiology of Food Crops*. Longman Group, UK, pp. 188-189, pp.221-222 (1982)
- Day, B.P.F. Fruits and vegetables. In "*Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods*", Parry, R. T. (ed.) Blackie Academic & Professional. London. pp.114-133 (1993)
- El-Kazzaz, M.K., Sommer, N.F. and Fortlage, R.J.: Effect of different atmospheres on postharvest decay and quality of fresh strawberries. *Phytopathology*, **73**, 282-285 (1983)
- Hagenmaier, R.D. and Baker, R.A.: Edible coatings from morpholine-free wax microemulsions. *J. Agric. Food Chem.* **45**, 349-352 (1997)
- Harris, C.M. and Harvey, J.M.: Quality and decay of California strawberries stored in CO₂-enriched atmospheres. *Plant Disease Reporter*, **57**, 44-46 (1973)
- Hotchkiss, J.H.: Safety considerations in active packaging. In "*Active Food Packaging*", Rooney, M.L. (Ed.), Blackie Academic & Professional, London, England, pp.238-255 (1995)
- Kanellis, A.K., Morris, L.L. and Saltveit, M.E.: Responses of parthenocarpic cucumbers to low oxygen storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **113**, 734-737 (1988)
- Karel, M, Issenberg, P., Ronsivalli, L. and Jurin, V.: Application of gas chromatography to measurement of gas permeability of packaging materials. *Food Technol.*, **17**(3), 91-93 (1963)
- Ke, D., Goldstein, L., O'Mahony, M. and Kader, A.A.: Effect of short-term exposure to low O₂ and high CO₂ atmospheres on quality attributes of strawberries. *J. Food Sci.*, **56**, 50-54 (1991)
- Kotecha, P.M. and Madhavi, D.L.: Berries. In "*Handbook of Fruit Science and Technology*", Salunke D.K and Kadam, S.S.(ed.), Marcel Dekker, New York, USA, pp.315-334 (1995)
- Lee, D.S., Hagggar, P.E., Lee, J. and Yam, K.L.: Model for fresh produce respiration in modified atmospheres based on principles of enzyme kinetics. *J. Food Sci.* **56**, 1580-1585 (1991)

- Lee, J.J. and Lee, D.S.: A dynamic test for kinetic model of fresh produce respiration in modified atmosphere and its application to packaging of prepared vegetables. *Foods and Biotechnol.*, **5**(4), 343-348 (1996)
- Li, C. and Kader, A.A.: Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **114**, 629-634 (1989)
- Miller, W.R., Spalding, D.H., Risse, L.A. and Chew, V.: The effects of an imazalil-impregnated film with chlorine and imazalil to control decay of bell peppers. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, **97**, 108-111 (1984)
- O'Beirne, D.: Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. In *"Chilled Foods"*, Gormley, T.R. (ed.), Elsevier Applied Science. London, pp.183-199 (1990)
- Park, W.P. and Cho, S.H.: Effect of modified atmosphere packaging conditions on storage quality of zucchini. In *"CA '97 Proceedings Vol.4"*, Saltveit, M.E. (Ed.), University of California, Davis, Pp.84-88 (1997)
- Priepke, P.E., Wei, L.S. and Nelson, A.I.: Refrigerated storage of prepackaged salad vegetables. *J. Food Sci.*, **41**, 379-382 (1976)
- Prince, T.A.: Modified atmosphere packaging of horticultural commodities. In *"Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packaging of Foods"*, Brody, A.L.(ed.), Food & Nutrition Press, Trumbull, CT, USA, p. 67-100 (1989)
- Ryall, A.L. and Pentzer, W.T.: *Handling, Transpiration and Storage of Fruits and Vegetables. Vol. 2*, AVI Publishing Co., Westport, USA, pp.525-529 (1984)
- Shamaila, M., Powrie, W.D. and Skura, B.J.: Sensory evaluation of strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging (MAP) by quantitative descriptive analysis. *J. Food Sci.*, **57**, 1168-1172 (1992)
- Woodward, J.R. and Topping, A.J.: The influence of controlled atmospheres on the respiration rates and storage behavior of strawberry fruits. *J. Hort. Sci.*, **47**, 547-553 (1972)
- Yam, K.L. and Lee, D.S.: Design of modified atmosphere packaging for fresh produce. In *"Active Food Packaging"*, Rooney, M.L. (ed.), Blackie Academic & Professional, London, pp. 55-73 (1995)

제 5 장 개발된 기술의 현지 실증시험

제 1 절 서 설

국민 소득이 향상되고, 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 채소류의 소비는 증가하고 있다. 이를 뒷받침하기 위하여 대도시 주변에 있는 농촌을 중심으로 많은 양의 채소류들이 생산되고 있으며, 이들을 연중 공급하기 위해서 비닐하우스를 만들어 겨울철에도 많은 양의 시설채소들이 생산되고 있다.

채소류는 수확후 호흡작용 등의 생리작용 뿐만 아니라 변패 미생물의 오염 및 성장으로 부패현상이 일어나서 채소류 자체의 경도가 저하되며, 수분, 비타민, 유기산, 당분, 색소 함량 등이 떨어져서 품질이 저하된다. 이를 막기 위하여 생산 농가에서는 수확기에 일시적으로 채소류를 홍수 출하하게 되어 낮은 가격으로 판매하고 있다.

본 연구의 시설채소산물의 선도유지를 위한 천연항균소재 개발 분야에서는 한국산 약용식물 추출물 중에서 항균력이 있는 대황 및 황련추출물을 만들어서 열이나 pH 등에 대한 안정성 검사를 하였으며, 시설채소산물의 처리 및 저장조건 설정분야에서는 대황 및 황련추출물의 처리 및 적정 저장 조건을 구명하였다. 또한 시설채소산물의 포장소재 개발 분야에서는 항균성 소재를 LDPE에 함입시키거나 코팅시켜서 항균성 포장필름을 제조하는 방법을 개발하였다. 이러한 여러 분야의 실험실에서의 결과를 토대로 하여 대단위 농가용 저온저장고에서의 활용가능성을 확인하기 위하여 오이, 호박, 풋고추 및 딸기에 대하여 농가용 저온저장고 내에서의 저장실험을 실시하였다. 또한 이 실험 결과를 토대로 하여 개발된 기술의 경제성을 검토하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 오이, 호박, 풋고추 저장에의 적용

GFSE, 황련추출물 및 대황추출물의 농도를 호박, 풋고추의 경우에는 각각 500ppm, 오이의 경우에는 1000ppm으로 조제된 용액에 각각 10분간 침지후 표면에 묻어있는

물기를 완전히 말린 다음 오이, 호박은 LDPE 필름에 황련추출물과 GFSE를 1% 농도로 첨가하여 제작한 필름으로 통기성이 있게 포장하고 골판지 박스에 처리구별로 넣어 10℃ 저온 저장고에 저장하면서 미생물 및 물리·화학적 품질변화를 측정하였다. 오이, 호박에 대한 포장방법은 Table 5-1과 같다.

Table 5-1. Treatment and packaging methods for cucumbers and zucchinis

Symbol	Treatment and packaging method
A	Wrapped with plain LDPE film (Control)
B	Wrapped with 1% GFSE-impregnated LDPE film
C	Dipped in 500ppm or 1000ppm GFSE solution and wrapped with 1% GFSE-impregnated LDPE film
D	Wrapped with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract-impregnated LDPE film
E	Dipped in 500ppm or 1000ppm <i>Coptis chinensis</i> solution and wrapped with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract-impregnated LDPE film

풋고추에 대해서는 MAP (modified atmosphere packaging)의 효과와 병행해서 보기 위해 폴리스티렌 트레이(18 x 13cm) 위에 같은 넓이로 재단된 포장필름을 칸 다음 풋고추 200 ± 5g을 담고 이를 25 x 22cm크기의 항균성 혹은 대조구 LDPE 포장필름 봉지에 넣고 밀봉하여 포장하였다. 또 다른 포장처리구로 LDPE와 황련추출물 1% 함유된 필름의 포장 조건에 대하여 두 개의 직경 0.5 mm의 핀홀을 내어 외부와의 통기성을 증가시킨 포장을 세공성 포장으로 제작하여 포장하였다. 이렇게 포장된 풋고추는 골판지 상자에 처리구별로 넣어서 10℃ 저온 저장고에 저장하면서 포장내 가스 조성과 품질변화를 측정하였다. 풋고추에 대한 포장 방법은 Table 5-2와 같다.

2. 딸기 저장에의 적용

딸기는 GFSE가 1% 함유된 LDPE 필름과 황련추출물이 1% 함유된 LDPE 필름을 이용하여 Table 2-3의 방법에 의하여 포장하고 이를 처리구별로 골판지 상자에 넣어 5℃로 유지되는 농가용 저온 저장고에 저장하면서 포장내 기체조성과 딸기의 미생물 및 물리·화학적 품질변화를 측정하였다.

Table 5-2. Treatment and packaging methods for green chili pepper

Symbol	Treatment and packaging method
I	Perforative pinhole package of plain LDPE film
II	MAP with plain LDPE film (Control)
III	MAP with 1% GFSE-impregnated LDPE film
IV	Dipped in 500ppm GFSE solution and MAP with 1% GFSE-impregnated LDPE film
V	Perforative pinhole package of LDPE with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract
VI	MAP with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract-impregnated LDPE film
VII	Dipped in 500ppm <i>Rheum palmatum</i> and MAP with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract-impregnated LDPE film

3. 경제성 분석

가. 대황 및 황련추출물의 간이적 대량생산

실험공장용 대형추출조에서 제어된 최적공정조건에서 대황 및 황련을 추출하여 공장조건에서 얻을 수 있는 수율을 파악하고, 순환식 무압력 추출기를 이용하여 추출 실험을 시행하였다. 즉, 대황, 황련을 구입하여 추출기에 시료와 증류수를 1 : 5의 비율로 넣어 50℃~100℃에서 1~3시간 동안 추출하여 추출액을 얻었다. 125℃의 온도 처리구는 가압하여 이에 상응하는 온도조건에서 추출하였다. 얻어진 추출액은 10분 동안 5,000rpm에서 원심분리하여 상등액을 수집한 후 동결건조기로 건조하여 분말상태로 조제하였다. 시설채소산물을 대황 및 황련추출물로 처리하고, 항균성 필름으로 포장하여 농가용 저온 저장고에 저장하면서 얻어진 채소류의 부패율 데이터를 근거로 하여 경제성을 분석하였다. 즉 오이, 호박, 풋고추 및 딸기에 처리하는 대황 또는 황련추출물 및 항균성 포장에 투입된 비용에 대하여 이러한 처리를 함으로써 채소류의 부패율이 저하됨으로써 얻을 수 있는 경제적인 이익과 차이를 계산하였다.

나. 생산원가

생산원가는 대항 및 황련에 대하여 100℃에서 3시간 동안 추출후 최종 동결 건조된 분말 1kg을 생산하는데 소요되는 경비를 기준으로 하여 계산하였다.

다. 경제성 분석

시설채소산물을 농가용 저온저장고에 저장하면서 저장 최종일에 발생한 부패율을 기준(오이: Fig 5-1, 호박: Fig. 5-2, 풋고추: Fig. 5-4, 딸기: Fig. 5-6)으로 하여 손익을 계산하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

실험실 내의 저온실 저장실험에서 얻어진 결과를 토대로 하여, 실질적으로 농가에서 시설채소산물을 수확후 대단위 저온 저장고의 활용가능성을 확인하기 위하여 저온저장고 내에서 오이, 호박, 풋고추 및 딸기를 저장하면서 측정된 품질변화 결과는 다음과 같다.

1. 오이, 호박, 풋고추 저장에의 적용

여러 조건별로 처리·포장된 오이 및 호박을 저온 저장고에서 저장하는 동안 총균수 및 품질변화는 Table 5-3 및 Table 5-4와 같다. 오이는 저장 중 대조구 A와 처리구 B에서 각각 35일째와 42일째 100% 부패를 보였기 때문에 부패 전까지만 실험을 수행할 수 있었다. Table 5-3에서 오이의 총균수 변화는 대조구 LDPE(A)에 비교해서 항균용재에 침지후 포장된 처리구(C, E) 와 황련 항균필름만으로 포장된 처리구(D)에서 미생물의 성장이 완만하고, 이들 처리구 간에는 뚜렷한 차이를 보이지는 않고 있다. 그리고 처리구 B도 부패전까지는 균수의 변화가 거의 일치하는 것으로 나타났다. 그러나 대조구 A는 저장 초기부터 증가를 보이고 있다. 효모와 곰팡이의 변화는 저장 42일까지 처리구 C, D, E에서 서로간에 큰 차이가 없었으나 GFSE 항균필름으로 포장된 포장구(B)에서 28일부터 약간 상승하는 것으로 나타났고, 대조구 A는 저장 초기부터 상승곡선을 나타내고 있다. 이는 부패를 주도하는 곰팡이의 상승폭이

높기 때문에 빠른 부패를 야기시킨 것으로 보여진다. 따라서 항균필름과 항균용재가 오이의 저장중 미생물의 성장을 억제하는 것으로 나타났다. 이러한 미생물의 생육의 억제 효과는 연화의 지연에도 효과를 주는 것으로 나타나고 있다. 대조구 LDPE(A)에 비교해서 GFSE와 황련 항균필름(B, D)은 큰 차이를 보이지 않는 반면 항균용재 처리후 항균필름으로 포장된 처리구(C, E)는 현저한 차이를 보이고 있다. 화학적 품질변화인 비타민 C의 함량은 미생물의 증식속도가 빠른 대조구 A와 GFSE 항균필름 포장구에서 감소율이 빠른 것으로 나타났으며, 이는 미생물에 의한 조직의 파괴에 따른 화학적인 변화로 보여진다. 그리고 C, E는 대조구 A에 비교해서 감소폭이 완만한 것으로 보여진다. 저장중 중량손실은 저장 28까지 처리구별로 현저한 차이를 보이지 않고 있으나 저장 후반부에서는 황련 항균용재에 침지하고 항균필름으로 포장된 E가 중량손실 폭이 둔화되는 것을 볼 수 있다. 이는 항균용재가 오이의 표면에서 코팅막의 역할을 하는 것으로 생각된다. 그리고 처리구별로 큰 차이를 보이지 않는 것은 골판지 상자의 역할이 아닌가 생각된다. 저장중 부패율(Fig. 5-1)은 저장 35일째 되든 날 대조구인 A와 GFSE 항균필름 포장구인 B는 각각 100%와 37%의 부패를 보인 반면 그 외 C, D, E는 전혀 부패를 보이지 않았다. 그리고 저장 42일째 날은 전주에 37% 부패를 보였던 B가 100% 부패를 보인 반면 C, D, E는 각각 50%와 38%, 그리고 44%의 부패를 보였다. 이는 Table 5-3의 미생물 변화와 거의 일치하는 것을 볼 수 있다.

Table 5-4에서 보여주는 호박의 경우에는 총균수와 효모 & 곰팡이의 변화에 있어서 처리구별로 뚜렷하게 차이를 보이지는 않으나 항균용재 처리후 항균필름으로 포장된 처리구(C, E)에서 저장 14일 이후부터 증가폭이 둔화되는 것을 볼 수 있다. 이는 저장 42일후 부패율(Fig. 5-2)과 일치하는 것을 알 수 있었다. 경도의 변화에 있어서는 저장 시간의 경과에 따라 감소하는 것으로 나타나지만 처리구별 차이는 없는 것으로 나타났고, 비타민 C의 변화는 대조구가 처리구에 비해서 감소폭이 빠른 것으로 나타났다. 중량손실은 대조구와 거의 비슷한 현상을 보이고 있다.

Table 5-3. Quality changes of the cucumber stored at 10°C.

Packaging	Quality item	Storage time (day)				
		0	14	28	35	42
A (Control)	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.73	6.20	6.66	-	-
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	3.59	4.69	5.10	-	-
	Hardness (g _f)	3313	2876	2783	-	-
	Ascorbic acid (mg/100g)	9.64	6.71	6.01	-	-
	Weight loss(%)	0	0.10	0.35	-	-
	<hr/>					
B	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.73	5.44	6.30	6.50	-
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	3.59	4.12	4.54	5.40	-
	Hardness (g _f)	3314	3176	2813	2263	-
	Ascorbic acid (mg/100g)	9.64	8.92	4.37	3.83	-
	Weight loss(%)	0	0.09	0.37	0.47	-
	<hr/>					
C	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.73	5.17	5.96	6.1	6.73
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	3.59	4.11	4.18	4.44	4.84
	Hardness (g _f)	3314	3130	3100	2960	2960
	Ascorbic acid (mg/100g)	9.64	9.63	6.82	4.80	4.48
	Weight loss(%)	0	0.1	0.37	0.43	0.49
	<hr/>					
D	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.73	5.50	6.26	6.30	6.78
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	3.59	4.12	4.14	4.43	4.81
	Hardness (g _f)	3314	2780	2683	2670	2470
	Ascorbic acid (mg/100g)	9.64	7.64	5.89	5.66	5.01
	Weight loss(%)	0	0.14	0.37	0.42	0.47
	<hr/>					
E	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.73	5.33	6.2	6.52	6.84
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	3.59	4.18	4.34	4.71	5.07
	Hardness (g _f)	3314	3190	2950	2930	2656
	Ascorbic acid (mg/100g)	9.64	8.69	7.38	5.55	3.62
	Weight loss(%)	0	0.15	0.33	0.36	0.39

Table 5-4. Quality changes of the zucchinis stored at 10°C.

Packaging	Quality item	Storage time (day)				
		0	14	28	35	42
A (Control)	Total aerobic bacteria					
	[log(cfu/g)]	4.88	5.79	5.84	6.41	6.67
	Mold & yeast					
	[log(cfu/g)]	3.37	4.35	4.52	4.70	5.00
	Hardness (gr)	3302	3036	2660	2543	2540
	Ascorbic acid (mg/100g)	23.03	19.76	19.29	17.34	14.32
Weight loss(%)	0	0.06	0.21	0.24	0.31	
B	Total aerobic bacteria					
	[log(cfu/g)]	4.88	5.79	5.99	6.29	6.52
	Mold & yeast					
	[log(cfu/g)]	3.37	4.18	4.24	4.24	4.34
	Hardness (gr)	3302	2996	2846	2786	2600
	Ascorbic acid (mg/100g)	23.03	21.63	21.16	19.06	15.46
Weight loss(%)	0	0.04	0.12	0.17	0.28	
C	Total aerobic bacteria					
	[log(cfu/g)]	4.88	5.05	5.57	5.62	6.19
	Mold & yeast					
	[log(cfu/g)]	3.37	4.00	4.24	4.34	4.41
	Hardness (gr)	3302	2996	2740	2710	2690
	Ascorbic acid (mg/100g)	23.03	21.74	20.27	19.59	16.15
Weight loss(%)	0	0.02	0.21	0.26	0.32	
D	Total aerobic bacteria					
	[log(cfu/g)]	4.88	6.04	6.14	6.2	6.61
	Mold & yeast					
	[log(cfu/g)]	3.37	4.36	4.38	4.61	5.17
	Hardness (gr)	3302	2933	2780	2656	2410
	Ascorbic acid (mg/100g)	23.03	22.79	20.81	18.73	15.42
Weight loss(%)	0	0.01	0.21	0.31	0.33	
E	Total aerobic bacteria					
	[log(cfu/g)]	4.88	5.69	5.87	6.00	6.15
	Mold & yeast					
	[log(cfu/g)]	3.37	4.17	4.18	4.22	4.35
	Hardness (gr)	3302	2710	2693	2580	2470
	Ascorbic acid (mg/100g)	23.03	21.39	21.04	18.95	14.82
Weight loss(%)	0	0.11	0.16	0.32	0.36	

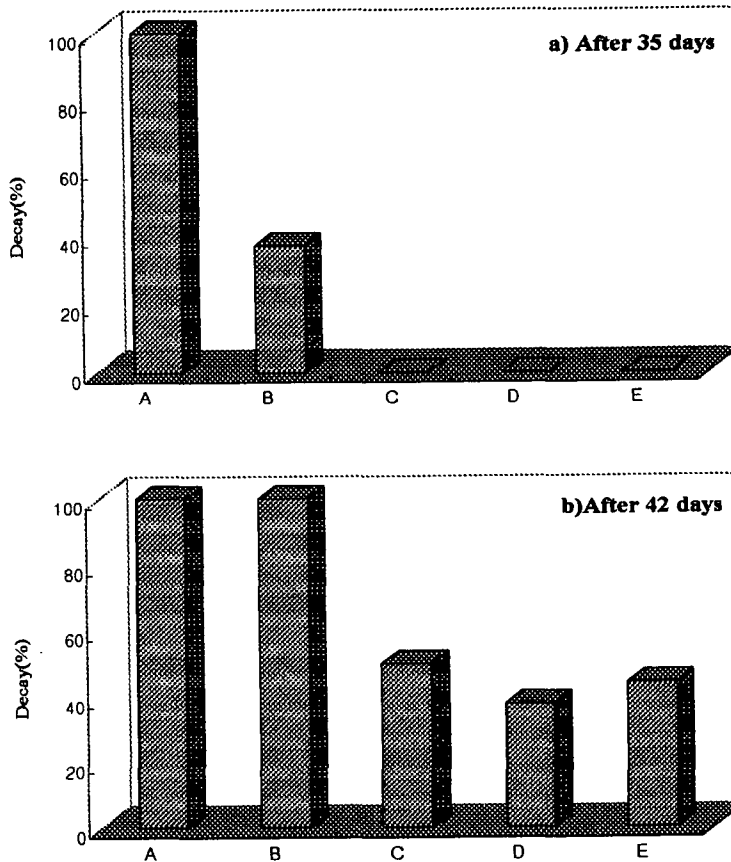


Fig. 5-1. Decay ratio of the cucumber stored at 10°C.

풋고추의 저장중 포장내 기체조성의 변화는 Fig. 5-3에서 보여주고 있다. 통기성을 위해 필름에 핀홀을 낸 대조구 LDPE 필름포장(I)과 황련 항균필름포장(V)은 O_2 와 CO_2 의 기체조성이 공기의 조성과 일치하는 것을 볼 수 있었고, II, III, IV는 VI, VII에 비해서 저장 44일까지도 10%이상의 높은 O_2 농도를 보이고 있고, CO_2 농도는 시간에 따라 점차 증가하여 저장 30일까지 전자는 1.8%, 후자는 약 2.2%의 낮은 범위를 유지하고 있으나 저장 37째 부터는 I, V를 제외한 나머지에서 약 3% 범위를 유지하였다.

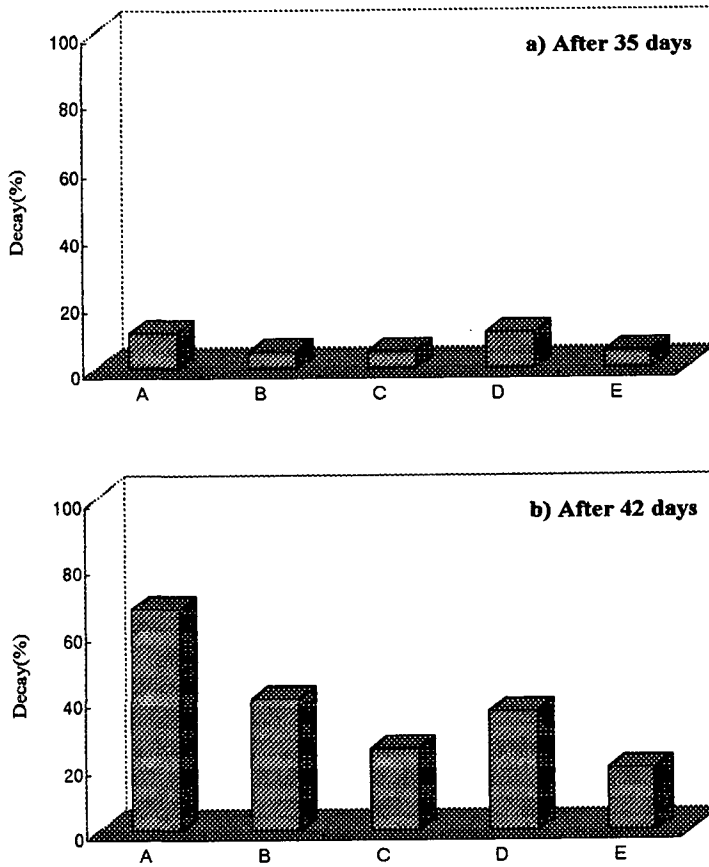


Fig. 5-2. Decay ratio of the zucchini stored at 10°C.

여기서 II, III, IV와 VI, VII의 기체조성의 차이는 필름의 두께에 따른 기체 투과도의 차이에서 오는 것으로 보여지며 항균용제가 풋고추의 호흡에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보여진다. Table 5-5에서는 여러 처리구별로 포장된 풋고추를 10°C의 저온 저장고에 저장중 미생물 변화와 품질변화를 보여주고 있다. 미생물 변화에 있어서 세공성 핀홀을 낸 LDPE 필름포장(I)과 황련 항균필름포장(V)이 같은 기체 조성을 가짐에도 불구하고 V이 I에 비교해서 미생물 증식이 빠른 것은 황련의 항균필름이 풋고추의 표면에 작용하기 때문인 것으로 판단된다. 그리고 I과II의 사이에서는 같은 LDPE의 동일한 필름임에도 불구하고 미생물 증식의 차이를 보이는 것은 풋고추의 저장에 있어서 MAP에 의한 저장 효과를 보이기 때문인 것으로 보여진다.

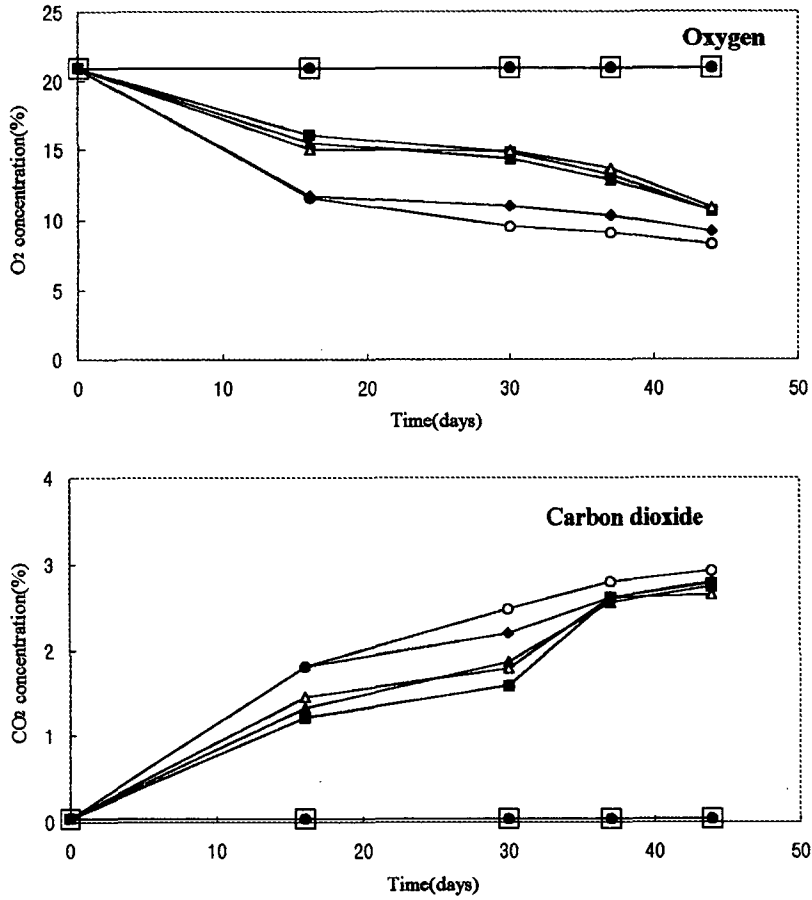


Fig. 5-3. Gas compositions in the green chilli pepper packages at 10°C.
 ● : I; ■ : II (control); ▲ : III; △ : IV; □ : V; ○ : VI; ◆ : VII

Table 5-5. Quality changes of the green chilli pepper stored at 10°C.

Packaging	Quality item	Storage time (day)				
		0	16	30	37	44
I	Total aerobic bacteria					
	[log(cfu/g)]	2.50	5.67	5.80	6.10	6.45
	Mold & yeast					
	[log(cfu/g)]	2.32	4.60	5.21	5.63	5.91
	Ascorbic acid (mg/100g)	48.85	47.60	40.68	40.32	38.56
Weight loss(%)	0	0.11	0.46	0.55	0.70	
II	Total aerobic bacteria					
	[log(cfu/g)]	2.50	4.78	5.28	5.94	5.97
	Mold & yeast					
	[log(cfu/g)]	2.32	3.94	4.90	5.18	5.56
	Ascorbic acid (mg/100g)	48.85	46.50	41.47	39.34	35.00
Weight loss(%)	0	0.10	0.36	0.36	0.50	
III	Total aerobic bacteria					
	[log(cfu/g)]	2.50	4.57	5.24	5.53	5.90
	Mold & yeast					
	[log(cfu/g)]	2.32	4.20	4.78	4.20	5.56
	Ascorbic acid (mg/100g)	48.85	47.86	45.52	43.80	42.58
Weight loss(%)	0	0.14	0.30	0.37	0.46	
IV	Total aerobic bacteria					
	[log(cfu/g)]	2.50	4.74	5.18	5.44	5.53
	Mold & yeast					
	[log(cfu/g)]	2.32	3.74	4.30	4.34	5.52
	Ascorbic acid (mg/100g)	48.85	46.94	46.10	45.32	41.22
Weight loss(%)	0	0.14	0.19	0.22	0.31	
V	Total aerobic bacteria					
	[log(cfu/g)]	2.50	4.76	5.03	5.41	5.84
	Mold & yeast					
	[log(cfu/g)]	2.32	4.07	4.56	4.98	5.79
	Ascorbic acid (mg/100g)	48.85	45.85	44.92	41.50	40.63
Weight loss(%)	0	0.14	0.43	0.50	0.58	
VI	Total aerobic bacteria					
	[log(cfu/g)]	2.50	4.72	4.92	5.13	5.36
	Mold & yeast					
	[log(cfu/g)]	2.32	3.91	3.97	4.81	5.64
	Ascorbic acid (mg/100g)	48.85	46.67	44.21	41.80	42.50
Weight loss(%)	0	0.10	0.31	0.32	0.36	
VII	Total aerobic bacteria					
	[log(cfu/g)]	2.50	4.54	4.73	5.01	5.30
	Mold & yeast					
	[log(cfu/g)]	2.32	3.87	3.91	4.17	5.70
	Ascorbic acid (mg/100g)	48.85	46.45	44.60	42.62	43.25
Weight loss(%)	0	0.09	0.10	0.16	0.21	

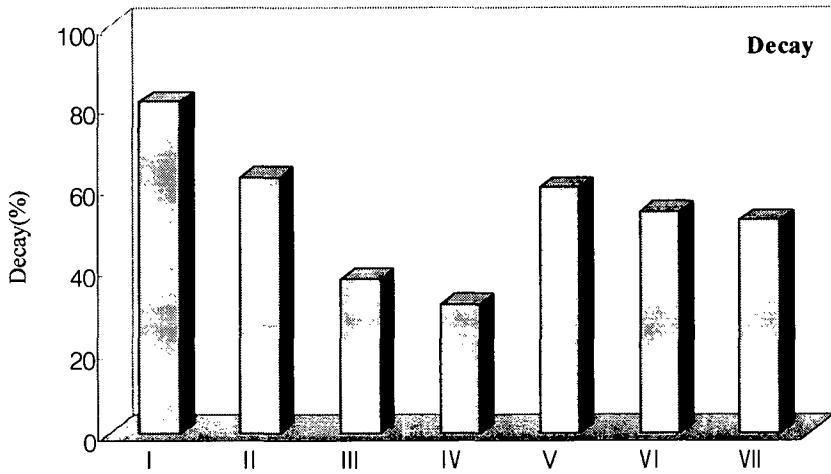


Fig. 5-4. Decay ratio of the green chilli pepper stored for 44 days at 10°C.

또한 오이, 호박과 마찬가지로 풋고추에 있어서도 항균필름 만으로 포장하는 것보다는 항균용재에 침지후 포장(IV, VII)하는 것이 미생물 성장을 억제하는 것으로 보여지고 있다. 이러한 결과는 Fig. 5-4의 부패율과 일치하는 것으로 나타났다. 중량손실은 저장 16일까지는 처리구별로 차이를 보이지 않았으나 저장 30일째부터는 항균용재 침지후 항균필름으로 포장된 처리구(IV, VII)가 가장 낮은 중량손실을 보이고 있고, LDPE 필름과 항균필름으로 포장된 II, III, VI이 세공성 핀홀을 낸 것보다는 낮은 중량손실을 보이고 있다. 이는 핀홀에 의한 수분의 손실의 증가 때문인 것으로 생각된다. 비타민 C의 변화는 저장 시간의 증가에 따라 감소하는 경향이 있으며 처리구별 차이는 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다. 이상의 결과로 볼 때 실험실 내의 chamber에서의 결과와 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 농가에서 수확된 시설 채소산물에 대하여 대량 저온 저장고에서도 항균제가 첨가되지 않은 필름으로 포장하는 것보다는 항균필름으로 포장하는 것이 신선도를 유지하면서 저장성을 연장할 수 있으며, 특히 항균용재에 침지하여 항균포장으로 포장하는 것이 더욱 선도유지에 효과가 있는 것으로 생각된다.

2. 딸기 저장에의 적용

딸기를 저온 저장고 내에서 저장 중 포장내 기체조성의 변화는 Fig. 5-5에서 보여주고 있다. 저온 창고에서의 포장내 기체조성은 A의 대조구 LDPE 필름포장과 B, D의 용재에 침지하지 않고 GFSE와 황련추출물을 각각 1% 함유한 항균성 필름에 포장한 처리구 그리고 C, E의 용재에 침지후 항균성 LDPE 필름 포장구 각각은 저장 7~21일 동안에 O₂ 농도는 1.7~9.5%범위를 유지하였고, CO₂ 농도는 2.8~6.5%범위를 나타내어 서로간에 비교적 비슷한 기체조성을 형성하였고, 이러한 기체조성은 실험실내의 chamber에서의 기체조성과 거의 비슷하였다. 이는 딸기의 저장중 신선도 유지에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 포장된 딸기에서의 총균수와 효모·곰팡이 및 물리·화학적인 품질변화를 Table 5-6에서 보여주고 있다. 저장 초기인 7일째는 대조구(A)와 처리구(B,C,D,E) 사이에서 큰 차이를 보이지 않았으나 7일 이후부터는 대조구(A)에 비교해서 항균필름으로 포장된 포장구(B,D)와 항균용재에 침지후 항균필름으로 포장된 포장구(C,E)에서 총균수 뿐만 아니라 효모, 곰팡이도 성장을 억제하는 것을 볼 수 있었다. 그러나 B, C,D,E 사이에서는 두드러진 차이를 확인 할 수 없었다. 그리고 저장 중에 나타나는 물리적인 변화중의 하나인 딸기 육질의 연화는 미생물의 변화와 일치함을 보여주고 있다. 이는 미생물의 빠른 생육으로 인하여 딸기의 육질에 연화를 초래하기 때문인 것으로 보여진다. 따라서 대조구(A)에 비교해서 처리구(B,C,D,E)에서 경도가 유지됨을 볼 수 있다. 화학적 품질변화인 pH, 가용성 고형분 그리고 적정산도는 대조구와 처리구 사이에서 현저한 차이를 보이지는 않았으며 가용성 고형분과 산도는 저장기간의 증가에 따라 감소하였고 pH는 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 실험실 내의 chamber에서도 확인 할 수 있었다. Fig. 5-6은 저온 저장고 내에서 21일간 저장하는 동안, 딸기의 부패율을 보여주고 있다. 대조구 A는 88%의 부패율을 보인 반면 항균필름(B,D)으로 포장한 포장구는 각각 48%와 49%로 낮은 부패율을 보였으며, 항균용재 처리후 항균필름으로 포장한 포장구(E)에서는 46%였고 C는 39%로 가장 낮은 부패율을 보이고 있다. 이는 Table 5-6의 총균수와 효모·곰팡이의 변화와 일치하는 것을 알 수 있으며 특히 GFSE의 항균용재가 미생물 생육을 현저하게 저해를 하는 것을 볼 수 있었다.

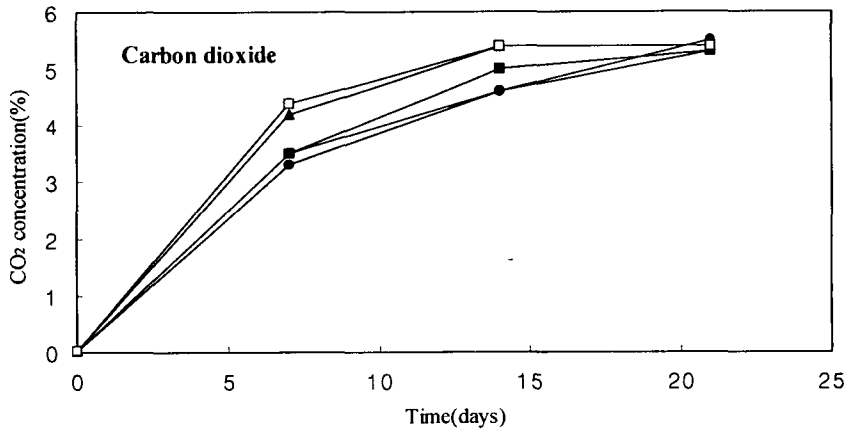
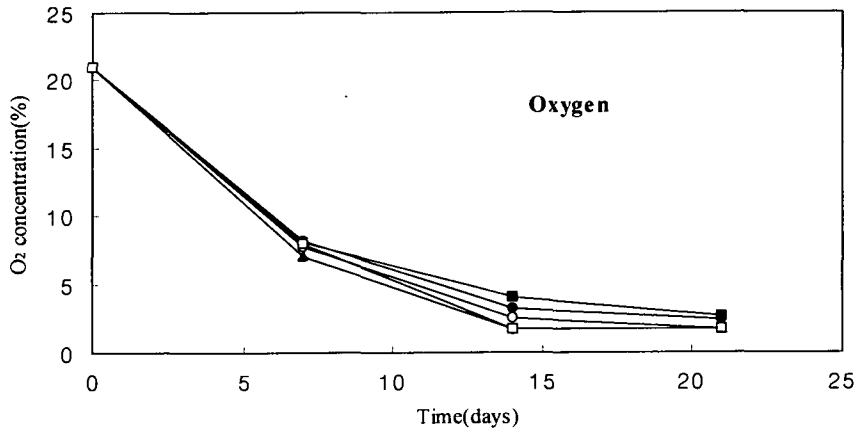


Fig. 5-5. Gas compositions in the strawberry packages at 5°C. ○: A (Control); ●: B; ■: C; ▲: D; □: E.

따라서 이상의 결과로 볼 때 본 연구에서 개발된 항균용재와 항균필름은 농가에서 수확한 딸기에 대하여 조절 출하를 할 수 있도록 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 본 과제를 토대로 하여 농가에서 수확되는 여러 가지 시설채소산물에 대하여 포장 방법을 달리하여 적용실험을 거친다면 다용도의 활용 가능성을 가질 것으로 생각된다.

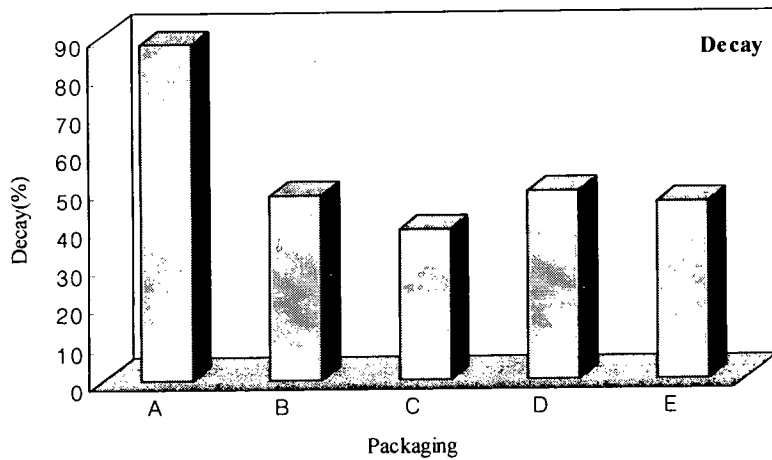


Fig. 5-6. Decay ratio of the strawberries stored for 21 days at 5°C.

Table 5-6. Quality changes of the strawberries stored at 5°C.

Packaging	Quality item	Storage time (day)			
		0	7	14	21
A (Control)	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.79	6.0	8.2
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	4.05	4.72	5.82	7.38
	pH	3.34	3.49	3.56	3.79
	Soluble solid (°BX)	9.0	8.5	7.8	7.1
	Acidity(%)	0.92	0.92	0.87	0.86
	Hardness (gr)	270	260	154	110
	B	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.67	4.88
Mold & yeast [log(cfu/g)]		4.05	4.26	4.32	6.47
pH		3.34	3.42	3.49	3.65
Soluble solid (°BX)		9.0	8.0	7.2	7.1
Acidity(%)		0.92	0.89	0.88	0.85
Hardness (gr)		270	228	194	190
C		Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	5.02	5.02
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	4.05	4.78	4.95	6.32
	pH	3.34	3.42	3.51	3.61
	Soluble solid (°BX)	9.0	8.2	7.5	7.2
	Acidity(%)	0.92	0.91	0.9	0.9
	Hardness (gr)	270	270	262	240
	D	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.92	4.97
Mold & yeast [log(cfu/g)]		4.05	4.43	4.9	6.38
pH		3.34	3.37	3.45	3.54
Soluble solid (°BX)		9.0	8.9	8.5	8.1
Acidity(%)		0.92	0.9	0.88	0.85
Hardness (gr)		270	232	230	204
E		Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.47	4.49
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	4.05	4.22	4.52	6.12
	pH	3.34	3.44	3.52	3.58
	Soluble solid (°BX)	9.0	9.0	8.1	7.8
	Acidity(%)	0.92	0.9	0.9	0.9
	Hardness (gr)	270	270	234	226

3. 경제성 분석

가. 대황 및 황련추출물의 간이적 대량생산

대황, 황련을 구입하여 실험공장용 대형추출조에 시료와 증류수를 1 : 5의 비율로 넣어 50℃~100℃에서 1~3시간 동안 추출하여 추출액을 얻었다. 125℃의 온도 처리구는 가압하여 이에 상응하는 온도조건에서 추출하였다. 얻어진 추출액은 10분 동안 5,000rpm에서 원심분리하여 상등액을 수집한 후 동결건조기로 건조하여 분말상태로 조제하였다. 대황 및 황련을 물로 추출한 경우, 추출온도별 추출 수율을 측정한 결과는 Table 5-7과 같다. 즉, 50℃에서의 추출 수율은 대황 5.5%, 황련 3.1%로 비교적 낮은 값을 보였으며, 추출온도가 상승할수록 수율이 높아졌으며, 100℃에서의 추출 수율은 대황 15.0%, 황련 11.0%이고, 125℃에서의 추출 수율은 대황 15.6%, 황련 11.7%로서 100℃에서 최고수율에 접근하여 그이상의 온도에서는 추출 수율이 그다지 크게 증가하지 않는 것으로 나타났다.

Table 5-7. The change of extraction yield(%) in *Rheum palmatum* and *Coptis chinensis* extracted with water for 5 hours at various temperatures.

Extraction temperature (℃)	<i>Rheum palmatum</i>	<i>Coptis chinensis</i>
50	5.5	3.1
75	10.3	8.8
100	15.0	11.0
125*	15.6	11.7

* autoclaved

한편, 추출온도를 100℃로 고정하고, 추출시간별 추출 수율을 측정한 결과는 Table 5-8과 같다. 즉, 추출 1시간 후, 추출 수율은 대황 10.2%, 황련 8.3%이고, 추출시간이 연장될수록 추출 수율은 증가하여 3시간이 경과했을 때, 대황 14.7%, 황련 10.8%이었고, 3시간 이후에는 추출 수율의 증가속도가 현저하게 감소하여, 추출시간이 4시간인 경우, 대황 15.3%, 황련 11.1%, 5시간의 경우, 대황 15.8%, 황련 11.8%로,

경제성을 고려한 본 연구 상황에서의 적정 추출조건은 100℃에서 3시간정도로 하는 것이 타당한 것으로 생각되었다.

Table 5-8. The change of extraction yield(%) in *Rheum palmatum* and *Coptis chinensis* extracted with water as time elapsed at 100℃.

Extraction time (hrs)	<i>Rheum palmatum</i>	<i>Coptis chinensis</i>
1	10.2	8.3
2	13.5	8.8
3	14.7	10.8
4	15.3	11.1
5	15.8	11.8

나. 생산원가

생산원가는 대황, 황련에 대하여 100℃에서 3시간 동안 추출후 최종 동결 건조된 분말 1kg을 생산하는데 소요되는 경비를 기준으로 한 것으로 다음 Table 5-9와 같다. 대황과 황련의 추출에 있어서 전체적인 수율은 대황이 14.7% 이고 황련은 10.8% 이었다. 따라서, 추출물을 얻어, 분말 1kg으로 조제하는데 소요되는 총경비는 대황의 경우 35,625원이고 황련의 경우에는 69,295원으로 황련이 대황보다 원가가 많이 소요되었다. 이는 재료비에서 황련(62,000원/9.3kg)이 대황(28,330원/6.8kg)보다 약 2.2배 더 비싸기 때문이다. 여기서 추출은 추출액의 농도가 5 Brix일때를 기준으로 하여 종료하였다. 단, 한국산 약용식물을 분말화하는 과정에서 추출후, 직접 농축단계를 거치게 되면 동결 건조 경비를 kg당 약 10% 감소시킬 있을 것으로 생각된다.

대황 및 황련추출물과 채소류의 저장시에 효과가 있는 것으로 확인된 자몽종자추출물(grapefruit seed extract, GFSE)(조성환 등, 1991; 조성환 등 1993; 조성환 등, 1994)을 시설채소산물의 침지 용액으로 사용하거나 이들 항균 물질을 이용한 항균 필름을 만들어 오이, 호박, 풋고추 및 딸기 저장에 사용했을 때의 경제성을 검토한 결과는 Table 5-10과 같다. 이때 사용한 GFSE는 kg당 198,000원(순도 100%)이었

다.

Table 5-9. The cost of unit operations to make extracts and powders of *Rheum palmatum* L. and *Coptis chinensis* Franch

		(unit/won)	
Materials			
Operations	<i>Rheum palmatum</i> L.	<i>Coptis chinensis</i> Franch	
Cost of materials	28,330 (6.8kg)	62,000 (9.3kg)	
Cost of extraction	221	221	
Cost of centrifugation	74	74	
Subtotal	28,625 (13.6kg)	62,295 (19.5kg)	
Cost of freeze drying	7,000	7,000	
Total	35,625 (1kg)	69,295 (1kg)	

다. 경제성 분석

시설채소산물을 농가용 저온저장고에 저장하면서 저장 최종일에 발생한 부패율을 기준(오이: Fig 5-1, 호박: Fig. 5-2, 풋고추: Fig. 5-4, 딸기: Fig. 5-6)으로 하여 손익을 계산한 결과 오이 처리구 중의 하나에서만 손실이 발생하였고, 다른 처리구는 대조구보다 부패율이 낮아서 경제성이 있는 것으로 나타났다. 항균성이 있는 대황, 황련추출물 및 GFSE 처리에 따른 이익은 다음과 같이 계산하였다. 즉 구입한 시설채소산물의 가격에서 부패율에 따른 가격과 항균물질 처리비용을 빼고, 대조구가 100% 부패되지 않은 경우에는 대조구의 남은 가격만큼을 뺀 값으로 하였다. 시설채소산물의 종류에 따라 경제성의 정도도 상당히 달랐는데, 오이가 가장 경제성이 높았으며, 풋고추가 가장 경제성이 낮았다. 이것은 오이의 경우 대조구가 100% 부패된 데 비하여 풋고추는 대조구와 처리구간의 부패율에 있어서 큰 차이를 보이지 않았기 때문이다.

Table 5-10. Economical analysis of antimicrobial substance treatment for green house produce

Produce	Optimal treatment*	Price for produce (won/kg)	Decay (%)	Loss by decay (won)	Cost of antimicrobial substance treatment (won/kg)	Gain by antimicrobial substance treatment (won/kg)
Cucumber	D	4,000	38	1,520	12	2,468
Zucchini	E	4,000	19	760	86	1,834
Strawberry	E	4,000	46	1,840	99	1,581
Green chili pepper	III	3,000	38	1,140	47	703

* Treatment is same as Table 5-1 for cucumber and zucchini, Table 2-3 for strawberry, Table 5-2 for green chili pepper.

제 4 절 결 론

한국산 약용식물추출물 중에서 항균력이 강한 것으로 밝혀진 대황 및 황련추출물과 과채류의 저장성에 효과가 있는 것으로 알려진 GFSE를 오이, 호박, 풋고추 및 딸기와 같은 시설채소산물을 실험실에서 설정된 조건으로 처리한 다음 농가용 저온저장고에서 저장하면서 품질 변화를 측정하였다. 또한 이러한 처리의 경제성 여부를 알아보기 위하여 간이적 대량생산 시스템을 이용하여 대황 및 황련추출물을 생산하고, 비용을 조사하였다. 농가용 저온저장고에 저장하면서 측정한 여러 가지 품질특성을 보면 대황이나 황련추출물 및 GFSE와 같은 항균물질을 처리한 시험구의 저장성이 대조구에 비하여 높아서 경제성을 가질 수있을 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 조성환, 이현철, 서일원, 김재욱, 장영상, 신재익 : Grapefruit종자추출물을 이용한 밀감의 저장효과. 한국식품과학회지 23(5), 614-618(1991).
- 조성환, 서일원, 이근희 : 천연항균제처리에 의한 과채류의 선도유지 및 병해방지

에 관한 연구 - 저장중 병리적 장애 방지를 중심으로 - 한국농화학회지 36(4),
265-270(1993).

조성환, 김기욱, 이근희 : 천연항균제처리에 의한 과채류의 선도유지 및 병해방지에
관한 연구 -Grapefruit종자추출물로 부터 활성물질의 분리를 중심으로- 한국농산
물저장유통학회지 1, 1-7(1994).