

절화류의 선도 유지를 위한 기능성 첨가제 및 포장 원지 개발

김철환[†] · 조성환^{*}

(2002년 2월 10일 접수; 2002년 4월 25일 채택)

Development of Functional Additives and Packaging Paper for Prolonging Freshness of Cut Flowers

Chul-Hwan Kim[†] and Sung-Hwan Cho^{*}

(Received on February 10, 2002; Accepted on April 25, 2002)

ABSTRACT

To prolong freshness and to reduce a decay rate of cut flowers during storage and distribution, a new packaging paper was developed with grapefruit seed extracts(GFSE) as a natural microorganism control agent. The GFSE was fractionated in order to identify antibiotic fractions by HPLC equipped with C18-reverse phase column chromatography. Among the active fractions, three ones were identified as 1-chloro-2-methyl-benzene (*o*-toluene), N, N-dimethyl-benzenemethanamine, and 1-[2-(2-ethylethoxy)ethoxy]-4-(1,1,3,3-tetra methyl)-benzene, while the other three remained unidentified. The GFSE-added paper displayed an effective inhibitory activity against putrefactive bacteria and fungi which were involved in the decay of flowers. Despite excellent antimicrobial acts of the GFSE-treated packaging paper, it was not possible to prevent the cut flowers from being dehydrated during storage, which led to the reduction of their fresh weight. However, additional treatment for giving water-repellency property to the GFSE-treated paper decreased a reduction rate of the fresh weight up to around 50% compared to the only GFSE-treated one.

Keywords: *Cut flowers, Packaging paper, Grapefruit seed extracts, Antibiotic fractions, Putrefactive bacteria*

• 경상대학교 임산공학과/농업생명과학연구원(Dept. of Forest Product Technology/IALS, Gyeongsang National Univ., JinJu 660-701, Korea)

* 경상대학교 식품공학과(Dept. of Food Engineering, Gyeongsang National Univ., JinJu 660-701, Korea)

† 주저자(Corresponding author): e-mail: jameskim@nongae.gsnu.ac.kr

1. 서론

1990년대에 들어 와서 농산물과 화훼류의 포장화가 급증하면서 물류 표준화의 토대가 형성되어 가고 있다. 특히 농수산물유통공사가 최근 조사한 자료에 따르면 2000년 들어서 국내에서 유통되는 절화류의 포장은 거의 100%에 이를 정도로 화훼류 생산업자들이 갖는 포장에 대한 인식 수준이 상당히 높아지고 있음을 알려주고 있다.”

그러나 절화류의 포장에 사용되는 방법은 “절화류의 유통시 초래될 수 있는 종압축 혹은 횡압축 강도에 대하여 포장되어 있는 절화류를 보호한다는 단순 포장 개념” 외에는 부가적인 개념이 적용되지 않고 있다. 여기서 말하는 부가적인 기능은 골판지 상자의 포장 원지와 포장 내용물인 절화류와의 기능적 상관 관계를 의미하는데, 현재에는 절화류가 포장된 후 최초의 물리적 형상을 그대로 유지함과 동시에 골판지 상자에 사용되는 원지가 절화류의 선도 유지에 기여하는 기능이 거의 없다는 점이다.

여름 고온기 때는 온도 변화 및 건조를 막기 위해 상자내 얼음 조각을 넣어 온도상승을 억제하고, 겨울에는 저온 피해를 받지 않도록 박스내 절연체 또는 보온 재료를 넣어 철도, 자동차, 항공기 등을 이용해 안전하게 수송한다.” 그러나 이와 같은 방법은 절화류의 가격이 고가인 것을 중심으로 이루어지고, 일반적인 절화류의 포장 방법은 골판지 상자 내부에 신문지나 셀로판지와 같은 합성수지를 깔고 일정 단위의 절화류를 넣어 수송하고 있는 실정이다. 따라서 화훼류의 저장 혹은 운송기간이 길어지는 동안 외부 충격에 대하여 화훼류 자체를 보호할 수는 있지만 여러 가지 병원성 미생물에 의한 화훼류의 변패를 방지할 수 있는 수단은 전혀 갖추어져 있지 않아 화훼류의 상품 가치를 떨어뜨리는데 절대적인 영향을 미치고 있다.

본 연구에서는 식물성 선도유지제를 추출 및 조제하여 그것을 골판지 상자의 이면 라이너나 속포장용 포장지에 처리함으로써 유통 및 저장 과정을 거치는 절화류의 변패를 방지하고 그것의 보관 기간 연장을 통하여 상품가치를 보전하고자 하였다.

화훼류의 선도 유지 성분을 추출하기 위한 대상 식물로는 자몽 종자(Grapefruit Seed Extracts, 이하 GFSE)를 선택하였다. GFSE가 갖는 항균력은 여러 연구에서 밝혀졌고, 특히 일부 연구에서는 과채류의 선도 및 병해 방지에 탁월한 효과가 있음을 보여주고 있다.³⁻⁸⁾ 그러나 이들 연구의 대부분은 포장 소재에 GFSE를 처리한 것이 아니라 과채류의 포장에 앞서

GFSE가 녹아 있는 용액에 침지·처리한 후 polyethylene 필름에 포장하였을 때의 선도 효과를 조사한 것이었다.⁸⁾ 따라서 포장 재료 자체에 선도유지제를 처리한 것이 아니라 포장 대상물에 선도유지제를 처리함으로써 그 효과를 검사한 것은 포장 재료에 선도유지제를 처리할 수 있는 기술적 방법의 부재에 기인한 것으로 알려져 있다.

따라서 본 연구에서는 포장지 원지 혹은 골판지용 이면 라이너 자체에 GFSE를 처리함으로써 절화류의 변패에 관여하는 미생물의 공격을 원천적으로 차단하고, 포장지에 대한 발수 처리를 통하여 수확 직후의 절화류가 보유한 수분을 보유하게 함으로써 절화류의 선도를 연장하는데 그 목적을 두었다. 즉, 화훼류의 변패 및 부후에 관여하는 미생물 및 균에 대하여 우수한 항균력을 발휘하게 함으로써 화훼류의 상품적 가치를 보전하고, 또한 이를 통해 포장지의 고부가가치 창출에 기여할 수 있는 기능성 포장지 개발 관련 연구를 활성화시키는데 기여하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 GFSE 종자 추출물의 조제

외국산 자몽(grapefruit)을 구입하여 그 과육부를 제거하고 분리한 종자들을 수거하여 물로 세척한 다음, 적외선 장치들이 장착되어 있는 60~70℃의 건조실에서 30~60분 동안 건조시켰다. 건조된 자몽 종자를 5℃ 이하의 온도가 유지되는 저온실에서 IKA milling system(독일)으로 80~320mesh 크기로 분쇄하여 건조된 분말종자 80%와 추출용매 glycerin 20%의 중량비율로 혼합한 후 수일간 연속 추출하였다. 추출된 원액을 증분리시켜 자몽종자추출물을 수집하여 자외선이 조사되는 무균실에서 특정 온도, 압력, 시간 등의 조건하에서 품질관리 방법에 의한 검사를 실시하여 일정한 규격의 제품이 되도록 하였으며, 기능성 포장원지의 첨가제는 상기 원액 40%, lactic acid 5%, citric acid 5%, CaCO₃(식품첨가물용) 50%의 조성비율로 조제한 분말제품을 실험용으로 사용하였다. 조제된 GFSE의 입도 분석은 MALVERN Instruments사의 MasterSizer E를 이용하였고, GFSE 분말의 형상을 관찰하기 위하여 일본 JEOL사의 주사전자현미경을 이용하였다.

2.2 GFSE의 분획 및 항균 성분의 분리

GFSE를 다음과 같은 방법에 따라 소수성 분획과 친수성 분획으로 분리하였다. Chloroform, CH₃OH 및 H₂O를 1:2:0.8(V/V/V)의 혼합한 용액에 GFSE를 잘 섞어 용해시켜 방치한 후 chloroform, CH₃OH 및 H₂O를 1:1:0.9(V/V/V)가 되도록 조절하여 chloroform 층과 CH₃OH-H₂O 혼합액 층으로 나누었다. Chloroform 층은 감압 농축하여 소량의 5% glycerol에 혼합하여 소수성 분획으로 삼았고, CH₃OH-H₂O 층은 같은 방법으로 농축하여 친수성 분획으로 사용하였다. 이들 중 항균성이 확인된 소수성 분획물에 대한 항균 성분을 HPLC(Spectra P2000)로 분리하였다. C₁₈ reverse phase column에 소수성 분획물을 주입한 후, 초기 10분 동안 1mL/min의 속도로 증류수를 흘려 보내 세척하였다. 그 후 acetonitrile의 농도를 0~100%까지 서서히 높여 주면서 40분간 용출시켰다. 각 분획을 모아 *Enterobacter pyrinus*에 대한 성장 억제 효과를 UV spectroscopy를 통해 조사하였고, 특히 항균 활성이 큰 분획을 GC-Mass (Hewlett-Packard 5890B)로 분석하였다. GC-Mass의 분석 조건은 ionization voltage(EI) 70 eV, ion source 압력 3.5×10^{-5} torr였다.

2.3 항균 포장원지의 제조

포장 원지 제조에 사용된 펄프는 국내 D사에서 제조된 활엽수 미표백크라프트 펄프였고, 활엽수 펄프는 Valley beater 이용하여 여수도 350ml CSF까지 고해하였다. 고해된 펄프는 실험실용 사각 수초지기를 이용하여 평량 200g/m²이 되도록 초지하였다. 초지기 내에서의 자층 형성 동안에 GFSE를 보류시키기 위하여 양이온성 polyacrylamide(Ca-PAM)을 사용하였는데, 전건 펄프 지료의 중량에 대하여 0.03%의 Ca-PAM를 첨가하였다. 항균 및 선도 유지용으로 사용된 GFSE 분말은 펄프 지료의 중량에 대하여 0, 2, 6, 10, 14 및 18%를 첨가하였다. 포장지의 발수처리를 위해서는 시중에 상용 중인 T사의 Alky Ketene Dimer(AKD)를 전건 펄프 중량에 대하여 1%와 5%를 첨가하였다. 예비 실험에서 1% 미만 처리한 AKD는 포장지의 수분 흡수 능력 감소에 큰 영향을 미치지 못했기 때문에 1% 이상 과량 처리하였다. 평량 200g/m²이 되도록 지료 현탁액을 취한 후 CaCO₃의 분말형태로 제조된 GFSE와 Ca-PAM을 정해진 비율에 따라 넣고 약 30초 동안 표준

교반기에서 균일하게 혼합시킨 후 사각수초지기에서 TAPPI T 220에 의거하여 초지하였다.

2.4 항균 포장원지의 물성 검사

포장 원지의 투기도는 MESSMER PPS 투기도 측정기를 사용하여 일정 시간 안에 투과되는 공기의 양 (mL/min)을 측정하였고, 지료 상에 보류된 GFSE의 분포상태를 알아보기 위하여 일본 JEOL사의 SEM을 이용하여 포장원지의 사진을 촬영하였다.

2.5 포장 원지의 항균성 및 절화류의 선도 유지력 검사

GFSE가 처리된 포장원지에 대한 항균효과 실험은 화훼류 및 과채류의 변패에 관여하는 공시균주를 선별하여 실시하였다. Gram 양성균은 *Staphylococcus epidermidis*와 *Bacillus cereus*, Gram 음성균은 *Staphylococcus epidermis*와 *Pseudomonas aeruginosa*, 곰팡이는 *Fusarium sp.*, 그리고 효모로는 *Candida albicans*를 이용하여 disc plate method를 이용하여 항균력을 검사하였다.

GFSE가 처리된 포장원지가 갖는 절화류의 선도유지력을 검사하기 위하여 Fig. 1과 같이 절화류 보관용 상자(20×20×15cm)를 제작하였다. 절화류의 선도 변화는 18℃에서 일정 시간별로 보관한 후 생체중 변화, 꽃목 꺾임 등을 통해 조사하였고, 여기서 사용된 절화류는 적색 장미(*Rosa hybrida Hort.*)였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 GFSE 분말의 입도 분포 및 형상

CaCO₃에 흡착된 GFSE의 평균 입자 크기는 약 12.45 μ m이었고, 전체적인 입도 분포는 Fig. 2(a)와 같다. 대체적으로 GFSE가 흡착되어 있는 CaCO₃는 10~65 μ m 사이에 주로 분포되어 있고, 10 μ m 이하는 약 35%정도를 차지하였다. GFSE 분말의 형상은 Fig. 2(b)에서 보는 바와 같이 균일한 형태의 입자들로 구성되어 있고, GFSE 원액이 노란색을 띠기 때문에 분말도 노란색 계통의 색을 띠었다.

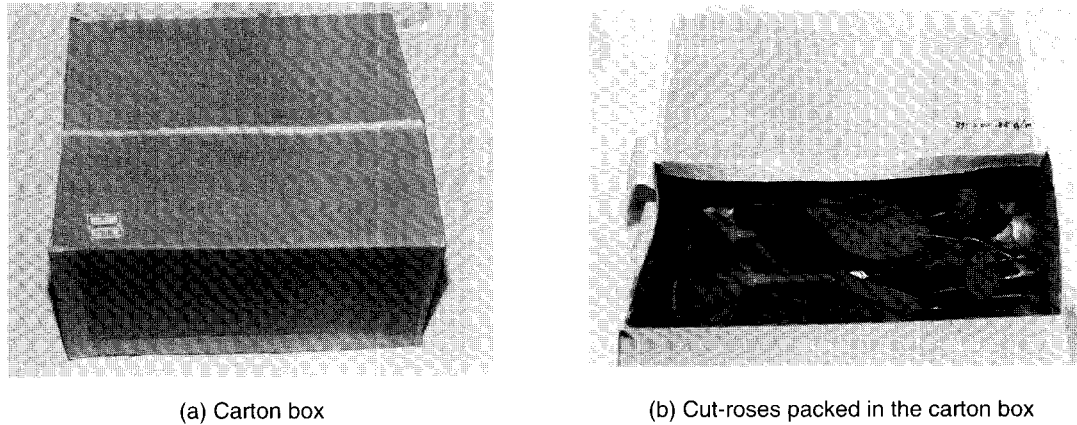


Fig. 1. A carton box for cut-roses packaging.

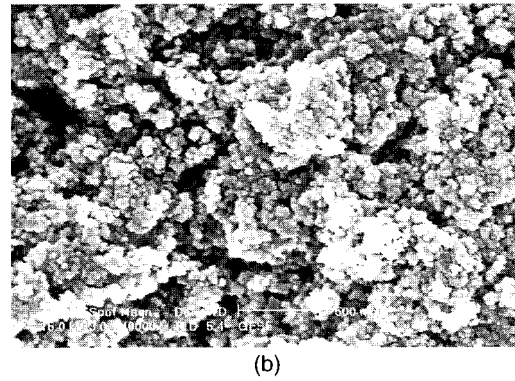
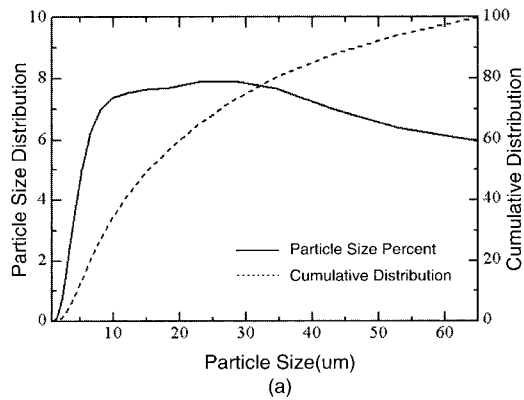


Fig. 2. (a) Particle size distribution and (b) SEM image of GFSE powder.

3.2 HPLC에 의한 항균 성분의 분리 및 동정

GFSE에 함유된 항균성분이 무엇인지를 알아내고자 이의 분리 및 동정을 시도하였다. GFSE의 소수성 분획에서 공시 균주인 *E. pyrinus*의 성장 억제에 관측되었고, 소수성 분획이 세포막에 손상을 준다는 실험 결과로부터 항균성분의 소수성 성질을 이용하기 위하여 C_{18} -reverse phase column chromatography를 행하였다. 분리 성분을 검출하기 위해서 UV detector를 사용하여 254nm에서 측정하였는데, 이는 GFSE가 UV 영역에서 흡광도를 나타내므로 임의로 선택하였다. Fig. 3에서 보듯이 acetonitrille의 농도를 서서히 올려 주면서 용출하였을 때 적어도 8개 이상의 분획으로 분리가 일어났고, 특히 소수성 성질이 강할 것으로 추측되는 acetonitrille의 농도가 40% 이상에서 3개

의 뚜렷한 peak로 분리됨을 관찰하였다. GFSE의 각 분획을 Fig. 3에 표시한 바와 같이 GF₁, GF₂, GF₃, GF₄, GF₅의 5 분획으로 구별하여 회수하고 농축하였다. 각 분획이 *E. pyrinus*의 성장에 어떠한 영향을 미치는가를 조사하기 위하여 이를 배지에 가하여 주고 배양한 결과를 Table 1에 나타내었다. GF₁, GF₂와 GF₃를 첨가한 배지에서는 세포의 성장이 대조군에서와 같이 관찰되었고, 이들 분획에는 항균 성분이 들어 있지 않음을 알 수 있었다. 항균 활성은 GF₄와 GF₅에서 관측되었으며, GF₅에서는 약 50%의 억제에 의한 반면, GF₄에서는 99% 이상의 억제가 일어나 세포가 거의 성장하지 못하였다. 이와 같은 결과는 GFSE는 적어도 2가지 이상의 소수성을 갖는 항균 성분이 존재한다는 것을 나타내 주며, 특히 GF₄에 함유된 항균 성분이 세포성장 억제 효과가 탁월하다는 것을 알 수 있었다. GFSE의 항균 성분을 좀더 구체적으로 알기 위

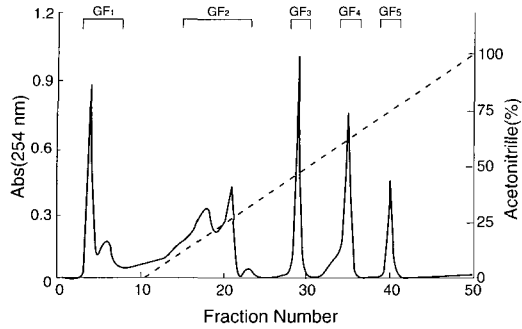


Fig. 3. Separation of an active fraction from GFSE by C18 reverse phase HPLC: Active fractions were eluted by increasing the concentration of acetonitrile(0-100%) and monitored absorbance at 254 nm.

하여 GF₄ 분획을 GC-Mass로 분석하였다. 그림 6에서와 같이 GF₄ 분획에는 적어도 6가지 이상의 물질이 혼합되어 있음을 알 수 있었다. Gas chromatography로 분석한 결과, retention time이 9.4분, 10.0분, 18.8분, 30.6분, 31.5분, 32.1분, 33.4분, 33.7분에서 피크가 관찰되었고, 상대적 비는 각각 21%, 0.47%, 0.51%, 1.62%, 72%, 0.24%, 3.13%였다. 이들 각 peak에 대한 mass/charge의 비와 스펙트럼 양상으로 볼 때, 9.4분에서의 peak는 1-chloro-2-methyl-benzene (*o*-toluene)의 양상과 일치하였다. 10.0분에 나타난 peak의 경우에는 N,N-dimethyl-benzenemethanamine의 양상과 일치하였으며, 30.6분의 peak는 1-[2-(2-ethylethoxy)ethoxy]-4-(1,1,3,3-tetramethyl)-benzene과 그 양상이 일치하였다. 이러한 물질들은 성질이나 양으로 보아 GF₄의 향균 성분으로 인정하기는 어려웠다. 그 외의 peak는 mass/charge 비와 스

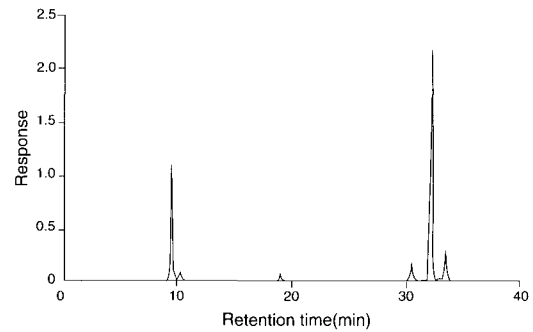


Fig. 4. Gas chromatogram of the active fraction(GF₄) isolated from GFSE.

펙트럼의 양상으로는 그 물질이 무엇인지 짐작하기 어려웠으며 더욱 정밀한 분석이 요구되었다. 따라서 상대적 비가 72%를 차지하는 31.5분의 peak가 GF₄의 대부분을 차지하는 물질로서 향균 성분일 가능성이 높았고, 또한 새로운 향균 물질일 것으로 추정되었다. 이를 위하여 물질의 대량 분리 및 정밀한 구조분석에 관한 연구가 절실히 요구되며, 이와 같은 연구결과는 화훼류를 위한 광범위 선도유지제로써 뿐만 아니라 농산물 및 그 가공식품에 대한 기능성 포장소재로서의 개발·활용에 중요한 자료가 될 것으로 전망된다.

3.3 GFSE 처리된 포장 원지의 향균력

GFSE가 처리된 포장 원지의 향균력을 검사한 결과가 Fig. 5에 나타나 있다. Fig. 5의 (a)와 (b)는 Gram 음성균, (c)와 (d)는 Gram 양성균에 대한 향균 효과를 보여주는 사진이다. Fig. 5에서 나타낸 숫자들은 GFSE의 첨가량을 나타내고 있는데, 시계 방향으로

Table 1. Inhibitory effect of GFSE on growth of *Enterobacter pyrinus*

Fractions	Absorbance at 660nm	Relative growth (%)
None	2.50	100
GFSE	0.03	1.2
Hydrophobic fraction	0.02	0.8
Hydrophilic fraction	2.03	81
GF ₁	2.50	100
GF ₂	2.53	101
GF ₃	2.45	98
GF ₄	0.02	0.8
GF ₅	1.25	50

0%(-→1), 2%(-→2), 6%(-→3), 10%(-→4), 14%(-→5) 및 18%(-→6)를 의미한다. GFSE가 6% 이상 첨가된 포장 원지(2→6) 주변으로 항균 활성을 나타내는 환이 형성되어 있는 것을 관찰할 수 있고, 항균 활성은 GFSE의 첨가량이 증가할수록 더욱 커지는 것을 쉽게 볼 있다. 이는 분말 형태로 제조된 GFSE가 양이온성 고분자인 Ca-PAM의 영향으로 섬유 상에 정착하여 포장 원지의 항균성 발휘에 기여하는 것을 의미하고, 특히 GFSE의 첨가량과 항균력과는 밀접한 연관성이 있음을 쉽게 짐작할 수 있다.

Fig. 6은 화훼류 혹은 과채류의 변패나 부후에 관여하는 곰팡이(*Fusarium sp.*)와 효모(*Candida albicans*)에 대한 항균력을 보여주고 있다. Fig. 5에서 볼 수 있듯이 곰팡이와 효모도 마찬가지로 GFSE 첨가

량이 6%부터 항균력을 보이기 시작하여 첨가량의 증가와 함께 부패성 미생물의 증식을 억제하는 능력도 커지는 것을 관찰할 수 있었다. 조 등⁸⁾에 따르면 GFSE를 과채류의 변패 미생물에 처리하였을 때 GFSE가 미생물의 세포벽을 파손 또는 분열시켜 미생물의 생리를 억제한다고 보고하였는데, GFSE가 처리된 포장지도 이와 같은 효능을 발휘하여 항균력을 보인 것으로 사료되었다.

3.4 GFSE가 첨가된 포장 원지의 선도유지력

GFSE가 처리된 포장 원지가 갖는 절화 장미에 대한 선도유지력을 평가하기 위하여 70시간까지 일정

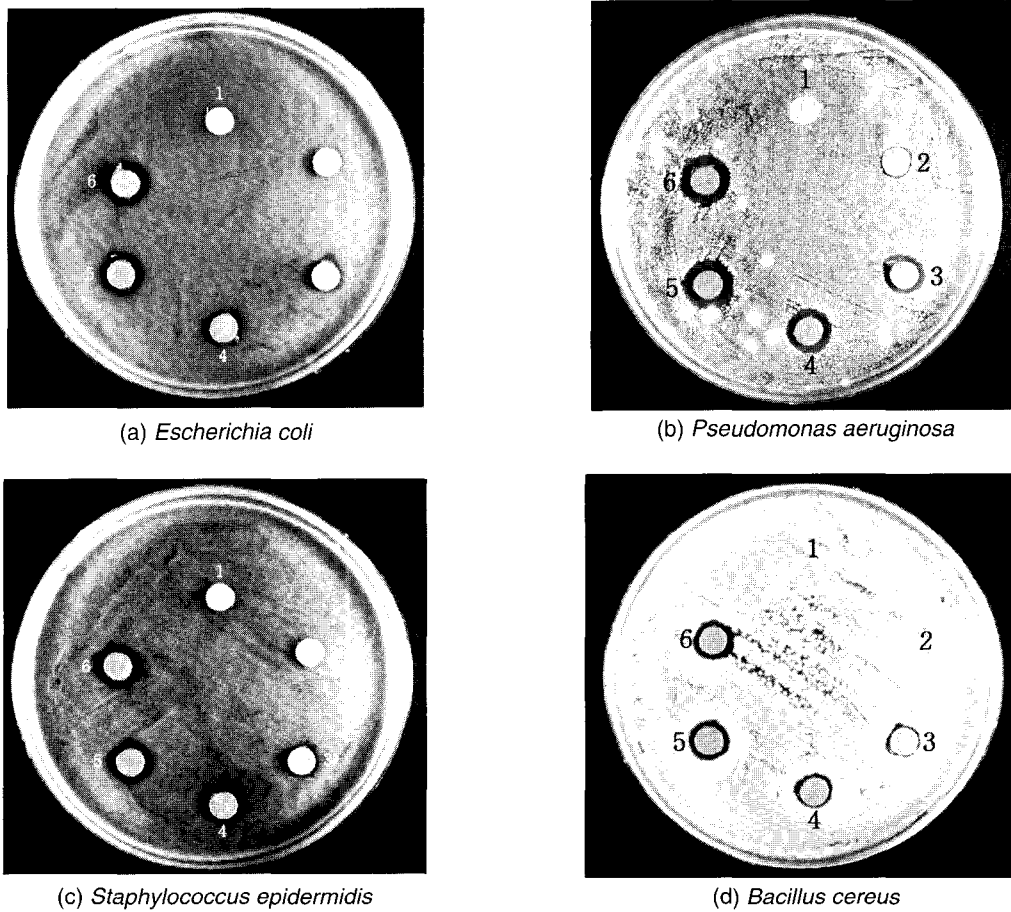


Fig. 5. Inhibitory effect of GFSE-treated packaging paper on microbes: 1. GFSE 0%, 2. GFSE 2%, 3. GFSE 6%, 4. GFSE 10%, 5. GFSE 14%, and 6. GFSE 18%.

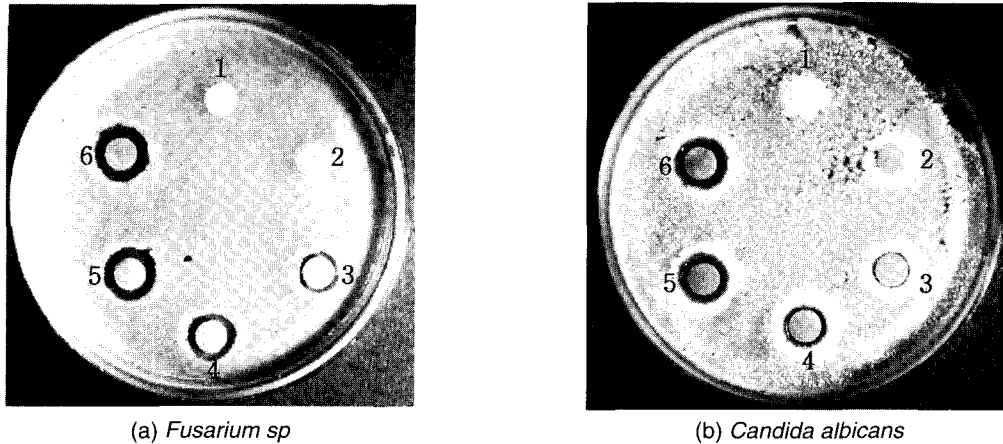


Fig. 6. Inhibitory effect of GFSE-treated packaging paper on fungi and enzyme: 1. GFSE 0%, 2. GFSE 2%, 3. GFSE 6%, 4. GFSE 10%, 5. GFSE 14%, and 6. GFSE 18%.

시간 간격으로 생체중 감소율 변화를 측정하였다. 꽃목의 경도도 경도 측정기를 통해 측정하고자 하였지만 한 번 측정할 때마다 측정 대상인 절화류의 손상을 초래하여 재현성 있는 결과를 얻기가 불가능하다고 판단하여 측정 항목에서 제외시켰다. 따라서 포장 원지가 갖는 절화류의 선도유지력 평가를 위한 가장 기본적인 측정 항목으로는 시간 경과에 따른 생체중 변화와 꽃목의 꺾임 정도였다.

먼저 GFSE가 흡착되어 있는 CaCO_3 이 지료에 첨가되었을 때 이것이 포장 원지의 투기도에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 포장 원지의 투기도 변화를 조사하였다. Fig. 7에서 볼 수 있는 바와 같이

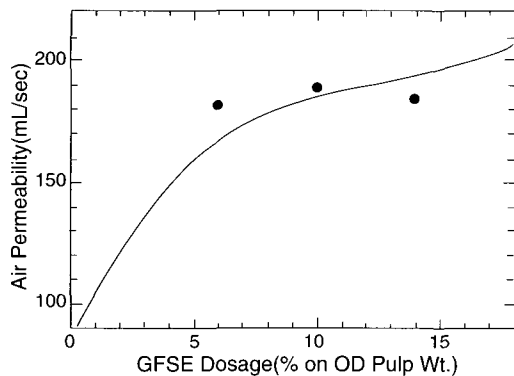


Fig. 7. Air permeability of GFSE-treated packaging paper.

GFSE 첨가량을 증가시킴에 따라 포장 원지의 투기도가 가파르게 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 GFSE가 흡착되어 있는 CaCO_3 의 평균 입도가 약 $12.45\mu\text{m}$ 이기 때문에 이와 같은 크기의 탄산칼슘이 셀룰로오스 섬유들 사이에 보류되었을 때 섬유간 수소결합을 방해하게 된다. 따라서 GFSE가 흡착된 탄산칼슘이 종이 내에 보류되는 정도가 많을수록 섬유 네트워크 내에 상당히 많은 수의 공극을 형성하게 된다. 이와 같은 다공성 원지는 polyethylene 필름으로 포장된 절화류와는 달리 절화의 선도 손실에 결정적 영향을 미치는 에틸렌 가스를 빠르게 방출시킬 수 있는 긍정적 효과를 가지게 된다. 따라서 적정 양의 GFSE를 처리한다면 에틸렌 가스의 제거율을 높임과 동시에 항균 효과를 동시에 갖는 우수한 포장 원지(혹은 라이너지)로 이용할 수 있을 것으로 추정되었다. 그러나 포장 원지를 구성하는 주요 원료는 친수성이 강한 셀룰로오스이기 때문에 절화류가 가지고 있는 수분의 손실을 촉진시킬 수 있고, 이러한 결과는 시간 경과에 따른 절화류의 생체중 변화를 통해서 확인할 수 있었다.

GFSE가 처리된 포장 원지로 만들어진 박스에 보관된 절화의 생체중 감소율을 구하는 공식은 아래와 같다.

$$V = \frac{A - B}{A} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

V = Weight loss rate of a flower
 A = Original weight of a flower
 B = Weight of a flower after a certain period of storage

식 (1)에 의해 구해진 절화의 생체중 변화 곡선은 Fig. 8과 같고, GFSE 첨가량 2%와 6%를 제외하고는 무처리를 포함한 모든 처리 조건에서 50% 이상의 생체중 감소율을 보였다. 즉, GFSE 처리량과 생체중 감소율과는 유의성 있는 상관관계를 찾기가 어려웠는데, 이것은 포장 원지의 원료인 펄프 섬유가 친수성 -OH기를 많이 가지고 있어 절화가 지니고 있는 수분의 흡수를 촉진시키기 때문이다. 따라서 GFSE 첨가 외에 별도의 발수처리를 하지 않으면 절화의 수분 감소를 억제하기가 힘들 것으로 사료되었다.

일반적으로 꽃의 수확후 절화 수명 연장과 품질 보존을 위해서는 수분과 양분 공급, 미생물 발생억제, 에틸렌가스 생성 및 효소 활성억제에 의한 노화 방지를 위한 처리를 하여야 한다.⁹⁾ GFSE만 처리된 포장 원지는 절화류의 변패에 관여하는 미생물의 발생을 원천적으로 차단할 수는 있지만 수분 흡수력 감소 및 에틸렌 가스 제거 능력을 가지고 있지 못하다. 이는 GFSE가 항균 능력만 있을 뿐 에틸렌 가스의 제거에는 전혀 기여하지 못함을 의미하는 것이다. 포장 원지의 수분 흡수 능력은 적절한 발수제의 사용을 통해 억제 가능하고, 에틸렌 가스는 포장 원지 자체가 갖는 수많은 공극들을 통하여 자연적으로 제거될 것으로 추정된다. 그러나 포장지의 가스제거 능력을 더욱 향상시키기 위해서는 GFSE 원액과 가스흡착 능력이 뛰어난 zeolite와 같은 무기계 첨가제를 함께 처리함으로써 그 효능을 관찰할 필요성이 제기되는데, 현재 경상대 펄프제지연구실에서는 GFSE, zeolite 및 사이즈제가 처리된 포장지가 과채류 혹은 절화류의 노화 및 숙성을 촉진시키는 가스류(C_2H_2 , CO_2)에 미치는 영향을 정량적으로 밝혀내기 위한 연구가 진행 중에 있다.

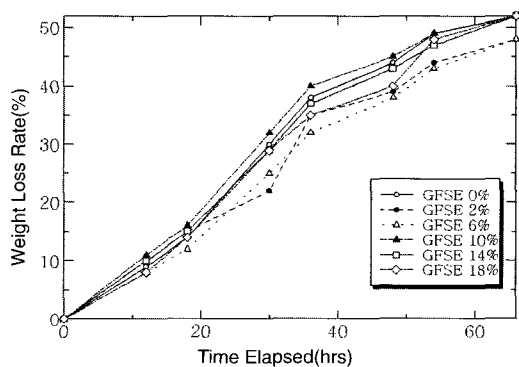


Fig. 8. Weight loss rate of cut roses packed by the non-sized GFSE-treated paper.

Fig. 9는 GFSE 처리된 포장 원지에 AKD로 사이즈 처리를 하였을 때 나타난 절화의 생체중 감소율 변화를 보여준다. GFSE 처리 유무에 관계없이 사이즈제가 첨가되었을지라도 수분 감소는 계속 발생하였지만, 수분 감소의 속도가 상당히 감소된 것을 확인할 수 있었다. Fig. 8과 비교해 보았을 때 GFSE와 AKD를 처리한 포장지가 GFSE만 처리한 포장지에 비하여 절화의 수분 보유 능력을 약 45~50% 정도 향상시킨 것으로 나타났다. 이는 GFSE 첨가량 변화가 절화의 생체중 감소에 큰 영향을 미치지 못하는 못하였지만, 포장 원지에 대한 사이즈제 처리가 절화의 생체중 감소율을 상당히 감소시키는 것을 의미한다. 따라서 GFSE 처리를 통한 변패 미생물의 억제와 사이즈 처리를 통한 종이의 수분 흡수력 감소로 인해 화훼류의 선도를 향상시킬 수 있는 전용 포장지로서의 기능을 충분히 발휘할 수 있음을 확인할 수 있었다.

Fig. 10은 절화 장미의 선도 변화를 꽃목의 꺾임 정도를 통해 관찰한 사진들이다. 일반적으로 Fig. 10(b)와 (c)에서 볼 수 있는 바와 같이 GFSE를 처리하지 않은 포장 상자와 GFSE만 처리된 포장 상자에 보관된 절화 장미는 저장 기간이 48시간 경과하면서 절화 장미의 꽃목 꺾임 현상이 최초 상태보다 매우 진행되었다. 물론 GFSE가 10% 정도 처리된 것이 처리되지 않은 것에 비해 꽃목의 꺾임 정도가 다소 심하지 않다 할지라도 절화 내의 수분 감소로 인해 전반적으로 절화의 상태가 나빠진 것을 볼 수 있다. 그러나 Fig. 10(d)에서 보는 바와 같이 GFSE 첨가와 함께 발수 처리를 한 포장 원지에 보관된 절화 장미는 꽃목의 꺾임이 전혀 일어나지 않았고, 꽃잎의 상태도 최초 절화 상태 그대로 보존되어 있었다. 포장 원지에 대한 발수 처리가

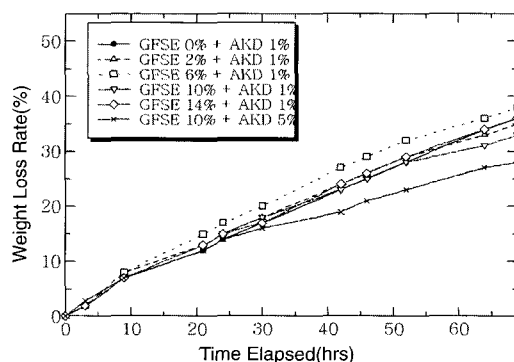
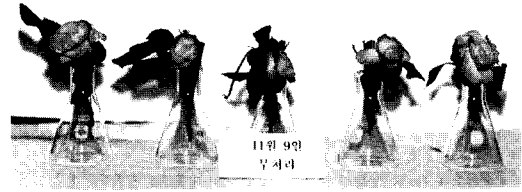


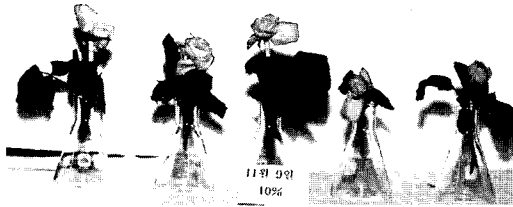
Fig. 9. Weight loss rate of cut flowers packed by the sized GFSE-treated paper.



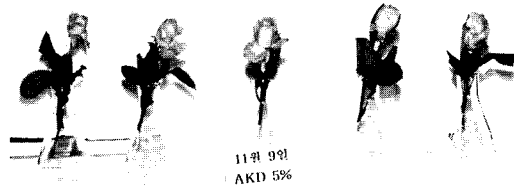
(a) Cut roses right after harvest



(b) Cut roses packed by the commercial liner after 48 hours storage



(c) Cut roses packed by the GFSE-treated paper after 48 hours storage



(d) Cut roses packed by the sized GFSE-treated paper after 48 hours storage

Fig. 10. Effect of sizing on freshness of cut roses.

절화로부터의 수분 흡수를 감소시켜 절화의 선도 유지에 기여한 것으로 사료되었다. 결론적으로 기능성 첨가제인 GFSE 첨가를 통한 변패 혹은 부후에 관련된 병리미생물의 발생을 원천적으로 차단할 수 있었고, 발수제 처리를 통해 절화류의 수분 보유력을 상당히 향상시킬 수 있었다. 따라서 본 연구를 통해 개발된 기능성 포장 원지는 유통 및 저장기간 동안에 발생할 수 있는 절화류의 선도 상실을 막고, 화훼류의 상품 가치를 높일 수 있는 골판지 상자의 이면 라이너나 속포장지로 이용될 수 있음이 확인되었다. 또한 절화류와 유사한 생리기작을 갖는 과채류의 포장에도 충분히 이용 가능할 것으로 사료되었다.

4. 결론

대부분의 화훼류는 1년간 계속해서 수확되는 것이 아니라 기후의 제약을 받아 그 생산량도 매년 변동하고 있으며 수요와 공급이 불균형일 때는 가격 진폭이 커진다. 따라서 생산된 화훼류를 소비자에게 적기에 선도가 유지된 채 공급하기 위해서는 선도유지 및 병해방지용 기능성 첨가제의 처리가 선행되어야 한다. 이와 같은 실정을 고려하여 본 연구에서는 화훼류의 수확 후 식물병리미생물의 오염 및 성장을 억제할 수 있는 강력한 천연항균제이며 보존제인 자몽종자추출

물(GFSE)을 포장 원지에 처리함으로써 저장 및 유통 중인 절화류의 병해 방지용 기능을 부가할 수 있었다. GFSE의 항균 성분은 C_{18} -reverse phase column chromatography가 장착된 HPLC에 의해 분리 확인되었고, GFSE가 처리된 포장 용지는 절화류의 변패 혹은 부패에 관련된 균, 곰팡이 및 효모에 대하여 강력한 항균력을 발휘하였다. 또한 GFSE가 처리된 포장 원지에 AKD로 사이징 처리를 하였을 때 포장된 절화류의 수분 손실을 억제함으로써 절화류의 선도를 더욱 길게 유지시킬 수 있었다.

인용 문헌

1. 농수산물유통공사, 농산물의 표준물류화를 위한 포장화율 및 표준규격 출하율 조사(2000).
2. 하영선, 화훼류수출용 표준포장모델 개발, 농림부 연구보고서(2000).
3. Nishia, A., Kihara, H., Uchibori, T. and Oi, T., Antibacterial components of GFSE, Jr. of antibacterial agents 19(8): 401-404(1991).
4. Vaerde, E. and Vargas, E., Response of onion "yellow granex" hybrid, to the treatment with powdered GFSE after 30 weeks of cold storage, Reports performed in the Univ. of Costa Rica(1986).

5. 이태호, 정숙정, 이상열, 김재원, 조성환, GFSE가 *Enterobacter pyrinus*에 미치는 영향, 한국식품과학회지 27(6): 985-990(1995).
6. 조성환, 서일원, 최종덕, 주인생, GFSE가 *Penicillium islandicum* 생육 및 독소 성분 skyrin 생합성에 미치는 저해 효과, 한국농화학회지 33(2): 169-173(1990).
7. 조성환, 김기옥, 이근희, 천연항균제 처리에 의한 과채류의 선도유지 및 병해방지에 관한 연구 - GFSE로부터 활성물질의 분리를 중심으로, 한국농산물저장유통학회, 1(1): 1-7(1994).
8. 조성환, 서일원, 이근희, 천연항균제 처리에 의한 과채류의 선도유지 및 병해방지에 관한 연구- 저장 중 병리적 장애 방지를 중심으로, 한국농화학회지 36(4):265-270(1993).
9. Hopkins, W. G., *Introduction to plant pathology*, John Wiley & Sons(1998).